



Die Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Elbe

Nährstoffminderungsstrategie für die Flussgebietsgemeinschaft Elbe

Maßnahmenbeispiele





Inhaltsverzeichnis

A.	Ansatzpunkte für Maßnahmen.....	6
B.	Maßnahmenbeispiele.....	7
B.1	Siedlungswasserwirtschaft	7
B.1.1	Retentionsbodenfilter zur weitergehenden P-Elimination.....	7
B.1.2	Flockungsfiltration in Groß-Kläranlagen	11
B.1.3	Optimierung des Betriebes kleiner bis mittelgroßer Anlagen	14
B.1.4	Regenwasserbewirtschaftung im urbanen Raum.....	15
B.2	Landbewirtschaftung	20
B.2.1	Bewirtschaftung dräniertes Flächen / Effizienzsteigerung bei Düngung.....	20
B.2.2	Konservierende Bodenbearbeitung zur Minderung von Erosion und Phosphor-Einträgen in die Gewässer.....	24
B.2.3	Trinkwasserschutz in Talsperrenschutzgebieten (Saidenbach)	28
B.2.4	Grundwasserschutzgebiet der Trinkwasserfassungen Diehsa (bei Bautzen).....	31
B.2.5	Gewässerökologische Auswirkungen von Stickstoff in den Flusseen der Havel im Einzugsgebiet der Elbe und in der Elbe	36
B.2.6	Betrieblicher Erosionsschutz - eine Agrarumweltmaßnahme im Thüringer Kulturlandschaftsprogramm (KULAP)	39
B.2.7	Stickstoffbelastung und deren Entwicklung in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells.....	44
B.2.8	Beratung Landwirtschaft	49
B.2.9	Entwicklung der Stickstoff-Hoftorbilanzüberschüsse und des Stickstoff-Mineraldüngerzukaufs innerhalb und außerhalb von Beratungsgebieten anhand von Referenzbetrieben	53
B.3	Nährstoffretention.....	57
B.3.1	Moorschutz und Feuchtgebiete	57
B.3.2	Gewässerunterhaltung und Nährstoffe.....	64
B.4	Kommunikation und Konzepte.....	67
B.4.1	Kooperation mit dem Bauernverband, Allianz für den Gewässerschutz	67
B.4.2	Konzeptstudie zur Verbesserung des ökologischen Zustandes des Schaalsees – ein bundesländerübergreifendes Projekt.....	70
B.4.3	Auenprogramm in Schleswig-Holstein.....	74



I. Tabellenverzeichnis

Tabelle B-1: Zu- und Ablaufkonzentrationen von Berliner Bodenfiltern mit melioriertem Filtersubstrat (Mittelwert der frachtgewogenen Konzentrationen)	8
Tabelle B-2: Kennwerte Jahresmittelwerte ausgewählter Parameter des Halensees vor (<2007) und nach Inbetriebnahme RBF (>2007)	10
Tabelle B-3: Reinigungsleistungen des Filtersystem INNOLET®-G im Forschungsvorhaben Hamburger Hafen (Sommer et al., 2011).....	18
Tabelle B-4: Untersuchungsergebnisse Dränagemessfeld in den Versuchsjahren 2014 und 2015.....	22
Tabelle B-5: Auswirkung der Bodenbearbeitung auf Bodenparameter (Bearbeitungsversuch der Südzucker AG in Lüttewitz, Sächsisches Lößhügelland (Bodenart Ut3/Ut4), Berechnungssimulation 2000 (8. Versuchsjahr); Fruchtfolge Zuckerrüben-Winterweizen-Winterweizen, keine Strohabfuhr) (nach Nitzsche et al., 2002).....	25
Tabelle B-6: Übersicht Retentionsleistung Feuchtgebiet (prozentual zum Eintrag)	63
Tabelle B-7: Einfluss der Sohlbreite auf die Retentionsleistung von N und P in Fließgewässern (De Klein, 2008)	65



II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung B-1: Skizze eines Retentionsbodenfilters (Quelle: Berliner Wasserbetriebe)	8
Abbildung B-2: Retentionsbodenfilter und Halensee (Quelle: Berliner Wasserbetriebe, K. Joswig).....	9
Abbildung B-3: Retentionsbodenfilter Adlershof (Quelle: Institut für Stadtforschung und Strukturpolitik 2009)	10
Abbildung B-4: Versuchsanlage auf dem Klärwerk Münchehofe (Quelle: Berliner Wasserbetriebe).....	12
Abbildung B-5: Gelöster, nicht reaktiver Phosphor (snrP), gelöster reaktiver Phosphor (srP) und partikulärer Phosphor (pP) im Zu- und Ablauf des Flockungsfilters sowie deren Entfernung im Flockungsfiler (Mediane) beim Betrieb des Flockungsfilters (Versuchsanlage Münchehofe) mit verschiedenen Filtergeschwindigkeiten und der Dosierung von Eisen(III)ionen (Fe^{3+}) (Quelle: Geyer et al., 2015).....	13
Abbildung B-6: Qualitative Änderung der Wasserbilanzgrößen nach (DWA, 2007) für das Pilotgebiet Schleemer Bach in Hamburg; verändert nach (Scheid et al., 2014).	16
Abbildung B-7: Auswirkung einer Aktivierung des Flächenabkopplungspotenzials auf die lokale Wasserhaushaltsbilanz im Pilotgebiet Schleemer Bach; verändert nach (Scheid et al., 2014). Rote Linien markieren den vorgegebenen Zielbereich bezogen auf den ZIEL-Zustand.....	17
Abbildung B-8: Funktionsschema des INNOLET®-G (Funke Kunststoffe GmbH, 2012) (Grontmij GmbH, 2015)	18
Abbildung B-9: Dränagemessfeld mit Abflussmeseinrichtungen (Bednorz et al., 2016).....	21
Abbildung B-10: Gülle-Ausbringung mittels Gülle-Strip-Till (links, Schlag 1) sowie ganzflächige Ausbringung und sofortige Einarbeitung der Gülle (rechts, Schlag 2) im Vergleich (Bednorz et al., 2016).....	21
Abbildung B-11: N_{min} Tiefenverteilung (links) und gut durchwurzelttes NH_4 -N-Depot (rechts). 23	
Abbildung B-12: Streifenbearbeitung vor der Maisaussaat (Quelle: LfULG).....	25
Abbildung B-13: Sedimentabtrag bei Beregnungssimulation (38 mm/20 min) nach unterschiedlicher Bodenbearbeitung auf Mulchsaatfläche.....	26
Abbildung B-14: Entwicklung der Nitratkonzentration an ausgewählten Trinkwassertalsperren in SN.....	28
Abbildung B-15: Nitratkonzentrationen in der Rohwasserabgabe der TS Saidenbach (oben) und im Teileinzugsgebiet Hölzelbergbach „Referenzgebiet Landwirtschaft“ (unten).....	30
Abbildung B-16: Zeitliche Entwicklung der pelagischen (a) ortho- und (b) TP-Konzentrationen in der TS Saidenbach von 1975 bis 2015.....	31
Abbildung B-17: Überblick über das Einzugsgebiet der Wasserfassung Diehsa. Die blauen Pfeile geben die prinzipielle Grundwasserfließrichtung im unteren Hauptgrundwasserleiter und die rote Strich-Punkt-Linie die die Vereinbarungen zwischen Land- und Wasserwirtschaft umfassenden Ackerflächen an.	32
Abbildung B-18: Zeitliche Entwicklung der Nitratkonzentrationen in den Förderbrunnen (links) und abstromig des die Kooperationsvereinbarung mit einschließenden südlichen Ackerschlags. Die rote Strichlinie markiert den Zeitpunkt des Beginns der Kooperation mit der Landwirtschaft.	33
Abbildung B-19: Zeitliche Entwicklung der Gehalte an mineralischem gebundenem N in der ungesättigten Zone an zwei Standorten auf die Kooperationsvereinbarung umfassenden Ackerschlägen. Die rote Strichlinie in den Legenden markiert den Zeitpunkt des Beginns	



der Kooperation mit der Landwirtschaft.....	34
Abbildung B-20: Im Gewässergütemodell QSim realisierter Stickstoffumsatz	38
Abbildung B-21: Mulchsaat von Mais (links) und Strip-Tillage (rechts) (Quelle: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL))	40
Abbildung B-22: Direktsaat von Raps (links) und Grünstreifen quer zum Hang auf der rechten Abbildung (Hanglängenverkürzung) (Quelle: TLL).....	40
Abbildung B-23: Ablaufschema der Ausweisung des Phosphor-Nährstoffüberschussgebiets (P-NÜG).....	41
Abbildung B-24: Kulisse des Phosphor-Nährstoffüberschussgebiets (P-NÜG)	42
Abbildung B-25: Lage der TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2014.	44
Abbildung B-26: Prozentuale Verteilung der Erfolgskontrollmessstellen (differenziert nach unterschiedlicher Verfilterungstiefe) sowie der Förderbrunnen in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2015 auf 4 Klassen unterschiedlicher Nitratgehalte.....	45
Abbildung B-27: Prozentuale Entwicklung der Nitratgehalte von Erfolgskontrollmessstellen innerhalb und von Referenzmessstellen außerhalb der TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2000 und 2015 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; N Nitratgehalt im Jahr 2000 = 100 %; 412 Erfolgskontroll- und 172 Referenzmessstellen).....	47
Abbildung B-28: Zielkulisse und Beratungsgebiete	49
Abbildung B-29: Abgestuftes Beratungskonzept der Gewässerschutzberatung	50
Abbildung B-30: Hoftorbilanzsalden der Modellbetriebe mit langjähriger Datenreihe	52
Abbildung B-31: Lage der Referenzbetriebe zu den jeweiligen Kulissen.....	54
Abbildung B-32: Prozentuale Entwicklung der Netto-N-Hoftorbilanzsalden (links) und des N-Mineraldüngerzukaufs (rechts) in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells und in den TGG-Referenzbetrieben (Ausgangssituation 1998 = 100 %)	55
Abbildung B-33: Prozentuale Entwicklung der Netto-N-Hoftorbilanzsalden und des N-Düngerzukaufs in der WRRL-Maßnahmenkulisse und in den WRRL-Referenzbetrieben (Ausgangssituation 2007-2010 = 100 %)......	56
Abbildung B-34: Entwicklung der NO ₃ -N - und TN-Konzentrationen nach der Wiedervernässung oberhalb des Neuenkirchener Sees	60
Abbildung B-35: Entwicklung der o-PO ₄ -P- und TP-Konzentrationen nach der Wiedervernässung oberhalb des Neuenkirchener Sees.....	61
Abbildung B-36: Schema der funktionalen Gestaltung des Feuchtgebiets Neukloster	62
Abbildung B-37: Gülper Havel (Quelle: Endbericht Gewässerentwicklungskonzept (GEK) für die Teileinzugsgebiete Kremmener Rhin und Rhin3)	65
Abbildung B-38: Titelbild der gemeinsam von Bauernverband und MELUR erarbeiteten Broschüre zur Ausbringung von Wirtschaftsdüngern.....	68
Abbildung B-39: Mit dem Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystem wanis werden aktuelle Monitoringergebnisse interessierten Landwirten und der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt, damit sie lokale Handlungsbedarfe erkennen können. (www.schleswig-holstein.de/wanis)	68
Abbildung B-40: P-Gesamtbilanz für den Schaalsee (Angaben in kg/a P) (BIOTA 2015).....	71
Abbildung B-41: Projektleitfaden zum Auenprogramm.....	75





A. Ansatzpunkte für Maßnahmen

Hintergrund

Im hier vorliegenden Teil 2 der Nährstoffminderungsstrategie werden Beispiele aus den Ländern für erfolgreich umgesetzte Maßnahmen aus den Bereichen Siedlungswasserwirtschaft, Landwirtschaft, Nährstoffretention und Konzeption und Forschung vorgestellt.



B. Maßnahmenbeispiele

B.1 Siedlungswasserwirtschaft

B.1.1 Retentionsbodenfilter zur weitergehenden P-Elimination

Einleitung

Die hydrologisch-morphologische Situation von Spree und Havel im Großraum Berlin sowie in der Havel unterhalb Berlins ist in dieser Form in Deutschland in ihrer räumlichen Ausprägung einzigartig. Die zwischen den Fließabschnitten gelegenen Seen mit einer Flächenausdehnung von ca. 190 km² (Vergleich Müritz: 120 km²) sowie die Situationen in der stauregulierten bzw. langsam fließenden Havel prägen die Anforderungen an verträgliche Nährstoffkonzentrationen für das Gesamtsystem. Seen sind gegenüber Nährstoffeinträgen besonders empfindlich und stellen höhere Anforderungen an tolerable Nährstoffkonzentrationen als Fließgewässer. Unter den anthropogenen Eintragspfaden dominieren im Spree-Havel-Raum die Emissionen aus Kläranlagen, insbesondere die Phosphoreinträge der Großklärwerke mit 57 %, gefolgt von den Einträgen aus diffusen Quellen (23 %) und den Einträgen aus urbanen Entwässerungssystemen (20 %). Auf Grundlage der ermittelten Reduzierungsanforderungen sowie der Quantifizierung der Eintragspfade werden im Nährstoffreduzierungskonzept der Länder Berlin-Brandenburg die Maßnahmen und Strategien zur Reduzierung der Nährstoffbelastungen für die verschiedenen Herkunftsbereiche festgelegt (SenGUV/MUGV 2011, SenStadtUm/MUGV 2012). Durch das Berliner Trennsystem werden ca. 23 t/a P emittiert. In Berlin wird das strategische Ziel verfolgt, neben den Maßnahmen auf Klärwerken (Flockungsfiltration) durch dezentrale, semizentrale und zentrale Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung die Emissionen mittel- bis langfristig um 50 % (TP, Schwermetalle, PAK) zu reduzieren (SenStadtUm/MLUL 2015). Zur Erreichung dieser Zielstellung können Retentionsbodenfilter einen wesentlichen Beitrag leisten. Zudem sind in Berlin zahlreiche Landseen durch Regenwassereinleitungen teilweise extrem belastet und hocheutroph. Zur Sanierung dieser Gewässer kommen zunehmend auch Retentionsbodenfilter zum Einsatz. Insgesamt sind in Berlin aktuell 11 Anlagen in Betrieb.

Fallbeispiele

Eine Retentionsbodenfilteranlage ist ein mit Schilf bepflanzter Sandfilter über dem ein Retentionsraum angeordnet ist. Retentionsbodenfilter (RBF) wurden ab den 1990er Jahren zur Behandlung von Regenwasser aus Misch- und Trennsystemen und von Straßen entwickelt. Zunächst wurden Bodenfilter mit bindigen Materialien getestet, die sich aber nicht bewährt haben. Wie bei Bodenfiltern für die Schmutzwasserbehandlung muss das Filtermaterial eher sandig/kiesig sein. RBF werden seit vielen Jahren als zentrale Anlagen zur weitergehenden Regenwasserbehandlung eingesetzt, wenn das abgeleitete Niederschlagswasser vor Einleitung in ein Gewässer einer Behandlung bedarf, insbesondere vor Einleitung in stehende oder rückgestaute Gewässer. Sie sind allgemein anerkannte Regel der Technik. Für Bemessung, Konstruktion, Bau und Betrieb gibt es verschiedene Vorgaben. Das wichtigste Bemessungsblatt ist das DWA-M 178, welches aktuell zum Arbeitsblatt DWA-A 178 erweitert wird. Im neuen DWA-A 178 wird die Bemessung grundlegend umgestellt von der bisher zulässigen hydraulischen Flächenbelastung auf Bemessung nach der zulässigen Belastung mit feinen abfiltrierbaren Stoffen $\leq 63 \mu\text{m}$ (AFS63-Flächenbelastung). Daneben gibt es Vorgaben im DWA-A 166 und dem DWA-M 176 und länderspezifische Regelungen. Retentionsbodenfilter weisen sehr hohe Eliminationsraten auf, haben aber auch einen hohen Flächenbedarf.

RBF bestehen aus einer Vorstufe und einem gegen den Untergrund abgedichteten, gedrosselt betriebenen, vertikal durchströmten und mit Schilf bepflanzten Retentionsbodenfilter. Der primäre Reinigungsprozess ist die Filtration, die einen nahezu vollständigen Rückhalt von Feststoffen und daran gebundenen Schadstoffen erlaubt. Begleitend hierzu finden Sorptions- und Umsatzprozesse statt, die gelöste Abwasserinhaltsstoffe mit hohem Wirkungsgrad zurückhalten und ggf. eliminieren (Chemischer Sauerstoff-Bedarf (CSB), NH_4^+), sowie zu einer Keimreduktion führen. Die Filtergeschwindigkeiten sind gering. Durch Meliorierung des Filtersubstrates mit Carbonaten wird der pH-Wert gepuffert. Ca. 85 % des Regenwassers werden im RBF behandelt. Über der Bemessungsgrenze (Q_{krit}) liegende Zuflüsse werden am Filter vorbei in die Vorflut abgeschlagen. Durch Verwendung spezieller mit Eisen angereicherter Filtersubstrate kann zusätzlich eine weitergehende Phosphorelimination erreicht werden. In Berlin werden aktuell 11 RBF-Anlagen betrieben. Tabelle B-1 zeigt die mit RBF erreichbaren Eliminationsraten.

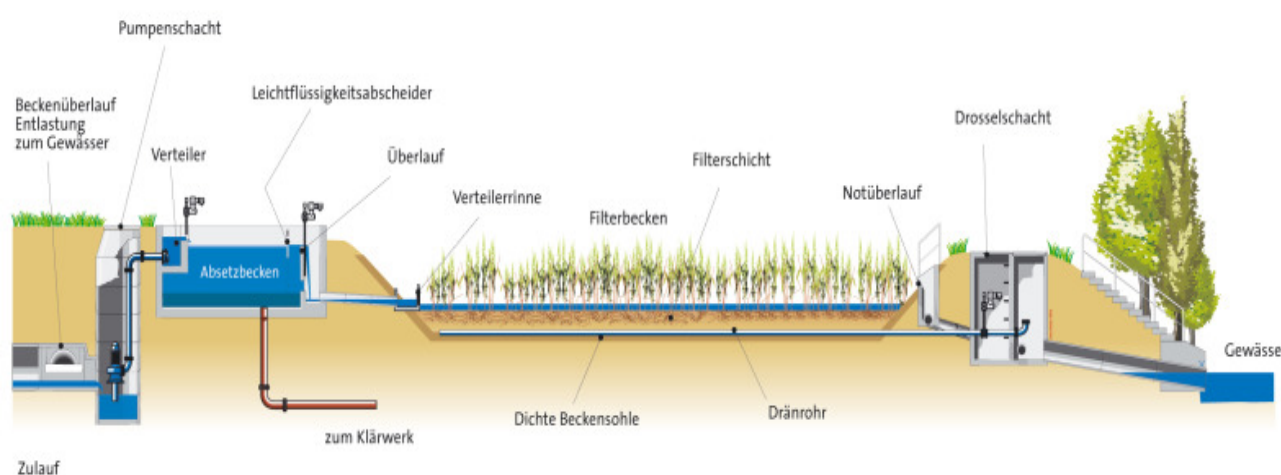


Abbildung B-1: Skizze eines Retentionsbodenfilters (Quelle: Berliner Wasserbetriebe)

Tabelle B-1: Zu- und Ablaufkonzentrationen von Berliner Bodenfiltern mit melioriertem Filtersubstrat (Mittelwert der frachtgewogenen Konzentrationen)

	Zulauf in mg/l	Ablauf in mg/l
Abfiltrierbare Stoffe (AFS)	136	< 1
CSB _{ges}	84	9
BSB ₅	8	1,5
TP	0,26	0,025
oPO ₄ -P	0,05	< 0,025

Fallbeispiel A: Halensee – Berlin Charlottenburg

Der Halensee ist 5,7 ha groß und bis zu 8 m tief. Er gehört zur kleinen Grunewaldseenkette und speist sich überwiegend aus Regenwasserabläufen von Straßen und Autobahnen bzw. versiegelten Flächen der angeschlossenen Wohngebiete. Im Jahr 2003 musste das Baden wegen zu hoher Keimbelastung von Fäkalindikatoren verboten werden. Der See war polytroph mit sporadischen Massenentwicklungen von Cyanobakterien. Die Sedimente sind hoch mit organischen Spurenstoffen

und Schwermetallen infolge der Regenwassereinleitungen belastet. 2007 nahmen die Berliner Wasserbetriebe im Auftrag des Landes BE eine neue Regenwasserfilteranlage zur Reduzierung von externen Nährstoffeinträgen in Betrieb. Der RBF mit melioriertem Filtersubstrat reinigt seit 2007 jährlich rund 80.000 m³ Regenwasser von 28 ha versiegelter Fläche.



Abbildung B-2: Retentionsbodenfilter und Halensee (Quelle: Berliner Wasserbetriebe, K. Joswig)

Die P-Konzentration sank im See auf ca. 40 µg/l TP in der Vegetationsperiode. Damit verbesserte sich der See um zwei Trophiestufen in den schwach eutrophen Bereich (LAWA, 2015). Die Sichttiefe stieg deutlich über einen Meter, so dass sich erste Wasserpflanzen etablieren konnten. Cyanobakterien bildeten bis 2016 nur noch kurzzeitige Peaks, deren Biomassen unter den Jahren vor 2007 lagen. Während das Biovolumen des Phytoplanktons nur im Sommer zurückging, änderte sich die Artenzusammensetzung des Phytoplanktons erheblich. Große bzw. bewegliche Arten (Flagellaten), die in der Lage sind optimale Nährstoffhorizonte aufzusuchen, überwiegen zunehmend. Das liegt vor allem an dem besonderen Schichtungsverhalten des Sees. Das phosphorreiche Hypolimnion ist ab 5 m Tiefe stark salzbelastet und wird wegen der hohen Dichte nur langsam und unvollständig ab November bis ins zeitige Frühjahr in die euphotische Zone eingemischt. Ursache dafür sind die ehemals hohen Streusalzeinträge aus dem Einzugsgebiet (Stadtautobahn). Während der Badesaison im Sommer ist die Schichtung stabil, das Epilimnion bleibt relativ unbeeinflusst vom alten Nährstoffdepot. Aufgrund dieser limnologischen Besonderheit wird eine weitergehende Seenrestaurierung geprüft (z. B. Tiefenwasserableitung).

Das Freibad Halensee wurde nach Sanierungsmaßnahmen in der Badesaison 2016 als EU-Badestelle wiedereröffnet.

Tabelle B-2: Kennwerte Jahresmittelwerte ausgewählter Parameter des Halensees vor (<2007) und nach Inbetriebnahme RBF (>2007)

Parameter	Vor	Nach	Parameter	Vor	Nach
Sichttiefe (m)	0,6	1,6	TP (mg/l)	0,08	0,04
AFS (mg/l)	7,1	4,9	E.coli (MPN/100 ml)	11.576	55
Chlorophyll a (µg/l)	31	26	Coliforme Keime (MPN/100 ml)	59.881	1.094

Fallbeispiel B: Adlershof – RBF zur Regenwasserbehandlung vor Einleitung in den Teltowkanal

RBF werden in Berlin nicht nur zur Sanierung von Landseen eingesetzt. Auch im Zuge von Neubauvorhaben oder zur nachträglichen Behandlung von Regeneinläufen im Bestand vor Einleitung in die rückgestauten Gewässer von Spree und Havel kommen sie zum Einsatz. Entlang des Teltowkanals wurden auch kombinierte Anlagen errichtet, die neben Regenwasserabflüssen von neu errichteten Stadtautobahnen auch Anteile von Regenabflüssen in Bestandsgebieten behandeln.

Am Standort Berlin-Adlershof wurde für das Technologiezentrum Adlershof sowie für die angrenzenden Wohn- und Gewerbeanlagen ein Regenwasserbewirtschaftungskonzept etabliert. Zum Einsatz kamen dezentrale und zentrale Elemente des Regenwassermanagements. Als Teil eines Trinkwassereinzugsgebietes und mit den gesetzten Anforderungen für den Teltowkanal sollte in Adlershof mithilfe einer Retentionsbodenfilteranlage der verbleibende Regenabfluss behandelt werden. Im Herbst 2005 in Betrieb genommen, werden hier bei einem Gesamteinzugsgebiet von 135 ha im Jahr etwa 330.000 m³ Regenwasser gefiltert. Dabei handelt es sich um den Ablauf von insgesamt 80 ha ablaufwirksamer, versiegelter Oberflächen wie Straßen, Gehwege, Grundstücks- und sonstigen Freiflächen.



Abbildung B-3: Retentionsbodenfilter Adlershof (Quelle: Institut für Stadtforschung und Strukturpolitik 2009)

Die Auswirkungen auf den Teltowkanal lassen sich vor dem Hintergrund der Gesamtbelastung des Teltowkanals aus anderen Emissionsquellen noch nicht unmittelbar erfassen. Erst im Rahmen der weiteren Sanierungsbestrebungen der Länder BE und BB im Zuge der Umsetzung des Nährstoffkonzeptes werden sich die gewässerökologischen Effekte mittel- bis langfristig kumulativ einstellen. Der Einsatz von Bodenfiltern bei Neubauvorhaben kann einer weiteren Verschlechterung



unmittelbar entgegenwirken, wobei vorzugsweise dezentrale Systeme des Regenwasser-managements anzustreben sind.

Allgemeingültige Angaben zu Kosten für die Errichtung und Betrieb können nicht getroffen werden. Diese hängen sehr stark von den konkreten Bedingungen vor Ort ab (u. a. Grundstückserwerb, Anforderungen an das Substrat, Gefällebedingungen). Eine vertiefte Auswertung des Bodenfilters Halensee ergab spezifische jährliche Betriebskosten inkl. der Abschreibungen von 4 €/m³ Zulaufmenge bzw. 1,40 €/m² befestigte angeschlossene Fläche jeweils pro Jahr.

B.1.2 Flockungsfiltration in Groß-Kläranlagen

Einleitung

Unter den anthropogenen Eintragspfaden dominieren im Spree-Havel-Raum die Emissionen aus Kläranlagen (SenStadtUm/MUGV 2012) und hier insbesondere die Einträge der 9 Großklärwerke. Die Klärwerke der Größenklasse (GK) 5 nach Abwasserverordnung (AbwV) leiten ca. 100 t/a P in die Gewässer im Spree-Havelraum ein und haben somit an den Gesamteinträgen einen Anteil von 45 %. Der relativ hohe Anteil an punktförmigen Einträgen im Havel Einzugsgebiet liegt in der besonderen Siedlungsstruktur und Eintragsbilanz der Havel mit relativ geringen Einträgen aus diffusen Quellen begründet. Im Rahmen des Maßnahmenprogramms im Nährstoffreduzierungskonzept der Länder Berlin-Brandenburg nehmen die Großklärwerke daher eine zentrale Rolle ein. Ohne eine signifikante Minderung der P-Emissionen aus Klärwerken in frachtrelevanter Größenordnung sind die Umweltziele nicht zu erreichen. Die Großklärwerke der GK 5 im Handlungsraum, wie auch in anderen Einzugsgebieten in Deutschland, erreichen häufig deutliche niedrigere P-Ablaufwerte, als der Anhang I der AbwV vorschreibt. Insofern spiegeln die emissionsbezogenen Überwachungswerte der AbwV schon lange nicht mehr die Leistungsfähigkeit der biologischen oder chemischen P-Elimination oder gar die der weitergehenden Technologien wie die der Abwasserfiltration wider. Mit der Einführung der WRRL und der Etablierung des kombinierten Ansatzes gemäß Art. 10 WRRL halten zunehmend immissionsbezogene Betrachtungen für die Definition der Anforderungen an die Leistungsfähigkeiten von Abwasseranlagen Einzug in die fachliche Debatte und in den wasserrechtlichen Vollzug. Insbesondere in eutrophierungssensitiven Gewässern setzt sich die Erkenntnis durch, dass nur durch eine deutliche Verbesserung der P-Elimination in Kombination mit anderen Maßnahmen der gute Zustand erreicht werden kann (Trepel et al., 2013).

Beispiel

Neben Maßnahmen zur weiteren Optimierung des Betriebs von Anlagen sind auch nachgeschaltete Verfahren bereits vielfach im Einsatz. Die nachfolgenden Ausführungen beschränken sich auf nachgeschaltete Maßnahmen auf Großklärwerken, da allein durch betriebliche Maßnahmen zur Optimierung der chemischen Fällung mit anschließender Sedimentation oder erhöhter biologischer P-Elimination keine nennenswerten Verbesserungen mehr erreicht werden können. Der Nachklärung nachgeschaltete Techniken mit nennenswerten Effekten zielen auf die direkte Abtrennung der partikulären Rest-P-Fractionen aus der Nachklärung (Sandfiltration) ggf. in Kombination mit chemischer Fällung (ggf. Flockung) der gelösten Anteile und Abtrennung durch Filtration (Flockungsfiltration) ab. Derartige Verfahren zur gezielten P-Elimination stellen grundsätzlich keine technischen Neuerungen dar, sondern sind seit Jahren bzw. Jahrzehnten bekannt und mit unterschiedlichen Zielstellungen und Leistungsgrenzen vielfach im Einsatz. Auch andere Verfahren, wie Mikrosiebung, Kompaktsedimentation bis hin zur Membranfiltration, sind zunehmend in der Diskussion bzw. Gegenstand von weitergehenden Untersuchungen zur Einsatzfähigkeit auf

kommunalen Großklärwerke (Miehe et al., 2013). Auf eine umfassende Diskussion dieser Technologien wird hier verzichtet, da zu diesen Technologien bereits umfassende Berichte aus Forschungsprojekten und Pilotvorhaben bzw. aus dem Echtbetrieb vorliegen.

Auf der Grundlage umfassender vergleichender Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit, zu Ökobilanzen und wirtschaftlicher Überlegungen wird für den weiteren Ausbau der Großklärwerke der Einsatz der Flockungsfiltration favorisiert.

Begrenzt wird die Leistungsfähigkeit der Flockungsfiltration maßgeblich durch den Anteil der nicht-reaktiven P-Fraktion. Die Emissionen dieser P-Fractionen in die Kanalisation, meist über Phosphonate oder Phosphite, stammen überwiegend aus der Metall- und Elektroindustrie bzw. der Textilindustrie, werden aber auch als Waschmittelzusätze verwendet. Anteile des gelösten nicht reaktiven Phosphors (snrP) sind schwer fällbar und somit nicht eliminierbar und stellen somit den maßgeblich begrenzenden Faktor für die P-Eliminationsleistung dar. Zur direkten oder verzögerten biologischen Verfügbarkeit (Algenverfügbarkeit) des nicht reaktiven Phosphors gibt es keine abschließenden wissenschaftlichen Studien. Die fällbaren Anteile dieser Fraktion schwanken zwischen den Klärwerken und durch Nutzungsänderungen auch zeitlich in den Zuläufen der einzelnen Klärwerke. Für das Klärwerk Münchehofe wurden beispielsweise mittlere Entfernungsraten von 43 % des snrP ermittelt, wobei der Anteil im Zulauf für diese Fraktion lediglich 10 % von der Gesamtfracht beträgt (siehe Abbildung B-5). Bei der Formulierung von Anforderungen an die Eliminationsleistungen sowie an die Ausgestaltung der wasserrechtlichen Bescheide und die Überwachung sind diese Anteile an den einzelnen Standorten zu berücksichtigen.



Abbildung B-4: Versuchsanlage auf dem Klärwerk Münchehofe (Quelle: Berliner Wasserbetriebe)

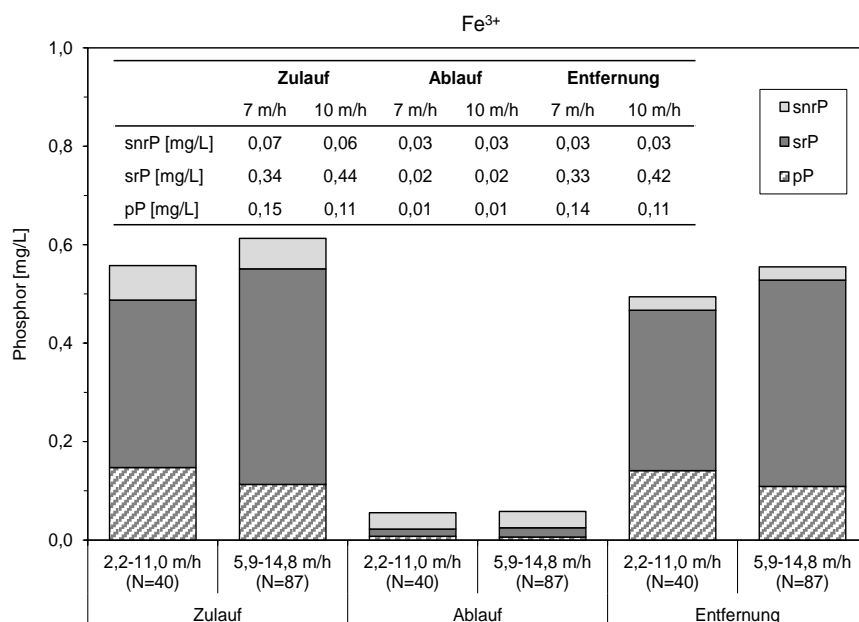


Abbildung B-5: Gelöster, nicht reaktiver Phosphor (snrP), gelöster reaktiver Phosphor (srP) und partikulärer Phosphor (pP) im Zu- und Ablauf des Flockungsfilters sowie deren Entfernung im Flockungsfilter (Mediane) beim Betrieb des Flockungsfilters (Versuchsanlage Münchehofe) mit verschiedenen Filtergeschwindigkeiten und der Dosierung von Eisen(III)ionen (Fe^{3+}) (Quelle: Geyer et al., 2015)

In BE liegen durch den Betrieb der Oberflächenwasser-Aufbereitung (OWA) Tegel umfassende Erfahrungen in der Planung und Steuerung von Raumfiltern seit 1985 vor. Bei der Anlage handelt es sich um eine zweistufige Raumfiltrationsanlage mit Flockung – Sedimentation – Nachflockung – Filtration. Die OWA Tegel fungiert faktisch als eine nachgeschaltete Eliminationsanlage für das Klärwerk Schönerlinde. Die Eliminationsleistung dieser Anlage mit Ablaufwerten um 0,02 mg/l TP ist nicht auf Flockungsfilter als direkt nachgeschaltete Stufe von KA übertragbar. Im Rahmen von Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit von Flockungsfiltern durch halbtechnische Versuche wurde in einem Pilotvorhaben der Technischen Universität Berlin in Zusammenarbeit mit den Berliner Wasserbetrieben eine einstufige Flockung mit anschließender Zweischichtfiltration untersucht (Geyer et al., 2015). Die Ergebnisse zeigen, dass eine Verfahrensgestaltung auch ohne separate Sedimentation und Polymerdosierung geeignet ist, sichere Zielwerte (Jahresmittelwert) für die suspendierten Stoffe und TP von der Gesamtmenge der gelösten Fettstoffe (TSS) ≤ 1 mg/l und TP $\leq 0,1$ mg/l (bei ca. 4 mg/l Fe, 7-10 m/h) einzuhalten. Die verfahrenstechnischen Versuche auf dem Klärwerk Münchehofe zeigten mittlere Entfernraten bezogen auf die Zulauffracht von 90% für Gesamtphosphor (der arithmetische Mittelwert betrug im Ablauf 0,06 mg/l TP, siehe Abbildung B-5), ebenso Entfernraten von ca. 16 % für CSB und bis zu 25 % bei Dosierung von PACl + PolyDADMAC¹ (Geyer et al., 2015). Zudem ist eine begrenzte Verbesserung der Nitrifikation zur Minderung von Ammonium-Spitzen zu erwarten, sofern sich eine ausreichende Nitrifikationspopulationsdichte aufbauen kann. Eine Minderung der TN-Ablauffracht kann nicht erwartet werden. Die Flockungsfiltration kann grundsätzlich mit der Ozonung oder der Pulveraktivkohleadsorption für eine gezielte Spurenstoffentfernung kombiniert werden.

Bis 2027 werden alle Großklärwerke im Berlin-Brandenburger Spree-Havelraum gemäß dem Konzept

¹ PACl: Polyaluminiumchlorid; PolyDADMAC: Polydiallyldimethylammoniumchlorid



zeitlich gestaffelt mit einer weitergehenden Nährstoffelimination (Flockungsfiltration) ausgestattet.

Mit der stufenweisen Einführung dieser Verfahrenstechnik auf allen GK (5) im Handlungsraum lassen sich die Emissionen in die Gewässer um ca. 80 bis 90 t/a (Reduktion um 80 % bis 90 %) verringern.

Kosten

Allgemeingültige Angaben zu Kosten für die Großklärwerke der GK 5 können nicht vorgenommen werden, dazu sind die spezifischen Bedingungen auf den jeweiligen Standorten zu unterschiedlich. Im Rahmen des Projektes „Ist4r“ (Jekel, M. et al., 2016) wurden zur Abschätzung der spezifischen Kosten die jährlichen Investitions- und Betriebskosten auf den Ablauf einer Modellkläranlage bezogen. Die Modellkläranlage der GK 5 ist mit einer Flockungsfiltration über einen Zweischichtfilter (ZSF) zur weitergehenden Phosphorentfernung und einer UV-Desinfektion zur Einhaltung der „guten Badegewässerqualität“ nach EU-Badegewässerrichtlinie während der Badesaison (April bis September) ausgestattet. Für das Referenzszenario betragen die zusätzlichen Kosten für die Flockungsfiltration etwa 0,08 €/m³. Bei einer angenommenen Schwankungsbreite der realen Kosten von 50 % liegen diese zwischen 0,04 €/m³ und 0,12 €/m³ für den Tarifkunden. Bei einem durchschnittlichen Wasserverbrauch eines Haushaltskunden von 3 m³/Monat schwankt der monatliche Kostenbeitrag zwischen 0,12 € und 0,36 €.

B.1.3 Optimierung des Betriebes kleiner bis mittelgroßer Anlagen

Die kleinen und mittelgroßen KA (GK 1 bis 4) spielen aufgrund deutlich geringerer Frachten im Nährstoffreduzierungskonzept Berlin-Brandenburg nur eine untergeordnete Rolle. Eine Bilanzierung der P-Eintragspfade ergab für die Havel-Messstelle Ketzin unterhalb Berlins einen Anteil von 13 % (29 t/a) Phosphor aus kleinen bis mittelgroßen KA. Dennoch müssen auch diese Anlagen für die überregionale aber vor allem für die regionale WRRL-Zielerreichung die P-Austräge verringern. Wie bei den Großkläranlagen sind hier Anordnungen nötig, die zum Teil weit über die Abwasserverordnung Anhang 1 hinausgehen. Bereits vor dem aktuellen Maßnahmenprogramm 2015 waren ca. 75 % der KA GK 3 mit einer P-Fällungsanlage ausgerüstet, obwohl die Abwasserverordnung keinen Überwachungswert für die Größenordnung vorgibt.

Bereits im ersten Bewirtschaftungszeitraum wurden im Brandenburger Teil des Elbeinzugsgebiets 80 der kleinen und mittelgroßen kommunalen KA in einer Optimierungsstudie untersucht, welche Möglichkeiten die Anlagen zur weitergehenden Nährstoffelimination besitzen (ARGE Born et al, 2011). Ermittelt wurden Optimierungsmaßnahmen wie z. B. Veränderungen in der Betriebsführung, der Steuerung oder durch Verbesserung/Ersatz/Nachrüstung der Anlagentechnik. Veränderungen an den baulichen Gegebenheiten sowie der grundsätzlichen Technologie wurden in der Studie ausgeschlossen. Für die Festlegung des Maßnahmenprogramms im zweiten Zyklus sind die ermittelten Ergebnisse eingeflossen und es wurden KA mit deutlichem Minderungspotential ausgewählt. Für fünf Abwasserbehandlungsanlagen wird die Nachrüstung einer Phosphatfällung gefordert. Unter der Annahme, dass mit der eingeführten P-Fällungsanlage Ablaufwerte von 2 mg/l P erreicht werden, kann hierdurch die P-Fracht auf den Anlagen um ca. 4 t/a reduziert werden. Weitere sieben Anlagen sind aufgefordert, ermittelte Optimierungsmaßnahmen bezüglich der vorhandenen Fällungsanlagen umzusetzen bzw. die Prozessstabilität zu gewährleisten. Meist muss lediglich die Fällmitteldosiermenge erhöht werden, die Dosierstelle verlegt werden oder die P-Fällung anhand der o-PO₄-P-Konzentration geregelt werden.

Da nicht alle KA im ersten Bewirtschaftungszeitraum untersucht werden konnten, sind nun 16 Anlagen mit der konzeptionellen Maßnahme „Ermittlung des Optimierungspotenzials (P)“ ins



Maßnahmenprogramm aufgenommen worden. Diese KA leiten in nährstoffgefährdete Wasserkörper ein und sind teilweise durch hohe einwohnerspezifische Emissionen auffällig. Hier sollen mit einer vergleichbaren Studie Möglichkeiten zur Nährstoffretention ermittelt werden, die es gegebenenfalls im 3. Bewirtschaftungszyklus umzusetzen gilt. Elf bereits untersuchte KA sind angehalten, einen stabilen Betrieb zu sichern und darüber hinaus, Potentiale zur weiteren Reduzierung des Nährstoffaustrags zu ermitteln.

Für einige Anlagen sind Optimierungen in der Betriebsweise nicht zielführend, weshalb für fünf Klärwerke die Stilllegung empfohlen wurde. Das Abwasser soll auf leistungsfähigere KA geleitet werden, wodurch mit einer Frachtminderung von 2 t/a P und 4,4 t/a N gerechnet wird. Bereits im ersten Bewirtschaftungszyklus wurden 16 KA geschlossen. Für drei weitere Anlagen wurde im Maßnahmenprogramm der Ersatzneubau bzw. ein Teilneubau gefordert. Hierfür wird eine zusätzliche Reduktion um 0,5 t/a P und 2,7 t/a N vorausgesagt.

Allgemeingültige Angaben zu Kosten können wegen sehr unterschiedlicher Rand- und Rahmenbedingungen sowie technischer Lösungen nicht gemacht werden.

B.1.4 Regenwasserbewirtschaftung im urbanen Raum

Bereits kurz andauernde Starkniederschläge führen auch in Hamburg zu Überflutungen im öffentlichen sowie privaten Raum. In der Folge kommt es zu einem erhöhten Eintrag von Schad- aber auch Nährstoffen in die Oberflächengewässer sowie die Regen- und Mischwasserkanäle. Auch der Oberflächenabfluss von Verkehrswegen führt zum Eintrag von Nährstoffen in die hamburgischen Gewässer.

Die geschilderte Situation wird durch hydrologische Änderungen infolge des projizierten Klimawandels sowie eine gleichzeitig stattfindende Stadtentwicklung mit zunehmender Flächenversiegelung verschärft. Diese Entwicklungen stellen die urbane Regenwasserbewirtschaftung in Hamburg vor eine große Herausforderung.

Regenwassereinleitungen stellen auf Hamburger Gebiet die zweitgrößte Eintragsquelle für die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor dar. Die Regenwasserbewirtschaftung leistet somit einen Beitrag Hamburgs zur Nährstoffminderung in den städtischen Oberflächengewässern.

RegenInfraStrukturAnpassung (RISA) – Übergeordnete Handlungsziele

Um den Herausforderungen aus Stadtentwicklung und Klimawandel zu begegnen wurde in Hamburg zwischen 2009 und 2015 unter dem Leitsatz „Leben mit Wasser“ in dem Projekt RISA ein Konzept zur nachhaltigen und dezentralen Regenwasserbewirtschaftung in Hamburg erarbeitet. Die dabei verfolgten übergeordneten Handlungsziele werden nachfolgend kurz erläutert:

- Überflutungs- und Binnenhochwasserschutz
Ziel des RISA Konzeptes ist es, die hydraulische Leistungsfähigkeit und den gesetzlich geforderten Überflutungsschutz anhand neu entwickelter Lösungsansätze zu gewährleisten.
- Weitergehender Gewässerschutz
Zur Unterstützung des weitergehenden Gewässerschutzes wurden in RISA Planungs- und Analysegrundlagen dargestellt, validiert und weiterentwickelt. Der Fokus lag dabei auf einer Reduzierung von Niederschlagswassereinleitungen im Trennsystem, die in Hamburg

überwiegend in kleinere Fließgewässer und letztlich in die Stromelbe entwässern.

- o **Naturnaher lokaler Wasserhaushalt**

Dieses Handlungsziel bedeutet für zukünftige Entwässerungskonzepte in Hamburg einen weitest gehenden Erhalt der Vegetation, Flächendurchlässigkeit und Speichervermögen durch geeignete Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung. Zur Annäherung des natürlichen Zustands im Bestand müssen hingegen Flächen von der bestehenden Entwässerungsinfrastruktur abgekoppelt werden. Dazu wurden in RISA umfangreiche Planungs- und Analysegrundlagen erarbeitet.

Die Handlungsziele wurden in einzelnen Pilotprojekten umgesetzt und für definierte Teilgebiete analysiert. Die Projektergebnisse sind in einem Bericht veröffentlicht (RISA, 2015), der neben weiteren Hintergrunddokumenten unter „www.risa-hamburg.de“ frei zur Verfügung steht. Im Anschluss an die konzeptionelle Phase schließt sich die Realisierungsphase an, in der weitere repräsentative und beispielhafte Pilotprojekte umgesetzt werden sollen.

Fallbeispiele

Nachfolgend werden zwei Fallbeispiele vorgestellt, die den Handlungszielen „Naturnaher lokaler Wasserhaushalt“ und „Weitergehender Gewässerschutz“ zuzuordnen sind:

Naturnaher lokaler Wasserhaushalt: Abkopplungspotenzial

Mit zunehmender Versiegelung durch Siedlungsaktivitäten ändern sich die Abflusskomponenten der allgemeinen Wasserbilanz. Höhere Oberflächenabflüsse infolge der Flächenversiegelung und Bebauung gehen mit einer Verringerung der Grundwasserneubildung (GWN) als auch der Verdunstung einher. Zur Annäherung eines naturnahen lokalen Wasserhaushalts im Siedlungsbestand muss daher eine Flächenabkopplung anhand dezentraler Maßnahmen zur Abflussverminderung erfolgen.

Für das Pilotgebiet Schleemer Bach im Osten Hamburgs wurde das Abkopplungspotenzial mit einem pauschalen Bedarfsansatz für eine dezentrale Muldenversickerung exemplarisch ermittelt (Scheid et al., 2014). Die qualitative Änderung der Wasserbilanzgrößen in Abhängigkeit von der Gebietsversiegelung geht aus Abbildung B-6 hervor.

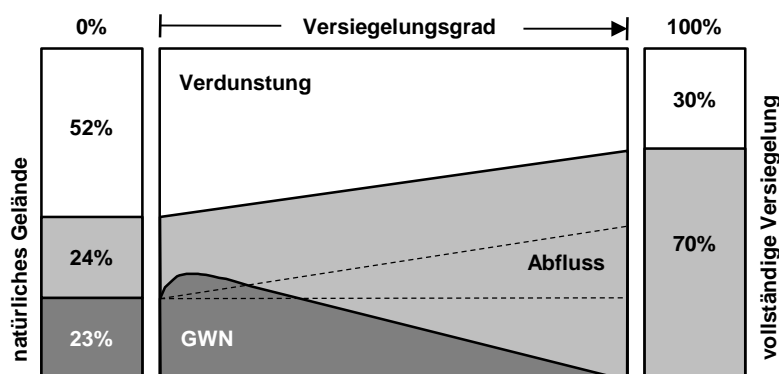


Abbildung B-6: Qualitative Änderung der Wasserbilanzgrößen nach (DWA, 2007) für das Pilotgebiet Schleemer Bach in Hamburg; verändert nach (Scheid et al., 2014).

Ausgehend von dem gegenwärtigen Zustand wurde die Auswirkung der Flächenabkopplung auf die Bilanzgrößen des lokalen Wasserhaushalts bestimmt, wie Abbildung B-7 zeigt. Darin beschreibt POTENZIAL (APK 3) einen Potenzialzustand, in dem nur die Flächen mit einem definierten hohen Abkopplungspotenzial abgekoppelt wurden. Der POTENZIAL-Zustand hingegen berücksichtigt alle abkoppelbaren Flächenanteile.

Durch die Abkopplung der Flächen mithilfe einer dezentralen Regenwassermanagementstrategie wurde eine potenzielle Reduktion des Abflusses um 10 % bis 13 % für das Pilotgebiet Schleemer Bach berechnet. Dadurch werden auch Nährstoffeinträge reduziert.

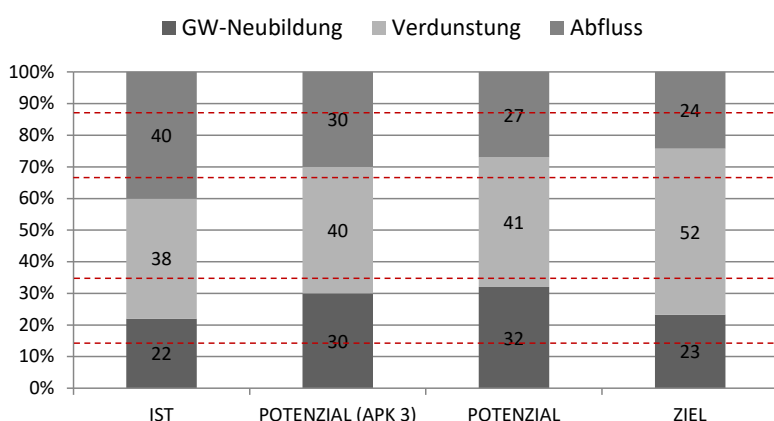


Abbildung B-7: Auswirkung einer Aktivierung des Flächenabkopplungspotenzials auf die lokale Wasserhaushaltsbilanz im Pilotgebiet Schleemer Bach; verändert nach (Scheid et al., 2014). Rote Linien markieren den vorgegebenen Zielbereich bezogen auf den ZIEL-Zustand.

Weitergehender Gewässerschutz: Regenwasserbehandlung mit dezentralen Anlagen

Regenwasserbehandlungsanlagen sind in den meisten Fällen zentral kurz vor der Einleitstelle ins Gewässer angelegt, als sogenannte „End-of-pipe-Lösung“. Diese Art von Reinigung nimmt viel Raum ein und beschränkt sich meistens auf eine Sedimentationsanlage mit gedrosseltem Abfluss in das Gewässer, wodurch lediglich eine geringe Zurückhaltung von partikulär gebundenen Nähr- und Schadstoffen stattfindet. Auch die Kosten solcher Anlagen sind hoch und eine regelmäßige Wartung und Reinigung meistens nicht möglich oder zu unregelmäßig, wodurch die Leistungen dieser Anlagen sinken und teilweise nicht mehr ausreichend sind. Eine Möglichkeit zur Reinigung von Straßenabwässern, als eine dezentrale Lösung, sind Filtersysteme, welche direkt in den bestehenden Gully (in HH als Trumme bezeichnet) eingebaut werden. Diese können für eine dauerhafte Lösung, aber auch für eine akute Übergangslösung genutzt werden. Eine Nachrüstung dieses Filtersystems gestaltet sich einfach und unkompliziert. Die einzelnen Komponenten werden zusammengesetzt und ohne erforderlichen Umbau des Gullys oder des Kanalnetzes eingesetzt. Das Gesamtsystem besteht üblicherweise aus einem Edelstahlzylinder mit einer Filterpatrone, welche mit speziellem Substrat gefüllt ist. Über der Filterpatrone ist ein Verteilerkegel mit Notüberlaufeinrichtung angeordnet.

Bei einem Regenereignis läuft das Niederschlagswasser über den Verteilerkegel in den Absetzraum, wo sich Sedimente ablagern können (beispielhaft gezeigt am INNOLET®-G-System in Abbildung B-8). Die Filterpatrone kommt bei ansteigendem Wasserstand in Einsatz, bei der Durchströmung mit Niederschlagswasser werden Schwermetalle, mitgeführtes Öl und organische Substanzen am Substrat adsorbiert.

Das gereinigte Niederschlagswasser wird über dem Ablauf dem Regenwasserkanal zugeführt (Grontmij GmbH, 2015).

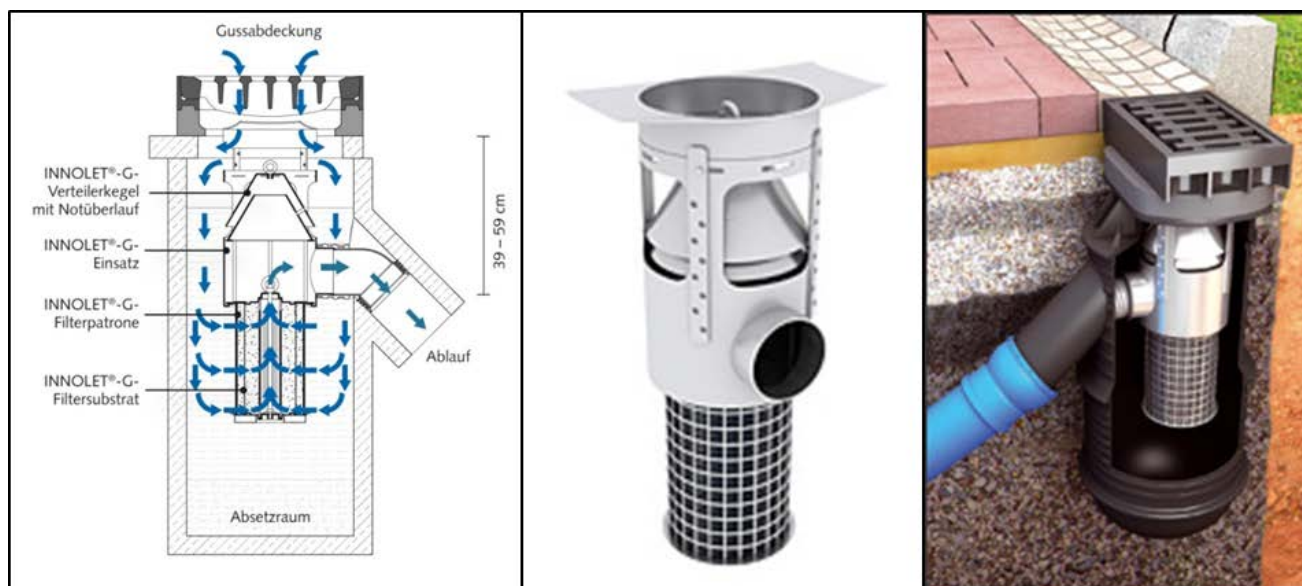


Abbildung B-8: Funktionsschema des INNOLET®-G (Funke Kunststoffe GmbH, 2012) (Grontmij GmbH, 2015)

In einem Forschungs- und Versuchsvorhaben der Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker, gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), wurde das Filtersystem INNOLET G® in bestehende Nassgullys im Hafen der Stadt Hamburg integriert und die Reinigungsleistung untersucht. Das Einzugsgebiet beläuft sich auf 10.565 m² mit einer Belastung der Straßen von ca. 25.000 KFZ/d. Von den vorhandenen 70 Nassgullys wurden 20 mit dem Filtersystem INNOLET G® nachgerüstet (Sommer et al., 2011).

Die Reinigungsleistungen im Hafengebiet Hamburg waren zufriedenstellend. In

Tabelle B-3 sind die untersuchten Parameter mit den zugehörigen Reinigungsleistungen dargestellt.

Tabelle B-3: Reinigungsleistungen des Filtersystem INNOLET®-G im Forschungsvorhaben Hamburger Hafen (Sommer et al., 2011)

Parameter	Reinigungsleistung (%)	Parameter	Reinigungsleistung (%)
AFS	74	Phosphor	46
Mineralölkohlenwasserstoffe	53	Kupfer	63
PAK	81	Zink	69

Zurzeit gibt es neue Planungen, weitere Hamburger Straßengullys in stark belasteten Straßenzügen mit Filtersystemen auszustatten. Für die Standortauswahl wird u. a. eine im Rahmen von RISA entwickelte Emissionspotenzialkarte verwendet.





B.2 Landwirtschaft

B.2.1 Bewirtschaftung dräniertes Flächen / Effizienzsteigerung bei Düngung

Hintergrund und Zielstellung

Dränierte landwirtschaftliche Flächen bergen ein hohes Risiko für diffuse Nährstoffausträge in die Gewässer, welches auch bei guter landwirtschaftlicher Praxis nicht gänzlich vermieden werden kann. Die Ursache hierfür ist die durch den beschleunigten Abfluss des Niederschlagswassers bedingte kurze Verweilzeit des Wassers im Boden. Dadurch gelangt Sickerwasser auf kurzem Weg direkt in die Oberflächengewässer, ohne dass Abbauprozesse im Boden in größerem Maße zu einem Nährstoffrückhalt beitragen können (Holsten et al., 2012). In ST stellen Dränagen mit einem Anteil von 23 % neben Grundwasser (32 %) und dem natürlichen Zwischenabfluss (26 %) die Hauptquellen diffuser N-Einträge in die Vorfluter dar (Kuhr et al., 2014). Ziel des vorgestellten Projektes war eine Reduktion diffuser N-Austräge über den Dränagepfad durch eine Steigerung der N-Effizienz bei der Ausbringung flüssiger organischer Dünger. Die Gülleausbringung erfolgte hierbei in Form einer stabilisierten und platzierten Gülle-Depot-Düngung direkt in die Wurzelzone der Pflanzen mit Hilfe des Gülle-Strip-Till-Verfahrens. Das Gülle-Strip-Till-Verfahren ist für Reihenkulturen geeignet (Herrmann et al., 2012). Es kombiniert die reduzierte Bodenbearbeitung der Streifenbearbeitung (strip tillage) mit der platzierten Gülle-Depot-Düngung. Aufgrund des geringeren Anteils bearbeiteter Fläche bei der Streifenbearbeitung (nur in der künftigen Saatreihe) werden ein im Vergleich zur ganzflächigen Bodenbearbeitung minimierter N-Umsatz und dadurch geringere N-Austräge und ein verbesserter Erosionsschutz erwartet. Zudem sollte durch die gezielte Applikation der mit Nitrifikationsinhibitoren stabilisierten Gülle in die Wurzelzone der Pflanzen eine höhere N-Ausnutzung des Düngers erzielt werden.

Maßnahmenbeschreibung

In einem von der DBU (FKZ 31086-34) geförderten Kooperationsprojekt wurde das Verfahren auf einem Dränagemessfeld in der nördlichen Altmark (Lückstedt) angewandt und auf seine Wirksamkeit untersucht. Kooperationspartner waren die Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau ST, die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UfZ), die Agrargenossenschaft „Altmärkische Höhe Lückstedt e.G.“ und die Hugo Vogelsang Maschinenbau GmbH. Die Versuche wurden auf zwei dränierten Schlägen mit einer Größe von jeweils 52 und 81 ha (Abbildung B-9, Tauchnitz et al., 2014) durchgeführt. Die klimatischen Verhältnisse des Standortes sind durch langjährige (1981 bis 2010) Niederschläge von 562 mm/a und Jahresdurchschnittstemperaturen von 9,2 °C charakterisiert. Die Bodenverhältnisse sind durch schwach bis mittel lehmigen Sand mit dem vorherrschenden Bodentyp einer Pseudogley-Braunerde geprägt. Im Versuch wurden im Frühjahr 2014 vor der Maisaussaat 30 m³/ha Rindergülle in einen abgestorbenen Zwischenfruchtbestand ganzflächig mit sofortiger flacher (6 - 8 cm) Einarbeitung mittels Scheibenegge (Schlag 2) und im Strip-Till-Verfahren in 25 cm Tiefe mit einem XTill-S-Gerät der Firma Vogelsang (Schlag 1) ausgebracht (Abbildung B-10). Zur Stabilisierung des Stickstoffs in Ammonium(NH₄)-Form und damit Verringerung der Auswaschungsgefahr wurde der Gülle ein Nitrifikationsinhibitor (3 l/ha, PIADIN, SKWP) zugesetzt. Parallel dazu wurde ein randomisierter Parzellenversuch am Standort Lückstedt sowie Lysimeterversuche am UfZ in Falkenberg mit den Versuchsvarianten Kontrolle ohne Gülle, ganzflächige Gülleausbringung mit und ohne Nitrifikationsinhibitor, Strip-Till mit und ohne Nitrifikationsinhibitor angelegt. Um die N-Effizienz der Düngerausbringung und das Verlagerungsrisiko bewerten zu können, wurden folgende Untersuchungsparameter erhoben: N-Konzentrationen im Dränabfluss und Abflussmengen zur

Quantifizierung des N-Austrages über den Dränagepfad, N-Konzentrationen im Sickerwasser in verschiedenen Tiefen und im GW zur Beurteilung von Verlagerungs- und Abbauprozessen, N_{\min} -Gehalte ($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$) im Boden, Trockenmasse-Erträge und N-Entzüge, gasförmige N-Verluste (Lachgas und Ammoniak).

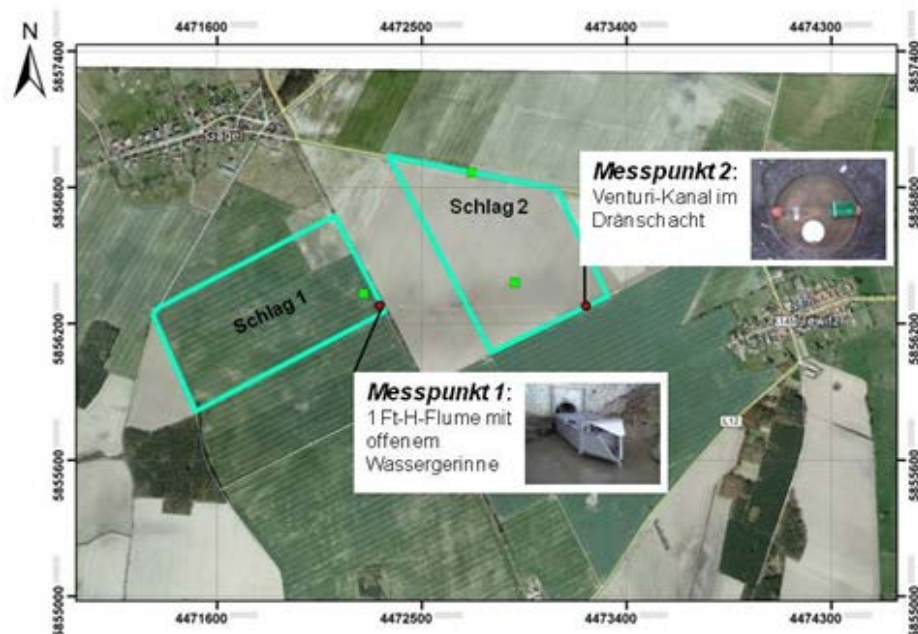


Abbildung B-9: Dränagemessfeld mit Abflussmesseinrichtungen (Bednorz et al., 2016).



Abbildung B-10: Gülle-Ausbringung mittels Gülle-Strip-Till (links, Schlag 1) sowie ganzflächige Ausbringung und sofortige Einarbeitung der Gülle (rechts, Schlag 2) im Vergleich (Bednorz et al., 2016).

Um das innovative Gülle-Strip-Verfahren einem möglichst breiten Spektrum von landwirtschaftlichen Akteuren und anderen Interessenten (Landwirte, Berater, Behörden, etc.) vorzustellen, wurden verschiedene öffentlichkeitswirksame Aktivitäten durchgeführt: Feldtag mit Demonstration der Versuchsanlagen, Fernsehbeitrag (MDR) und mehrere Radiobeiträge lokaler Sender der Region, Exkursionen und Schulungen für Fachschüler und Studenten, Teilnahme an regionalen Veranstaltungen/Festivals (z. B. „Altmark-Macher – das Festival für Kooperation und Innovation“ in Tangerhütte), Fachbeiträge zu Tagungen/Workshops u. a.



Ergebnisse

Die bisherigen Untersuchungen im Dränagemessfeld zeigen, dass die ausgetragenen Nitratfrachten stärker durch die heterogenen standörtlichen Gegebenheiten (Unterschiede im Untergrund beider Schläge) beeinflusst werden als durch die Bewirtschaftungsmaßnahmen. Daher sind langfristige Messreihen und eine getrennte Betrachtung beider Schläge unter der jeweiligen Bewirtschaftung erforderlich, um die Maßnahmen zu bewerten. Schlag 2 wird durch einen sehr homogenen Untergrund geprägt. Es befindet sich eine Geschiebedecksand-Schicht über Geschiebelehm. Die hydraulische Durchlässigkeit nimmt mit zunehmender Tiefe aufgrund des ansteigenden Tongehaltes und der höheren Lagerungsdichte ab. Niederschlagswasser versickert relativ schnell und wird in die dränierte Zone verlagert. Demgegenüber wird auf Schlag 1 eine durchlässige sandige Schicht in 80 cm Tiefe von einer kompakten, lehmigen und nahezu undurchlässigen Schicht überlagert. Daraus resultieren eine sehr langsame Versickerung und damit längere Verweilzeit des Sickerwassers (potenzielle Abbauprozesse) bzw. ein eher oberflächennaher Abfluss (Bednorz et al., 2016). Das spiegelt sich deutlich anhand der Unterschiede der ausgetragenen Nitratfrachten im Dränabfluss beider Schläge wider (Tabelle B-4). Trotz des höheren N-Überschusses betrug die Nitratfracht auf Schlag 1 nur etwa 2 bis 12 % der ausgetragenen Nitratmenge des Schlages 2.

Tabelle B-4: Untersuchungsergebnisse Dränagemessfeld in den Versuchsjahren 2014 und 2015

	Schlag 1		Schlag 2	
	HJ 2014	HJ 2015	HJ 2014	HJ 2015
Niederschlag [mm]	576	483	576	483
Abfluss [mm]	12	5	84	76
- Sommerhalbjahr [%]	15	4	32	22
- Winterhalbjahr [%]	85	96	68	78
NO₃-N-Fracht [kg/ha]	2,5	0,4	20,4	21,5
NO₃-Konz. [mg/l] MW (Min-Max)				
- Dränwasser	41 (2-128)	10 (0-141)	99 (70-153)	71 (30-162)
- Sickerwasser (30cm)	118 (39-272)	86 (35-289)	137 (52-264)	104 (14-233)
- Sickerwasser (60 cm)	87 (22-148)	192 (25-305)	167 (104-268)	118 (33-282)
- Sickerwasser (90 cm)	92 (14-204)	178 (100-292)	211 (66-347)	147 (110-198)
- Grundwasser	6 (0-9)	4 (1-39)	101 (61-133)	101 (37-242)
N_{min} (Σ0-90 cm) [kg/ha]				
- Herbst	53	103	61	66
- Frühjahr	30	85	34	43
N-Saldo (2013-2015) [kg/ha]	+ 44		-29	

HJ: Hydrologisches Jahr (01.11.-31.10.), MW: Mittelwert, Konz.: Konzentration

Anhand der begleitenden Parzellenversuche konnte dennoch nachgewiesen werden, dass das Strip-Till-Verfahren zu einer Steigerung der N-Effizienz und geringeren Nitratverlagerung bei der Gülle-Düngung am Standort Lückstedt führte. Durch den Einsatz eines Nitrifikationsinhibitors wurde der Gülle-N etwa 30 Tage in NH_4 -Form stabilisiert. Hieraus resultierten eine geringere Auswaschungsgefahr sowie positive Effekte auf das Feinwurzelwachstum der Maispflanzen (Abbildung B-11). Eine geringere N-Verlagerung in tiefere Bodenschichten bei den Strip-Till-Varianten wurde anhand der tiefendifferenzierten N_{\min} -Untersuchungen im Boden nachgewiesen (Abbildung B-11). Dabei zeigte sich, dass auch ohne Nitrifikationsinhibitor allein durch die gezielte Ablage hochkonzentrierter NH_4 -Depots im Strip-Till-Verfahren ein positiver Effekt durch die biozide Wirkung und dadurch Hemmung der Nitrifikation bestand. Die Nachernte- N_{\min} -Untersuchungen im Boden ergaben signifikant höhere Gehalte im Reihenzwischenraum im Vergleich zum gedüngten Streifen, die auf eine sehr gute Ausschöpfung der Nährstoff-Depots im Strip-Till-Verfahren hinweisen. Eine Erhöhung der N-Effizienz durch das Gülle-Strip-Till-Verfahren konnte auch anhand der nachgewiesenen höheren N-Entzüge bei den Strip-Till-Varianten sowie geringerer Ammoniak-Verluste abgeleitet werden (Pietzner et al., 2017). Vergleichbare Ergebnisse wurden für die Standorte Quellendorf (lehmiger Sand) und Burgsdorf (Lehm) ermittelt (Tauchnitz et al., 2016).

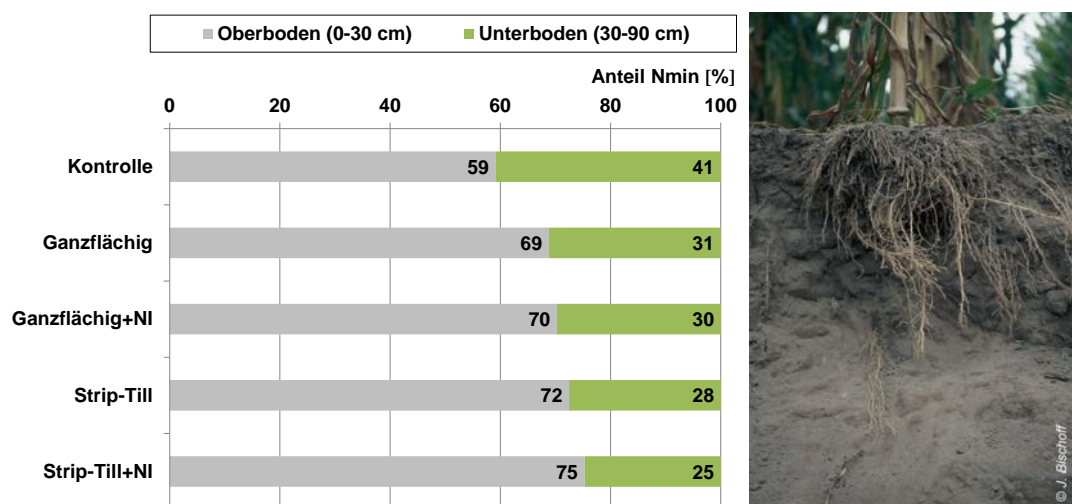


Abbildung B-11: N_{\min} Tiefenverteilung (links) und gut durchwurzeltes NH_4 -N-Depot (rechts)

Im Vergleich zur ganzflächigen Gülleausbringung und sofortigen Einarbeitung mittels Scheibenegge fallen beim Gülle-Strip-Till-Verfahren ca. 17 €/ha höhere Verfahrenskosten an (DBU-Abschlussbericht, 2017). Zudem können Mehrkosten für eine bis zwei Herbizidanwendungen hinzukommen, die auf einen stärkeren Unkrautdruck infolge der nur partiellen Bodenbearbeitung im Strip-Till-Verfahren zurückzuführen sind. Das heißt, dass beim Gülle-Strip-Till-Verfahren Mehrkosten von 47 bis maximal 96 €/ha möglich sind. Bei einem durchschnittlichen Erzeugerpreis von 3,25 €/dt für Biogas-/Silomais beträgt der erforderliche Mehrertrag dementsprechend 14 bis 30 dt/ha. In den durchgeführten Parzellenversuchen wurde ein mittlerer Mehrertrag von 15 bis 27 dt/ha (drei Versuchsjahre, drei Versuchsstandorte) erreicht.

Bewertung der Maßnahme

Das Gülle-Strip-Till-Verfahren kombiniert die reduzierte Bodenbearbeitung mit der platzierten Gülle-Depot-Düngung. Es ist ein geeignetes Verfahren, um die N-Effizienz bei der Ausbringung flüssiger organischer Dünger zu verbessern und dadurch Nitrat auswaschungen aus dränierten Flächen zu



reduzieren. Das Verfahren wurde bisher vor allem auf leichteren sandigen Böden erfolgreich getestet. Probleme traten auf schweren Böden durch Bodenüberlockerung und damit fehlendem Bodenschluss für die nachfolgende Saat auf. Für eine erfolgreiche Anwendung des Verfahrens ist eine Kombination mit dem Zwischenfruchtanbau unerlässlich, da durch die intensive Bodendurchwurzelung der Zwischenfrüchte auch der unbearbeitete Bereich im Reihenzwischenraum gelockert wird und schroffe Übergänge im Bodengefüge („Blumentopfeffekt“) verhindert werden. Zudem können Zwischenfrüchte in den auswaschungsrelevanten Wintermonaten durch Nitratspeicherung zu einer Minimierung der ausgetragenen Frachten beitragen. Wie vorliegende Untersuchungen zeigen können Bewirtschaftungseinflüsse dräniertes Flächen stark durch die standörtlichen Gegebenheiten (Verweilzeiten, Abbaubedingungen, etc.) überlagert werden. Das sollte bei der Bewertung von Reduzierungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

B.2.2 Konservierende Bodenbearbeitung zur Minderung von Erosion und Phosphor-Einträgen in die Gewässer

Einleitung

In SN sind rund 60 % der Ackerflächen (ca. 450.000 ha) durch Wassererosion und rund 20 % der Ackerflächen (ca. 150.000 ha) durch Winderosion gefährdet. Wassererosion führt zu einem irreversiblen Verlust an fruchtbarem Ackerboden, an Humus sowie an Nährstoffen (On-Site Schaden). Das verringert unumkehrbar die Ertragsfähigkeit von Böden und führt in Trockenjahren, z. B. in Kuppen- und Hangbereichen mit nur noch geringen Bodenaufgaben, zu spürbaren Ertragseinbußen (AID, 2015). Außerhalb von Ackerflächen werden durch abgetragenes Bodenmaterial und durch abfließendes Wasser Straßen verunreinigt, Gräben verfüllt, Gebäude beschädigt sowie insbesondere Oberflächengewässer durch Nährstoffe und Sediment belastet (AID, 2015). Sowohl für den dauerhaften Erhalt der Ertragsfähigkeit der Ackerböden als auch im Hinblick auf die Erfüllung gesetzlicher Anforderungen (z. B. BBodSchG, BBodSchV, WRRL), so insbesondere auch zur Vermeidung von erosionsbedingten Nährstoffeinträgen in die Gewässer, müssen Maßnahmen gegen Wasser- und Winderosion umfassend und konsequent angewendet werden.

Beschreibung der Maßnahme

Eine Bodenbedeckung schützt den Ackerboden vor dem direkten Aufprall der Regentropfen auf die Bodenoberfläche. Das vermindert bzw. verhindert den Zerfall von Bodenaggregaten und die damit verbundene versickerungshemmende Bodenverschlammung. Aus diesen Gründen wird Wassererosion auf Ackerflächen durch eine möglichst dauerhafte Bodenbedeckung sowie eine stabile Bodenstruktur vermindert bzw. verhindert (Nitzsche et al., 2000; Deumlich und Funk, 2012; AID, 2015). Zum einen können durch entsprechende Fruchtfolge- Verlaufs- Gestaltung die Zeiträume ohne Bodenbedeckung reduziert werden. Weiterhin kann durch Zwischenfruchtanbau und durch das Belassen von Untersaaten nach Ernte der Deckfrucht zusätzlich eine erosionsmindernde Bodenbedeckung sichergestellt werden (AID, 2015). Besonders erosionsmindernd wirkt eine den Boden gut bedeckende flächendeckende Mulchaufgabe. Sie bremst zusätzlich den Abfluss und verbessert dadurch die Wasserinfiltration. Bereits eine Mulchbedeckung von 30 bis 50 % gewährt meist einen ausreichenden Erosionsschutz (Frielinghaus, 1998; AID, 2015). Sehr gut erreicht werden kann dies durch das Zurücklassen von Pflanzenrückständen (z. B. Stroh) und/oder den Anbau von Zwischenfrüchten mit einer nachfolgenden Mulchsaat, d. h. der Aussaat der Folgefrucht unter aufliegende Pflanzenreste im Rahmen nichtwendender konservierender Bodenbearbeitung.

Wesentliches Kennzeichen pflugloser bzw. konservierender Bodenbearbeitung ist der Einsatz nicht-

wendender Bodenbearbeitungsgeräte (z. B. Grubber, Scheibeneggen; KTBL 2014). Sie belassen den Ackerboden weitgehend in seinem Aufbau. Gleichzeitig verbleiben Ernterückstände, wie z. B. Stroh oder Zwischenfrucht-Reste (= Mulchmaterial), an der Bodenoberfläche oder werden flach eingearbeitet. Die Aussaat der Folgefrucht erfolgt mit spezieller Mulchsaat-Technik unter die aufliegende Mulchschicht. Eine Bestellung ohne jegliche Bodenbearbeitung nach der vorangegangenen Ernte wird als Direktsaat bezeichnet (Abbildung B-12). Hierfür sind Direktsämaschinen erforderlich, welche Säschnitte ziehen, in die das Saatgut abgelegt wird. Als Folge des Verzichts auf jegliche Bodenbearbeitung weisen Direktsaatflächen dichte Bedeckung aus Pflanzenresten auf.



Abbildung B-12: Streifenbearbeitung vor der Maisaussaat (Quelle: LfULG)

Wirkungseffekte der Maßnahme

In Tabelle B-5 sind die erosionsmindernden Effekte der konservierenden Bodenbearbeitung und Direktsaat dem Pflugeinsatz gegenübergestellt und die positiven Effekte für wichtige Bodeneigenschaften deutlich erkennbar.

Tabelle B-5: Auswirkung der Bodenbearbeitung auf Bodenparameter (Bearbeitungsversuch der Südzucker AG in Lüttewitz, Sächsisches Löbhubergland (Bodenart Ut3/Ut4), Berechnungssimulation 2000 (8. Versuchsjahr); Fruchtfolge Zuckerrüben-Winterweizen-Winterweizen, keine Strohabfuhr) (nach Nitzsche et al., 2002)

		Pflug	Konservierend	Direktsaat
Infiltrationsrate ¹⁾	[%]	40	70	86
Relativer Bodenabtrag ²⁾	[%]	100	20	2
Mulchbedeckung	[%]	1	13	77
Humus ³⁾	[%]	2,0	2,2	2,5
Mikrobielle Biomasse	[$\mu\text{g C}_{\text{mic}}$ /g TS Boden] ³⁾	415	626	575
Aggregatstabilität	[%]	20	22	25
Regenwürmer	Anzahl pro m ²	125	312	358
davon Tiefgräber	<i>L. terrestris</i>	4	37	29
Makroporen ⁴⁾	Zahl pro m ²	264	493	775

Arbeitstiefen [cm]: Pflug: 30; Konservierend: 20 (mit Grubber); Direktsaat: 0

¹⁾ Berechnungsversuch: 38 mm Niederschlag in 20 Min. = 100 %; ²⁾ Bodenabtrag Pflug: 536,3 g/m² = 100 %;

³⁾ Bodenschicht 0 – 5 cm; ⁴⁾ Porendurchmesser > 1 mm

Nur durch die dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung im gesamten Fruchtfolgeverlauf stellen

sich die in Tabelle B-5 dargestellten infiltrationsfördernden, und in Folge abtragsmindernden bzw. -verhindernden Wirkungen der konservierenden Bodenbearbeitung sicher ein und werden erhalten. Bereits ein einmaliger Pflugeinsatz kann diese erosionsmindernden Effekte der konservierenden Bodenbearbeitung wieder beseitigen.

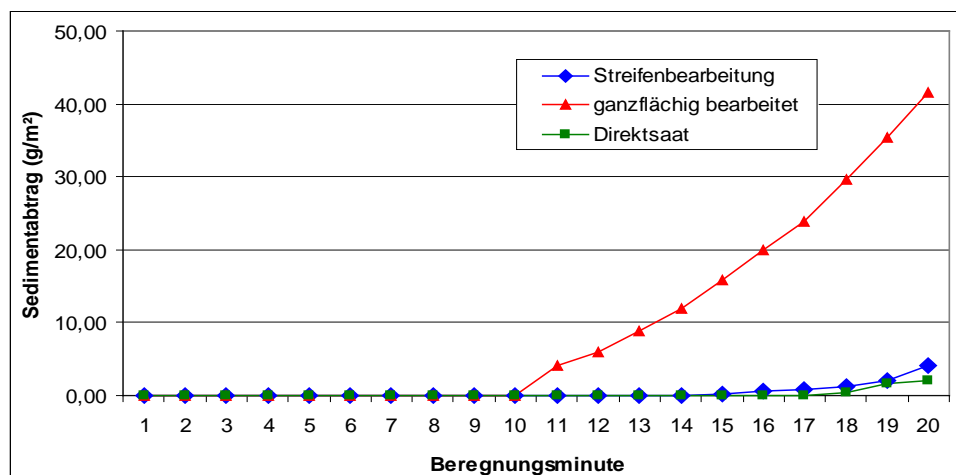


Abbildung B-13: Sedimentabtrag bei Beregnungssimulation (38 mm/20 min) nach unterschiedlicher Bodenbearbeitung auf Mulchsaatfläche

Die höchste Wasserversickerung und der geringste Bodenabtrag durch Wassererosion finden sich auf Direktsaatflächen mit dichter Mulchbedeckung und vielen stabilen Bodenkrümeln (Tabelle B-5 und Abbildung B-13). Dies bedeutet: Je weniger eine Mulchsaatfläche bearbeitet wird, desto größer sind die infiltrationsverbessernden und erosionsmindernden Wirkungen. Direktsaat und eine zielgerichtete Bearbeitung zur angebauten Fruchtart können sehr gut bei der Streifenbearbeitung kombiniert werden. Hierbei wird die Bodenbearbeitung, z. B. zu Mais, zu Zuckerrüben und zu Raps, auf die Ackerflächenbereiche beschränkt, in denen die Aussaat erfolgt. Hierdurch bleiben mindestens 60 bis 70 % und damit der größere Teil der Ackerfläche mulchbedeckt. Untersuchungen belegen: Im Gegensatz zur ganzflächigen Saatbettbearbeitung kann durch Streifenbearbeitung eine mit Direktsaatflächen vergleichbare sehr gute Wasserversickerung erreicht werden. Bodenerosion findet kaum noch statt (Abbildung B-13) (AID, 2015).

Strategische Aspekte einer Umstellung des Ackerbausystems

Bei der dauerhaft konservierenden Bodenbearbeitung handelt es sich um eine Umstellung eines ganzen Ackerbausystems. So verlangt die dauerhaft konservierende Bestellung z. B. als zentrale Maßnahme für einen umfassenden Wasserrückhalt und einen nachhaltigen Erosions- und Bodengefügeschutz in der Landwirtschaft veränderte bzw. neue Anbaustrategien. Der infiltrationserhaltende Bodengefügeschutz stellt zudem Anforderungen an die Landtechnik. Bezüglich Anbaustrategien für die dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung sind folgende Bereiche besonders zu beachten (AID, 2015):

- eine spezifische, möglichst vielgestaltige Fruchtfolge,
- Umgang mit Stroh auf abgeernteten Feldern (Häckselqualität, Strohverteilung),
- Stoppel- und Grundbodenbearbeitung sowie Saatbettbereitung,
- Durchwuchs-, Unkraut-, Ungras-, Krankheits- und Schädlingsbekämpfung,
- Krankheits- (z. B. Fusariuminfektionen) und Schädlingsmanagement (z. B. Schnecken, Mäuse),
- Auswahl und Einsatz geeigneter Sätechnik,
- auf dauerhaft pfluglose Bearbeitung abgestimmte Düngungsstrategie,



- die Anwendung zusätzlich erosionsmindernder Anbauverfahren (z. B. Gleichstandsart (Demmel et al., 2000 in AID, 2015)).

Hinweise zu Strategien für die erfolgreiche dauerhaft pfluglose Bodenbearbeitung im Sinne eines umfassenden Ackerbausystems werden in der AID-Broschüre „Gute fachliche Praxis – Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz“ (AID, 2015) dargestellt. Die dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung und Direktsaat sind im Einzelfall durch zusätzliche acker- und pflanzenbauliche (z. B. Untersaaten, Vermeiden hangabwärts gerichteter Fahrspuren) sowie weitere Maßnahmen (Schlagunterteilung bzw. Hanggliederung, Dauerbegrünung von Hangdellen und -rinnen als bevorzugte Erosions- und Abflussbahnen) zu ergänzen. Für einen hohen Wirksamkeitsgrad sind die ergänzenden Maßnahmen unbedingt mit der flächenhaft wirksamen dauerhaft konservierenden Bodenbearbeitung zu kombinieren.

Bedeutung, Übertragbarkeit und Umsetzungsstand

Die dauerhaft konservierende bzw. nichtwendende Bodenbearbeitung ist unter Beachtung der jeweils aus den konkreten Standortverhältnissen resultierenden acker- und pflanzenbaulichen Erfordernissen grundsätzlich auch in anderen Regionen praktikierbar. 2014 wurde im Rahmen der Richtlinie „Agrarumweltmaßnahmen und Waldmehrung“ (AuW/2007) in SN die dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung und Direktsaat auf rund 250.000 ha Ackerfläche (ca. 35 % der Ackerfläche in SN) gefördert (<https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/4566.asp>). Insgesamt hat die dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung ein sehr hohes Anwendungspotenzial und wird aktuell in SN auf sehr großen Flächenumfängen angewendet. Dies belegt, dass die konservierende Bodenbearbeitung unter Beachtung der voranstehend aufgeführten acker- und pflanzenbaulichen Strategien umfassend ackerbaulich umsetzbar ist.

Die wirksamsten Maßnahmen eines nachhaltigen und vorsorgenden Erosionsschutzes mit direkten Wirkungen für den Gewässerschutz im Sinne der WRRL sind die dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung und die Direktsaat einschließlich der Streifenbearbeitung (Sommer 1999; Brunotte 2003; AID, 2015). Die konservierende Bodenbearbeitung (im Einzelfall ergänzt durch weitere Erosionsschutzmaßnahmen wie Hangrinnenbegrünung, Schlagteilung usw.) muss bezüglich ihrer erosionsmindernden Wirkung optimiert werden. Dazu zählt ihre dauerhafte Anwendung bei gleichzeitiger Reduktion der bearbeitungsbedingten Eingriffsintensität mit Hilfe der Streifenbearbeitung bis hin zur Direktsaat. Die Neuartigkeit der pfluglosen Anbauverfahren macht die Optimierung der acker- und pflanzenbaulichen Anbaustrategien und des Pflanzenschutzes sowie die Prüfung und Demonstration neuer Technik erforderlich.

B.2.3 Trinkwasserschutz in Talsperrenschutzgebieten (Saidenbach)

Einleitung

In den Einzugsgebieten der stark landwirtschaftlich genutzten Trinkwassertalsperren des Freistaates SN war bis 1990 ein kontinuierlicher Anstieg der Nitratkonzentrationen vorhanden. Zeitweise wurde der damalige Nitratgrenzwert von 40 mg/l Nitrat überschritten. Um einen weiteren Anstieg der Nitratkonzentrationen über den Trinkwassergrenzwert zu verhindern, war es zwingend erforderlich, effektive Maßnahmen zur Verbesserung der Nährstoff- und insbesondere der Stickstoffverwertung im Stoffkreislauf Boden-Pflanze-Tier(Mensch)-Boden umzusetzen. Durch eine Reihe von Maßnahmen konnte eine Trendwende hinsichtlich des Anstieges der Nitratkonzentrationen Anfang 1990 in allen Trinkwassertalsperren des Freistaates SN eingeleitet und bis heute auf einem niedrigen Niveau nachhaltig stabilisiert werden. Die Zielvorgabe, die Nitratkonzentrationen in den Trinkwassertalsperren des Freistaates SN unter 25 mg/l Nitrat nachhaltig zu senken, wurde im Wesentlichen erreicht (Abbildung B-14).

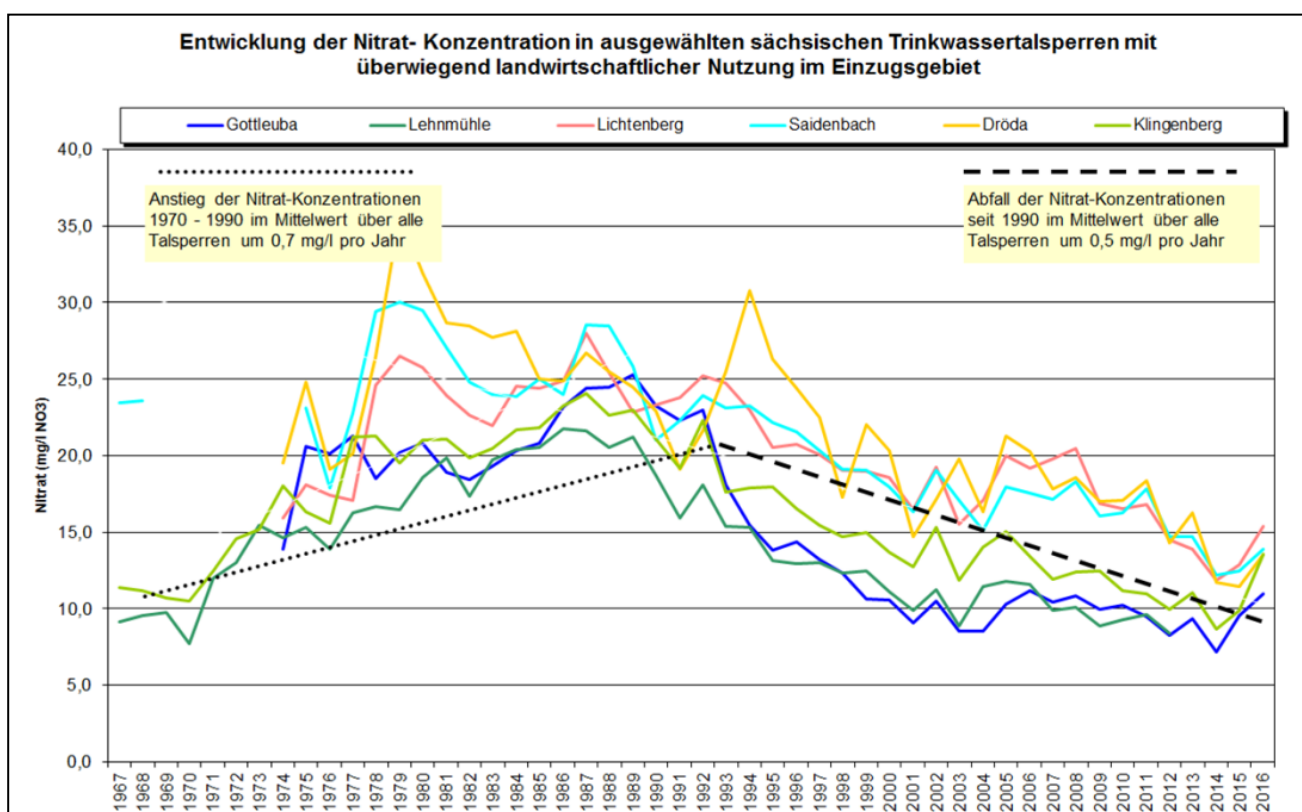


Abbildung B-14: Entwicklung der Nitratkonzentration an ausgewählten Trinkwassertalsperren in SN

Die TS Saidenbach mit einem Stauraum von 22,36 Mio. m³ bestimmt maßgeblich die Rohwasserbereitstellung aus dem Talsperrenverbundsystem Mittleres Erzgebirge für die Trinkwasserversorgung im Großraum Chemnitz und des Mittleren Erzgebirges. Mit 67,7 % ist ein sehr hoher Anteil landwirtschaftlicher Nutzung im Einzugsgebiet der TS Saidenbach vorhanden.

Um die Anforderungen des Trinkwasserschutzes unter Berücksichtigung und Aufrechterhaltung der landwirtschaftlichen Produktion zu sichern, wurde 1997 eine Interessengemeinschaft Trinkwassertalsperre Saidenbach gegründet. Diese Plattform hat maßgeblich zur Erprobung und Umsetzung von effizienten Maßnahmen zur Senkung von Nährstoffausträgern, unter Mitwirkung von



wissenschaftlichen Einrichtungen, Fach- und Vollzugsbehörden, Landestalsperrenverwaltung (LTV) und besonders der Landwirtschaftsbetriebe, beigetragen. Um die konkrete Wirksamkeit von den entsprechenden Maßnahmen auf Ackerland und Grünland besser zu überwachen bzw. zu quantifizieren, wurden insbesondere im überwiegend landwirtschaftlich genutzten Teileinzugsgebiet Hölzelbergbach (Referenzgebiet Landwirtschaft) verdichtete Untersuchungen auf den Acker- und Grünlandflächen und im Hölzelbergbach, einschließlich an den umfangreichen Drainageausläufen (Quellwasserfassungen), vorgenommen.

Erfolgreich umgesetzte Maßnahmen und ihre Wirkung

Zum Rückgang der Nährstoffeinträge haben im Wesentlichen folgende Maßnahmen beigetragen:

Technische Maßnahmen der Lagerung und Ausbringung von organischem Dünger:

- eine ausreichende und verlustfreie Lagerung der organischen Dünger (Stallmist, Jauche, Gülle),
- dosierte und bedarfsgerechte Ausbringung mit hoher Schlagkraft zur Einhaltung der günstigsten agrotechnischen Termine.

Ackerbauliche Maßnahmen

- konsequente Umsetzung einer ganzjährigen Begrünung auf Ackerland durch Zwischenfruchtanbau, Untersaaten und mehrjährigen Futterbau,
- Umbruch nach mehrjährigem Futterbau im Frühjahr, um die naturgegebene, erhöhte N-Freisetzung nach dem Umbruch effektiv für Folgefrucht zu nutzen und die Winterauswaschung zu minimieren,
- dauerhaft begrünte Gewässerrandstreifen und Zwischenstreifen auf besonders erosionsgefährdeten Flächen (Schwerpunkt Mais und Kartoffelbau) auf Ackerland,
- Optimierung der mineralischen N-Düngung auf der Grundlage von Düngeberechnungen unter Einbeziehung des N_{\min} -Gehaltes im Frühjahr,
- Optimierung der Fruchtfolge mit ausreichend Futterbau – dazu ist der Erhalt der Veredlungsbetriebe zwingend erforderlich,
- Einbeziehung aller Flächen in die organische Düngung zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit (hoher Humusgehalt trägt auch zur Erosionsminderung bei) und Optimierung der Nährstoffverwertung,
- Anwendung der konservierenden Bodenbearbeitung im konventionellen Landbau,
- Ökologischer Landbau, wenn Landwirtschaftsbetriebe diese anspruchsvolle Bewirtschaftungsform nachhaltig beherrschen und die entsprechende Bereitschaft signalisieren – Anbaufläche und Bereitschaft zur Umstellung auf ökologischen Landbau ansteigend.

Die mittleren Nitratkonzentrationen sind sowohl im Referenzgebiet Landwirtschaft (Hölzelbergbach) als auch in der Rohwasserabgabe der TS Saidenbach signifikant unter 25 mg/l Nitrat zurückgegangen und weisen nur noch eine geringe Schwankungsbreite im Jahresverlauf auf. Insbesondere die geringe Schwankungsbreite der Nitratkonzentrationen im Jahresverlauf unterstreicht die Wirksamkeit der umgesetzten Maßnahmen.

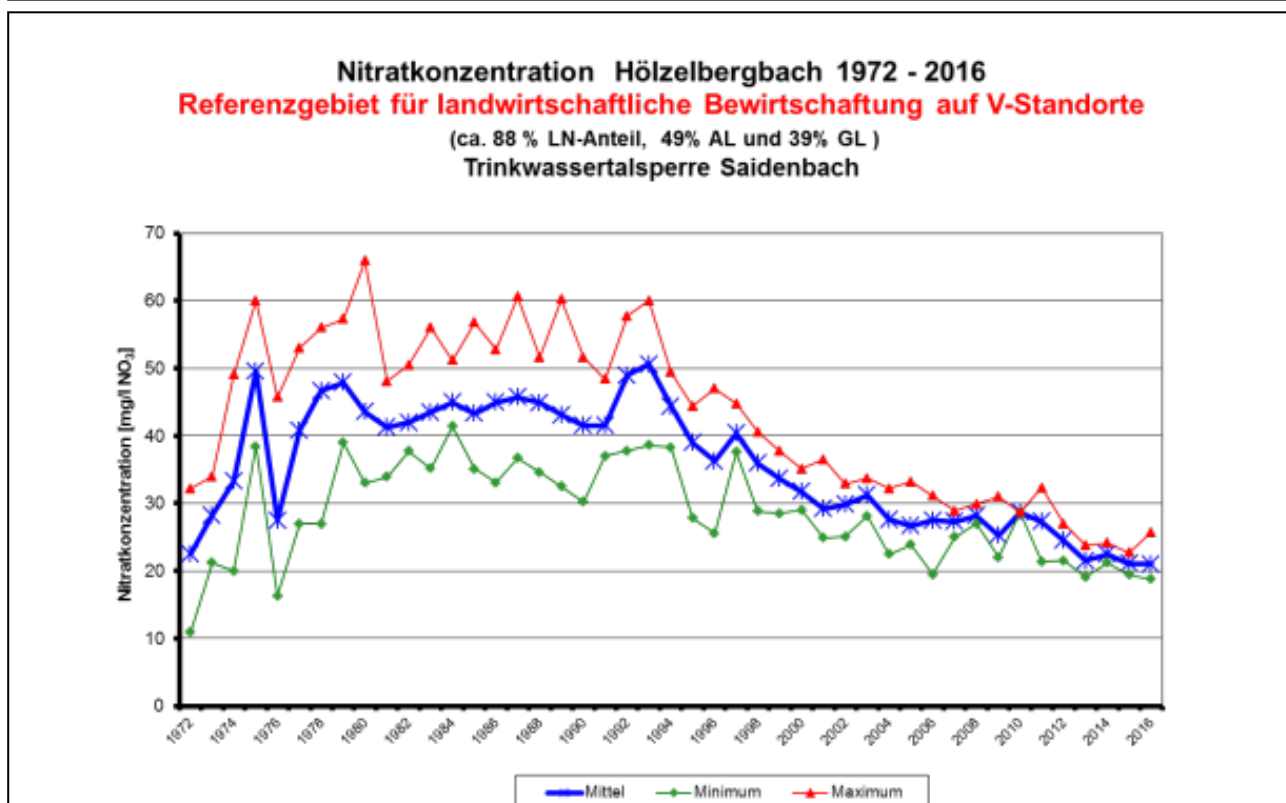
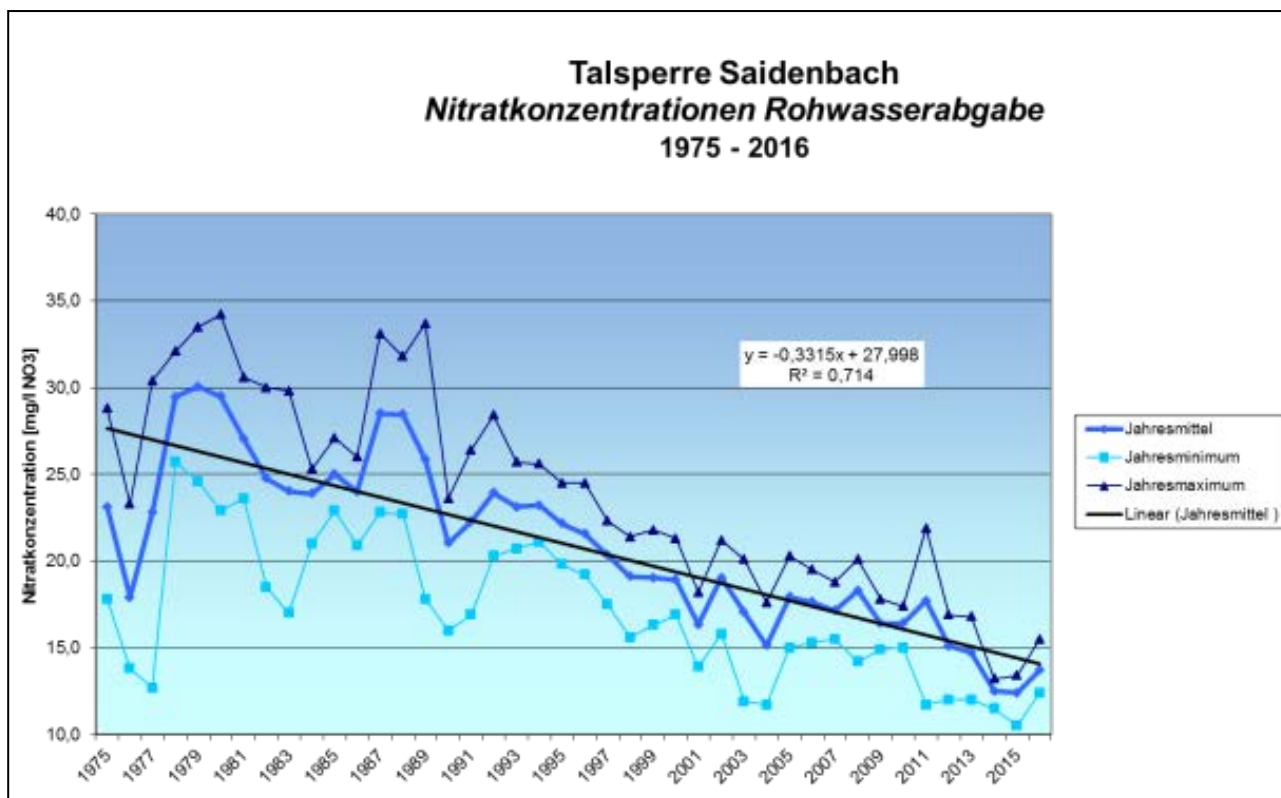


Abbildung B-15: Nitratkonzentrationen in der Rohwasserabgabe der TS Saidenbach (oben) und im Teileinzugsgebiet Hölzelbergbach „Referenzgebiet Landwirtschaft“ (unten)

Die umgesetzten Maßnahmen haben auch maßgeblich dazu beigetragen, dass die ortho- und TP-Konzentrationen in der TS Saidenbach, insbesondere seit Mitte der 1990er Jahre, signifikant zurückgegangen sind. Die Nährstoffverluste (N und P) aus dem Stoffkreislauf Boden-Pflanze-Tier-Boden wurden seit Mitte der 1990er Jahre somit deutlich gesenkt.

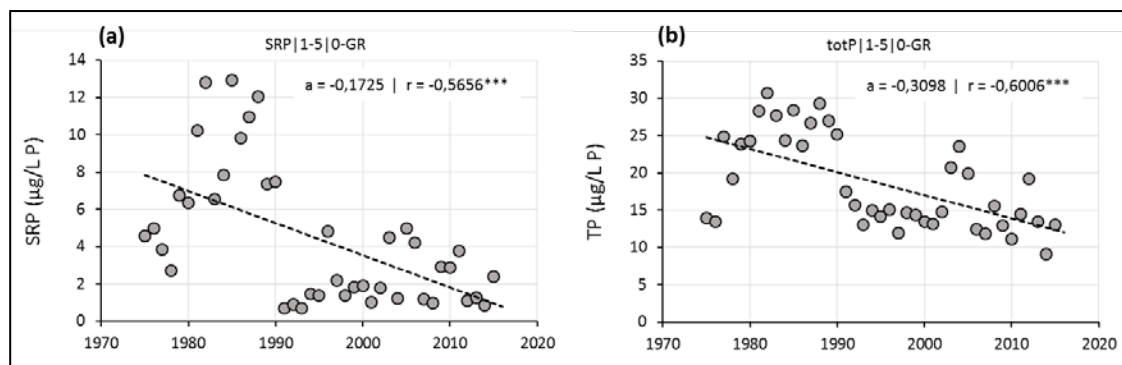


Abbildung B-16: Zeitliche Entwicklung der pelagischen (a) ortho- und (b) TP-Konzentrationen in der TS Saidenbach von 1975 bis 2015

Nutzung neuester Kenntnisse der Wissenschaft und Übertragbarkeit

Durch die Einbeziehung der von Partnern aus der Wissenschaft in die Interessengemeinschaft TS Saidenbach wurde eine hohe Akzeptanz für die Umsetzung neuester Kenntnisse zur umweltgerechten Landwirtschaft erreicht. Die Akzeptanz und Umsetzung von umweltgerechten Bewirtschaftungsmaßnahmen im Einzugsgebiet der TS Saidenbach war nur möglich, weil zwischen den Akteuren eine Vertrauensverhältnis aufgebaut wurde, Kenntnisse über die Aufgaben und Ziele der einzelnen Nutzer bestanden und die Finanzierbarkeit von weitergehenden Maßnahmen für den Trinkwasserschutz gesichert war. Die Maßnahmen im Einzugsgebiet der TS Saidenbach sind unter Berücksichtigung der jeweils konkreten Standortverhältnisse grundsätzlich auf andere Einzugsgebiete übertragbar. Dabei hat sich die Plattform der Interessengemeinschaft TS Saidenbach grundsätzlich zur erfolgreichen Umsetzung von Maßnahmen einer „Umweltgerechten Landbewirtschaftung“ unter Nutzung der Fördermöglichkeiten im Freistaat SN und im Rahmen der Zusammenarbeit der LTV mit den Landwirtschaftsbetrieben im Hinblick auf die Realisierung von Ausgleichsleistungen für erhöhte Aufwendungen in Trinkwasserschutzgebieten (Sächsische Schutz- und Ausgleichsverordnung für die Land- und Fortwirtschaft in Wasserschutzgebieten (SächsSchAVO)), bewährt.

B.2.4 Grundwasserschutzgebiet der Trinkwasserfassungen Diehsa (bei Bautzen)

Einleitung

Der gegenwärtige Zustand zahlreicher GWK ist nach wie vor durch hohe Nitratkonzentrationen gekennzeichnet. Untersuchungen zur Effizienzkontrolle der Maßnahmen der SächsSchAVO haben ergeben, dass sich in SN kein eindeutiger Zusammenhang zwischen aktueller Bewirtschaftung (Belastung durch Wirtschafts- und Mineraldünger) und dem Zustand des untersuchten Grundwassers herstellen lässt. Ursachen hierfür sind die spezifischen hydraulischen und geochemischen Gebietseigenschaften und ihre Auswirkungen auf den Stickstofftransport und -umsatz (lange Transportwege und Verweilzeiten; große, stark differenzierte Reaktionsräume). Die hohe Nitratbelastung des Grundwassers im Abstrom von relevanten landwirtschaftlichen Nutzflächen (LNF) bei den meisten als diffus belastet eingestuften GWK erfordert, standortspezifische, schutzgut- und nutzungsbezogene Maßnahmen zur Minderung der Nitratbelastung auf den durch die Landwirtschaft signifikant belasteten Teilflächen der Einzugsgebiete abzuleiten. Ein weiteres aktuelles Problem stellt der Anstieg der Nitratkonzentration im Einzugsgebiet relevanter Trinkwasserfassungen dar.

Eine wichtige Schlüsselposition zur Ableitung kosteneffizienter Maßnahmen stellt das Verständnis

der Stickstofftransport- und -umwandlungsprozesse in der ungesättigten und gesättigten Zone dar. Hierzu wurden im Testgebiet Wasserschutzgebiet (WSG) Diehsa Untersuchungen in der ungesättigten Zone und im GW zur Lokalisierung relevanter Eintragsquellen für Nitrat durchgeführt.

Der Trinkwasserzweckverband Neiße-Schöps versorgt aus dem WSG Diehsa mit Hilfe von drei Förderbrunnen am westlichen Rand der Ortslage Diehsa (Abbildung B-17) etwa 4.300 Einwohner der Gemeinden Waldhufen und Vierkirchen mit Trink- und Brauchwasser. Die wasserrechtliche Erlaubnis zur Gewässerbenutzung gestattet eine mittlere Entnahmemenge von 910 m³ pro Tag. Im Jahr 1974 wurde die bis dahin aus nur einem Schachtbrunnen bestehende Wasserfassung um zwei weitere Bohrbrunnen (heute als Br 1 und Br 2 bezeichnet) erweitert. Der alte Schachtbrunnen Br 3 wurde im Jahre 2002 aus dem Regelbetrieb genommen und durch einen ca. 20 m südöstlich gelegenen neuen Bohrbrunnen (heutiger Br 3) ersetzt, welcher ab Herbst 2005 in den Regelbetrieb übernommen wurde. Eine Aufbereitung des Rohwassers erfolgt zum Zwecke der Entsäuerung durch Belüftung mit Hilfe einer Rohrgitterkaskade.

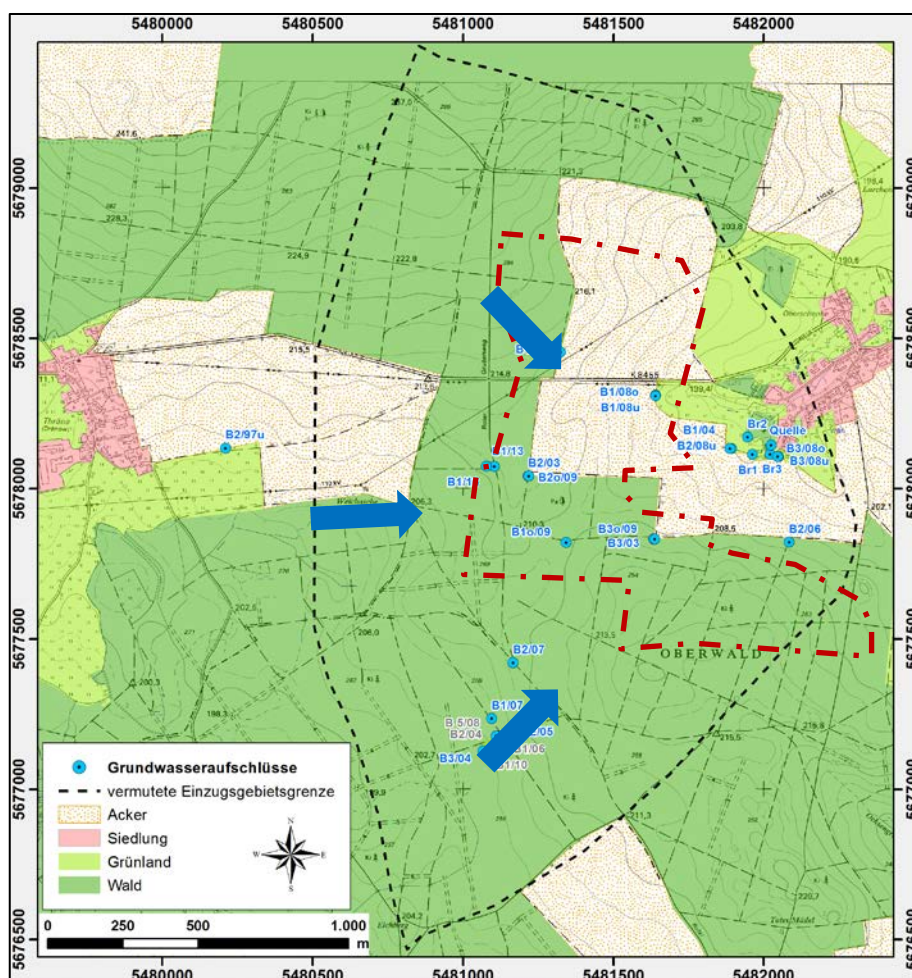


Abbildung B-17: Überblick über das Einzugsgebiet der Wasserfassung Diehsa. Die blauen Pfeile geben die prinzipielle Grundwasserfließrichtung im unteren Hauptgrundwasserleiter und die rote Strich-Punkt-Linie die die Vereinbarungen zwischen Land- und Wasserwirtschaft umfassenden Ackerflächen an.

Das relativ kleine (ca. 1,5 km²), sich von der Wasserfassung nach Norden, Westen und Süden ausdehnende Einzugsgebiet des Wasserwerks Diehsa gehört naturräumlich zum Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet und wird von etwa 68 % Wald, 28 % landwirtschaftlicher Nutzfläche, 3 %

Feuchtwiesen und 1 % Siedlungsfläche bedeckt. Die durch flache Hügel und Mulden gekennzeichnete Geländeoberfläche des Einzugsgebietes steigt von den Brunnenstandorten aus nach Westen, Süden und Norden leicht an. Ausgehend von den drei Brunnen wird das Einzugsgebiet in Anstromrichtung als Dauergrünland, Acker- und Forstfläche genutzt.

Nitratentwicklung im Roh- und Grundwasser

Die zeitliche Entwicklung der Nitratkonzentrationen in den Förderbrunnen ist im linken Diagramm in Abbildung B-18 ersichtlich. Die aus den 1970er und 1980er Jahren zur Verfügung stehenden Daten zeigen für diese Zeiträume Nitratkonzentrationen zwischen etwa 10 mg/l und 20 mg/l im Rohwasser an. Spätestens Anfang der 1990er Jahre kommt es in der Wasserfassung Diehsa zu einem Anstieg der Nitratgehalte. Im Zeitraum 1992 bis 2005 erhöht sich die Konzentration im Mischwasser auf 45 mg/l. Zwischen 2001 und 2005 verteilte sich die geförderte Wassermenge des Wasserwerks in etwa zu gleichen Teilen auf die Brunnen Br 1 und Br 2. Im September 2005 erfolgte mit der Inbetriebnahme des neuen Bohrbrunnens Br 3 gleichzeitig eine Umstellung des Förderregimes. Der Anteil von Br 3 an der Gesamtfördermenge beträgt seitdem zwischen 50 und 90 %. Mit der Umstellung des Förderregimes wurde im neuen Br 3 zunächst ein starker Anstieg der Nitratgehalte von etwa 5 mg/l auf über 30 mg/l beobachtet. Bis Ende 2012 bewegten sich die Konzentrationen etwa im Bereich zwischen 20 und 30 mg/l, um anschließend bis Mai 2015 wieder auf 15 mg/l zurück zu gehen. Im Rohwasser von Br 1 und Br 2 kam es im Zuge des geänderten Förderregimes dagegen zu einem Rückgang der Nitratgehalte. Im Br 1 sanken sie von etwa 55 mg/l auf 40 bis 45 mg/l und im Br 2 von etwa 35 auf 25 mg/l. Bis 2010 wurde dieses Konzentrationsniveau in Br 2 gehalten. Danach erfolgte ein leichter Anstieg auf fast 35 mg/l. Zwischen Mai 2011 und Mai 2015 sind die Konzentrationen in Br 2 jedoch wieder auf 24 mg/l gesunken. Ein deutlich anderes Bild ergibt sich dagegen für Brunnen Br 1. Das mit der Umstellung des Förderregimes erreichte Niveau wurde bis 2008 gehalten. Bis Ende 2012 ist danach ein nahezu kontinuierlicher Anstieg der Nitratkonzentrationen auf 73 mg/l zu verzeichnen. Bis Mai 2015 gingen die Konzentrationen anschließend wieder leicht, jedoch kontinuierlich auf 65 mg/l zurück.

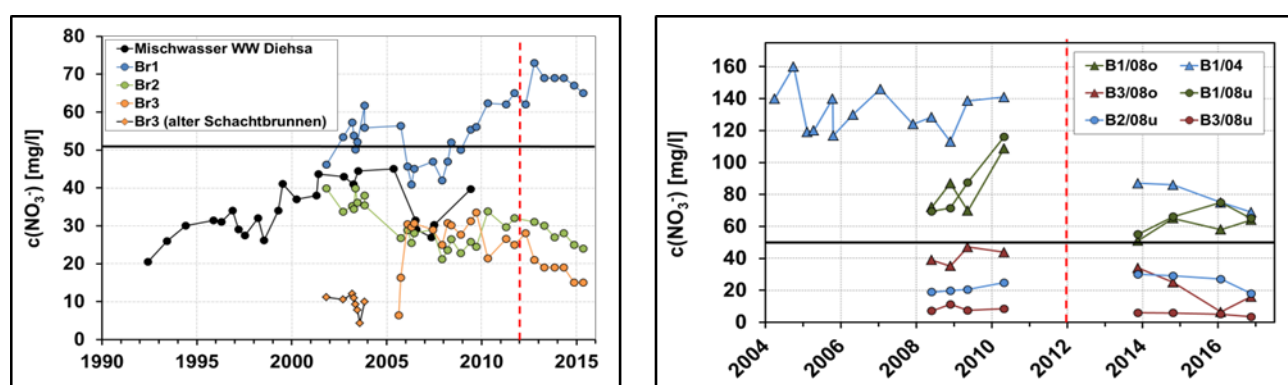


Abbildung B-18: Zeitliche Entwicklung der Nitratkonzentrationen in den Förderbrunnen (links) und abstromig des die Kooperationsvereinbarung mit einschließenden südlichen Ackerschlags. Die rote Strichlinie markiert den Zeitpunkt des Beginns der Kooperation mit der Landwirtschaft.

Das rechte Diagramm in Abbildung B-18 zeigt die zeitliche Entwicklung der Nitratkonzentrationswerte im GW abstromig des in Förderbrunnennähe südlich der Verbindungsstraße Diehsa – Thräna gelegenen Ackerschlags (zur Lage siehe Abbildung B-17).

Die Ergebnisse der im Jahr 2013 wieder aufgenommenen Beprobung dieser sechs Grundwasser-Messstellen (GWM) zeigen für die flach verfilterten GWM B1/04 und B3/08o bis Ende 2016 deutlich geringere Nitratgehalte mit prinzipiell abnehmender Tendenz. Auch für die beiden tiefer verfilterten GWM B2/08u und B3/08u lässt sich dies mit Einschränkungen und auf einem deutlich niedrigeren Niveau feststellen. Für das Messstellenpaar GWM B1/08o // B1/08u zeigt sich auch ab 2013 weiterhin kein prinzipieller Unterschied hinsichtlich der Nitratkonzentration. Allerdings liegt das mittlere Konzentrationsniveau beider GWM ebenfalls deutlich unter dem der Jahre 2008 und 2010.

Entwicklung der Gehalte an mineralischem N in der ungesättigten Zone

Die Abbildung B-19 zeigt die Entwicklung der Gehalte an mineralisch gebundenen N in der ungesättigten Zone, ausgedrückt als kg/ha N_{min} für eine Schichtdicke von 30 cm. Die Sediment-Proben wurden mittels Rammkernsondierungen auf den Ackerschlägen im unmittelbaren Nahfeld der GWM B1/03 und B1/04 entnommen (vgl. Abbildung B-17).

An beiden Standorten ist im Zeitraum 2010 bis 2015 ein deutlicher Rückgang der Gehalte an mineralisch gebundenem N zu verzeichnen, am deutlichsten sind die Rückgänge in den Jahren 2012 und 2013. Das dabei erreichte niedrige Gehaltsniveau stabilisiert sich in den darauffolgenden Jahren, so dass die Nitrateinträge in das GW nach Auswaschung der mineralischen N-Fracht aus der ungesättigten Zone ebenfalls stark rückläufig sind.

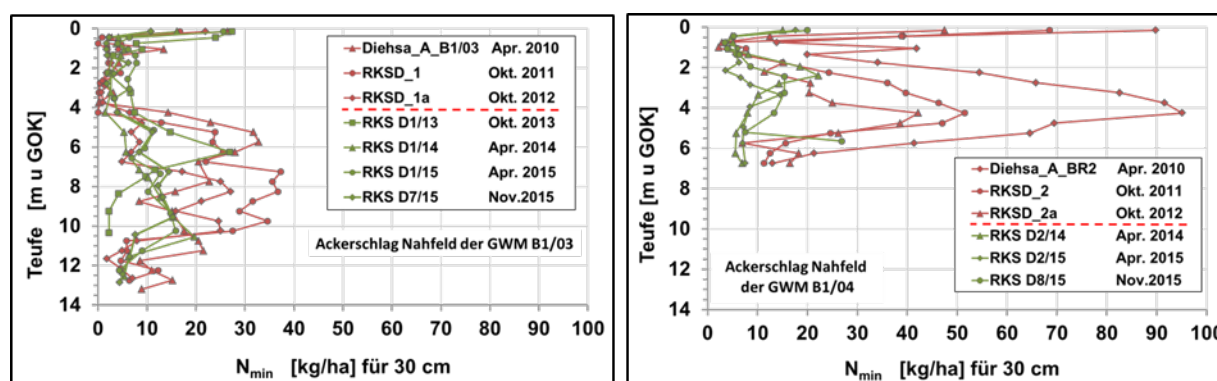


Abbildung B-19: Zeitliche Entwicklung der Gehalte an mineralischem gebundenem N in der ungesättigten Zone an zwei Standorten auf die Kooperationsvereinbarung umfassenden Ackerschlägen. Die rote Strichlinie in den Legenden markiert den Zeitpunkt des Beginns der Kooperation mit der Landwirtschaft.

Ursachen für den Rückgang der Nitratbelastung des Einzugsgebiets

Als Ursache für den seit etwa 2012/2013 sowohl in der ungesättigten Zone als auch im GW beobachteten Rückgang der Gehalte an mineralisch gebundenem N ist in erster Linie die im Jahre 2012 auf Eigeninitiative des Wasserversorgers zurückgehende Kooperationsvereinbarung zwischen Wasserversorger und Landwirtschaft zu sehen. Die Vereinbarung umfasst eine Reduzierung der Düngergaben um ca. 20 %. Als Gegenleistung wurden entsprechende Ausgleichszahlungen vereinbart, welche der Wasserversorger trägt. Unterstützt wird die Kooperationsvereinbarung durch die Umnutzung eines Teils der Ackerfläche in Grünland in unmittelbarer Nähe der Förderbrunnen. Aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten des Einzugsgebietes der Wasserfassung Diehsa (unbedeckter Grundwasserleiter, geringe Einzugsgebietsgröße) konnten die positiven Auswirkungen der reduzierten Düngegaben sehr rasch im GW und in der ungesättigten Zone beobachtet werden. Damit hat sich gezeigt, dass eine deutliche Reduzierung des Düngemitelesatzes unter die aktuellen Vorgaben der DüV den Nitrateintrag ins GW wirksam zu reduzieren vermag. Da dies jedoch nur auf



freiwilliger Basis und in Zusammenarbeit mit den vor Ort wirtschaftenden Landwirten möglich ist, stellen Kooperationsvereinbarungen zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft ein wirksames Instrument zur Sicherung der Trinkwasserqualität in landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten dar.



B.2.5 Gewässerökologische Auswirkungen von Stickstoff in den Flusseen der Havel im Einzugsgebiet der Elbe und in der Elbe

Die Unterhavel ist durch ihre Lage im Ballungsraum BE einem hohen Nutzungsdruck ausgesetzt (Erholung, kommerzielle Schifffahrt, Sportboote, Badegewässer, Trinkwassergewinnung über Uferfiltration) und steht damit im Fokus öffentlicher und wirtschaftlicher Interessen. Die Unterhavel beginnt als Fortsetzung der Oberhavel unterhalb der Schleuse Spandau, wo die Spree in die Havel mündet und setzt sich über die Grenzen Berlins hinaus in Brandenburg fort.

Ob Stickstofflimitation in Binnengewässern ökologisch sinnvoll und wirtschaftlich vertretbar ist, wurde innerhalb des BMBF Projektes (NITROLIMIT) für ausgewählte Seen, aber auch die Flusseen der Havel und der Elbe untersucht.

Es wurde gezeigt, dass nicht nur Phosphor (P), sondern auch Stickstoff (N) eine relevante Steuergröße des Phytoplanktons und damit der Gewässergüte darstellt, je nach Jahreszeit und Seetyp (NITROLIMIT-Diskussionspapier Band 1, 2013).

Im Frühjahr wird die Biomasse des Phytoplanktons überwiegend durch Phosphor begrenzt. Im Verlauf der Vegetationsperiode steigt der Anteil von Gewässern, in denen Stickstoff die Biomasse des Phytoplanktons begrenzt, insbesondere in durchmischten Flachseen.

Die Erarbeitung von Zielkonzentrationen für N waren Inhalt des BMFT Projektes NITROLIMIT. Die Berechnung der Nährstoffemissionen und Frachten im Einzugsgebiet der Berliner Unterhavel für 2009 wurde in NITROLIMIT mit dem Modell MONERIS (Modelling Nutrient Emissions in River Systems; Venohr et al., 2011) unter Berücksichtigung der mittleren hydrologischen Bedingungen der Jahre 2007 bis 2009 durchgeführt. Um den in NITROLIMIT erarbeiteten gewässerinternen Zielwert von $0,9 \text{ mg l}^{-1} \text{ TN}$ (Dolman et al., 2016) zu erreichen, müssten die Stickstoffeinträge im EZG der Berliner Unterhavel im Vergleich zum Status quo (Referenzjahr 2009) um 45 % auf 3.573 t/a reduziert werden.

Angesichts der hohen Jahresdynamik der Nährstoffumsätze, der Prozesskomplexität und der Abhängigkeit von hydrologischen Schwankungen sind die ökologischen Wirkungen nach Stickstoffreduktion in der Havel aber nicht vorhersagbar. Das Planktonwachstum der Havel wurde im Gegensatz zu anderen Gewässern im Untersuchungsraum nicht durch Stickstoff limitiert, sondern durch Phosphor bzw. Licht (Kolzau et al., 2014).

Durch ständigen biologischen Umbau (u. a. Bioturbation) und die schnelle Mineralisation von frischem Detritus wirkt das Sediment lediglich als kurzzeitiger Zwischenspeicher von 1 bis 2 Wochen. Die N-Rücklösung aus dem Sediment ist als N-Quelle im Vergleich zur externen Belastung daher eher unbedeutend. Die hohe Ammonifikation in der obersten Sedimentschicht (7 bis 16 mm) bilanziert kurzzeitige Effekte. Eine Verminderung des Phytoplanktons im Frühjahr durch Senkung der Phosphorkonzentration im Einzugsgebiet würde die Sedimentation von Detritus in der Havel verringern und sich demnach unmittelbar auf die Ammonium-Rücklösungsrate auswirken.

Für die Untere Havel kann eingeschätzt werden, dass die „interne Belastung“ aufgrund der früher höheren P-Last wenig relevant für die zukünftige P-Verfügbarkeit ist. Der potentiell mobilisierbare P-Pool (~237 t) ist im Vergleich zur jährlichen externen Belastung (~190 t) und den gemessenen in situ Rücklösungsraten eher gering (Grüneberg et al., 2015).

Für die Untere Havel wurde ferner ermittelt, dass die P-Bindung im Oberflächensediment durch dessen Eisengehalt limitiert ist. Das Ausmaß der P-Rücklösung ist im Unterhavelbecken zum großen Teil unabhängig von den Redoxbedingungen und wird durch temperaturabhängige Mineralisation organischer Substanz vorgegeben, die sich in einigen Wochen und Monaten zuvor abgelagert hat.

Da in der Unteren Havel der historische (potenziell mobile) P-Pool im Vergleich zur Brutto-Rücklösung im Sommer und zur externen Belastung relativ gering ist, sollte die P-Rücklösung relativ schnell auf eine Verminderung der externen P-Last reagieren.

Bereits seit 1990 wurde in der Berliner Unterhavel eine Abnahme der Nährstoffkonzentrationen und der Biomasse des Phytoplanktons beobachtet, was insbesondere auf den Rückgang von Einträgen der Industrie und Landwirtschaft, den Ausbau von Kläranlagen im Einzugsgebiet und dem Phosphorverzicht in Waschmitteln zurückgeführt werden kann. Ziel-Phosphorkonzentrationen für den guten ökologischen Zustand im Havelraum wurden im Nährstoffreduktionskonzept Berlin – Brandenburg (Rehfeld-Klein et al., 2017) erarbeitet. So wird bei Konzentrationen von 60 - 90 µg/l TP ein guter ökologischer Zustand erwartet. Das entspricht auch dem Wert in der OGV. Dabei ist die Angabe eines Bereiches limnologisch begründet, da es sich besonders bei Flusseen unter anderem um flache Seentypen und bistabile Systeme handelt, die im natürlichen Zustand zwischen Makrophytendominanz und Planktondominanz schwanken.

2017 befanden sich die Wasserkörper der Oberen und Unteren Havel im Berliner Raum hinsichtlich der biologischen Biokomponenten Phytoplankton und Benthische Diatomeen erstmals im guten ökologischen Zustand. Makrophyten kehrten in der Havel durch erhöhte Sichttiefen zurück, die Artenzahl und der hohe Anteil nährstoffliebender Arten verhindern aber bislang eine gute Bewertung.

Die Untersuchungen zeigen, dass Stickstoffreduktion im Havelraum unter Umständen ökologisch sinnvoll sein kann, die Minderung des Phosphoreintrages zunächst unbedingt Priorität hat.

Entsprechend wurde für den Havelraum ein mehrstufiges regionales Nährstoffreduktionskonzept durch die Länder Berlin und Brandenburg erarbeitet.

Durch die besonderen limnologischen Eigenheiten von Flusseen im Einzugsgebiet der Elbe ergeben sich folgende Untersuchungsschwerpunkte für eine zielführende Nährstoffbilanzierung:

- Quantifizierung der Einträge von Stickstoff und Phosphor,
- Bilanzierung der gewässerinternen Umsetzungen einschließlich der oberflächennahen Sedimentschichten,
- Priorisierung der Eliminierung von Phosphor bzw. Stickstoff zur Erreichung des guten ökologischen Zustandes des Wasserkörpers und der unterhalb gelegenen Wasserkörper,
- Beobachtung der Ökologie bei verminderten Stickstoffkonzentrationen,
- Genestete Modellierung der Flusseen innerhalb des Einzugsgebietes der Elbe,
- Analyse von Kosten, Nutzen und Akzeptanz von Stickstoffreduktionsmaßnahmen nach erfolgter P-Reduktion in den Punktquellen (z. B. Großkläranlagen),
- Entwicklung regionaler Konzepte zur Nährstoffreduktion in Modelleinzugsgebieten in Zusammenarbeit mit den Maßnahmenträgern.

Mit Hilfe des Gewässergütemodells QSim der Bundesanstalt für Gewässerkunde wurden Transport, Umsetzungen und Retention von Stickstoff und Phosphor in Rhein und Elbe ermittelt und quantifiziert (Bergfeld-Wiedemann et al 2016).

Diverse aktuelle Messergebnisse und ein erweitertes Prozessverständnis zum Stickstoffumsatz verbesserten die Modellierungsgrundlage, auf der die Bedeutung von Algenwachstum und Denitrifikation für die Nährstoffretention in Rhein und Elbe quantifiziert wurden. Die Denitrifikation in der Elbe wurde im Gewässer gemessen und quantifiziert. Die Nährstofffracht am Beginn des Untersuchungsgebietes sowie alle Einträge durch Nebenflüsse (u. a. die Havel) oder Kläranlagen wurden aus vorangegangenen Untersuchungen in das Modell integriert.

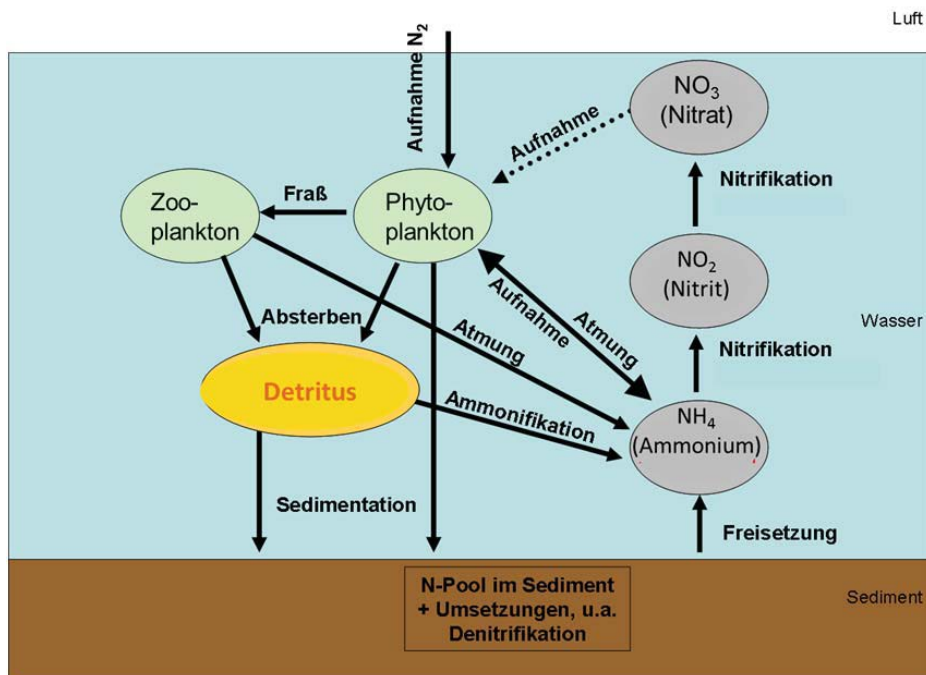


Abbildung B-20: Im Gewässergütemodell QSim realisierter Stickstoffumsatz

Messdaten und Simulationsergebnisse entlang von jeweils ca. 500 km frei fließender Strecke von Elbe und Rhein zeigen, wie stark biologische Umsetzungen insbesondere das Algenwachstum die Nährstofffraktionierung steuern. In der Elbe nehmen die gelösten Nährstoffe im Längsverlauf im Gegensatz zum Rhein ab. Während der Rhein durch Transportprozesse geprägt wird, treten in der Elbe hohe biologische Umsatzraten durch Algenwachstum und bakterielle Denitrifikation auf. Diese führen zu einer starken Retention von Gesamt-N, DIN und DIP in der Elbe. Durch die Kombination von Messwerten, Stoffbilanzen und Gütemodellierungen können die unterschiedlichen Prozesse der Nährstoffretention auch ohne deren direkte Messung quantitativ untersucht werden.



B.2.6 Betrieblicher Erosionsschutz - eine Agrarumweltmaßnahme im Thüringer Kulturlandschaftsprogramm (KULAP)

Einleitung

Der gute ökologische Zustand wird in TH noch in zahlreichen OWK verfehlt. Dazu tragen auch erhöhte Phosphor- und Sedimenteinträge in die Gewässer bei. Zu hohe P-Einträge führen zur Verfehlung des guten Zustands der Biokomponenten Makrophyten und Phytobenthos (Diatomeen). Während Sedimenteinträge dazu führen können, dass die Ziele beim Makrozoobenthos und den Fischen verfehlt werden.

In TH wird seit 2014 die neue Agrarumweltmaßnahme „Betrieblicher Erosionsschutz“ angeboten. Sie löst die bisherigen Erosionsschutzmaßnahmen für Einzelflächen

- Anbau von Zwischenfrüchten/Untersaaten und
- Anwendung von Mulch- oder Direktsaat oder Mulchpflanzverfahren im Ackerbau

aus der letzten landwirtschaftlichen Förderperiode ab. Diese Maßnahmen hatten bei den Landwirtschaftsbetrieben keine ausreichende Akzeptanz gefunden, um die Umsetzung der WRRL angemessen zu unterstützen.

Ziel der Maßnahme ist es, die landwirtschaftlich bedingten erosiven Einträge von Phosphor und Sediment nachhaltig zu reduzieren. Neben den P-Einträgen aus dem kommunalen Abwasser ist dieser Eintragspfad in TH maßgeblich. Mit der Einführung und Umsetzung soll ein Beitrag zur Erreichung des guten ökologischen Zustands der OWK geleistet werden.

(Fall-) Beispiel

Bei der zielorientierten, gesamtbetrieblichen Maßnahme geht es darum, das jährliche Bodenabtragsrisiko auf erosionsgefährdetem Ackerland mit Gewässeranschluss ausgehend von einem Basiswert um mindestens 20 % zu senken. Dabei können unterschiedliche Maßnahmen des Erosionsschutzes wie

1. optimierte Fruchtfolgen (gewässerschonend), Anbauverlagerung,
2. Zwischenfruchtanbau, Untersaaten,
3. Mulchsaat (Abbildung B-21),
4. Strip-Tillage (Abbildung B-21),
5. Direktsaat (Abbildung B-22),
6. Maisengsaat,
7. Schlagteilungen (Hanglängenverkürzung, Feldblock-Teilung),
8. Grünstreifen quer zum Hang (Hanglängenverkürzung) (Abbildung B-22),
9. Begrünung von Abflussbahnen/Tiefenrinnen als auch
10. Gewässerrandstreifen

angewandt werden.

Die Maßnahmen können jedes Jahr neu gewählt werden, wodurch betriebliche Anpassungen möglich sind. So ist es auch nicht erforderlich, dass auf jeder Kulissenfläche konkrete Maßnahmen durchgeführt werden. Entscheidend ist die jährliche Bodenabtragsminderung um 20 % auf dem erosionsgefährdeten Ackerland des Gesamtbetriebes in der Förderkulisse.

Die Ermittlung des aktuellen Bodenabtragsrisikos und dessen Reduzierung erfolgt auf der Grundlage der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung. Die Maßnahmen tragen vor allem zur Verminderung des Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktors (C-Faktor), der die angebauten Fruchtarten, Bodenbearbeitungs- und Aussaatverfahren hinsichtlich ihres Erosionspotenzials bewertet, sowie des Hanglängenfaktors (L-Faktor) bei.



Abbildung B-21: Mulchsaat von Mais (links) und Strip-Tillage (rechts) (Quelle: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL))



Abbildung B-22: Direktsaat von Raps (links) und Grünstreifen quer zum Hang auf der rechten Abbildung (Hanglängenverkürzung) (Quelle: TLL)

Verglichen mit den bisherigen Einzelflächenmaßnahmen zum Erosionsschutz wird davon ausgegangen, dass den Landwirten so eine größere Flexibilität im Rahmen ihrer Betriebsabläufe eingeräumt wird und die Akzeptanz für die Erosionsschutzmaßnahmen erhöht werden kann. Gleichzeitig wird von einer größeren Sensibilisierung der Betriebe für bestehende Erosionsrisiken ihrer Standorte ausgegangen.

Die Maßnahme wird ausschließlich in einer Förderkulisse angeboten, die an den Erfordernissen der WRRL ausgerichtet ist. Aktuell sind 63 von 137 OWK in thüringischer Zuständigkeit Bestandteil der Kulisse, die als Phosphor-Nährstoffüberschussgebiet (P-NÜG) bezeichnet wird. Neben den bereits genannten Biokomponenten, waren das P-Reduktionserfordernis in den Flüssen, eine Erosionsmodellierung der OWK sowie eine Abschätzung des kommunalen Anteils am Phosphoreintrag maßgebend für die Einstufung der OWK. Die Abbildung B-23 und Abbildung B-24

dokumentieren diese Vorgehensweise und die resultierende Förderkulisse.

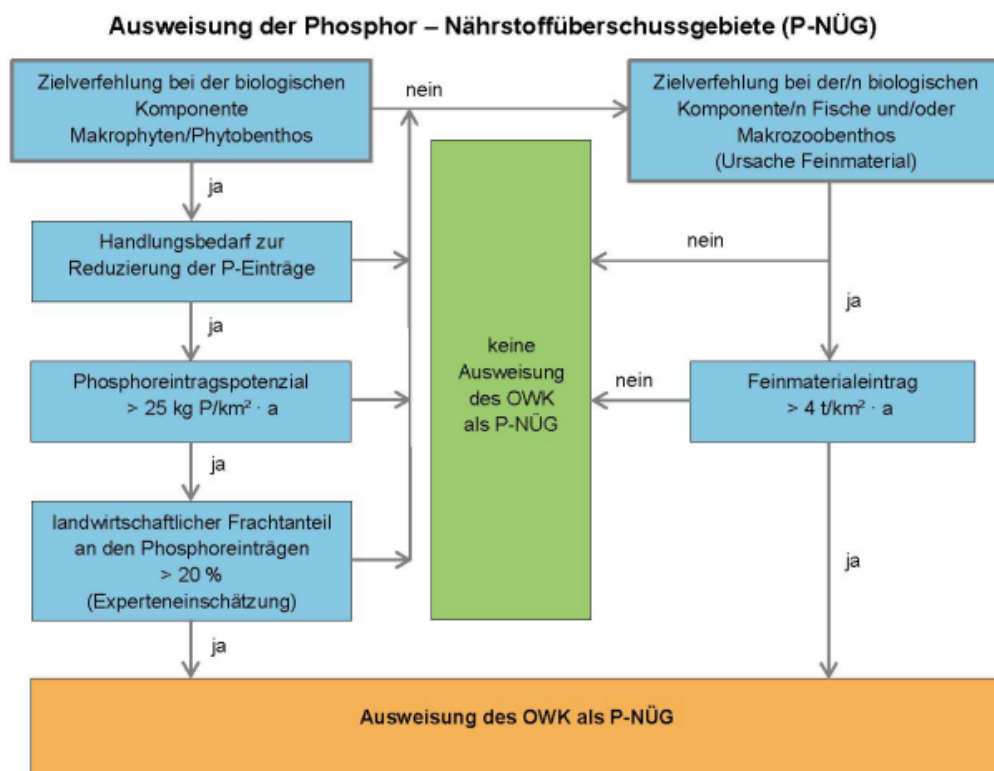


Abbildung B-23: Ablaufschema der Ausweisung des Phosphor-Nährstoffüberschussgebiets (P-NÜG)

Im Ergebnis werden durch die Kulissenableitung OWK mit ökologischen Defiziten ausgewiesen, bei denen Phosphor- und Sedimenteinträge maßgeblich durch Erosion von landwirtschaftlichen Flächen realisiert werden. Im P-NÜG erfolgt anschließend die Ausweisung von Ackerfeldblöcken die erosionsgefährdet sind und einen direkten oder indirekten Gewässeranschluss (z. B. Tiefenlinien) aufweisen. Die Höhe der Zuwendung beträgt 60 €/ha betrieblicher Kulissenfläche. Der Mindestförderbetrag ist auf 500 € festgelegt.

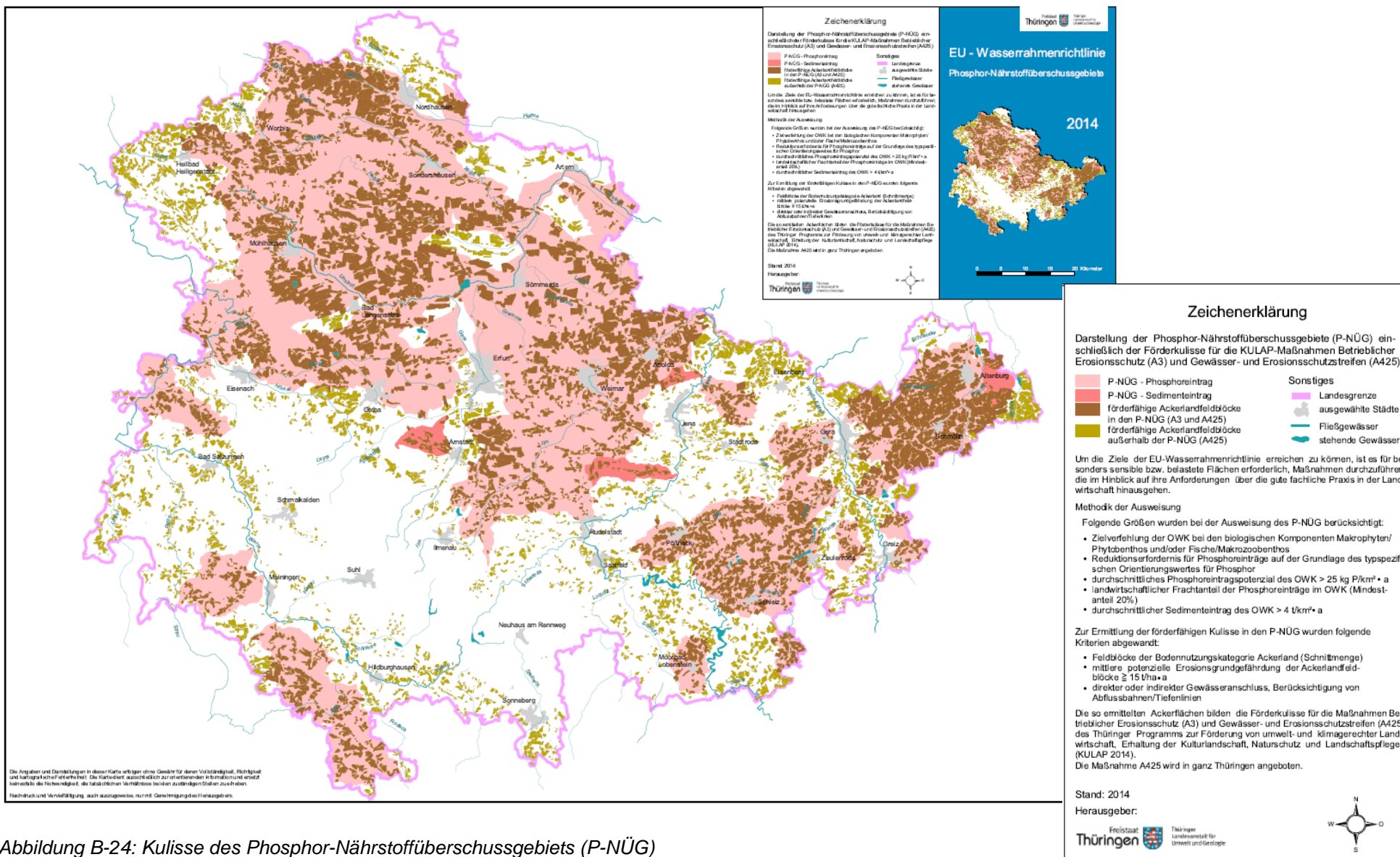


Abbildung B-24: Kulisse des Phosphor-Nährstoffüberschussgebiets (P-NÜG)



Bewertung der Maßnahme

Bislang ist eine breite Beteiligung von förderfähigen Landwirtschaftsbetrieben zu konstatieren. Auf einer Fläche von deutlich mehr als 50.000 ha sind über 100 Betriebe am Programm beteiligt. Das war für eine neu entwickelte Maßnahme nicht zwingend zu erwarten.

Der Erfolg der Maßnahme wird sich letztlich an der Absenkung der Befruchtung der Oberflächen-gewässer mit Phosphor und Sediment und den damit einhergehenden ökologischen Verbesserungen messen lassen müssen. Diese werden jedoch erst mittelfristig messbar sein. Hinzu kommt, dass durch parallel umgesetzte Maßnahmen im Abwasserbereich eine Abgrenzung zu diesem Eintragspfad nicht immer ohne weiteres möglich sein wird. Jedoch werden schon im Rahmen anstehender Evaluierungen zur Maßnahme genau diese Fragen genauer untersucht werden müssen.

Ein weiterer nicht zu unterschätzender Faktor ist, dass sich die beteiligten Landwirtschaftsbetriebe intensiv mit ihrer betrieblichen Erosionssituation auseinandersetzen haben und dabei die noch bestehenden Optimierungsmöglichkeiten aufgezeigt bekommen. Dieser Prozess wird als besonders nachhaltig eingeschätzt.

B.2.7 Stickstoffbelastung und deren Entwicklung in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells

Einleitung

In den Trinkwassergewinnungsgebieten (TGG) des Niedersächsischen Kooperationsmodells werden den dort wirtschaftenden Landwirten seit 1992 sogenannte „Freiwillige Vereinbarungen“ und eine Gewässerschutzberatung angeboten. Ziel dieser Gewässerschutzmaßnahmen ist die Sicherung der Grundwasserqualität, damit die Versorgung der Bevölkerung mit qualitativ hochwertigem Trinkwasser dauerhaft erhalten bleibt. Dabei liegt der Schwerpunkt der Aktivitäten in der Verminderung der Nitratinträge in das GW. Interessenkonflikte zwischen dem Schutz des Grundwassers und der Landbewirtschaftung sollen durch eine vertrauensvolle Zusammenarbeit von Wasserversorgungsunternehmen und Landbewirtschaftern thematisiert und gelöst werden. Koordiniert werden die Aktivitäten des Kooperationsmodells vom Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN).

Im Jahr 2015 umfasste das Niedersächsische Kooperationsmodell 374 TGG mit einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von rund 298.000 ha, was ca. 11 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche NIs entsprach (Abbildung B-25). Die Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen beliefen sich im Jahr 2015 auf rund 11,3 Mio. € sowie ca. 6,2 Mio. € für die Gewässerschutzberatung.

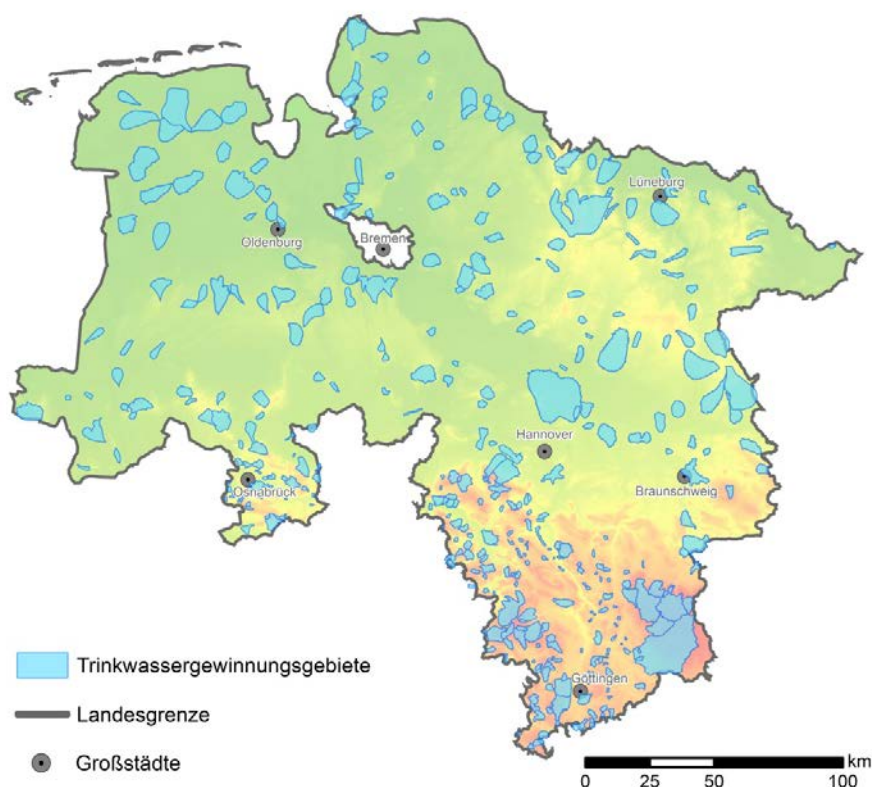


Abbildung B-25: Lage der TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2014

Nitratbelastung des Grund- und Rohwasser

In den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells unterscheiden sich die Nitratgehalte im GW, sehr deutlich von den Nitratgehalten im geförderten Rohwasser. So lag der mittlere Nitratgehalt der 1.457 Erfolgskontrollmessstellen des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2015 bei 42,2 mg/l. Die Qualitätsnorm für die Nitratkonzentration im GW, die gemäß Grundwasserrichtlinie 50 mg/l beträgt (EG 2006), wurde im Jahr 2015 in 38 % der kleiner 10 m unter Grundwasseroberfläche (GWOF) verfilterten Erfolgskontrollmessstellen überschritten (Abbildung B-26). Diese sehr flachen Erfolgskontrollmessstellen ermöglichen die Güteüberwachung des jungen, neu gebildeten Grundwassers. Mit zunehmender Filtertiefe ging die Nitratbelastung des Grundwassers zurück, was an dem zurückgehenden Anteil an Messstellen mit Nitratgehalten über 50 mg/l deutlich wird. Dieser Anteil lag bei den 10 bis 30 m unter GWOF verfilterten Messstellen bei 29 % und bei den über 30 m unter GWOF verfilterten Messstellen bei 9 % (Abbildung B-26). Im Gegensatz zu dem hohen mittleren Nitratgehalt im GW und dem hohen Anteil an Grundwassermessstellen (GWM) mit Nitratgehalten über 50 mg/l, lag die fördermengengewichtete Nitratkonzentration des Rohwassers im Jahr 2015 in NI bei 5,1 mg/l. 1,6 % der Förderbrunnen (Abbildung B-26) bzw. 0,5 % des landesweit geförderten Rohwassers wies einen Nitratgehalt von über 50 mg/l auf. Aber auch in diesen Fällen wurde der Grenzwert von 50 mg/l der Trinkwasserverordnung (2001) in dem an die Bevölkerung abgegebenen Trinkwasser eingehalten, indem das mit Nitrat belastete Rohwasser mit unbelastetem Rohwasser gemischt wurde. Die geringe Nitratkonzentration im Rohwasser, im Vergleich zu der hohen Nitratbelastung im GW, ging vor allem auf die Denitrifikation, einem endlichen Nitratbauprozess im Grundwasserleiter, sowie auf die großen Fördertiefen zurück.

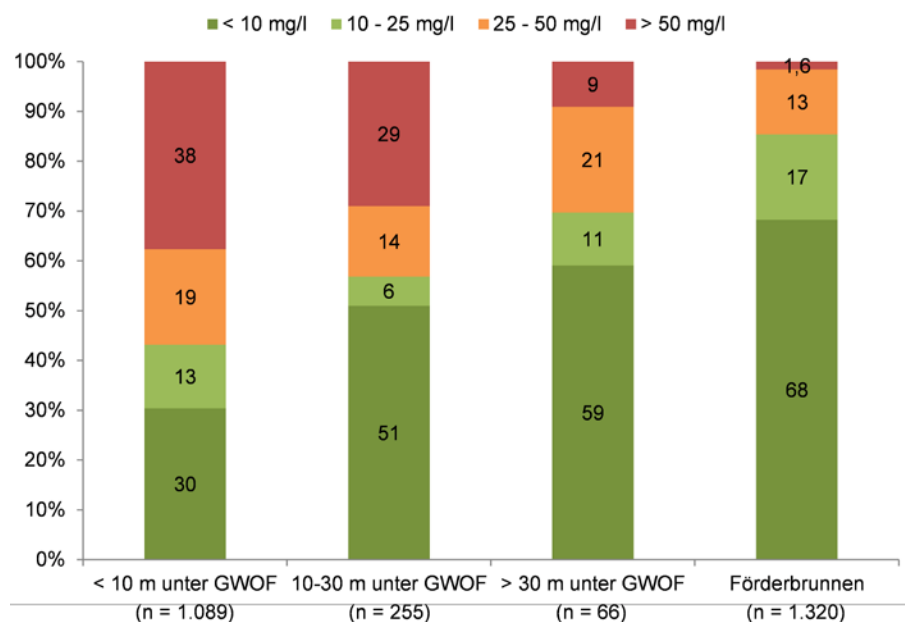


Abbildung B-26: Prozentuale Verteilung der Erfolgskontrollmessstellen (differenziert nach unterschiedlicher Verfilterungstiefe) sowie der Förderbrunnen in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2015 auf 4 Klassen unterschiedlicher Nitratgehalte



Erfolgskontrolle im Rahmen des Kooperationsmodells

Die Grundwasserschutzmaßnahmen (Freiwillige Vereinbarungen und Gewässerschutzberatung) zielen vor allem auf eine Verringerung der Nitratbelastung im Grund- und Rohwasser ab. In den GWM und den Förderbrunnen ist der Rückgang der Nitratgehalte in Abhängigkeit vom Flurabstand, der Durchlässigkeit der Bodenschichten und des Grundwasserleiters sowie der Fließgeschwindigkeit jedoch erst mit entsprechender Zeitverzögerung zu erwarten. Damit die Wirksamkeit der Grundwasserschutzmaßnahmen auch frühzeitig erkannt und bewertet werden kann, werden weitere Methoden der Erfolgskontrolle eingesetzt. Ein Erfolgsparameter, der die Wirksamkeit der Grundwasserschutzmaßnahmen auf der Ebene eines landwirtschaftlichen Betriebes direkt nach Ablauf des Wirtschaftsjahres anzeigt, ist der Stickstoff-Hoftorbilanzsaldo. Da dieser Indikator bereits im Fallbeispiel B.2.9 beschrieben ist, wird in diesem Fallbeispiel nicht näher auf diesen Erfolgsparameter eingegangen. Nachfolgend werden die Nitratgehalte im GW in ihrer zeitlichen Entwicklung und im Vergleich zu Referenzmessstellen, die sich außerhalb der TGG befinden, dargestellt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Nitratgehalte, die aktuell in den Erfolgskontrollmessstellen gemessen werden, Ausdruck der Bewirtschaftung und der Grundwasserschutzmaßnahmen der vergangenen Jahre sind.

Zur Erfolgskontrolle im GW wurden 412 Erfolgskontrollmessstellen von insgesamt 1.457 Erfolgskontrollmessstellen herangezogen. Für diese 412 Erfolgskontrollmessstellen liegen überwiegend vollständige Datenreihen der Nitratgehalte für die Jahre 2000 bis 2015 vor, und die Nitratgehalte dieser Messstellen liegen im Mittel über 5 mg/l, sodass ein untergeordneter Einfluss der Denitrifikation angenommen werden kann.

Den Erfolgskontrollmessstellen innerhalb der TGG wurden sogenannte Referenzmessstellen gegenübergestellt, die außerhalb der TGG liegen. Dieser Vergleich erfolgt relativ zueinander (Nitratgehalt im Jahr 2000 = 100%), da die Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen aufgrund von Unterschieden bzgl. der Verfilterungstiefe oder des Nitratabbaus durch Denitrifikation eventuell nicht direkt mit den Nitratgehalten der Referenzmessstellen vergleichbar sind. Analog zu den Erfolgskontrollmessstellen weisen die Referenzmessstellen überwiegend vollständige Datenreihen der Nitratgehalte für die Jahre 2000 bis 2015 auf und die Nitratgehalte liegen im Mittel ebenfalls über 5 mg/l. Damit die Referenzmessstellen nicht durch die Einflüsse der TGG beeinträchtigt werden, sind sie mindestens 100 m von der Außengrenze der TGG entfernt. Des Weiteren sind sie maximal 30 km von der nächsten Erfolgskontrollmessstelle entfernt, damit sich die Referenzmessstellen nicht in Regionen befinden, in denen keine Erfolgskontrollmessstellen vorkommen.

Die Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen mit einer Konzentration von über 5 mg/l waren in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells landesweit zwischen 2000 und 2015 um 15 % rückläufig. Dieser Rückgang vollzog sich vor allem im Zeitraum 2000 bis 2008, während sich die Nitratgehalte seit dem kaum veränderten. Auch in allen drei Großräumen NIs (Großräume sind in Abbildung B-27, farbig hinterlegt) war die Nitratkonzentration zwischen 2000 und 2015 insgesamt rückläufig, wenn auch auf unterschiedlichem Niveau. So gingen die Nitratgehalte im Festgesteinsgebiet zwischen 2000 und 2015 um 35 % zurück, während sie im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser lediglich um 16 % zurückgegangen sind. Im Vergleich zu dem Rückgang der Nitratgehalte innerhalb der TGG veränderten sich die Nitratgehalte in den Referenzmessstellen außerhalb der TGG zwischen 2000 und 2015 kaum, bzw. sind sogar leicht angestiegen und das sowohl landesweit als auch in den einzelnen Großräumen. So lagen die Nitratgehalte der Referenzmessstellen im Jahr 2015 in den einzelnen Großräumen zwischen 103 und 108 % vom Ausgangswert aus dem Jahr 2000 (Abbildung B-27).

Der Rückgang der Nitratgehalte in den TGG bei gleichbleibenden Nitratgehalten außerhalb der TGG ist auf die Arbeit im Rahmen des Kooperationsmodells zurückzuführen.

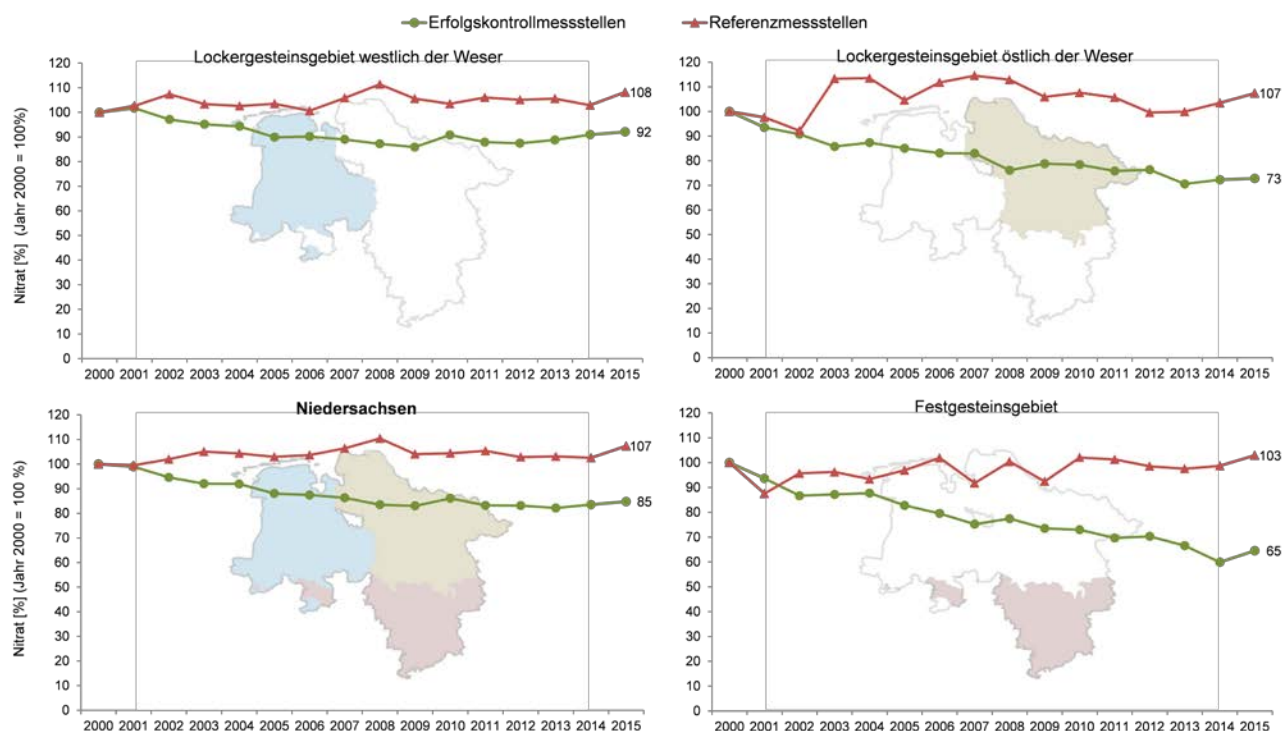


Abbildung B-27: Prozentuale Entwicklung der Nitratgehalte von Erfolgskontrollmessstellen innerhalb und von Referenzmessstellen außerhalb der TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2000 und 2015 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; N Nitratgehalt im Jahr 2000 = 100 %; 412 Erfolgskontroll- und 172 Referenzmessstellen)

Fazit und Ausblick

Den Grundwasserschutzmaßnahmen des Kooperationsmodells stehen in NI Entwicklungen gegenüber, die zusätzliche Nitratreinträge in das GW zur Folge haben und somit der erzielten Stickstoffminderung des Kooperationsmodells entgegenwirken. Zu nennen sind hier der zu hohe Wirtschafts- und Mineraldüngereinsatz, die Abnahme des Grünland- und Bracheanteils sowie der hohe Maisanteil und das hohe Aufkommen an Gärresten infolge des Betriebes von Biogasanlagen. Die Nitratgehalte im GW werden zusätzlich noch durch die Fließzeiten sowie den Nitratabbau durch die Denitrifikation beeinflusst. Das Zusammenspiel aller genannten Faktoren führte in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 1998 und 2014 im Mittel zu einem Rückgang der Stickstoff-Hoftorbilanzsalden (Fallbeispiel B.2.9) sowie zwischen 2000 und 2015 zu einem Rückgang der mittleren Nitratkonzentration im GW (Abbildung B-27), während die Hoftorbilanzsalden und die Nitratgehalte im GW außerhalb der TGG in diesen Zeiträumen nicht zurückgegangen sind (Fallbeispiel B.2.9 und Abbildung B-27). Dies ist Ausdruck dafür, dass die positiven Wirkungen der Maßnahmen des Kooperationsmodells in den TGG überwogen haben und spricht für einen Erfolg des Kooperationsmodells. Dabei fielen die Erfolge der Gewässerschutzberatung und der „Freiwilligen Vereinbarungen“ in den einzelnen Kooperationen unterschiedlich aus.

Die Notwendigkeit, in den TGG auch zukünftig Maßnahmen gegen Nitratreinträge in das GW im Sinne eines vorsorgenden Trinkwasserschutzes umzusetzen, besteht jedoch weiterhin. Einerseits vor dem Hintergrund der genannten Faktoren, die den Erfolgen des Kooperationsmodells entgegenstehen und



zum anderen aufgrund der hohen Nitratbelastung im GW (Abbildung B-26).

Kooperation und Freiwilligkeit bei der Maßnahmenumsetzung haben in NI eine lange Tradition. Die strikte Umsetzung und Kontrolle der örtlichen Wasserschutzgebietsverordnungen, der landesweiten Schutzgebietsverordnung und des landwirtschaftlichen Fachrechtes sowie die jeweilige Sanktionierung bei Verstößen sind jedoch die Basis für einen erfolgreichen Grund- und Trinkwasserschutz. Nur wenn die Schutzgebietsverordnungen und das landwirtschaftliche Fachrecht eingehalten werden, können die ergänzenden Maßnahmen des Kooperationsmodells sinnvoll darauf aufgesattelt werden.

B.2.8 Beratung Landwirtschaft

WRRL-Gewässerschutzberatung in Niedersachsen

Zusätzlich zur Umsetzung von grundlegenden Maßnahmen (Umsetzung des Fachrechtes, wie z. B. Umsetzung der DüV, Cross Compliance) werden den Landwirten vom Land NI ergänzende Maßnahmen angeboten. Die Umsetzung dieser ergänzenden Maßnahmenprogramme erfolgt mit einem kooperativen Ansatz und basiert auf dem Prinzip der Freiwilligkeit. Die in der „Zielkulisse Gewässerschutz“ in NI vorgesehenen Maßnahmenprogramme sehen spezielle Agrarumweltmaßnahmen und eine Gewässerschutzberatung vor. Die Gewässerschutzberatung wird in diesem Fallbeispiel genauer vorgestellt.

Entwicklung der Zielkulisse und der Beratungsschwerpunkte

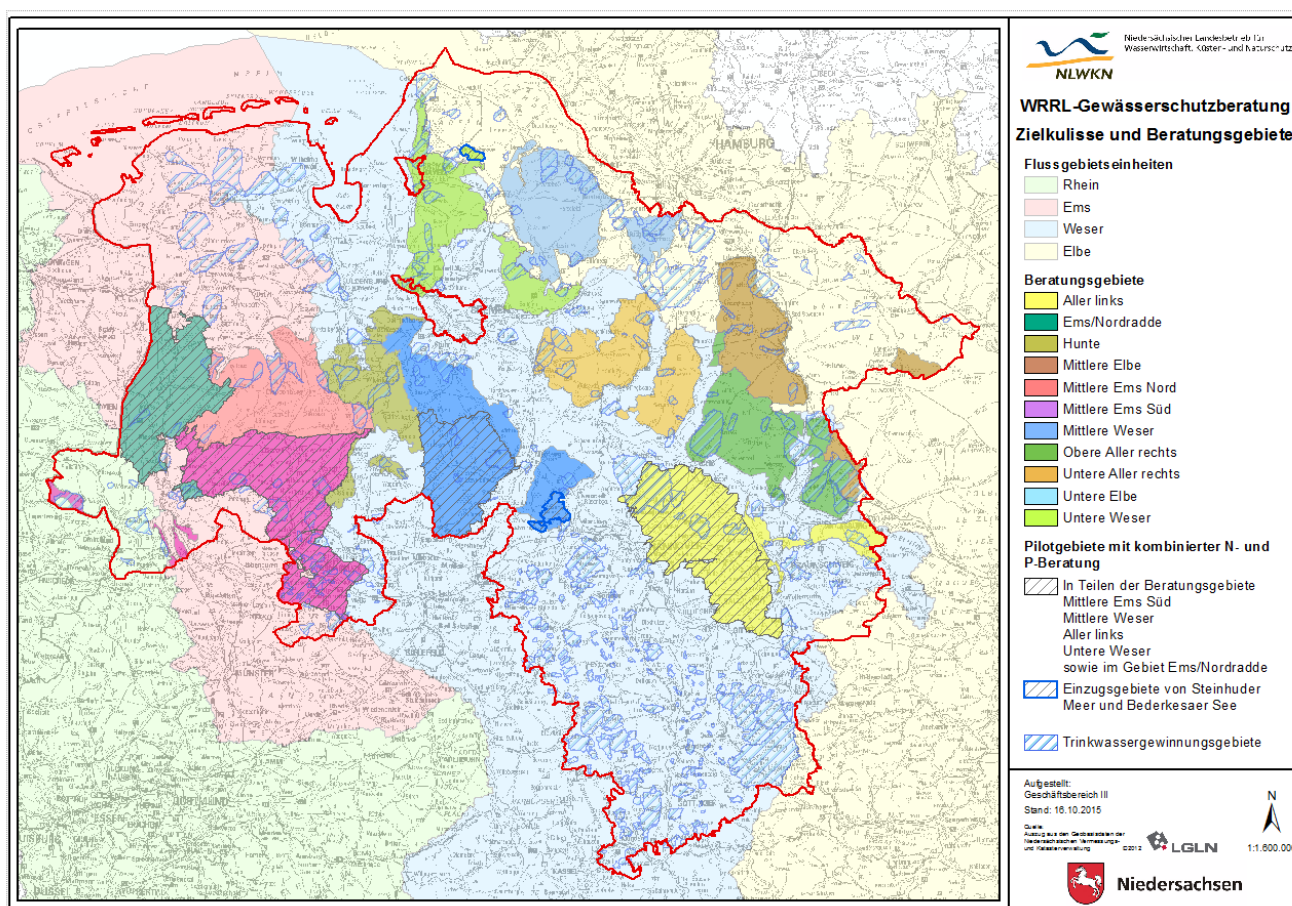


Abbildung B-28: Zielkulisse und Beratungsgebiete

Die Zielkulisse umfasst seit dem Jahr 2016 eine Fläche von 1,7 Mio. ha, davon sind 1 Mio. ha landwirtschaftliche Nutzfläche (Abbildung B-28). Diese Kulisse ist in elf einzelne Beratungsgebiete unterteilt. Seit Herbst 2010 erhalten Landwirte in Gebieten mit einer hohen Gefährdung des Grundwassers durch Nitrateinträge ein WRRL-Beratungsangebot zur GW schonenden Bewirtschaftung. Diese Beratung wird seitdem kontinuierlich in der gesamten Zielkulisse angeboten.

Seit 2014 neu im Blickfeld ist die Situation an ausgewählten Fließgewässern: Große Aue, Hase, Fuhse und Wietze. Die vier Flüsse liegen in den WRRL-Beratungsgebieten Mittlere Weser, Mittlere

Ems Süd und Aller links. Hier bietet das Land NI eine Beratung zur Verminderung von Nährstoffeinträgen an. Schwerpunkt dieser Gewässerschutzberatung ist, neben der für das GW bedeutenden Nitratbelastung, die Belastung mit Phosphat aus der Düngung. In besonders gefährdeten Bereichen der Gewässer im Bereich Ems-Nordradde werden diese Ziele seit Anfang 2016 umgesetzt. Die Gebiete mit einer solchen kombinierten Beratung sind in Abbildung B-28 grau schraffiert dargestellt.

Ebenfalls seit 2016 wird die landwirtschaftliche Beratung nach WRRL auch im Einzugsgebiet zweier Seen, dem Steinhuder Meer und dem Bederkesaer See, angeboten (die in Abbildung B-28 blau schraffierten Gebiete).

Der NLWKN hat die Beratung in den zwölf einzelnen Beratungsgebieten im Auftrag des niedersächsischen Umweltministeriums in einem EU-weiten Verfahren an vier Ingenieurbüros sowie die Landwirtschaftskammer NI vergeben. Für die Beratung steht ab 2016 ein Budget von jährlich 3,08 Mio. € zur Verfügung.

Aufbau der Gewässerschutzberatung

Um mit der Beratung sowohl eine hohe Wirkung wie auch eine hohe Reichweite zu erreichen, wird ein mehrstufiges Beratungskonzept angewendet. Die beratenen landwirtschaftlichen Betriebe sind in vier Klassen eingeteilt (Abbildung B-29).

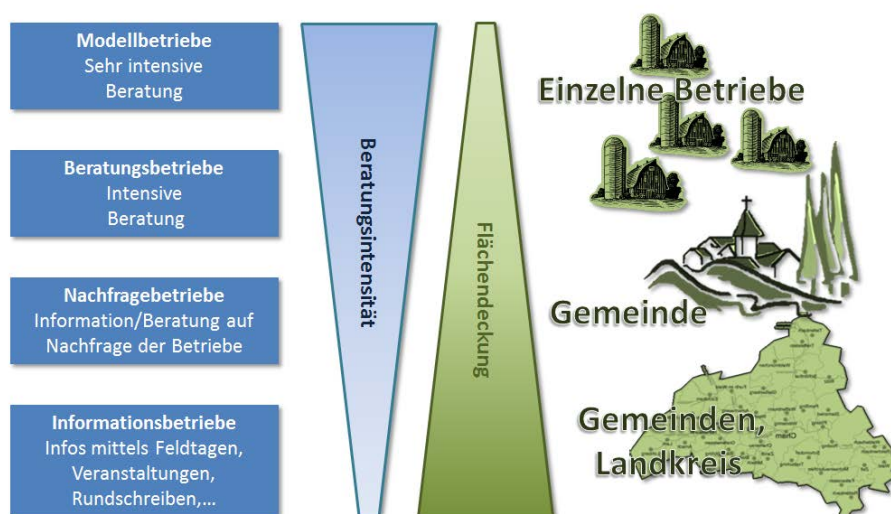


Abbildung B-29: Abgestuftes Beratungskonzept der Gewässerschutzberatung

Am intensivsten werden die Modellbetriebe beraten. In der Zielkulisse wurden insgesamt über 200 landwirtschaftliche Betriebe gefunden, die den Beratern und (in anonymisierter Form) dem NLWKN präzise Daten zu den betrieblichen Nährstoffflüssen zur Verfügung stellen. Die Berater haben für jedes Gebiet 15 bis 25 Betriebe ausgewählt, welche die typische landwirtschaftliche Struktur in den Beratungsgebieten darstellen. Die Modellbetriebsleiter bilden gemeinsam mit den Beratern, dem NLWKN sowie weiteren Multiplikatoren aus der Region Arbeitskreise, die sogenannten „WasserKreise“ oder „GrundwasserKreise“. Diese Arbeitskreise stellen die zentrale Beteiligungsstruktur in der Gewässerschutzberatung dar. Auch stehen die Modellbetriebsleiter für die Öffentlichkeitsarbeit zur Verfügung, zum Beispiel als Gastgeber für Feldbegehungen oder



Berufsschulklassen. In der seit 2012 laufenden Artikelserie zum Gewässerschutz im niedersächsischen landwirtschaftlichen Wochenblatt „Land & Forst“ ließen sich mehrere Modellbetriebe porträtieren.

Um die Effektivität der Beratung und somit die Umsetzung der Minderungspotenziale zu erhöhen, hat das Land NI die einzelbetriebliche Beratung im Jahr 2013 intensiviert. Zusätzlich zu den Modellbetrieben haben die Berater sogenannte Beratungsbetriebe gefunden. Dadurch wurde die Anzahl der beratenen Betriebe – je nach Gebiet – gegenüber den Modellbetrieben verdoppelt bis vervierfacht. Auch die Beratungsbetriebe stellen (in geringerem Umfang als die Modellbetriebe) anonymisierte betriebliche Daten für das Wirkungsmonitoring zur Verfügung.

Neben diesen beiden Betriebsgruppen gibt es noch die Nachfragebetriebe, welche unterschiedlich stark einzelbetrieblich beraten werden, aber nicht im selben Maß wie Modell- und Beratungsbetriebe, und die Informationsbetriebe, die überbetrieblich beraten werden. In diesen beiden Betriebsgruppen ist die Beratung am wenigsten intensiv, dafür ist die Reichweite sehr hoch. Auch diese Betriebe erzielen auf ihren Flächen positive Effekte für den Gewässerschutz.

Bewertung der Maßnahme

Wichtigstes Ziel der Beratung ist die Verringerung der betrieblichen Nährstoffüberschüsse. Wenn eine entsprechend solide Datenbasis vorliegt (z. B. eigene Analysen von Wirtschaftsdüngern, Naturalbericht der Buchführung), dann ist die Hoftorbilanz die genaueste Möglichkeit, um Nährstoffströme (und damit ggf. Nährstoffüberschüsse) zu erfassen. Das macht die Hoftorbilanz zu einem wichtigen Instrument sowohl für die Beratung als auch für die Erfolgskontrolle (Wirkungsmonitoring). Diese Daten dienen dazu, die N-Effizienz weiter zu erhöhen, indem mit ihrer Hilfe genaue Aussagen zur Nährstoffversorgung der Pflanzen und Böden getroffen und Düngeempfehlungen ausgesprochen werden können.

Auf Betriebsebene wurde die zeitliche Entwicklung der Erfolgsparameter von den Modellbetrieben mit langjähriger Datenreihe vom Ausgangszustand vor der Beratung in den Jahren 2007 bis 2010 bis 2014 betrachtet. In diesem Zeitraum gingen die flächengewichteten Hoftorbilanzüberschüsse in den Modellbetrieben von 70 kg N/ha kontinuierlich auf 49 kg N/ha zurück (siehe Abbildung B-30). Ähnlich war die Entwicklung beim Mineraldüngerzukauf, der in den Modellbetrieben von 126 kg N/ha auf 113 kg N/ha zurückging. Die N-Effizienz konnte im Mittel der Modellbetriebe von 64 % auf 79 % gesteigert werden. Der Feld-Stall-Bilanzsaldo in Beratungsbetrieben nahm von 52 kg N/ha auf 21 kg N/ha ab. Lediglich bezüglich des N-Düngeüberschusses sowie der N-Anrechnung von Wirtschaftsdüngern konnten im Zeitraum 2007/10 bis 2014 keine positiven Entwicklungen auf Betriebsebene erzielt werden.

In den Modellbetrieben lag die Reduktion der Hoftorbilanzsalden im gesamten Zeitraum 2011 bis 2014 bei rund 540 t Stickstoff. In den Beratungsbetrieben wurden Feld-Stall-Bilanzdaten und keine Hoftorbilanzdaten erhoben. Die Beratung begann in den Beratungsbetrieben im Jahr 2013, in einigen Beratungsgebieten sogar erst im Jahr 2015. In der Summe ist der N-Feld-Stall-Bilanzsaldo der Beratungsbetriebe in den Jahren 2013 und 2014 um rund 300 t N zurückgegangen. Aus der Reduktion der N-Hoftorbilanzsalden in den Modellbetrieben und der Reduktion der Feld-Stall-Bilanzsalden in den Beratungsbetrieben, ergab sich für den Zeitraum 2011 bis 2014 eine Gesamtreduktion der N-Salden in Höhe von rund 840 t N.

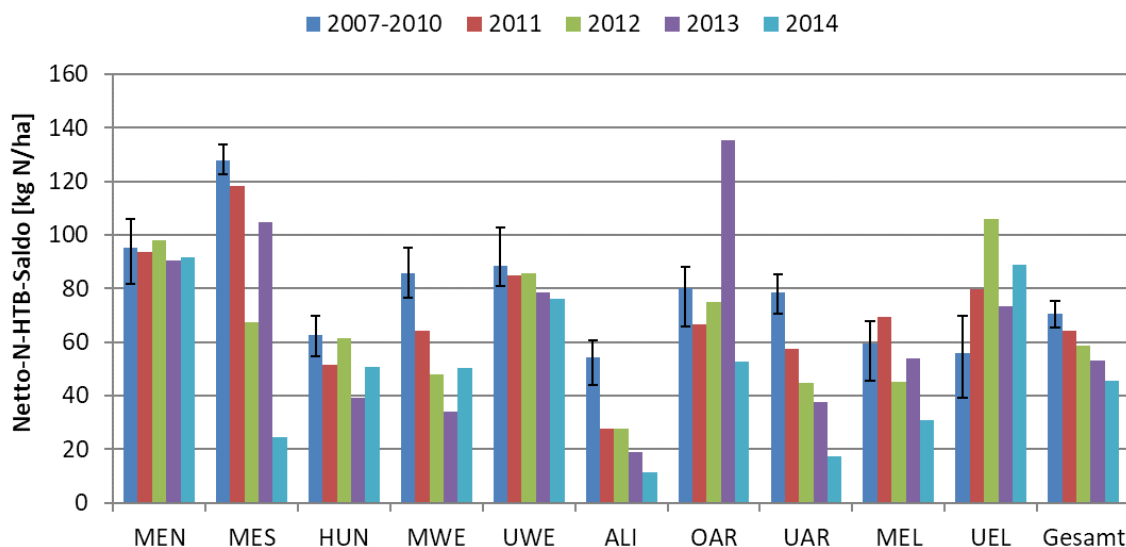


Abbildung B-30: Hoftorbilanzsalden der Modellbetriebe mit langjähriger Datenreihe

(Abkürzungen der Beratungsgebiete: MEN – Mittlere Ems Nord; MES – Mittlere Ems Süd; HUN – Hunte; MWE – Mittlere Weser; UWE – Untere Weser; ALI – Aller links; OAR – Obere Aller rechts; UAR – Untere Aller rechts; MEL – Mittlere Elbe; UEL – Untere Elbe)

Fazit

Auf den beratenen Modellbetrieben ist die Wirkung der Beratung in Bezug auf die einzelnen Erfolgsparameter sehr hoch. So entspricht beispielsweise der zwischen 2007/10 und 2014 auf den Modellbetrieben erzielte Rückgang der Hoftorbilanzüberschüsse in Höhe von 21 kg N/ha einer N-Reduktion in Höhe von nahezu 17.000 t N, wenn die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche der aktuellen Maßnahmenkulisse Nitratreduktion (ohne die bereits mit Beratungsangebot versehene landwirtschaftliche Fläche der TGG) so beraten werden würde wie die Modellbetriebe. Tatsächlich deckte die Beratung der Modell- und Beratungsbetriebe im Jahr 2011 ca. 2,5 % und im Jahr 2014 ca. 7,4 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche der Maßnahmenkulisse Nitratreduktion ab. Aufgrund der auf den Modell- und Beratungsbetrieben erzielten Wirkungen ist nicht davon auszugehen, dass die Nitratgehalte im oberflächennahen GW in der gesamten Zielkulisse Gewässerschutz zurückgehen. Neben den direkt in den Modell- und Beratungsbetrieben erzielten Verbesserungen ergeben sich zusätzliche Multiplikatoreneffekte, die allerdings nicht belastbar quantifiziert werden können. In Bezug auf die Verbesserung der Nitratgehalte im GW kommt hinzu, dass sich die Wirkung der Grundwasserschutzmaßnahmen, aufgrund der langsamen Stoffverlagerungsprozesse aus dem Boden über das Sickerwasser in das GW, in der Regel erst mit entsprechender Zeitverzögerung nachweisen lässt. Auch die Effekte der Gewässerschutzberatung in den Oberflächengewässern werden sich in Zukunft nachweisen lassen.

Bei einer höheren Abdeckung der beratenden Modell- und Beratungsbetriebe sowie einem höheren Abschluss an Agrarumweltmaßnahmen ließe sich eine entsprechend höhere N-Reduktion erzielen.



B.2.9 Entwicklung der Stickstoff-Hoftorbilanzüberschüsse und des Stickstoff-Mineraldüngerzukaufs innerhalb und außerhalb von Beratungsgebieten anhand von Referenzbetrieben

Einleitung

Bei N- Hoftorbilanzen wird N, der den landwirtschaftlichen Betrieb in Form von pflanzlichen und tierischen Marktprodukten verlässt, von der N-Menge subtrahiert, die dem Betrieb z. B. in Form von Handelsdüngern, Futtermitteln oder durch den Import organischer Düngemittel zugeführt wurde. In der Netto-Bilanz werden zusätzlich gasförmige Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverluste von Wirtschaftsdüngern in Abzug gebracht.

N- Hoftorbilanzüberschüsse stellen ein Maß für die potenziellen N-Einträge in die Umwelt dar und werden deshalb in vielen TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells sowie in der WRRL-Maßnahmenkulisse als Erfolgsindikator für die Wirksamkeit der durchgeführten Grundwasserschutzmaßnahmen, insbesondere der Beratung, eingesetzt.

Landesweit liegen N-Hoftorbilanzsalden ab dem Jahr 1998 aus vielen TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells vor. In der WRRL-Maßnahmenkulisse wurden N-Hoftorbilanzen für einen Ausgangszeitraum vor der Beratung (2007 bis 2010) und ab dem ersten Beratungsjahr (2011) von rund 150 Modellbetrieben erhoben.

Um die Entwicklung der N-Überschüsse in den TGG sowie in der WRRL-Maßnahmenkulisse noch besser beurteilen zu können, wurde in diesem Projekt die Entwicklung von Hoftorbilanz-Salden außerhalb der Beratungsgebiete ermittelt, um diese Referenzwerte mit den Überschüssen innerhalb der Beratungsgebiete zu vergleichen.

Eine wesentliche Bilanzgröße der N-Hoftorbilanz stellt der Zukauf an mineralischem N-Dünger dar. Diesen zu reduzieren und damit den eingesetzten Wirtschaftsdünger besser anzurechnen ist bei gleichbleibendem Wirtschaftsdüngeranfall eines der Hauptziele der Gewässerschutzberatung. Aus diesem Grund wurde der N-Mineraldüngerzukauf ebenfalls in diesem Projekt betrachtet.

Das landesweite Modell- und Pilotprojekt des NLWKN wurde von der Ingenieurgemeinschaft für Landwirtschaft und Umwelt (IGLU, Göttingen) bearbeitet und im September 2015 veröffentlicht (NLWKN, 2015). Im Jahr 2016 wurde das Projekt fortgeschrieben, indem die N-Hoftorbilanzen der Referenzbetriebe für zwei weitere Jahre erhoben und ausgewertet wurden (NLWKN, 2016).

Aufbau des Referenzbetriebsnetzes

Für die in dem Projekt vorgenommenen Vergleiche der N-Hoftorbilanzsalden innerhalb und außerhalb der Beratungsgebiete wurde ein Referenzbetriebsnetz mit insgesamt 82 landwirtschaftlichen Betrieben in NI aufgebaut. In einer Vorauswahl wurden Betriebe über 50 Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche im Umfeld von Gebieten mit Grundwasserschutzmaßnahmen ermittelt, die aber keine landwirtschaftlich genutzten Flächen in diesen Gebieten aufweisen. Die Betriebsauswahl erfolgte auf der Basis einer Zufallsstichprobe von über 500 Betrieben. Da in den TGG Nordwest-Niedersachsens keine Hoftorbilanzen erhoben werden, wurden in diesem Bereich auch keine Referenzbetriebe zu den TGG installiert. In den landesweiten Mittelwerten finden solche überwiegend viehstarken Gebiete insofern Berücksichtigung, als die Mittelwertbildung flächengewichtet anhand der flächenhaft vorliegenden Wirtschaftsdüngerklassen erfolgt.

Von den teilnehmenden 82 Betrieben haben 64 Betriebe einen räumlichen Bezug zu den TGG mit langjähriger Hoftorbilanz-Erfassung (TGG-Referenzbetriebe), 52 Betriebe dienen aufgrund ihrer Lage

als WRRL-Referenzbetriebe. 34 Betriebe gehören zu beiden Gruppen (Abbildung B-31). Die Datenbereitstellung umfasste für die TGG-Referenzbetriebe die Jahre 1998 bis 2014 und für die WRRL-Referenzbetriebe, aufgrund des späteren Beginns der Beratung, den Zeitraum 2007 bis 2014. Die Betriebsleiter wurden für ihren Aufwand bzgl. der Datenbereitstellung in der ersten Projektphase mit 450 € bzw. 250 € und für die Fortführung in der zweiten Projektphase mit 150 € honoriert.

Als Datenbasis für die rückwirkende Erstellung der Hoftorbilanzen dienten Buchführungsdaten, die durch andere Unterlagen und Befragungsdaten ergänzt wurden. Insgesamt wurden 1.400 jahresechte Hoftorbilanzen berechnet.

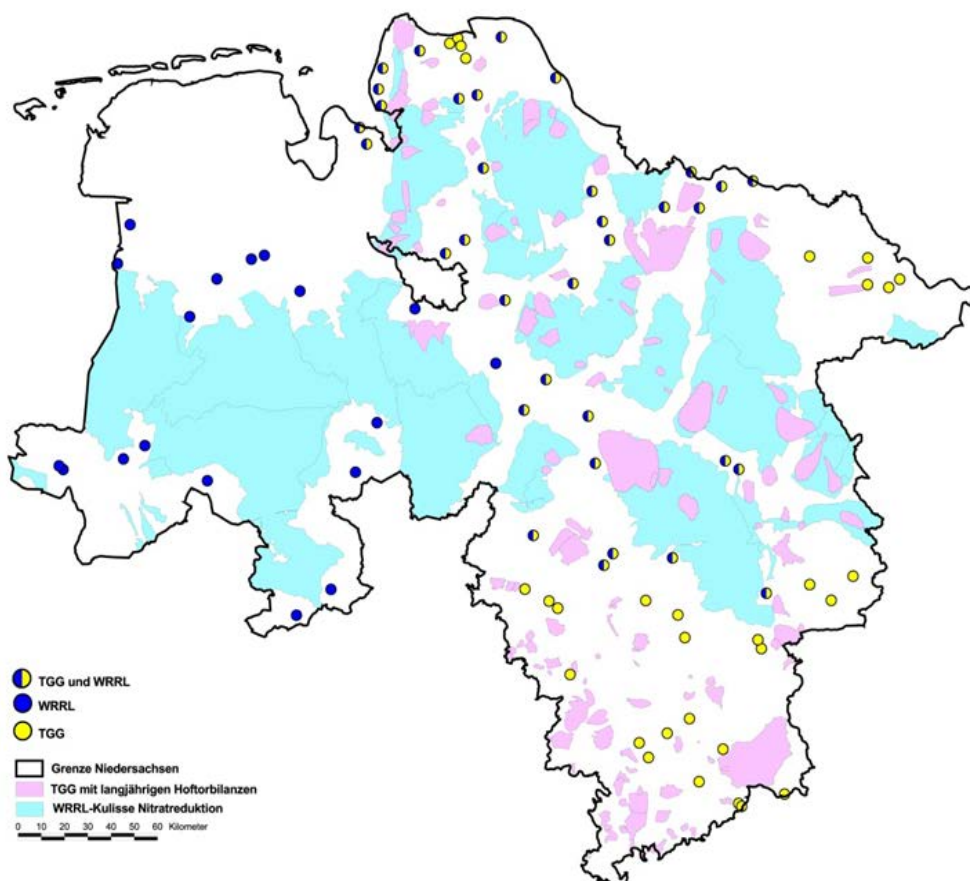


Abbildung B-31: Lage der Referenzbetriebe zu den jeweiligen Kulissen

Ergebnisse

In der Gewässerschutzberatung Niedersachsens hat sich seit Beginn der N-Bilanzierung die einleitend dargestellte Netto-N-Hoftorbilanz etabliert, da sie nach Abzug der gasförmigen N-Verluste das Verlustpotenzial in die Hydrosphäre aufzeigt, was mit Hilfe der Gewässerschutzmaßnahmen reduziert werden soll. Aufgrund der in der Gewässerschutzberatung Niedersachsens vorherrschenden Netto-N-Hoftorbilanz, wurde der Vergleich der N-Bilanz innerhalb und außerhalb der Beratungsgebiete auch in diesem Projekt ausschließlich anhand der Netto-N-Hoftorbilanzsalden vorgenommen.

Aufgrund unterschiedlicher Faktoren, die die N-Salden beeinflussen, wie z. B. Standortfaktoren, Bewirtschaftungseinflüsse oder mögliche Selektionseffekte bei der Beteiligung der Referenzbetriebe,

sind die Salden der Referenzbetriebe nicht direkt mit den Salden in den Beratungsgebieten vergleichbar. Aus diesem Grund werden die N-Salden in den Beratungsgebieten und den Referenzbetrieben nachfolgend in Bezug zum Ausgangswert (= 100 %) prozentual dargestellt.

In den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells nahmen die Netto-N-Hoftorbilanzsalden zwischen 1998 und 2014 auf ca. 70 % des Ausgangswertes ab. In den TGG-Referenzbetrieben fand dagegen keine deutliche Abnahme der Salden statt. Hier variierten die Werte zwischen ca. 80 und 110 % (Abbildung B-32).

Ein ähnliches Bild zeigte sich auch beim mineralischen N-Düngerzukauf. In den TGG ging der N-Mineraldüngerzukauf zwischen 1998 und 2014 um 13 % zurück, während er sich in den Referenzbetrieben kaum veränderte und 2014 nahezu wieder das Ausgangsniveau aus dem Jahr 1998 erreichte (Abbildung B-32).

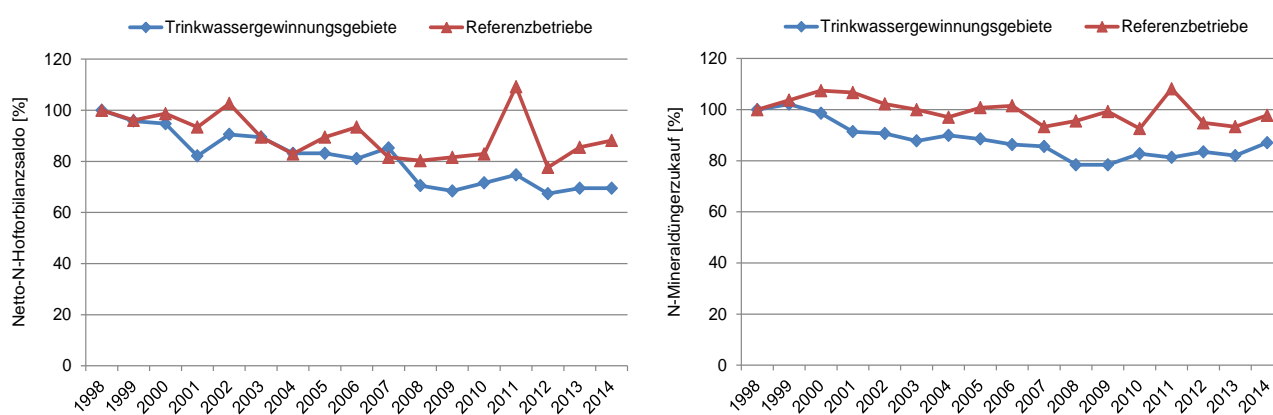


Abbildung B-32: Prozentuale Entwicklung der Netto-N-Hoftorbilanzsalden (links) und des N-Mineraldüngerzukaufs (rechts) in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells und in den TGG-Referenzbetrieben (Ausgangssituation 1998 = 100 %)

Da in der WRRL-Maßnahmenkulisse erst im Jahr 2011 mit der Gewässerschutzberatung begonnen wurde, erfolgte die Betrachtung der Entwicklung der N-Salden und des N-Mineraldüngerzukaufs in der WRRL-Maßnahmenkulisse in den Jahren 2011 bis 2014 im Vergleich zum Zeitraum 2007 bis 2010.

In der WRRL-Maßnahmenkulisse gingen die Netto-N-Hoftorbilanzsalden bis 2014 stetig auf 70 % des Ausgangswertes zurück, während die Hoftorbilanzsalden in den WRRL-Referenzbetrieben sogar auf 120 % des Ausgangswertes angestiegen sind.

Bezüglich der Entwicklung des mineralischen N-Düngerzukaufs fielen die Unterschiede zwischen der WRRL-Maßnahmenkulisse und den WRRL-Referenzbetrieben dagegen deutlich geringer aus als bezüglich der Hoftorbilanzsalden. So ging der mineralische N-Düngerzukauf in der WRRL-Maßnahmenkulisse zwischen 2007/10 bis 2014 um 10 % zurück und in den WRRL-Referenzbetrieben ist er bis 2014 um 6 % angestiegen.

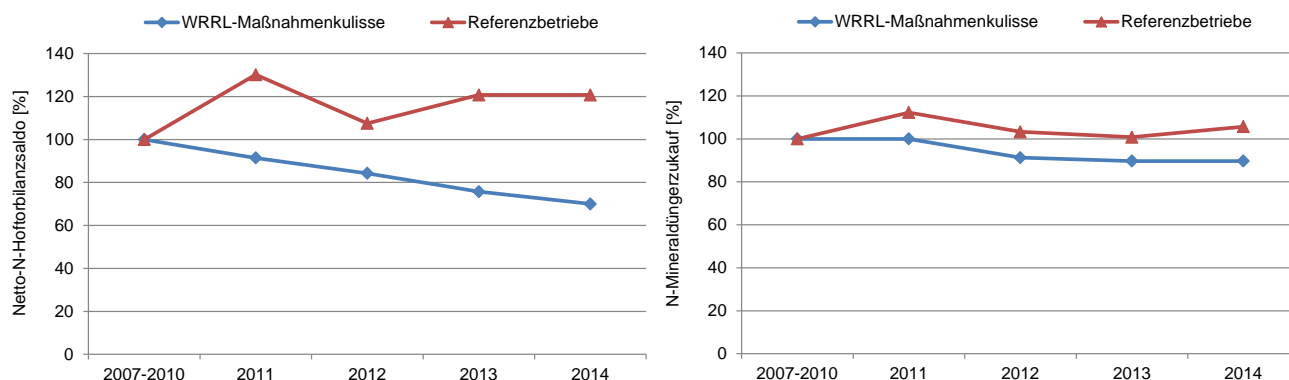


Abbildung B-33: Prozentuale Entwicklung der Netto-N-Hoftorbilanzsalden und des N-Düngerzukaufs in der WRRL-Maßnahmenkulisse und in den WRRL-Referenzbetrieben (Ausgangssituation 2007-2010 = 100 %)

Fazit

Im Rahmen dieses Modell- und Pilotprojektes wurden die Netto-N-Hoftorbilanzsalden und der N-Mineraldüngerzukauf zwischen den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells sowie der WRRL-Maßnahmenkulisse und den jeweiligen Referenzbetrieben miteinander verglichen. Dieser Vergleich zeigte, dass sowohl die N-Überschüsse wie auch der N-Mineraldüngerzukauf in den Beratungsgebieten rückläufig waren, während sich diese beiden Größen in den Referenzbetrieben außerhalb der Beratungsgebiete kaum verändert haben. Diese positiven Entwicklungen in den Beratungsgebieten im Vergleich zur Stagnation außerhalb der Beratungsgebiete sind ein klares Indiz für den Erfolg der intensiven Gewässerschutzberatung und der umgesetzten flächenbezogenen Grundwasserschutzmaßnahmen.



B.3 Nährstoffretention

B.3.1 Moorschutz und Feuchtgebiete

Einleitung

Feuchtgebiete sind Flächen, die zumindest zeitweise unter Wasser stehen und entsprechende Vegetationstypen und Arten aufweisen, die an wassergesättigte Böden angepasst sind.

Zu den natürlichen Feuchtgebieten gehören z. B. Quellen, Gewässer mit ihren Verlandungszonen, Hoch- und Niedermoore, Überschwemmungsgebiete der Flussauen sowie Flachwasserzonen an Nord- und Ostsee. Moore sind von einem Überschuss an Regen- oder Mineralbodenwasser abhängige Lebensräume, die in ungestörtem Zustand eine torfbildende Vegetation aufweisen. Dabei handelt es sich häufig um weitgehend gehölzarme bzw. gehölzfreie Offenlandschaften, die durch Wollgrasriede, Röhrichte und Seggenriede als natürliche Vegetation geprägt sind. Aber auch Erlenbruchwälder zählen zu den charakteristischen Vegetationsausprägungen. Als Moore werden in diesem Zusammenhang Böden bezeichnet, die aus Torfen mit einem Masseanteil von > 30 % organischer Substanz und einer Mächtigkeit von über 30 cm bestehen.

Moorböden sind in zweierlei Hinsicht von Bedeutung: Entwässerte, insbesondere landwirtschaftlich genutzte Moore tragen unmittelbar und erheblich zum Nährstoffeintrag in die Oberflächengewässer bei. Intakte Moore und Feuchtgebiete dagegen verbessern die Wasserqualität von unterliegenden Gewässern, da dem hindurchfließenden Wasser während der Passage Nähr- und Schadstoffe entzogen werden. Eine möglichst lange Verweilzeit des Wassers im Gebiet fördert Retentionsprozesse wie Sedimentation, Adsorption am Sediment, Akkumulation in Biomasse und Entgasung. Insbesondere wachsende Moore haben ein großes Wasserspeicher- und -rückhaltevermögen und bilden einen Filter für nährstoffreiches Wasser, vielfach aus einem mehrfach größeren Einzugsgebiet. Insbesondere die Torfbildung entzieht den entsprechenden Kreisläufen langfristig Kohlenstoff- und Nährstoffverbindungen.

Viele Moore und Feuchtgebiete sind infolge der Jahrzehnte bis Jahrhunderte andauernden Nutzung in unterschiedlichem Maße entwässert und können heute ihre natürliche Funktion für Wasser- und als Stoffrückhalt in der Landschaft nur noch eingeschränkt oder gar nicht erfüllen. Die Wiederherstellung natürlicher oder das Anlegen künstlicher Feuchtgebiete sind daher geeignete Maßnahmen, die zur Minderung der diffusen Nährstoffbelastungen in den Gewässern beitragen können. Da in der Bewirtschaftungsplanung auch auf den Erhalt grundwasserabhängiger Landökosysteme zu achten ist, dienen diese Maßnahmen gleichermaßen der Verbesserung des Wasserhaushalts.

Fallbeispiel Maßnahme Moorschutz und Feuchtgebiete

In Mecklenburg-Vorpommern wurden seit 1991 Projekte zur Revitalisierung von Mooren auf einer Fläche von ca. 26.000 ha umgesetzt. Seit dem Jahr 2000 wird aufgrund der landesweiten Bedeutung von Mooren in Mecklenburg-Vorpommern ein „Konzept zum Bestand und zur Entwicklung der Moore“ umgesetzt. Mit der stärkeren Wahrnehmung des Klimawandels fand die weltweite Klimarelevanz der Moore in den wissenschaftlichen und politischen Diskussionen mehr Beachtung. Das Moorschutzkonzept wurde daher im Jahr 2009 fortgeschrieben, um diesen Aspekt sowohl bei der Renaturierung als auch bei der moorschonenden Nutzung stärker zu berücksichtigen.



Ein Beispiel für ein gelungenes Projekt ist das „Feuchtlebensraummanagement im Biosphärenreservat Schaalsee“. Das Projektgebiet mit einer Größe von ca. 160 ha liegt im UNESCO-Biosphärenreservat Schaalsee – an der Landesgrenze zwischen Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein, in den Naturschutzgebieten (NSG) Moorrinne von Klein Salitz bis zum Neuenkirchener See, im NSG Weißes und Schwarzes Moor und im NSG Niendorfer-Bernstorfer Binnensee und im EU-Vogelschutzgebiet Schaalsee-Landschaft. Im Rahmen dieses Projekts wurden mehrere Teilmaßnahmen zur Wiederherstellung der ursprünglichen Abflussbahn der Bek zwischen Klein Salitz und Neuenkirchener See unter Einbeziehung der Kneeser Bek durchgeführt. Die Biosphärenreservatsverwaltung stellte 1996 den Förderantrag bei der Europäischen Kommission. Im Jahr 1998 wurde die Zuwendung erteilt. Die Planungen wurden auf der Grundlage des Pflege- und Entwicklungsplanes erarbeitet. Im März 2002 erging der Planfeststellungsbeschluss für die wasserbaulichen Arbeiten. Da gegen den Beschluss geklagt wurde, konnte die Planung erst 2012/13 umgesetzt werden.

Die ersten Eingriffe in den Wasserhaushalt des Gebiets begannen im 18. Jahrhundert und fanden in den 1970er Jahren ihren Höhepunkt. Dazu gehörten z. B. die Durchquerung einer Mineralbodenschwelle beim Anlegen künstlicher Fließgewässer, Flussbettbegradigungen und –vertiefungen sowie der Bau des Schöpfwerks in der Kneeser Niederung. Das Schöpfwerk wurde bereits Anfang der 1990er Jahre zurückgebaut. Die Bek wurde begradigt, zusätzlich wurden Binnengräben angelegt und Flächen zur intensiveren landwirtschaftlichen Nutzung entwässert (dräniert). Es kam zum Artenrückgang und zum Abbau des Moorkörpers. Die Ziele des Renaturierungsprojekts waren.

- Annäherung an den ursprünglichen Gerinneverlauf der Bek,
- Erhaltung und Wiederherstellung der natürlichen Wasserstands- und Abflussverhältnisse,
- Wasserrückhaltung und dauerhafte Anhebung des Wasserspiegels zur Sicherung und Revitalisierung der Moore (Hochmoore: Schwarzes und Weißes Moor, Niedermoore: Bruderhorst, Wulfskammer, Neuenkirchener Niederung und Kneeser Niederung),
- Revitalisierung der bachbegleitenden Erlen-Eschenwälder (prioritärer Lebensraum nach Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie) sowie
- Erhaltung und Wiederherstellung von Lebensräumen für prioritäre Arten wie Rohrdommel und Wachtelkönig.

Im Rahmen der bautechnischen Umsetzung 2012/2013 wurden in der Kneeser Bek und in der Bek insgesamt acht Sohlschwellen zur Wasserstandsanhhebung eingebaut, zwei Rohrleitungen sowie die Binnengräben in der Kneeser Niederung an elf Punkten verschlossen und eine Verrohrung bei Bockstanz durch einen naturnahen Gewässerausbau ersetzt. Um die am Projektgebiet anliegenden landwirtschaftlich genutzten Flächen nicht zu beeinträchtigen wurden einmündende Rohrleitungen und Dränagen höher gelegt oder als Gräben geöffnet. Beim Schwarzen Moor sorgt eine verbindende Rinne von der Kneeser Bek zur Bek für Entlastung im Falle starker Niederschlagsereignisse. Die Umgestaltungen in/an den Fließgewässern begünstigen die früher natürlicherweise auftretenden häufigen Überschwemmungen der Talräume und heben die Grundwasserstände in den Moor- und Feuchtgebieten, den Wasserspiegellagen des Fließgewässers folgend an. Defizite im Bodenwasserhaushalt werden kompensiert und die Lebensraumfunktion dieser Standorte für eine spezialisierte Flora und Fauna wiederhergestellt.



Drei Grabenverschlüsse und der verschlossene Stau am Ablauf heben den Wasserstand im Weißen Moor wieder an. Die Moorkörper im Schwarzen Moor sowie Wulfskammer und Bruderhorst werden durch den höheren Wasserstand wegen der Sohlschwellen in der Bek wiedervernässt bzw. erhalten.

Infolge der ergriffenen Maßnahmen verbesserte sich der Wasser- und Stoffhaushalt in den Teilgebieten. Beispielhaft zeigt Abbildung B-34 die Entwicklung der $\text{NO}_3\text{-N}$ - und TN-Konzentrationen an der Messstelle oberhalb des Neuenkirchener Sees von 2012 bis 2015. Die nördlich an die Messstelle angrenzende rund 100 ha große Grünlandfläche wurde bis 2001 intensiv genutzt. Seit 2002 liegen extensive Grünlandverträge auf den Flächen. Nach der Wiedervernässung durch Grabenverschlüsse im Jahr 2012 bestehen im Teilgebiet Flächen, die bei mittleren Abflussverhältnissen (MQ) wiedervernässt (Grundwasserstand 0 bis 0,4 dm unter Flur) oder bereits überstaut sind. Die landwirtschaftliche Nutzung wurde ebenso wie die Unterhaltung an den meisten Vorflutern sowie die Gehölzpflege eingestellt. Die Grundstücke wurden aufgekauft bzw. im Bodenordnungsverfahren Neuenkirchen dem Zweckverband "Schaalsee-Landschaft" zugeordnet.

Der Jahresverlauf der Werte zeigt das typische Muster für diffuse Belastungen, die abfluss-abhängig in den Wintermonaten als Hauptaustragsperiode ansteigen. Auch, dass $\text{NO}_3\text{-N}$ die dominierende Verbindung der TN-Werte darstellt, deutet auf diffuse Belastungen hin. Seit Umsetzung der Maßnahme ist über das gesamte Jahr ein deutlich sinkender Verlauf der $\text{NO}_3\text{-N}$ - und TN-Konzentrationen zu beobachten. Da $\text{NO}_3\text{-N}$ insbesondere bei höheren Temperaturen und längeren Verweilzeiten (aufgrund geringerer Durchflussmengen) denitrifiziert wird, sind folgende Effekte zu erkennen: Die Sommerwerte sind im Vergleich zu 2012 deutlich niedriger (nahezu Null) und die Zeitspannen niedriger Sommerwerte haben sich erheblich verlängert. Die jährlichen Austragsspitzen im Januar/Februar liegen noch auf dem vorherigen Niveau, was auf niedrigere Temperaturen und höhere Durchflüsse im Winter bei gleichbleibend hoher Belastung aus dem umliegenden landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet zurückzuführen ist. Die Jahresdurchschnittswerte für Nitrat-N haben sich in den Folgejahren im Vergleich zu 2012 ungefähr halbiert (von 4,5 mg/l auf rd. 2 mg/l). Etwas schlechter fällt das Jahr 2015 aus. Insgesamt belegen diese Werte klar die belastungsmindernde Wirkung der Wiedervernässung des Niedermoores für N.

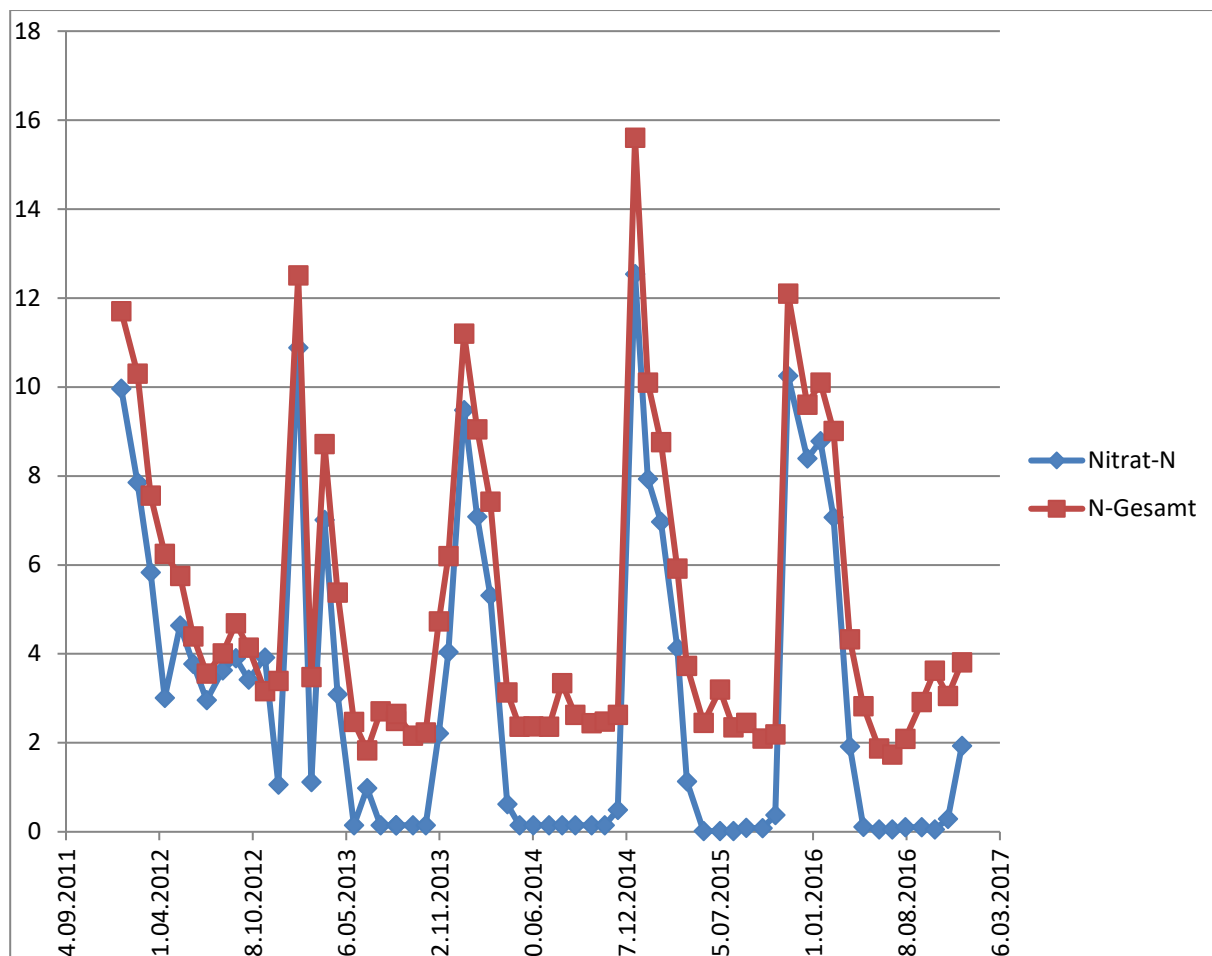


Abbildung B-34: Entwicklung der $\text{NO}_3\text{-N}$ - und TN-Konzentrationen nach der Wiedervernässung oberhalb des Neuenkirchener Sees

Etwas anders stellt sich die Entwicklung bei den $\text{o-PO}_4\text{-P}$ - und TP-Werten dar. Im Vergleich zu 2012 steigen beide Parameter in den beiden Folgejahren stark an ($\text{o-PO}_4\text{-P}$ von 0,03 mg/l auf bis zu 2,3 mg/l). Hohe Werte sind nur in den Sommermonaten (Mai bis Oktober) zu verzeichnen. Diese Entwicklung ist wahrscheinlich auf die bereits vielfach beobachtete kurzzeitige Phosphor-Freisetzung nach Beginn der Wiedervernässung von ehemals landwirtschaftlich bewirtschafteten Mooren zurückzuführen. In den Jahren 2015 und sanken die Konzentrationen wieder ab (0,19 bzw. 0,14 mg/l), so dass erwartet wird, dass die P-Austräge langfristig unter den Orientierungswerten bleiben.

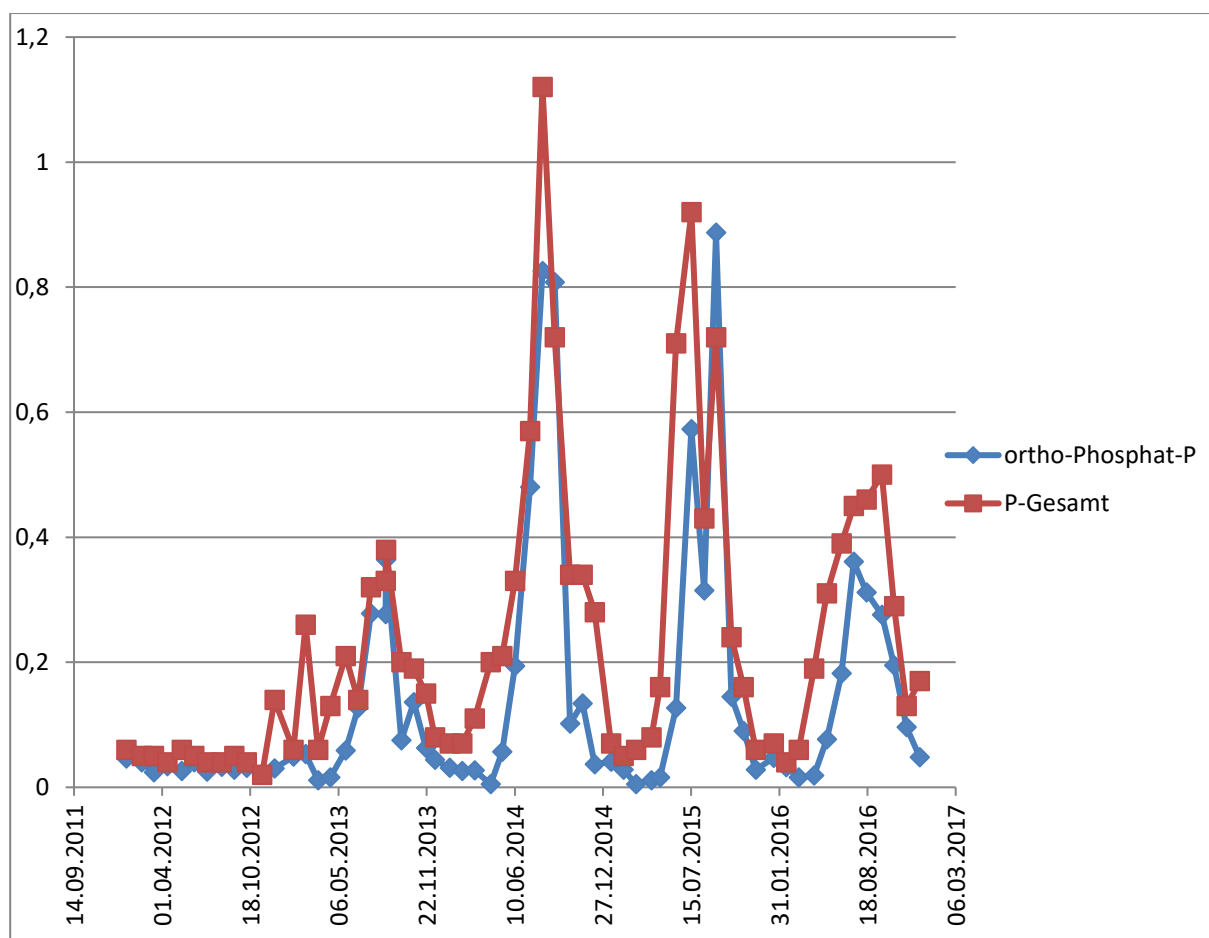


Abbildung B-35: Entwicklung der $o\text{-PO}_4\text{-P}$ - und TP-Konzentrationen nach der Wiedervernässung oberhalb des Neuenkirchener Sees

Fallbeispiel Retentions-Feuchtgebiet Neukloster

Das Projekt befindet sich nahe der mecklenburgischen Kleinstadt Neukloster. Deren Kläranlage entlässt das gereinigte Abwasser nach der Passage von zwei Stapelteichen in einen nahegelegenen Graben, der nach ca. 2,8 km Fließstrecke in den Neuklostersee mündet. Die Kläranlage der Größenklasse 3 nach AbwV (8.000 Einwohnerwerte) besitzt eine sehr gute Reinigungsleistung. Dennoch wurden zum Schutz des Neuklostersees als FFH-Gebiet und Badesees Lösungsmöglichkeiten zur weiteren Nährstoffreduzierung gesucht. In einer durch den Graben entwässerten Senke mit mehreren Metern mächtigen Torfen sollte ein Retentions-Feuchtgebiet entstehen. Bei der Bestandsaufnahme für die Projektplanung vorgenommene stichprobenhafte Messungen an vorgefundenen Dränausläufen zeigten eine hohe Nitratbelastung aus der benachbarten 127 ha großen Dränfläche. Deshalb wurde entschieden, das Retentions-Feuchtgebiet sowohl für das gereinigte Abwasser der Kläranlage als auch das Dränwasser zu dimensionieren.

Im Jahr 2011 wurde das rund 2 ha große Feuchtgebiet fertiggestellt (Mehl & Kästner 2012). Es besitzt eine Längsausdehnung von etwa 210 m, eine Breite zwischen 120 m und 40 m und beinhaltet rund 5.700 m³ Wasservolumen. Die mittlere Wassertiefe beträgt 30 cm, in den Tiefzonen ca. 80 cm. Die rechnerische Aufenthaltszeit des Wassers im Feuchtgebiet ist fünf Tage. Es wurden Gestaltungselemente wie Inseln zur Verbesserung der Wasserverteilung im Gebiet und Tiefzonen zur Querschnittsaufweitung und damit Unterstützung des Sedimentierens von P sowie anderen partikulären Substanzen eingebaut (siehe Abbildung B-36, aus der o. g. Quelle entnommen).

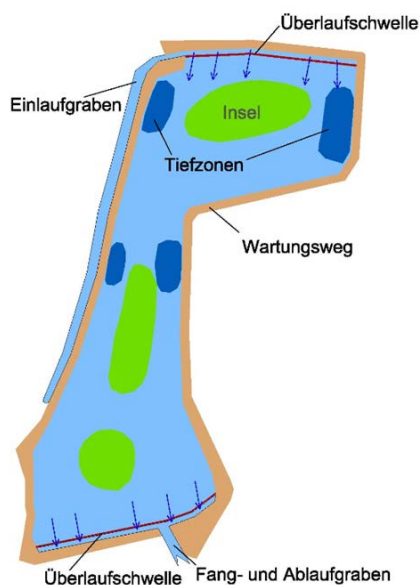


Abbildung B-36: Schema der funktionalen Gestaltung des Feuchtgebiets Neukloster

Der Sammel- und Einlaufgraben dient der Fassung der einmündenden Dränsammler und nimmt die Zuleitung aus der Kläranlage auf, um das Wasser beruhigt und gleichmäßig in das nachgeschaltete Feuchtgebiet überzuleiten. Der Ablaufgraben dient der Fassung des aus dem Feuchtgebiet austretenden Wassers sowie dessen Zuführung in den Graben zum Neuklostersee. Eine Besonderheit sind die beiden über die gesamte Breite des Zu- und Ablaufs angeordneten Überlaufschwellen aus Eichenholzbohlen, die ein gleichmäßiges, flächiges Durchströmen des Feuchtgebiets gewährleisten sollen. An den Böschungen der Inseln wurde eine Initialbepflanzung mit Stauden und Gräsern mit bewährten Repositionspflanzen vorgenommen. Da Dränabflüsse überwiegend im Winterhalbjahr auftreten und durch die Stapelteiche (insgesamt 90.000 m³) die Abwasserzugabe zeitlich gesteuert werden kann, ist es möglich das hydrologische Regime des Feuchtgebietes zu optimieren. So können hydraulische Überlastungen reduziert und temporäre Austrocknungserscheinungen weitgehend verhindert werden. Eine kontinuierliche Wasserversorgung mit möglichst hoher Verweilzeit ist das entscheidende abiotische Kriterium für das ökologische Funktionieren des Feuchtgebiets und eine damit zu erwartende hohe Nährstoffretentionsleistung.

Messstellen zur Überwachung der Leistungsfähigkeit des Feuchtgebietes befinden sich am Zulauf aus der Kläranlage (Messschacht), am Einlaufgraben, der die Dränsammler fasst (Messwehr) und am Ablaufgraben (Venturikanal). Erfasst werden der Durchfluss über eine kontinuierliche Messung des Wasserstandes und die Stoffkonzentrationen von NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, N-anorg. und TP (14-tägliche Beprobung durch externes Labor).

Seit nunmehr fünf Jahren liegen Monitoringergebnisse zur Funktionsbewertung des Feuchtgebiets vor. Die jährliche Auswertung übernimmt die Institut biota GmbH im Auftrag des Staatlichen Amtes für Landwirtschaft und Umwelt Westmecklenburg (z. B. Institut biota (2017): Monitoring Feuchtgebiet Neukloster April 2016 bis März 2017. Im Auftrag des StALU WM, 20 S., unveröffentlicht).

Die Auswertungen der ersten fünf Monitoringjahre (April 2012 bis März 2017) ergaben eine gute bis sehr gute Rückhalteleistung. Für N wurden die Ansätze aus der Literatur um das 4- bis 5-fache übertroffen. Die erzielte Retentionsleistung für die bisher vorliegenden Monitoringjahre ist in Tabelle B-6 zusammengestellt.



Tabelle B-6: Übersicht Retentionsleistung Feuchtgebiet (prozentual zum Eintrag)

Parameter	Auswertung Monitoring 2012/13	Auswertung Monitoring 2013/14	Auswertung Monitoring 2014/15	Auswertung Monitoring 2015/16	Auswertung Monitoring 2016/17
N-Retention (TN bzw. N-anorg bis 2015)	23 %	25 %	32 %	32 %	13 %
NO ₃ -N-Retention (NO ₃ -N)	32 %	40 %	34 %	41 %	44 %
TP-Retention (TP)	37 %	32 %	15 %	-8 %	-22 %

In allen Jahren waren die eingetragenen Stoffmengen wesentlich geringer als bei der Bemessung angenommen, so dass das Rückhaltepotential des Feuchtgebietes bisher nur teilweise ausgeschöpft wurde.

Während die N-Retention in den ersten drei Jahren relativ gleichbleibend zwischen 791 und 946 kg N/a lag, ist 2015/2016 ein deutlicher Anstieg (2.743 kg/a N) festzustellen. Auch 2016/2017 liegt die N-Retention bei hohen 1.804 kg/a N. Die hohen Werte der letzten beiden Jahre sind auf gestiegene N-Einträge in das Gebiet zurückzuführen. Diese beruhen nach den Beobachtungen auf niederschlagsbedingt höheren Einträgen von anorganischem N über die Dränabflüsse und das Grundwasser. Die täglichen Retentionsraten für NO₃-N lagen 2016/17 um rd. 1 bis 6 kg/d NO₃-N in den Sommer- und Herbstmonaten und um rd. 10 bis 35 kg/d NO₃-N in der Hauptaustragsperiode Januar bis März. Der Effekt höherer N-Retention bei höherem N-Eintrag ist ein bekanntes Phänomen natürlicher oder naturnaher Ökosysteme (Mehl et al., 2017).

Auch in der TP-Fracht in das Feuchtgebiet ist für das Jahr 2015/2016 ein Anstieg feststellbar, der jedoch nicht so deutlich ausfällt wie für den anorganischen N. Die P-Retention lag in den ersten beiden Jahren konstant bei 31 kg/a P bis 32 kg/a P und fiel dann im Jahr 2014/2015 auf 13 kg/a P. Seit dem Jahr 2015/2016 ist keine P-Retention mehr messbar, stattdessen kommt es zu offenbar ansteigenden P-Freisetzungen aus dem Feuchtgebiet. Im Jahresverlauf 2016/17 erfolgte nur in den ersten drei Untersuchungsmonaten eine minimale P-Retention. Den Rest des Jahres kam es zur Freisetzung von P. Gründe hierfür können Rücklösungsprozesse sein, welche durch eine P-Aufkonzentration im Sediment des Feuchtgebietes und anaerobe Verhältnisse im Freiwasser ausgelöst werden. Auch dieser Effekt ist aus Seen, Mooren und Dränteichen bekannt.

Im Retentions-Feuchtgebiet Neukloster wurden Sedimentuntersuchungen durchgeführt um Aufschlüsse über den P-Rückhalt im Sediment und erforderliche Unterhaltungsarbeiten zur Wiederherstellung der P-Retentionsleistung zu erhalten. Um die Retentionsfähigkeit wiederherzustellen, wird eine bereichsweise Sedimententnahme im Einlaufgraben und den Tiefzonen im Herbst empfohlen. Bei der Beräumung ist die Freisetzung von Partikeln/ Sediment über die Auslaufschwelle hinaus zu verhindern. Eine komplette Beräumung des Beckens wird nicht erwogen, da der Erhalt von Vegetationsbereichen elementar für die weitere Funktionsweise ist. Zur Beobachtung der Wirkung der Unterhaltungsmaßnahmen und der weiteren Entwicklung soll das Messprogramm fortgeführt werden (Institut biota, 2017).



B.3.2 Gewässerunterhaltung und Nährstoffe

Die meisten Maßnahmen setzen zur Reduktion der Nährstoffbelastung bei der Ursache an und stellen bei sachgemäßer Umsetzung das größte Reduktionspotential dar. Dennoch können in naher Zukunft nicht überall die Nährstoffeinträge so minimiert werden, dass für alle Fließgewässer die N- und P-Gehalte in dem Maße sinken, wie es für das Gewässer erforderlich wäre. Einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung der Nährstoffkonzentrationen in Fließgewässern können unterstützende Maßnahmen in der Gewässerunterhaltung und -gestaltung leisten.

So zum Beispiel wird ein langsamer Abfluss den Nährstoffrückhalt begünstigen. N kann über die biogeochemischen Prozesse der Denitrifikation in elementarem N umgewandelt werden. Da dieser Vorgang nur durch Mikroorganismen unter sauerstoffarmen Bedingungen erfolgt, die an der Sedimentoberfläche vorherrschen, ist dieser Stoffumsatz von der Breite der Gewässersohle abhängig. Ein Teil des P kann innerhalb des Gewässers über die Sedimentation zurückgehalten werden, wobei eine langsame Fließgeschwindigkeit den Prozess begünstigt.

Gewässerentwicklungskonzepte beinhalten hauptsächlich strukturgüteverbessernde Maßnahmen und Gewässerunterhaltungspläne dienen hauptsächlich dem Hochwasserschutz. Einige Maßnahmen in Gewässern die den Artenschutz verfolgen und dem Lebensraum „Fluss“ eine naturnähere Gestalt geben, begünstigen aber zusätzlich die Nährstoffumsetzung bzw. -retention.

Fallbeispiel: Gülper Havel

Die Gülper Havel (BB) bildet mit der Nietze (ST) einen 7,5 km langen Seitenarm der Unteren Havel westlich der Ortschaft Gülpe und ist Teil des NABU-Projekts zur Renaturierung der Unteren Havel. Das Ziel des Projekts ist, dass Altarme, Flutrinnen und Auen wieder mit dem Fluss verbunden werden und ursprüngliche Sandufer wiederhergestellt werden. Im Bereich der Gülper Havel befand sich ursprünglich ein Binnendelta mit bis zu fünf parallelen Armen. Durch den ufernahen Deichbau auf westlicher Seite des Hauptstroms der Havel wurden Altarme abgetrennt und es blieben lediglich die Gülper Havel und die Havel ohne Querverbindungen stehen. Im Maßnahmenkomplex 3 des NABU-Projektes sollen in den nächsten Jahren folgende Maßnahmen in diesem Gebiet getätigt werden, um die beiden Havelstränge wieder besser zu verbinden:

- Rückbau und Entnahme von Deckwerken zur Wiederherstellung einer naturnahen Ausprägung der Ufer- und Wasserwechselzone,
- Rückbau von Uferverwallungen und Herstellung/Anschluss von Flutrinnen zur Wiederherstellung der natürlichen Wasserstandsdynamik in der Aue,
- Einbringung von Kies (Pirre, Gülper Havel) zur Querschnittsverringering und Schaffung von Habitatstrukturen,
- Initiierung von Auwald.

Obwohl die Maßnahmen hauptsächlich der Renaturierung dienen, haben sie einen positiven Effekt auf die Nährstofffracht der Havel. Die wiedergeschaffenen Querverbindungen vergrößern die Gewässerbreite und damit auch die Sedimentoberfläche, der wesentlichen Denitrifikationszone, wodurch mit einer erhöhten N-Eliminierung zu rechnen ist. Zusätzlich ist von einem etwas höheren P-Rückhalt auszugehen, da in bestimmten Abschnitten überströmte Sohlflächen erweitert werden. Modellberechnungen von De Klein (2008) zeigen den Zusammenhang zwischen der Sohlbreite, Wasseraufenthaltszeit und der Nährstoffretentionsleistung in Fließgewässern.

Tabelle B-7: Einfluss der Sohlbreite auf die Retentionsleistung von N und P in Fließgewässern (De Klein, 2008)

Verhältnis Sohlbreite zu Wassertiefe	Wasseraufenthaltszeit bei gleicher Wassermenge	Retentionsleistung (-)	
		Stickstoff	Phosphor
11,5	4,2 Tage	0,6	0,5
7,5	1,6 Tage	0,4	0,4
4	0,8 Tage	0,25	0,28

Durch den Rückbau der Uferverwallungen wurden mit den Auen frühere Überflutungsräume wieder hergestellt, die bei Flutung aufgrund der längeren Verweildauer des Wassers P durch Sedimentation zurückhalten. Die Reduktionsleistung wird auf 3,1 kg P/ha und Jahr geschätzt (Hoffmann et al., 2009).



Abbildung B-37: Gülper Havel (Quelle: Endbericht Gewässerentwicklungskonzept (GEK) für die Teileinzugsgebiete Kremmener Rhin und Rhin3)

Der Gewässerunterhaltungsplan für die Gülper Havel sieht keine Sohlenkrautung vor. Der Verzicht auf die Mahd begünstigt die Nährstoffretention im Gewässer, da die Fließgeschwindigkeit verringert wird. Zusätzlich werden in den Sommermonaten P und N durch die Wasserpflanzen aufgenommen und in Biomasse umgewandelt. Mittels Modellberechnungen kann hierdurch für N eine Reduktion von ca. 9 % und für P von ca. 3,5 % prognostiziert werden (De Klein, 2008). Der Verzicht auf die Mahd führt zu keinen weiteren Kosten, jedoch kommt es in der Gülper Havel durch schwankende Wasserstände zum Abriss von Krautüberhängen im Uferbereich, die Krautinseln am Wehr Gülpe bilden und regelmäßig entfernt werden müssen.

Eingriffe, wie die Entnahme von Sedimenten, die als Maßnahme zur Nährstoffeliminierung diskutiert wird, sind in diesem Bereich nicht geplant. Durch Sedimententnahmen kann P zwar prinzipiell aus dem System entfernt werden, jedoch ist die Maßnahme als kritisch zu betrachten. Sie bedeutet einen



erheblichen Eingriff in die benthische Lebensgemeinschaft und führt zunächst zu einer Abnahme der Nährstoffretentionsleistung (Ensign & Doyle, 2005). Da jedoch P aus dem Sediment bei höheren Fließgeschwindigkeiten mobilisiert werden kann und es in sauerstoffarmen Zonen zur Rücklösung kommt, kann die Einrichtung von Sandfängen mit punktuellen Sedimentnahmen hilfreich sein.

Fazit

Der Wiederanschluss von Altarmen und die Wiederherstellung von Querverbindungen in der Unteren Havel werden den Nährstoffrückhalt erhöhen. Zusätzlich wird der Verzicht auf intensive Gewässerunterhaltung im Bereich der Gülper Havel einen Teil der N- und P-Fracht umsetzen bzw. sedimentieren können. Da die Gewässerunterhaltung neben dem Arten- und Biotopschutz auch den Hochwasserschutz und die Schiffbarkeit für entsprechende Gewässer gewährleisten muss, kann nicht in allen Fließgewässern auf die Sohlkrautung verzichtet werden. Jedoch kann hier durch eine Stromstrichmahd, bei der im Uferbereich Makrophyten erhalten bleiben, zumindest ein Teil der Nährstoffe zurückgehalten werden. Dabei ist darauf zu achten, dass das Mahdgut nicht auf der Böschungskante gelagert wird, da ansonsten ein Großteil der entnommenen Nährstofffracht, die in den Pflanzen enthalten ist, wieder in das Gewässer zurückgeführt wird.



B.4 Kommunikation und Konzepte

B.4.1 Kooperation mit dem Bauernverband, Allianz für den Gewässerschutz

Einleitung

In SH wurde 2013 eine Allianz für den Gewässerschutz zwischen dem Bauernverband Schleswig-Holstein und dem Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (MELUR) gegründet. Im Herbst 2017 wurde die Allianz um die Partner Landesverband der Wasser- und Bodenverbände Schleswig-Holstein und den Landesgruppe des Bundesverbandes für Energie- und Wasserwirtschaft erweitert. Dies ist nach LAWA Maßnahmenkatalog eine konzeptionelle Maßnahme, die die Verursacher der Belastung sensibilisiert und über mögliche Verhaltensänderungen informiert. Anlass für die Allianz für den Gewässerschutz war, dass in Schleswig-Holstein etwa auf der Hälfte der Landesfläche die oberflächennahen GWK aufgrund von Überschreitungen des Nitrat-Schwellenwertes von 50 mg/l in einem nicht guten Zustand sind (Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume SH (LLUR, 2014)). Ebenso werden aufgrund von zu hohen Nährstoffeinträgen in Fließgewässer, Seen und Küstengewässer die Ziele der WRRL und der MSRL nicht erreicht (LLUR, 2014).

Ziel der Allianz für den Gewässerschutz ist es, das Bewusstsein für das Thema Nährstoffeinträge in GWK und OWK zu verbessern sowie gemeinsam mit der Landwirtschaft geeignete Lösungsmöglichkeiten und weitergehende Maßnahmen zur Umsetzung zu entwickeln. Vor Gründung der Allianz wurde intensiv zwischen Bauernverband und Umweltverwaltung der Beitrag der Landwirtschaft an den Stoffeinträgen in Gewässern diskutiert. Schließlich führten die aus agrarstatistischen Daten abgeleiteten regionalen, kreisweiten Bilanzierungen der Nährstoffüberschüsse von Taube et al. (2013) in Verbindung mit den Monitoringergebnissen zum Zustand des Grundwassers dazu, dass ein dringender Handlungsbedarf auf Seiten des Bauernverbands anerkannt wurde. Auf dieser Basis wurde ein Runder Tisch gegründet, der mit Vertretern des Bauernverbandes, deren Geschäftsführung, aber auch der Landwirtschaftskammer, der in der Gewässerschutzberatung tätigen Büros, landwirtschaftlichen Beratern, der Naturschutzverbände und der Wissenschaft besetzt ist. Dieses Forum wird seitdem etwa dreimal jährlich genutzt, um über aktuelle Ergebnisse der Gewässerschutzberatung, dem Stand der Novellierung der DüV, die Weiterentwicklung von Monitoringmethoden oder die Entwicklung und Umsetzung neuer, eintragsmindernder Maßnahmen zu informieren und zu diskutieren.

Neben dem notwendigen Austausch über diese Themen hat die Allianz für Gewässerschutz Arbeitsgruppen eingerichtet, die entweder vom Bauernverband oder der Verwaltung geleitet werden und unter Hinzuziehung externer Fachleute paritätisch besetzt sind. Diese Arbeitsgruppen haben je nach Aufgabenstellung für die Praxis geeignete Empfehlungen, Broschüren und Flyer erarbeitet, die zum Beispiel über die umweltgerechte Lagerung von Wirtschaftsdüngern, die Wirksamkeit unterschiedlicher bodennaher Ausbringungsverfahren von Wirtschaftsdüngern oder die Anlage von dauerhaft breiten Gewässerrandstreifen informieren. Die Broschüren, Flyer etc. werden auf den Internetseiten des Ministeriums und des Bauernverbands zum Herunterladen oder Bestellen angeboten sowie von der Landwirtschaftsberatung und den Gewässerschutzberatern verteilt. Durch die Mitarbeit von Landwirten wurden diese Broschüren etc. auf die in der Praxis wichtigen Fragestellungen fokussiert.



Abbildung B-38: Titelbild der gemeinsam von Bauernverband und MELUR erarbeiteten Broschüre zur Ausbringung von Wirtschaftsdüngern.

Von Seiten der Landwirtschaft wurde gefordert, dass Landwirte die Belastung der GWK sowie OWK nachvollziehen müssen und sie deshalb einen einfachen, benutzerfreundlichen Zugang zu aktuellen Messwerten der Gewässerüberwachung benötigen. Um lokale Betroffenheiten anhand der Monitoringergebnisse nachvollziehen zu können, wurde das Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystem SH entwickelt (Hosenfeld et al., 2016). Mit dem System wird ein einfacher Zugang zu aktuellen Monitoringergebnissen der Gewässergüteüberwachung im GW sowie in Fließgewässern und Seen angeboten. Für jede Messstelle können nach Auswahl eines Wasserkörpers aus einer Tabelle oder aus einer Karte die Entwicklung der Nährstoffparameter als Zeitreihe angezeigt werden. Dabei wird ebenfalls angezeigt, ob die Schwellenwerte der GrwV oder die Orientierungswerte der OGewV eingehalten werden. Weiterhin ist es möglich, die Messwerte herunterzuladen und eigenständig weiterzuverarbeiten.

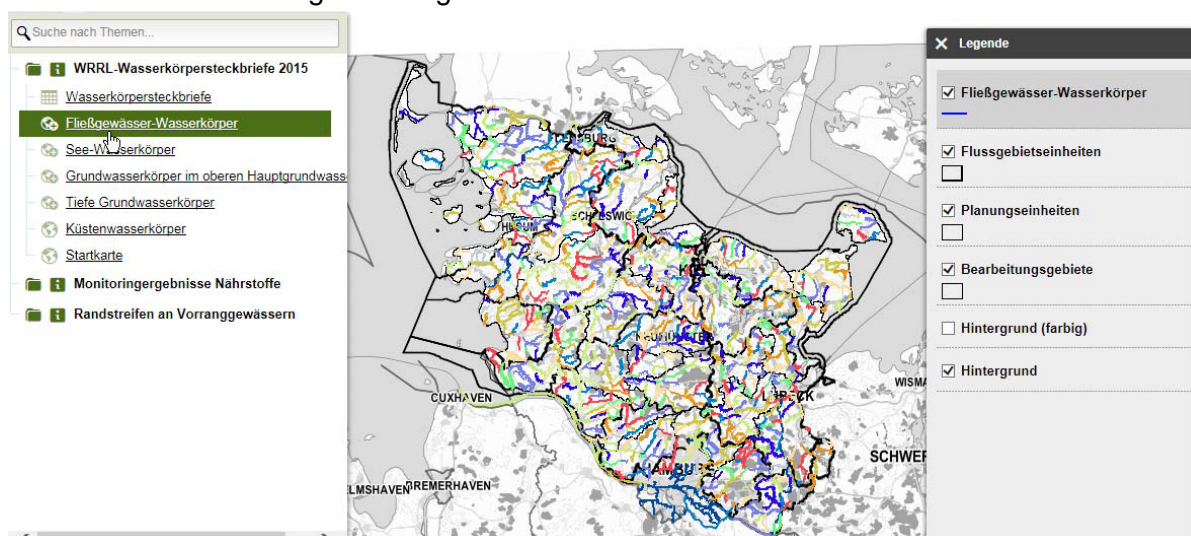


Abbildung B-39: Mit dem Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystem wanis werden aktuelle Monitoringergebnisse interessierten Landwirten und der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt, damit sie lokale Handlungsbedarfe erkennen können. (www.schleswig-holstein.de/wanis)



Bewertung der Maßnahme

Die Einrichtung der Allianz für den Gewässerschutz ist eine wichtige konzeptionelle Maßnahme, die der Information und Sensibilisierung der Verursacher der Belastung durch diffuse Nährstoffeinträge dient. Durch diese Maßnahme wird selbst keine direkte Minderung der Nährstoffeinträge erreicht. Sie sichert und verbessert aber die Akzeptanz von Beratungsmaßnahmen und konkreten landwirtschaftlichen Maßnahmen. Durch die Diskussion über landwirtschaftliche Maßnahmen am Runden Tisch war es in vielen Fällen möglich die Maßnahmeneffizienz durch Erfahrungen aus der Praxis zu verbessern.

Die Allianz für Gewässerschutz ist damit ein Beispiel für eine landesweite Kommunikationsstrategie in der Bauernverband, Umwelt- und Landwirtschaftsverwaltung und weitere Verbände gemeinsam das Thema Nährstoffeinträge auf Augenhöhe diskutieren und Lösungsansätze entwickeln. Durch die gemeinsame und kooperative Bearbeitung werden Reibungsverluste zwischen der betroffenen Landwirtschaft und den beteiligten Stellen sowie Organisationen vermieden und die Akzeptanz von Maßnahmen für einen verminderten Düngemiteleinsatz verbessert.



B.4.2 Konzeptstudie zur Verbesserung des ökologischen Zustandes des Schaalsees – ein bundesländerübergreifendes Projekt

Bei Seen mit komplexer Nährstoffeintragsituation empfiehlt sich die Entwicklung von Maßnahmen im Rahmen eines Gesamtkonzeptes. Dabei sind folgende Themenstellungen zu berücksichtigen:

- Aufstellung einer Wasserhaushaltsbilanz unter Berücksichtigung der ober- und unterirdischen Zuflüsse
- Erstellung einer P-Bilanz unter Berücksichtigung
 - der eintragspfadbezogenen quantifizierten Einträge
 - der gewässerinternen Umsetzungen und ggfs. seeinterner P-Rücklösungsprozesse
 - der P-Austräge aus dem See
- Bestimmung des Entwicklungszieles für den See, der hierfür anzustrebenden seeinternen P-Konzentrationen und damit der verträglichen P-Einträge in den See
- Entwicklung zielführender Maßnahmen hinsichtlich der wichtigsten P-Eintragspfade/-quellen
- Priorisierung der Maßnahmen anhand der Kosten, der Effizienz und ihrer technischen bzw. organisatorischen Umsetzbarkeit sowie Aufstellung eines Zeitplanes.

Am Beispiel des Schaalsee-Einzugsgebietes wird im Folgenden eine bundesländer-übergreifende Konzeptstudie zur Verbesserung des ökologischen Zustandes vorgestellt.

Der Schaalsee

Der Schaalsee liegt mit seinem Einzugsgebiet auf der Grenze zwischen SH und MV. Er hat eine Gesamtfläche von 23 km² und ist maximal 71,5 m tief. Mit einem Seevolumen von 359 Mio. m³ gehört er zu den wasserreichsten Seen Deutschlands. Die theoretische Wasseraufenthaltszeit beträgt 9 Jahre. Der See ist stark gegliedert mit zahlreichen Buchten, Inseln und Halbinseln und besteht aus neun mehr oder weniger zusammenhängenden Seebecken, die jeweils eigene Namen besitzen.

Eine Studie zur Wasser- und Nährstoffbilanz des Sees (GIG 2011) ergab, dass der Schaalsee ganz überwiegend über das GW gespeist wird. Nur 30 % des zufließenden Wassers gelangen über die kleinen oberirdischen Zuläufe in den See und 7 % über Niederschlag auf die Seefläche.

Der zu Beginn der 1960er Jahre noch sehr klare Schaalsee mit Sichttiefen bis zu 12 m wurde durch Nährstoffeinträge, auch aus Abwasser, so belastet, dass er aktuell als mesotroph (mittelmäßig nährstoffreich) und in manchen Seeteilen bereits als schwach eutroph (nährstoffreich) anzusehen ist. Als Folge kommt es im Sommer zu verstärktem Algenwachstum mit negativen Folgen für das Ökosystem wie z. B. sauerstofffreien Tiefenzonen. Die Bewertung gem. WRRL schwankt je nach Seeteil zwischen 2 (gut) und 4 (unbefriedigend).

Auch wenn ein Teil der früheren Abwasserbelastung inzwischen entfallen ist, ist die Belastung des Schaalsees mit P noch immer zu hoch und es besteht dringender Handlungsbedarf, die Nährstoffeinträge zu senken.

Phosphoreinträge in den Schaalsee

Im Rahmen der Konzeptstudie zur Verbesserung des ökologischen Zustandes des Schaalsees (BIOTA 2015) wurde bilanziert, dass im Einzugsgebiet des Schaalsees etwa 25 % der Emissionen über Punktquellen, z. B. KA, landwirtschaftliche und industrielle Produktionsstätten und Badestellen erfolgen. 75 % der P-Emissionen stammen aus diffusen Quellen, die großräumiger und weniger klar

abzugrenzen sind (Abbildung B-40). Dazu gehören z. B. der Phosphor aus der Luft sowie P-Austräge aus landwirtschaftlichen Flächen oder aus entwässerten, degenerierten Mooren.

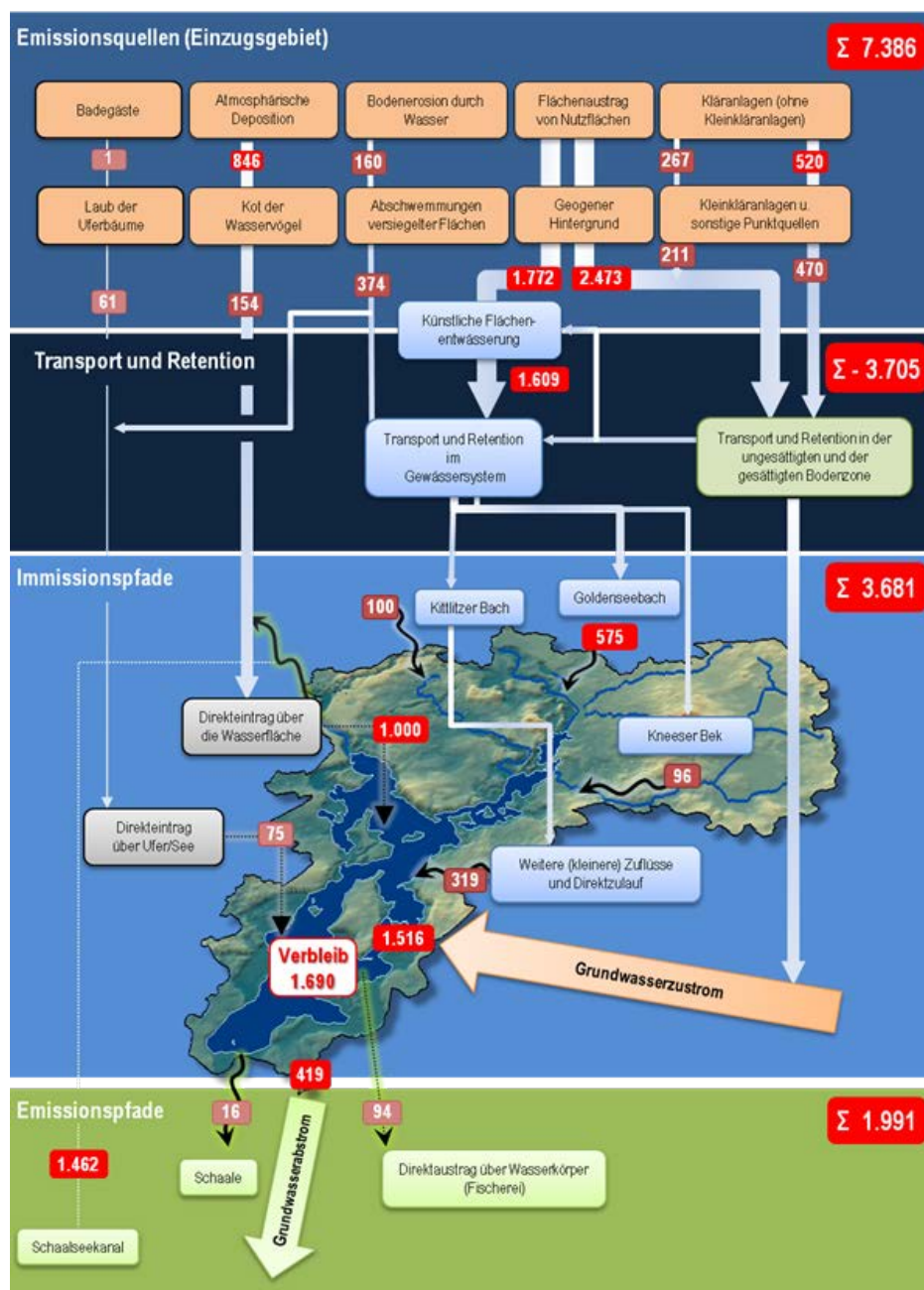


Abbildung B-40: P-Gesamtbilanz für den Schaalsee (Angaben in kg/a P) (BIOTA 2015).

Kurzfristig, mittelfristig, langfristig – was kann man tun?

Um die Wasserqualität des Schaalsees zu verbessern, ist es notwendig, den P-Eintrag von derzeit 3.700 kg pro Jahr um etwa 800 kg pro Jahr zu vermindern. In der Studie wurden zahlreiche Maßnahmen benannt, mit denen dieses Ziel durch Verringerung von P-Austrägen sowie durch einen erhöhten Rückhalt in der Landschaft erreicht werden kann. Die Maßnahmen wurden mit Hilfe von Steckbriefen zu Kosten, Minderungspotential, zeitlicher Wirksamkeit und Umsetzbarkeit bewertet und priorisiert. Einige hoch priorisierte Maßnahmen wurden inzwischen schon durchgeführt.



Vorgeschlagene kurzfristige Maßnahmen:

- ✓ P-Fällung im Goldensee (MV), der über den Goldenseebach mit dem Schaalsee verbunden ist. Der See war durch intensive seeinterne P-Rücklösungen bestimmt.
- Wiedervernässung von Moorstandorten im Einzugsgebiet des Sees, insbesondere des Mühlenmoors bei Mustin (SH). Intakte Moore dienen als Rückhalteflächen. Aus entwässerten Mooren entweichen jedoch große Mengen P.
- ✓ Nachrüstung der KA in Mustin (SH)
- Renaturierung der Kneeser Bek (MV)
- ✓ Einrichtung von Drainteichen und Sandfängen (MV und SH). In Drainteichen werden Einleitungen aus Drainagen durch Pflanzen bzw. durch Sedimentation „vorgereinigt“ (Siehe Fallbeispiel B.3.1 – Retentions-Feuchtgebiet).

Vorgeschlagene mittelfristige und langfristige Maßnahmen:

- Stabilisierung des Seewasserspiegels des Schaalsees mit dem Ziel, die Entwässerung der seenahen Moore zu minimieren. Diese Maßnahme wurde inzwischen weiter konkretisiert und es wird angestrebt, einen definierten Wasserstands-Bewirtschaftungskorridor einzurichten sowie - in Ergänzung - eine 3. Turbine am Wasserkraftwerk, durch das der Schaalseewasserstand maßgeblich gesteuert wird, zu installieren.
- Maßnahmen in der Landwirtschaft: Ausweitung von Uferrandstreifen, Anlegen von Dauergrünland und Knicks in Seenähe, Reduzierung des Phosphoreinsatzes in der Düngung
- Schaffung lokaler Versickerungsmöglichkeiten, um Wasser und damit auch Nährstoffe in der Landschaft zurückzuhalten
- Öffnen oder Sanierung von verrohrten Gewässern und Schaffung von naturnahen Strukturen in Gewässern zur Erhöhung des Nährstoffrückhalts

Durchführung der vorgeschlagenen Maßnahmen - für klares Wasser

Erste wichtige Schritte waren mit der Verbesserung der Abwasserreinigung nach der Wende sowie mit verschiedenen Renaturierungsprojekten des Biosphärenreservatsamtes und des Zweckverbandes Schaalsee-Landschaft getan. Des Weiteren waren intensiv genutzte Ackerflächen in Seenähe in extensives Grünland umgewandelt worden.

Auf der Grundlage der Konzeptstudie von 2015 wurden inzwischen auch einige, z. T. sehr hoch priorisierte Maßnahmen durchgeführt (s. o.). Damit wurde der P-Eintrag in den Schaalsee um mehr als 250 kg jährlich verringert. Es wurde also schon viel erreicht. Nichts desto trotz sollten weitere Maßnahmen dringend durchgeführt werden, da weiterhin ein Minderungsbedarf des P-Eintrages von mehr als 500 kg jährlich besteht.

Allen Renaturierungsmaßnahmen gehen langfristige Planungen voraus. Oft gehören Grundwassermessungen oder der Erwerb bzw. der Tausch von Flächen dazu.

Über Jahrzehnte hinweg hatte sich die Wasserqualität des Schaalsees verschlechtert. Auch der



umgekehrte Prozess wird aufgrund der langen theoretischen Wasseraufenthaltszeit im See viel Zeit in Anspruch nehmen. Grundsätzlich kann sich der Schaalsee aber durch seine große Wassertiefe sehr gut erholen und die weiteren erforderlichen Schutzmaßnahmen werden sich positiv auf die Klarheit des Wassers und seine Funktion als Lebensraum für viele Pflanzen und Tiere auswirken.

Projektbeteiligte:

Biosphärenreservatsamt Schaalsee-Elbe; Gewässerentwicklungsverband Schaalsee-Delvenau; Kreis Herzogtum Lauenburg; Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume SH; Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz SH, WRRL - Fachbereich; Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz MV; Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Westmecklenburg; Zweckverband „Schaalsee-Landschaft“.



B.4.3 Auenprogramm in Schleswig-Holstein

Das Beispiel Auenprogramm in SH wird als konzeptionelle Maßnahme der Verwaltung als Fallbeispiel aufgenommen. Es ist ein Beispiel, wie Naturschutz- und Wasserwirtschaftsverwaltung gemeinsam den Rahmen für die Umsetzung von Auenprojekten landesweit setzen und sich durch Abstimmung von Zielvorgaben und Leitfäden bemühen, die Umsetzung durch lokale Träger zu vereinfachen.

In SH sind naturnahe Auen aufgrund massiver landschaftlicher Veränderungen wie der Intensivierung der Landwirtschaft und des umfassenden Siedlungs- und Verkehrswegebbaus im letzten Jahrhundert eine Seltenheit geworden. Insbesondere im letzten Jahrhundert wurden die Gewässer mit erheblichen Anstrengungen begradigt, befestigt und vertieft, von ihren Überflutungsflächen, den Auen, abgetrennt, um diese für die Menschen nutzbar zu machen.

Seit vielen Jahren bemühen sich die Länder durch die Schaffung des Schutzgebietssystems Natura 2000 sowie die Umsetzung der WRRL naturnahe Gewässer- und Auenlebensräume wiederherzustellen. Umfassende Gewässer-Auenrenaturierungen fehlen jedoch weitgehend. Natura 2000 und WRRL verfolgen an den Gewässern gleiche Ziele, benötigen die gleichen Flächen, so dass nur gemeinsames Handeln von Wasserwirtschaft und Naturschutz zum Erfolg führen kann.

Deshalb haben die Wasserwirtschafts- und Naturschutzverwaltung Schleswig-Holsteins 2016 gemeinsam ein „Auenprogramm“ aufgestellt. Wo möglich, sollen dynamische Auenlandschaften entwickelt werden, die von einem Überflutungsregime geprägt sind. In diesen naturnahen Landschaften fließen windungsreiche Gewässer und es entwickeln sich vielfältige, auetypische Biotope auf den anliegenden Flächen. Die Aktivitäten zum Gewässer- und Auenschutz sollen stärker gebündelt und die Ziele des Natur- und des Gewässerschutzes gemeinsam verfolgt werden.

Das „Auenprogramm Schleswig-Holstein“ soll die Auen mehr in das öffentliche Bewusstsein rücken. Die vielfältigen Leistungen des „Multitalents“ Aue von der Erhaltung der Biologischen Vielfalt über Hochwasser- und Klimaschutz sowie Stoffrückhaltung bis hin zur Schaffung hochattraktiver Erholungslandschaften müssen bekannt werden. Auen müssen in ihrer Funktion als Lebensadern in der Landschaft gewürdigt werden, um eine breite gesellschaftliche Akzeptanz für die notwendigen Maßnahmen zu erreichen. Denn die Auen sind heute überwiegend Teil der bewirtschafteten Kulturlandschaft und großflächige Lösungen können nur im Konsens der verschiedenen Interessengruppen gelingen. Eine umfassende Beteiligung bei Auenrenaturierungs-Projekten ist daher ein Muss.

Der Programmtext dient als Rahmen für die Umsetzungsaktivitäten und enthält landesweite (Entwicklungs-)Ziele als Rahmen, jedoch ohne Festlegung im Detail zu treffen. Der Schwerpunkt bei der Umsetzung von Einzelprojekten liegt dabei auf den Vorranggewässern SH sowie auf den Natura2000-Gebieten, aber es erfolgt keine Festlegung auf eine Kulisse.

Die Umsetzung des Auenprogramms wird im Wesentlichen über die Durchführung von Einzelprojekten in unterschiedlicher Trägerschaft (v. a. Wasser- und Bodenverbände, Stiftungen) erfolgen.

Im Rahmen des Auenprogramms können auf der Grundlage eines gebietspezifischen Entwicklungsziels alle Maßnahmen gefördert werden, die dem Schutz der Fließgewässer sowie bestehender Auen dienen oder zu einer Wiederherstellung von Auenstrukturen und -funktionen führen. Dies können z. B. sein:

- Flächenerwerb, -tausch oder -pacht zusammenhängender Flächen,

- Vernässungsmaßnahmen in der Aue bspw. Aufhebung der Binnenentwässerung durch Unterbrechung von Drainagen oder Verschluss von Gräben,
- Verlängerungen des Laufs z. B. durch Anbindung von abgetrennten Altarmen oder Schaffung von Mäandern,
- Erhöhung der Sohle,
- strukturverbessernde Maßnahmen im Gewässer, wie zum Beispiel das Einbringen von Strömungslenkern, Totholz und Störsteinen,
- je nach Entwicklungsziel un gelenkte und gelenkte Sukzession, extensive Beweidung oder Mahd zur Offenhaltung von Flächen,
- bauliche Herstellung eines Mikroreliefs in der Aue, bei der Flutrinnen, Tümpel, feuchte Senken und leicht erhabene Bereiche geschaffen werden.

Die Ziele des Auenprogramms SH sind eingebunden in die Umsetzungsaktivitäten des Bundes zur „EU-Biodiversitätsstrategie“ mit dem „Priorisierungsrahmen zur Wiederherstellung verschlechterter Ökosysteme in Deutschland“, in dem der Bund den Schwerpunkt auf die Wiederherstellung von Auen und Mooren gesetzt hat. Darüber hinaus werden die Ziele der „Nationalen Biodiversitätsstrategie“ des Bundes mit dem Auenprogramm unterstützt.

Die Umsetzung des Auenprogramms wird durch verschiedene Hintergrunddokumente unterstützt, wie z. B. ein Projektleitfaden zur Unterstützung bei der Umsetzung, ein Leitfaden zur Berücksichtigung des Bodenschutzes, eine Broschüre mit gewässerökologischen Empfehlungen für die Renaturierung von Flussauen, sowie ein „Beweidungspapier“ (mit Entscheidungskriterien für oder gegen die Offenhaltung von Auen durch Beweidung), ergänzt um Hinweise zur Anwendung von Naturschutzrecht bei Auenprojekten.



Abbildung B-41: Projektleitfaden zum Auenprogramm

Weitere Informationen: www.schleswig-holstein.de/Auenprogramm





www.fgg-elbe.de