Bericht

Klimawandel

Umgang mit Zielkonflikten bei der Anpassung der Wasserwirtschaft an den Klimawandel

Mai 2022

LAWA
Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser

Impressum

Herausgeber:

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

unter dem Vorsitz der Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz von Berlin

Am Köllnischen Park 3
10179 Berlin

Tel.: +49 30 9025-2359

E-Mail: lawa@senumvk.berlin.de

Homepage: www.lawa.de

Bearbeitung und Redaktion:

Kleingruppe

bestehend aus folgenden Personen:

- Corinna Baumgarten (Umweltbundesamt)
- Franz Emde (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz)
- Dr. Karlheinz Hintermeier (TH, Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz)
- Lena Hübsch (NI, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz)
- Dr. Astrid Krüger (NI, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz)
- Axel Lietzow (NI, Niedersächsisches Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie)
- Andreas Lindenmaier (BY, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz)
- Hans-Peter Maier (HE, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz)
- Bernd Mehlig (NW, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen)
- Lutz Meyer (ST, Landeszentrum Wald)
- Lysann Papenroth (ST, Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie Sachsen-Anhalt)
- Friedrich Rathing (NI, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz)
- Dr. Viola Richter (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft)
- Dr. Nataliya Stupak (Thünen-Institut)
- Barbara Wagner (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz)
- Hans-Martin Waldner (BW, Regierungspräsidium Tübingen)
- Dr. Hans-Ulrich von Wulffen (ST, Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt)
- Sandra Wöbse (SH, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein)
- Dr. Markus Ziese (Deutscher Wetterdienst)

Federführung:

LAWA Ausschuss Klimawandel

Unter Mitwirkung von:

Dr. Thomas Riedel, Dr. Tim aus der Beek

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH
Moritzstraße 26
45476 Mülheim an der Ruhr

Klemens Lühr (Projektleiter), Marcus Bloser

IKU GmbH

Olpe 39

44135 Dortmund

Stand:

Mai 2022

Das Papier wurde durch die 164. LAWA-Vollversammlung am 14./15. September 2022 in Berlin beschlossen.

Die UMK hat der Veröffentlichung des Papieres im Umlaufbeschluss 36/2022 zugestimmt.

Die Bearbeitung erfolgte auf Basis des Produktdatenblatt PDB LAWA-AK Nr. 2

Lizenzierung:

Der Text dieses Werkes wird, wenn nicht anders vermerkt unter, der Lizenz Creative Commons Namensnennung 4.0 International zur Verfügung gestellt.

CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de)

Quellenangaben siehe jeweilige Abbildung, Abbildungen von der LAWA haben keine Angaben

Zitiervorschlag:

LAWA (2022): Umgang mit Zielkonflikten bei der Anpassung der Wasserwirtschaft an den Klimawandel. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).

Inhalt

Abbildungsverzeichnis 1

Tabellenverzeichnis 1

1 Einleitung und Hintergrund 2

1.1 Ziel des Dialogs und Adressaten 4

1.2 Ablauf und Meilensteine des LAWA-Dialogs 4

1.3 Ergebnisse der ersten Dialogveranstaltung 6

1.4 Vorbereitung der zweiten Dialogveranstaltung 7

1.5 Ergebnisse der zweiten Dialogveranstaltung 9

2 Maßnahmen in Land-, Forst- und Wasserwirtschaft zur Anpassung an den Klimawandel, die Zielkonflikte auslösen können 13

2.1 Höhere Wasserentnahmen durch steigenden Trinkwasserbedarf in urbanen Räumen und in Spitzenzeiten 13

2.2 Wasserrückhalt: Wiedervernässung von Feuchtgebieten 14

2.3 Bewässerung in der Landwirtschaft, um Trockenstress bei Nutzpflanzen zu reduzieren (Ertragsstabilisierung und Qualitätssicherung) 16

2.4 Veränderter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zur Bekämpfung von durch den Klimawandel begünstigten Pathogenen 18

2.5 Klimaangepasste Waldbewirtschaftung: Waldumbau und Erstaufforstung 20

2.6 Bewässerung von Forstkulturen/Waldverjüngung 23

2.7 Erhöhung der Wasserverfügbarkeit bei der Waldbrandbekämpfung 24

3 Handlungsansätze zur Minderung des Konfliktpotenzials oder zur Bildung von Synergieeffekten („Die Werkzeugkiste“) 26

3.1 Wasserspeicherung/ -rückhalt 26

3.1.1 Wasserrückhalt: Errichten von künstlichen Wasserspeichern 26

3.1.2 Bodenbearbeitung/Humusanreicherung 28

3.1.3 Künstliche Grundwasseranreicherung 30

3.1.4 Saisonale Speicherung von Niederschlag in der Landwirtschaft (Sonderkulturen), in Kommunen oder in Privathaushalten 32

3.1.5 Wasserrückhalt: Anpassung von landwirtschaftlichen Entwässerungsmaßnahmen an klimatische Variabilität 33

3.1.6 Wasserrückhalt: Nutzung von Entwässerungswasser aus den Küstengebieten 35

3.1.7 Naturnaher Abfluss 36

3.2 Wassereinsparungen 37

3.2.1 Nachfrage-orientierte Bedarfsregulierung und Lastabwurf 37

3.2.2 Wasserwiederverwendung: Klarwasser in der Land- und Forstwirtschaft 38
3.2.4 Bewässerungseffizienz steigern 42
3.2.5 Defizitbewässerung 43
3.2.6 Wechsel im Kulturartenspektrum 44
3.3 Erschließung neuer Ressourcen 44
3.3.1 Verbünde/Fernwasser 44
3.3.2 Erschließung neuer Gewinnungsgebiete 45
4 Zusammenfassung und Prozessempfehlung zur regionalen Konfliktlösung 46
5 Literatur 50
6 Anhang 56
6.1 Anhang I: Maßnahmen 56
6.2 Anhang II: Praxisbeispiele 57
6.2.1 Praxisbeispiel 1 57
6.2.2 Praxisbeispiel 2 58
6.2.3 Praxisbeispiel 3 59
6.2.4 Praxisbeispiel 4 60
6.2.5 Praxisbeispiel 5 61
6.2.6 Praxisbeispiel 6 62
6.2.7 Praxisbeispiel 7 63
6.2.8 Praxisbeispiel 8 64
6.2.9 Praxisbeispiel 9 65
6.2.10 Praxisbeispiel 10 66
6.2.11 Praxisbeispiel 11 67
6.2.12 Praxisbeispiel 12 69
6.2.13 Praxisbeispiel 13 71
6.2.14 Praxisbeispiel 14 73
6.2.15 Praxisbeispiel 15 74
6.2.16 Praxisbeispiel 16 76
6.2.17 Praxisbeispiel 17 79
6.2.18 Praxisbeispiel 18 81
6.2.19 Praxisbeispiel 19 83
6.2.20 Praxisbeispiel 20 85
6.2.21 Praxisbeispiel 21 86
6.2.22 Praxisbeispiel 22 89

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Konzeptioneller Rahmen des LAWA Projekts „Umgang mit Zielkonflikten bei der Anpassung der Wasserwirtschaft an den Klimawandel“. Im Zentrum stehen die Anpassungsmaßnahmen der Wasser-, Land- und Forstwirtschaft. Die weiteren Einflussfaktoren, die nicht als Klimaanpassungsmaßnahme innerhalb der Wasser-, Forst- oder Landwirtschaft einen Einfluss haben, sondern diese Konflikte von außen verstärken, sind im äußeren Ring dargestellt. 3

Abbildung 2: Der Dialogprozess mit einigen Meilensteinen. 5

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die vier im Rahmen des Konsultationsprozesses abgeleiteten Zielkonflikte..... 6

Tabelle 2: Die in diesem Dokument zusammengefassten Bausteine/Lösungsansätze für die drei übergeordneten Lösungsstrategien, die geeignet sind, Zielkonflikte zu vermeiden..... 9

Tabelle 3: Interesse an den Lösungsansätzen innerhalb der einzelnen Arbeitsgruppen in der zweiten Dialogveranstaltung durch die Teilnehmenden. 10

1 Einleitung und Hintergrund

Im LFP-Projekt (Länderfinanzierungsprogramm) „Umgang mit Zielkonflikten bei der Anpassung der Wasserwirtschaft an den Klimawandel“ führt die LAWA zusammen mit IWW und IKU einen gemeinsamen Dialog mit der Forst-, Land- und Wasserwirtschaft sowie dem Naturschutz über Nutzungsansprüche an die Wasserressourcen und gemeinsame Nachhaltigkeitsziele durch.

Grundlage für den Dialog bildet eine Analyse zu wasserwirtschaftlichen Zielkonflikten, die von der LAWA im Dezember 2017 mit dem Bericht „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft“ (kurz: LAWA Klimawandel-Bericht 2017; aktualisiert in 2020) vorgelegt wurde. Dort wurden erste Zielkonflikte benannt, die bei anzustrebenden Klimaanpassungsmaßnahmen zwischen verschiedenen strategischen Handlungsfeldern entstehen können. Diese wasserwirtschaftlichen Zielkonflikte können u. a. mit der Land- und Forstwirtschaft, Industrie und Gewerbe, der Energiewirtschaft und der Stadtplanung auftreten. Der Bericht fasste den aktuellen Kenntnisstand, Handlungsoptionen und die Handlungsfelder zu dieser Thematik zusammen.

Aufbauend auf dem LAWA Klimawandel-Bericht 2017 wurde eine weitergehende Analyse dieser Zielkonflikte durchgeführt, denn „[…] bei der Planung von Maßnahmen [ist] ein rechtzeitiges Erkennen potenzieller Zielkonflikte für eine umfassende und damit nachhaltige Lösung essentiell“ (LAWA Klimawandel-Bericht 2017). Die LAWA Vollversammlung hat dafür das LFP-Projekt „Umgang mit Zielkonflikten bei der Anpassung der Wasserwirtschaft an den Klimawandel“ beschlossen. In diesem Projekt wurde in einer vorbereitenden Projektphase 1 die Betroffenheit durch die Auswirkungen des Klimawandels und die daraus resultierenden Folgen für die Bereiche Land- und Forstwirtschaft, Energie und Stadtplanung (vorrangig im Kontext „Wasser“) sowie mögliche Handlungsoptionen und Praxisbeispiele recherchiert, dokumentiert und ausgewertet (IWW, 2019).

Die Literaturrecherche ergab das folgende Bild: Während Zielkonflikte zwischen den Sektoren Energiewirtschaft und Wasserwirtschaft zukünftig tendenziell geringer werden, können bei der Anpassung von Wasserwirtschaft und Landwirtschaft an den Klimawandel vor allem durch die konkurrierende Nutzung von Wasser innerhalb von einzelnen Einzugsgebieten Konflikte entstehen. Handlungsorte sind demnach vor allem wasserwirtschaftliche Einzugsgebiete, in denen sich zu bewässernde landwirtschaftliche Nutzfläche befindet.

Der Fokus der zweiten Projektphase richtet sich nach Beschluss der 158. LAWA Vollversammlung vom 18./19.09.2019 daher auf einen Teilbereich dieser Konflikte, nämlich solche, die zwischen Land-/Forstwirtschaft (LW/FW) und Wasserwirtschaft (WW) entstehen können. Das Projekt widmet sich, innerhalb der übergeordneten Herausforderung der Klimawandelanpassung, dem Fokusthema „Zielkonflikte durch die Anpassung an den Klimawandel“, und ist damit als Ergänzung zu weiteren Aktivitäten wie dem Nationalen Wasserdialog[1] oder anderen Fokusthemen wie der

[1] https://www.bmuv.de/wasserdialog

Moorschutzstrategie[2] zu sehen. Die Auswahl oder Bewertung einzelner strategischer Klimaschutzmaßnahmen ist nicht Thema.

Unter dem Begriff „Wasserwirtschaft“ wurde in diesem Projekt die Definition aus dem nationalen Wasserdialog übernommen (BMU, 2019).[3] Der Begriff „Landwirtschaft“ umfasst Ackerbau, den Produktionsgartenbau (u.a. Obst, Gemüse, Baumschule, Zierpflanzen, Grünland) sowie die Produktion tierischer Erzeugnisse.

In dieser zweiten Projektphase wurde nun in zwei Dialogveranstaltungen eine Diskussion über das Erkennen und Lösen von Zielkonflikten angestrebt. Konflikte mit weiteren Sektoren wurden in die Diskussion aufgenommen, wenn sie als konfliktfördernde „externe Einflussfaktoren“ auftreten (Abbildung 1).

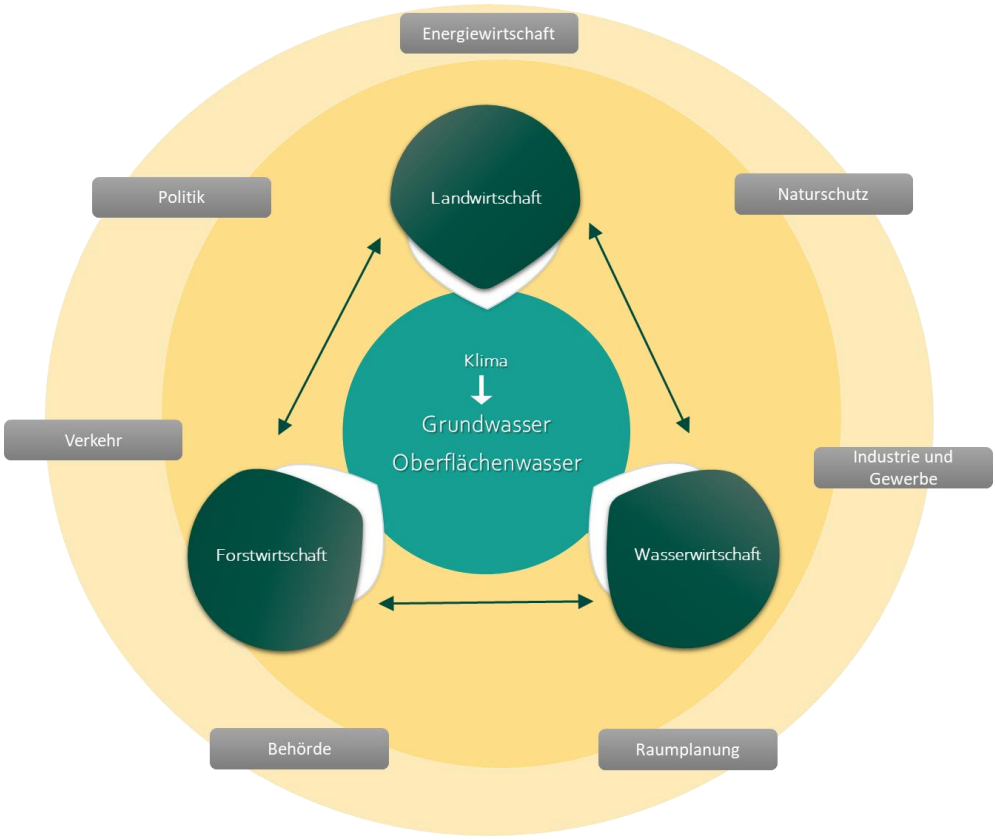


Abbildung 1: Konzeptioneller Rahmen des LAWA Projekts „Umgang mit Zielkonflikten bei der Anpassung der Wasserwirtschaft an den Klimawandel“. Im Zentrum stehen die Anpassungsmaßnahmen der Wasser-, Land- und Forstwirtschaft. Die weiteren Einflussfaktoren, die nicht als Klimaanpassungsmaßnahme innerhalb der Wasser-, Forst- oder Landwirtschaft einen Einfluss haben, sondern diese Konflikte von außen verstärken, sind im äußeren Ring dargestellt.

[2] https://www.bmuv.de/download/nationale-moorschutzstrategie

[3] „die Gesamtheit der Institutionen und Maßnahmen zur Wasserversorgung, zur Entsorgung von Abwasser und zur Regulierung des Wasserhaushalts“ (aus: BMU, 2019)

Damit werden alle Akteure, die im weiteren Sinn als wasserwirtschaftlich-relevant gelten, berücksichtigt. Das Zentrum der Diskussion fokussiert sich jedoch auf die Interaktion zwischen Wasser-, Land- und Forstwirtschaft und wie dadurch die Ökosysteme Grund- und Oberflächenwasser beeinflusst werden.

1.1 Ziel des Dialogs und Adressaten

Der Wasserhaushalt in Deutschland wird sich verändern. Landnutzungsänderungen sowie der Klimawandel werden sich unterschiedlich stark auf die Nutzung und Verteilung von Wasser auswirken. Damit die Wasserwirtschaft angemessen reagieren kann, gilt es Informationen zu Wassernutzern und –nutzungen besser auszutauschen und verfügbar zu machen. Besonders dann, wenn es darum geht Verteilungs- und Nutzungskonflikte frühzeitig mitzudenken, verstehen zu können und eine Übernutzung der Ressource Wasser (mit allen ökologischen Folgen) zu verhindern. Denn der Wandel hin zu einer nachhaltigen und klimaangepassten Wasserwirtschaft wird enorme wirtschaftliche Ressourcen erfordern. Die Wasserwirtschaft steht vor verschiedenen Herausforderungen (u. a. nachhaltige Trinkwasserbereitstellung, Schutz vor Hochwasser- und Extremwetterabfluss, Verminderung der Folgen von Dürren und Niedrigwasser, Küstenschutz). Auch die moderne Land- und Forstwirtschaft ist vielschichtig und komplex. Hinzu kommt die Rolle der Behörden, die den Vollzug regulieren und steuern. Auch sie kennen nicht immer alle Facetten, die das Handeln der einzelnen Akteure bestimmen. Für viele Expertinnen und Experten des einen Sektors (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft, Behörde) ist ein Austausch im Dialogformat oft die einzige Möglichkeit, mit den anderen Sektoren vertieft diskutieren zu können. An dieser Stelle setzt der LAWA Dialog an.

Das Ziel des Projekts war es, den Vorsorgegedanken durch einen Dialogprozess zu stärken. Der finale Bericht richtet sich in erster Linie an Ministerien und Verbände. Ein erster Schritt in die Regionen wird durch einzelne Praxisbeispiele getätigt, die am Ende des Berichts zu finden sind. Die Einzelbeispiele sind allerdings nicht generalisierbar und dienen lediglich zur Anschauung von ausgesuchten Projekten, die aus Sicht der LAWA als wegweisend verstanden werden können.

1.2 Ablauf und Meilensteine des LAWA-Dialogs

Der konzeptionelle Verlauf des LAWA-LFP Projekts ist in Abbildung 2 dargestellt. Der vorliegende Bericht fasst den Dialogprozess und die Ergebnisse des Dialogs zusammen. Zusätzlich bildet er die Grundlage für die Erstellung eines zusätzlich vorgesehenen Policy Papers für politische Entscheidungsträger.

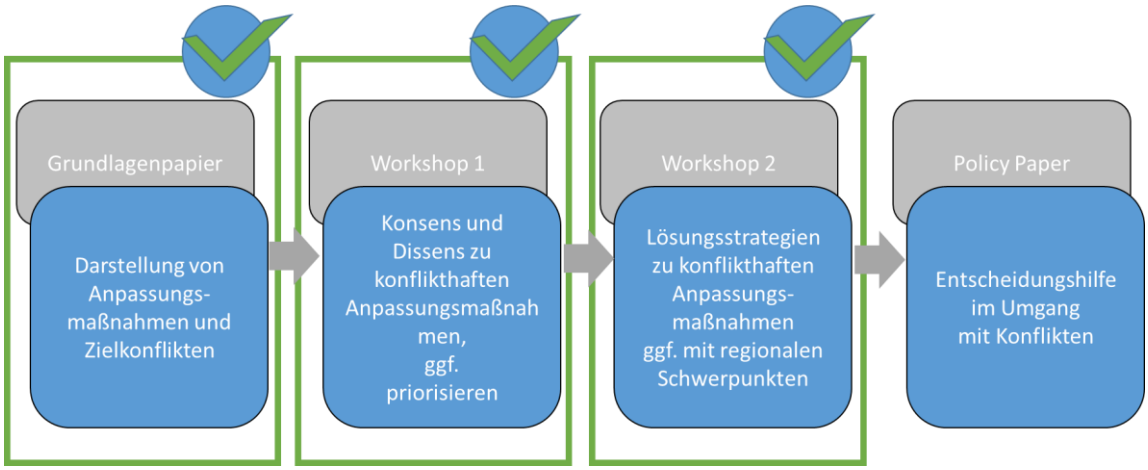


Abbildung 2: Der Dialogprozess mit einigen Meilensteinen.

Für das Grundlagenpapier wurde in einem ersten Schritt eine Definition von Zielkonflikten, die zwischen den genannten Sektoren auftreten können, erarbeitet. Dazu wurde eine Reihe von Zielkonflikten (ZK) zusammengestellt, die an 64 Vertreterinnen und Vertreter aus Land-, Forst- und Wasserwirtschaft mit der Bitte um Kommentierung und Ergänzung versendet wurde. Verbände, Vereine, Stiftungen, Forschungseinrichtungen sowie einzelne Wasserversorger wurden angeschrieben und um eine Stellungnahme gebeten, mit dem Ziel, eine Priorisierung der Konflikte zu erreichen. Darüber hinaus sollten weitere potenzielle Zielkonflikte sowie die möglichen Ursachen für die aufgezählten Zielkonflikte benannt werden.

Aufbauend auf den insgesamt 21 Rückmeldungen wurden global formulierte Zielkonflikte erarbeitet. Die ursprünglich formulierten Zielkonflikte wurden auf insgesamt vier reduziert (Tabelle 1), die sich formal aus den Forderungen des Wasserhaushaltsgesetzes ergeben. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass eine Anpassung an den Klimawandel immer zusammen mit den Anforderungen des Naturschutzes betrachtet werden muss. Durch eine Anpassungsmaßnahme darf die qualitative und quantitative Regenerationsfähigkeit einer Wasserressource nicht gefährdet werden. Konsequenterweise ergeben sich Zielkonflikte immer dann, wenn Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel die Vorgaben des WHG durch (a) eine Verschlechterung des mengenmäßigen Zustands von Grund- und Oberflächenwasser oder (b) eine Verschlechterung des qualitativen Zustands von Grund- und Oberflächenwasser verletzen und dadurch Einschränkungen der Nutzbarkeit von Grund- und Oberflächenwasser mit unterschiedlichen sozioökonomischen und ökologischen Folgen entstehen. Damit ist implizit auch das Verbesserungsgebot enthalten. Im Ergebnis zeigen sich insgesamt vier Kernzielkonflikte, denen sich jeweils eine oder mehrere Klimaanpassungs-maßnahmen zuordnen lassen. Zielkonflikte entstehen somit aus dem Zusammenspiel aller Wassernutzungen, die einen negativen Einfluss auf die Funktion der Grundwasser- und Oberflächenwasserökosysteme haben. Die Betrachtungsebene sind also die Einzugsgebiete. Der Begriff „Konfliktfrei“ bezieht sich in diesem Dokument konsequenterweise ebenfalls auf diese vier Zielkonflikte. Es können aber dennoch Konflikte mit anderen Sektoren außerhalb des Dreiecks aus Land-, Forst- und Wasserwirtschaft auftreten, die nicht Teil der Diskussion in den Dialogveranstaltungen waren (siehe Abbildung 1). Zum Beispiel können Zielkonflikte

durch Landnutzungsänderungen auftreten (etwa wenn durch Versieglung der lokale Wasserhaushalt beeinflusst wird, z. B. „Raumplanung“ in Abbildung 1).

Tabelle 1: Die vier im Rahmen des Konsultationsprozesses abgeleiteten Zielkonflikte.[4]

Zielkonflikte	
1	Die Inanspruchnahme von Grundwasser überschreitet das nutzbare Dargebot
2	Die Inanspruchnahme von Oberflächenwasser überschreitet das nutzbare Dargebot
3	Negative Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit
4	Negative Entwicklung der Oberflächenwasserbeschaffenheit

Auf Basis einer Literaturrecherche wurden Anpassungsmaßnahmen von Seiten der Wasser-, Land- und Forstwirtschaft ermittelt, die zu erkennbaren Zielkonflikten führen.

1.3 Ergebnisse der ersten Dialogveranstaltung

Am 15. September 2020 wurde eine erste Dialogveranstaltung durchgeführt. Ziel war es, einen Überblick über die aktuellen und zukünftigen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel in den einzelnen Sektoren zu erhalten, die zu Synergien, aber auch Konflikten bei der Verfügbarkeit und Qualität von Wasser führen können. Eingeladen waren Vertreterinnen und Vertreter der Land-, Forst- und Wasserwirtschaft sowie Kommunen, Umweltverbände und Forschungseinrichtungen. Das große Spektrum an Beteiligten spiegelte den in diesem Projekt gewählten Ansatz der gemeinsamen Diskussion wider, der aufgrund der Vernetzung der verschiedenen Systeme (Bodenwasser ↔ Grundwasser ↔ Oberflächenwasser, Wasserwirtschaft ↔ Landwirtschaft ↔ Forstwirtschaft) erforderlich ist.

Die Teilnehmenden wurden vorab mit einem Dokument über den Inhalt der Veranstaltung informiert. Dabei wurden die zu diskutierenden zielkonfliktauslösenden Maßnahmen benannt.

Die inhaltliche Diskussion fand in vier Arbeitsgruppen anhand von drei Leitfragen statt:

- Sind die Anpassungsmaßnahmen richtig in die Zielkonflikte eingeordnet?
- Welche Anpassungsmaßnahmen sind zusätzlich relevant?
- Welche der vorgestellten Anpassungsmaßnahmen können Synergien in der Land-, Forst-, und Wasserwirtschaft bei der Klimaanpassung ergeben?

Alle Arbeitsgruppen behandelten die gleichen Fragen. Nach der Gruppenphase wurden die Ergänzungsvorschläge für Anpassungsmaßnahmen mit Zielkonflikten im

[4] Das „nutzbare Dargebot“ wird hier als der Teil eines Wasserkörpers verstanden, der nach WHG nachhaltig, bzw. ohne negative Auswirkungen auf den Lebensraum von Menschen, Tieren und Pflanzen, genutzt werden kann. Individuelle wasserrechtliche Vorgaben können ebenfalls Einfluss auf den „nutzbaren“ Teil eines Wasserkörpers haben.

Plenum vorgestellt, die dann von den Teilnehmenden mündlich kommentiert werden konnten.

Ein häufiges Grundthema bei der Diskussion war der (Regen-)Wasserrückhalt bzw. die Verlangsamung des Abflusses. Aus Sicht der meisten Teilnehmenden ist die Errichtung eines zunehmend geschlossenen Wasserkreislaufs mit dem Ziel "Wasser im Raum halten" der wichtigste Ansatz bei der Anpassung an den Klimawandel. Daher sind verschiedene Anpassungsmaßnahmen unter dem Überthema „Wasserrückhalt“ zusammengefasst.

Abschließend wurden alle identifizierten Anpassungsmaßnahmen in weiteren Meinungsbildern durch die Teilnehmenden nach dem Grad der Konflikthaftigkeit, der Wirksamkeit und der Umsetzungswahrscheinlichkeit bewertet. Am Ende der Veranstaltung hatten sich die Teilnehmenden auf 22 Anpassungsmaßnahmen verständigt, von denen, nach Zusammenführung und Kürzung der doppelt genannten, 16 Maßnahmen im weiteren Dialog berücksichtigt wurden (Anhang I: Maßnahmen). Mehr als die Hälfte der Teilnehmenden sah bei den Anpassungsmaßnahmen „Steigende Entnahmen zur Trinkwasserversorgung“ und „Beregnung - Entnahme aus Grundwasser“ einen hohen Moderationsbedarf[5]. Der geringste Moderationsbedarf wurde nach Abstimmung unter den Teilnehmenden (mit weniger als 10 % Zustimmung) bei den Anpassungsmaßnahmen „Vermehrter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zur Bekämpfung von durch den Klimawandel begünstigten Pathogenen“, „Vermehrter Wasserbedarf zur Waldbrandbekämpfung“, „Beregnung von Wiederanpflanzungen im Forst“ und „Wandel der Anpflanzung von Baumarten, deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt / Aufforstung“ gesehen.

Von einer Sortierung nach Konflikthaftigkeit oder nach Moderationsbedarf wurde an dieser Stelle abgesehen. Beides soll im Rahmen dieses Projekts nicht generell bewertet werden, sondern spielt nur bei der Betrachtung der Auswirkungen von Anpassungsmaßnahmen auf einzelne Wasserkörper eine Rolle.

1.4 Vorbereitung der zweiten Dialogveranstaltung

Zu den 16 konflikthaften Anpassungsmaßnahmen wurde in einem nachfolgenden Schritt recherchiert, welche Möglichkeiten es gibt, das Konfliktpotenzial zu mildern bzw. das Potenzial für Synergien zu erhöhen. Dazu wurden publizierte Facharbeiten, Berichte von Landesämtern und Forschungseinrichtungen gesichtet und ausgewertet. Hinzu kam die Einschätzung der im ersten Dialogprozess beteiligten Fachleute. Eine erste Rückmeldung zu den hier diskutierten Lösungsansätzen erfolgte durch eine Abfrage bei acht Fachleuten aus den drei Sektoren Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und Forstwirtschaft sowie aus den Bereichen Umwelt und Wissenschaft im Rahmen von Interviews. Die Interviews dauerten rund 60 – 90 Minuten und behandelten die folgenden Fragen:

Wie bewerten Sie die erarbeiteten Lösungsansätze (u. a. zu Konflikthaftigkeit, Wirksamkeit, Umsetzungswahrscheinlichkeit)?

[5] Unter Moderationsbedarf wird hier die Notwendigkeit einer Regulierung durch eine unbeteiligte Institution verstanden.

- Wo sehen Sie Chancen?
- Wo sehen Sie Risiken?
- Wo erwarten Sie die größten Konflikte?
- Welche weiteren Lösungen sehen Sie?
- Welchen Beitrag kann Ihr Bereich für eine Umsetzung leisten?
- Welche Beiträge müssen aus anderen Bereichen kommen?

Die Ergebnisse der Literaturrecherche und der Experteninterviews wurden in einem Folgedokument für die jeweiligen Anpassungsmaßnahmen zusammengefasst und als Grundlagen für die 2. Dialogveranstaltung am 22. März 2021 verwendet. Ziel der Veranstaltung war es, konfliktmildernde Strategien und Vorgehensweisen zu diskutieren.

Die bis dahin entwickelten Lösungsansätze ließen sich grob in eine oder mehrere der drei Kategorien Wasserspeicherung/-rückhalt, Wassereinsparung und Erschließung neuer Ressourcen einordnen (Tabelle 2). Die Kategorien werden hier als übergeordnete Lösungsstrategien verstanden und folgen im Kern den Vorschlägen der Europäischen Kommission zum Ausbau des nachhaltigen Umgangs mit Wasser (Europäische Kommission, 2007; 2010; 2011; 2012).

Tabelle 2: Die in diesem Dokument zusammengefassten Bausteine/Lösungsansätze für die drei übergeordneten Lösungsstrategien, die geeignet sind, Zielkonflikte zu vermeiden.

Wasserspeicherung/-rückhalt	Wassereinsparung	Erschließung neuer Ressourcen
Künstliche Speicher	Bedarfsregulierung	Neue Gewinnungsgebiete
Bodenbearbeitung	Lastabwurf (Nutzungseinschränkungen)	Verbünde / Fernwasser
Humusanreicherung	Bewässerungseffizienz steigern	
Regulierbare Entwässerung	Defizitbewässerung	
Naturnaher Abfluss	Wasserwiederverwendung/ Brauchwasser/Klarwasser[6]	Wasserwiederverwendung/ Brauch-/Klarwasser
Grundwasseranreicherung	Waldbrandfrüherkennung (Thema: Wassersparen)	Grundwasseranreicherung
Wechsel im Kulturartenspektrum Züchtung Precision Farming Ökolandbau	Wechsel im Kulturartenspektrum Züchtung Precision Farming Ökolandbau	Wechsel im Kulturartenspektrum Züchtung

1.5 Ergebnisse der zweiten Dialogveranstaltung

Am 22. März 2021 wurde die zweite Dialogveranstaltung durchgeführt. Ziel war es, aufbauend auf den Ergebnissen der ersten Veranstaltung Handlungsansätze zu diskutieren, die das Konfliktpotenzial der Anpassungsmaßnahmen mindern können oder sogar Synergieeffekte schaffen. Eingeladen waren wiederum Vertreterinnen und Vertreter der Land-, Forst- und Wasserwirtschaft sowie Kommunen, Umweltverbände und Forschungseinrichtungen. Viele Teilnehmende waren auch bereits bei der ersten Veranstaltung dabei.

Die Teilnehmenden wurden vorab mit einem Dokument über den Inhalt der Veranstaltung informiert.

Die inhaltliche Diskussion fand in vier Arbeitsgruppen statt. Die Arbeitsgruppen wurden nach den übergeordneten Lösungsstrategien „Wasserrückhalt“, „Erschließung neuer Ressourcen“ und „Wassereinsparung“ sortiert (siehe Tabelle 2). Aufgrund der großen Nachfrage wurden zum Thema „Wasserrückhalt“ zwei Gruppen gebildet. Die Diskussion wurde anhand von folgenden Leitfragen geführt:

[6] Unter Klarwasser wird in diesem Bericht „behandeltes kommunales Abwasser“ nach Drewes et al. (2018) verstanden.

- Wie bewerten Sie die Bausteine/Lösungsansätze zur Konfliktminderung?
- Welche Hinweise haben Sie zur Umsetzung?
- Was braucht Ihr Sektor zur Umsetzung?
- Welche ergänzenden Lösungen sehen Sie?

Mit Blick auf die einzelnen Lösungsansätze behandelten alle Arbeitsgruppen die gleichen Fragen. Zu Beginn einer jeden Gruppensitzung wählten die Teilnehmenden aus, zu welchen Lösungsstrategien sie sich austauschen wollen (Tabelle 3). Jeweils mehr als die Hälfte der Teilnehmenden in den einzelnen Arbeitsgruppen interessierten sich für die Themen „Grundwasseranreicherung“, „künstliche Speicher", "Wasserwiederverwendung" und „Bedarfsregulierung“.

Tabelle 3: Interesse an den Lösungsansätzen innerhalb der einzelnen Arbeitsgruppen in der zweiten Dialogveranstaltung durch die Teilnehmenden.

Arbeitsgruppe 1 „Wasserrückhalt“	
Thema	Interesse
Grundwasseranreicherung	71%
Künstliche Speicher	64%
Bodenbearbeitung / Humusanreicherung	50%
regulierbare Entwässerung	36%
naturnaher Abfluss	29%
Wechsel im Kulturartenspektrum / Züchtung / Precision-Farming / Ökolandbau	29%
Arbeitsgruppe 2 „Wasserrückhalt“	
Thema	Interesse
Künstliche Speicher	58%
Grundwasseranreicherung	58%
regulierbare Entwässerung	50%
Bodenbearbeitung / Humusanreicherung	33%
naturnaher Abfluss	33%
Wechsel im Kulturartenspektrum / Züchtung / Precision-Farming / Ökolandbau	33%
Arbeitsgruppe 3 „Erschließung neuer Ressourcen“	
Thema	Interesse
Wasserwiederverwendung / Brauch- / Klarwasser	67%
Neue Gewinnungsgebiete	50%
Verbünde / Fernwasser	50%
Wechsel im Kulturartenspektrum / Züchtung	33%
Grundwasseranreicherung	25%
Arbeitsgruppe 4 „Wassereinsparung“	
Thema	Interesse
Bedarfsregulierung	64%
Wasserwiederverwendung / Brauchwasser / Klarwasser	64%
Bewässerungseffizienz steigern	45%
Wechsel im Kulturartenspektrum / Züchtung / Precision-Farming / Ökolandbau	45%
Lastabwurf (Nutzungseinschränkungen)	18%
Defizitbewässerung	18%
Waldbrandfrüherkennung (Thema: Wasser sparen)	18%

Es war ausdrücklich erwünscht, dass die vorgestellten möglichen Lösungsansätze durch die Teilnehmenden des Workshops sowohl inhaltlich diskutiert als auch um weitere Ideen zur Konfliktminderung ergänzt werden sollten. Für die Diskussion waren zudem die folgenden beiden Punkte relevant:

1. Ist ein angedachter Lösungsansatz generell zur Minderung von Zielkonflikten geeignet? Bei der Beschreibung der möglichen Lösungsansätze wurde deshalb auf einzelne Fallbeispiele sowie auf pauschale Kosten/Nutzen-Analysen weitgehend verzichtet. Es ging also nicht um die Diskussion von Maßnahmen im Hinblick auf einen spezifischen Wasserkörper, sondern um das generelle Potenzial einer einzelnen Lösungsstrategie.
2. Welche ökologischen, rechtlichen und bürokratischen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung müssen erfüllt sein, wie können bestehende Hürden abgebaut werden und welche neuen Konflikte nach Einschätzung der Teilnehmenden können auftreten? Da die wasserwirtschaftliche Machbarkeit im Vordergrund stand, wurden finanzielle Überlegungen (z. B. zu Investitionskosten für die Umsetzung von bestimmten Maßnahmen) von der Diskussion ausgenommen.

Nach der Gruppenphase stellten die Mitglieder der Gruppen die Diskussionsergebnisse im Plenum vor, die dann von den übrigen Teilnehmenden kommentiert werden konnten.

Die Ergebnisse aus den Diskussionen erlaubten eine Bewertung der einzelnen Lösungsansätze bezüglich ihrer Sinnhaftigkeit und der Umsetzungsfähigkeit und wurden für die abschließende Beschreibung der Lösungsansätze verwendet. Im Resultat entstand eine „Werkzeugkiste“ mit Ansätzen zur Lösung von möglichen Zielkonflikten, die als Entscheidungshilfe für Akteure (Behörde, Wassernutzer) in einer realen Konfliktsituation genutzt werden kann. Da einige der Lösungsansätze neue Zielkonflikte hervorrufen können, steht am Ende eine Liste, die in drei Teile geteilt ist:

(I) Maßnahmen in Land-, Forst- und Wasserwirtschaft zur Anpassung an den Klimawandel, die Zielkonflikte auslösen (Kapitel 2),

(II) Lösungen, mit denen sich Zielkonflikte mindern lassen, die aber ihrerseits wieder konflikthaft sein können,

(III) Konfliktfreie Lösungsansätze.

Lösungsansätze aus den Kategorien *II* und *III* gehören in die „Werkzeugkiste“ und finden sich im Kapitel 3. Für viele der Lösungen gibt es bereits erste erfolgreiche Pilotprojekte und Beispiele der guten Praxis, die den Erfolg und den Sinn besonders gut dokumentieren. Diese sind von den Teilnehmenden aus der zweiten Dialogveranstaltung zur Verfügung gestellt worden und werden, soweit vorhanden, an geeigneter Stelle zitiert. Sie wurden ohne Änderungen durch die LAWA übernommen. Die vollständige Beschreibung findet sich im Anhang II: Praxisbeispiele. Die Praxisbeispiele dienen der Dokumentation von bereits

erfolgreichen Aktivitäten. Dabei ist zu beachten, dass alle Praxisbeispiele vor dem Hintergrund der jeweiligen lokalen Randbedingungen zu verstehen sind. Sie dienen als Anregung. Eine generelle Übertragbarkeit ist nicht zu erwarten.

2 Maßnahmen in Land-, Forst- und Wasserwirtschaft zur Anpassung an den Klimawandel, die Zielkonflikte auslösen können

In diesem Kapitel werden die in der zweiten Dialogveranstaltung diskutierten Anpassungsmaßnahmen vorgestellt. Aufgeführt sind sowohl Anpassungsmaßnahmen mit Zielkonfliktpotenzial als auch solche Maßnahmen, die zu Synergien führen können. Die Reihenfolge ist zufällig gewählt und stellt keine Gewichtung oder Bewertung dar.

2.1 Höhere Wasserentnahmen durch steigenden Trinkwasserbedarf in urbanen Räumen und in Spitzenzeiten

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Eine steigende Nachfrage an die öffentliche Wasserversorgung in wachsenden Siedlungsräumen bzw. aufgrund von zunehmenden Bedarfsspitzen wird durch eine größere Beanspruchung der Wasserressourcen gedeckt.

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Durch steigende Entnahmen kann es bei einem gleichbleibenden oder sich verschlechternden Dargebot zu einer Reduktion der Wassermenge im genutzten Reservoir kommen (Zielkonflikte 1 und 2). Dadurch kommt es zu einer Verringerung des (Basis-)Abflusses in Oberflächengewässern und zu einem Absinken der Wasserstände in stehenden Gewässern und im Grundwasser sowie zu einer Beeinträchtigung von Ökosystemen, die auf eine Verbindung zum Grundwasserkörper angewiesen sind. Dazu zählen Auenwälder, Baumbestände, deren Wurzeln Grund- oder Kapillarwasser nutzen, und Quellen. Im Extremfall verändert sich durch erhöhte Entnahmen aus dem Grundwasser das Vorzeichen beim Grundwasser-Oberflächenwasseraustausch und es kommt zu einer vermehrten Versickerung von Oberflächenwasser ins Grundwasser. Wenn Einleitungen vorhanden sind, findet der Abfluss anteilig vermehrt durch diese statt. Dadurch können Schadstoffe aus Oberflächengewässern ins Grundwasser gelangen (Zielkonflikt 3).

Wo ist die Maßnahme zielführend? Städte und Kommunen mit einem stetig steigenden jährlichen Wasserbedarf und einer Zunahme der Spitzenbedarfsmenge.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

„1 - Die Inanspruchnahme von Grundwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“,

„2 - Die Inanspruchnahme von Oberflächenwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“

„3 - Negative Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit“

Hinweise zur konfliktfreien Umsetzung: Welche Handlungsansätze zur Minderung des Konfliktpotenzials der Anpassungsmaßnahme oder zur Bildung von Synergieeffekten sind denkbar?

1) Verbünde / Fernwasser (Kapitel 3.3.1).
2) Grundwasseranreicherung (Kapitel 3.1.3)
3) Dezentrale Niederschlagswasserspeicherung (Kapitel 3.1.4).
4) Neue Gewinnungsgebiete (Kapitel 3.3.2)
5) Nachfrage-orientierte Bedarfsregulierung und Lastabwurf (Kapitel 3.2.1)
6) Wasserwiederverwendung in Gewerbe und Industrie. Die Substitution von Trinkwasser durch aufbereitetes Prozesswasser kann den Druck auf Trinkwasserressourcen deutlich reduzieren. Der industrielle Wasserbedarf ist aufgrund von technologischen Entwicklungen, Kreislauf- und Kaskadennutzung bereits seit Jahren rückläufig (Destatis, 2019). Der größte Wasserbedarf in diesem Sektor liegt bei den chemischen und pharmazeutischen Produktionsprozessen. Auch hier ist die Wassernutzung zwischen den Jahren 2000 bis 2016 um rund 32 % zurückgegangen. Eine benutzerdefinierte Aufbereitung kann den Bedarf an Trinkwasser in Gewerbe und Industrie weiterhin gering halten.

2.2 Wasserrückhalt: Wiedervernässung von Feuchtgebieten

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Feuchtgebiete, die in der Vergangenheit zur Nutzung durch den Menschen trockengelegt wurden (z. B. Moore und Auengebiete), haben ihre natürlichen Eigenschaften und hydroökologischen Funktionen verloren. Die u. a. durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit angestrebte Renaturierung bzw. Revitalisierung von Feuchtgebieten verfolgt unterschiedliche Ziele wie Klima- und Gewässerschutz, Erhaltung der Biodiversität sowie den Wasserrückhalt in der Landschaft (Freibauer et al., 2009; BMU, 2015; 2020). Die Wiedervernässung von Feuchtgebieten ist zwar eine ökologische Maßnahme. Sie erfordert aber teils technisch ausgerichtete Anpassungen im lokalen/regionalen Wasserhaushalt und wird an dieser Stelle daher zu den wasserwirtschaftlichen Maßnahmen gezählt.[7] Aufgrund der komplexen wasserwirtschaftlichen und ökologischen Zusammenhänge bei der Renaturierung besteht hier das Potenzial für einen eigenen „Dialog“.

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Zur Wiederherstellung von Feuchtgebieten oder zur Aufrechterhaltung des Zustands von naturnahen Mooren ist zunächst die Entfernung einer möglicherweise vorhandenen Entwässerung durch Gräben oder Pumpen notwendig. Für die anschließende Wiedervernässung ist die Verfügbarkeit von Wasser ausschlaggebend, die ggf. das lokale Wasserdargebot im Zeitraum der Wiedervernässung übersteigen kann und darüber hinaus dauerhaft durch Verdunstung vermindert, so dass weitere Wasserressourcen beansprucht werden müssen (Quast, 1997; Meyer et al., 2011;

[7] Die Bewirtschaftungseinschränkungen von landwirtschaftlichen Nutzflächen durch eine Revitalisierung müssen ebenfalls beachtet werden, werden aber im Rahmen der hiergeführten Diskussion um die Lösungsansätze für Zielkonflikte zwischen Wasser-, Land- und Forstwirtschaft nicht genauer untersucht.

Zielkonflikte 1, 2). In den ersten Jahren einer Revitalisierung können zudem degradierte Niedermoore aus den am stärksten zersetzten oberen Bodenschichten Nährstoffe freisetzen, durch die es zu einer Beeinflussung der Qualität im abströmenden Fließgewässer kommen kann (Zak et al., 2008; Zielkonflikte 4). Konkrete Aussagen zum Einfluss auf den lokalen Wasserkreislauf und die Wasserqualität müssen durch eine die Revitalisierung begleitende Untersuchung erfasst werden.

Wo ist die Maßnahme zielführend? Die Revitalisierung von Feuchtgebieten dient der Erhaltung der Wasserqualität sowie der Wiederherstellung von Feuchtgebieten als Kohlenstoffsenken. Beide Aspekte gelten als wichtige Bausteine bei der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie sowie bei der Erreichung der deutschen Klimaziele (Hartje et al., 2015). Die Anpassungsmaßnahme ist für alle Feuchtgebiete im gesamten Bundesgebiet von Bedeutung, von denen man auch unter den zu erwartenden klimatischen Veränderungen noch erwarten kann, dass sie intakt sein werden. Moorrevitalisierung im Speziellen bezieht sich auf alle Standorte mit degradierten Mooren. Diese sind hauptsächlich in Norddeutschland und im Alpenraum zu finden.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

„1 - Die Inanspruchnahme von Grundwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“,

„2 - Die Inanspruchnahme von Oberflächenwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“

„4 - Negative Entwicklung der Oberflächenwasserbeschaffenheit“

Welche Handlungsansätze zur Minderung des Konfliktpotenzials der Anpassungsmaßnahme oder zur Bildung von Synergieeffekten sind denkbar?

1) Intensiver Austausch zwischen Flächeneigentümern und den Wasser- bzw. Bodenverbänden.
2) Rückbau von Drainagen (Kapitel 3.1.5)
3) Die Freisetzung von Stoffen, die zu einer Verschlechterung der Gewässerqualität führen, kann durch den Abtrag der obersten, stark degradierten Auflage vor der Revitalisierung verringert werden (Zak et al., 2018).

2.3 Bewässerung in der Landwirtschaft, um Trockenstress bei Nutzpflanzen zu reduzieren (Ertragsstabilisierung und Qualitätssicherung)

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Mit der Anpassungsmaßnahme wird eine unzureichende Bodenwasserverfügbarkeit bei Nutzpflanzen ausgeglichen, um den Ertrag zu stabilisieren. Bei einigen Kulturen kann die Bewässerung auch zur Sicherung der Qualität notwendig sein.

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Das Wasser wird durch die Beanspruchung von Grundwasser oder Oberflächenwasser, bzw. in einigen Fällen durch gesammelten Niederschlag, bereitgestellt. Durch die Bewässerung wirkt sich die Bodenfeuchte in Trockenperioden nicht mehr limitierend auf die Verdunstung von Wasser aus dem Boden, die Transpiration und die Aufnahme von Nährstoffen wie Stickstoff aus dem Boden aus. Dadurch kann die Auswaschung von Nährstoffen in Trockenjahren vermieden werden (Regenauer et al., 2017; Riedel 2018). Die durch die Bewässerung ermöglichte zusätzliche Evapotranspiration (und demzufolge zusätzlich verbrauchte Wassermengen) reduziert das gesamte lokale Wasserdargebot (Zielkonflikte 1 und 2). Bei einer ineffizienten Bewässerung kann zudem ein Teil des zur Bewässerung verwendeten Wassers versickern, verdriften (z. B. bei Kreisregnern, mobilen Großdüsen, Trommelregenmaschinen) oder oberflächlich abfließen.

Wo ist die Maßnahme zielführend? Die Anpassungsmaßnahme ist allgemein zur Ertragsstabilisierung in trockenen Jahren geeignet. Zum Beispiel ist ohne Bewässerung im Jahr 2018 bei Gras und Heu bis zum August nur ein Grünlandschnitt möglich gewesen (BMEL, 2018). Daher steigen in Trockenjahren beim Anbau von Rauhfutter für Wiederkäuer die Beschaffungskosten wegen der geringen Transportwürdigkeit des Raufutters um bis zu 15 % an (Schaub und Finger, 2018). Insbesondere in Jahren mit extremer Trockenheit (Dürren) und bei wasserintensiven bzw. trockenstresssensiblen Kulturen (Gemüse, Erdbeeren, Zuckerrüben, Kartoffeln, Getreide, Blumen und Zierpflanzen, die mit eingeschränktem Wurzelraum in Töpfen oder Containern wachsen; Geisler, 1988), ist die Maßnahme zur Ertragsstabilisierung derzeitig ohne weitere Alternativen. Das gilt sowohl für Regionen, in denen ohnehin bereits bewässert wird, als auch für Regionen, in denen Bewässerung aufgrund des Klimawandels in Zukunft notwendig werden könnte. Eine spezifische Region lässt sich nicht erkennen, denn landwirtschaftliche Dürren sind in der Vergangenheit jederzeit und überall in Deutschland aufgetreten (Reinermann et al., 2019). Wie sich der Bewässerungsbedarf in der Landwirtschaft in Zukunft ändern wird, ist schwer abschätzbar und muss regional unterschiedlich betrachtet werden. Zum Beispiel zeigen Prognosen zur Wasserverfügbarkeit in Abhängigkeit unterschiedlicher Klimawandelszenarien für den Raum Celle/Uelzen, dass die sommerlichen Niederschlagsmengen leicht zunehmen werden, während die klimatische Wasserbilanz gleichzeitig positiver wird (Pfeifer et al., 2021), so dass der Bewässerungsbedarf sinken könnte. Die Entwicklung der Verbrauchernachfrage nach im Freiland angebauten Produkten sowie Entwicklungen im präzisen Landbau

stellen weitere Unsicherheiten für die Prognose zukünftiger Bewässerungsmengen dar.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

„1 - Die Inanspruchnahme von Grundwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“,

„2 - Die Inanspruchnahme von Oberflächenwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“

„4 - Negative Entwicklung der Oberflächenwasserbeschaffenheit“

Welche Handlungsansätze zur Minderung des Konfliktpotenzials der Anpassungsmaßnahme oder zur Bildung von Synergieeffekten sind denkbar?

1) Wasserrückhalt: Errichten von künstlichen Wasserspeichern (Kapitel 3.1.1).
2) Grundwasseranreicherung für die Entnahme zur landwirtschaftlichen Bewässerung (Kapitel 3.1.3).
3) Bodenbearbeitung / Humusanreicherung (Kapitel 3.1.2)
4) Bewässerungseffizienz steigern (Kapitel 0)
5) Defizitbewässerung (Kapitel 3.2.5).
6) Neue Technologien in der Züchtung wie Hochdurchsatz-Phänotypisierung, CRISPR-Cas 9 oder „Speed-Breeding“ können helfen, schneller und effizienter trockenstresstolerante Sorten zu züchten (Ghosh et al., 2018; Gupta et al., 2020), denn bis zur Zulassung einer neuen Sorte vergehen in der konventionellen Pflanzenzüchtung ca. 12 Jahre. Der Europäische Gerichtshof (EuGH) entschied jedoch am 25. Juli 2018, dass mit Hilfe neuer molekularbiologischer Techniken (NMT) wie CRISPR/Cas gewonnene Organismen gentechnisch veränderte Organismen (GVO) sind. Damit fallen sie grundsätzlich unter die Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 12. März 2001.
7) Bei großflächig angebauten landwirtschaftlichen Kulturen wie Getreide kann durch Züchtung von trockenstresstoleranten und wassernutzungseffizienten Sorten sowie durch den Einsatz neuer Kulturarten zusätzlich Wasserstress vermieden werden .
8) Wasserrechte werden häufig für mehrere Jahre oder Jahrzehnte erteilt. Sie werden aber nicht in jedem Jahr voll ausgeschöpft. Ein vom gewässerkundlichen Landesdienst in Niedersachsen vorgestelltes Beispiel aus dem Landkreis Uelzen zeigt, dass die mittlere Ausschöpfung des Wasserrechts zwischen den Jahren 1997 und 2010 bei 67 % lag (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, 2013). Hingegen wurde in Trockenjahren wie dem des Jahres 2003 eine Überschreitung der wasserrechtlich genehmigten Entnahmemenge um 24 % beobachtet. Daher könnte eine Flexibilisierung der Wasserrechte (z. B. langjähriges Mittel anstatt jährliche Maximalentnahmen), die mögliche Veränderungen im Landschaftswasserhaushalt im Zeitraum der Gültigkeit der jeweiligen Wasserrechte berücksichtigt, sinnvoll sein.

2.4 Veränderter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zur Bekämpfung von durch den Klimawandel begünstigten Pathogenen

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Der Klimawandel kann die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) im Bereich der Landwirtschaft verändern. Im Bereich der Forstwirtschaft spielt dies nach den Maßgaben des naturgemäßen Waldbaus und der forstlichen Zertifizierungssysteme nur eine sehr untergeordnete Rolle. Eine klare Aussage zum zukünftigen Einsatz von Pflanzenschutz- und -behandlungsmitteln (PSM) in der Landwirtschaft ist nach bisherigem Stand nicht möglich (Delcour et al., 2015). In den Jahren 2018 bis 2020 war der Absatz von Herbiziden und Fungiziden in Deutschland leicht rückläufig (BVL, 2020), was teilweise auf die trockene Witterung zurückgeführt wird (UBA, 2021). Es gibt allerdings eine Reihe von Gründen, warum sich der Einsatz einzelner PSM verändert bzw. sogar zunehmen könnte. Hitze- und Trockenstress machen Pflanzen anfälliger für den Befall durch Pathogene (Döring et al., 2020). Die Verlängerung der Vegetationsphase mag ein häufigeres Aufbringen von PSM erforderlich machen. Steigende Temperaturen und eine höhere Sonneneinstrahlung führen zu einem schnelleren Verlust von applizierten PSM durch höhere Verflüchtigungsraten sowie gesteigerten photochemischen und biologischen Abbau, der durch höhere Applikationsmengen ausgeglichen werden muss. Wärmere Winter begünstigen die Überwinterung von kälteempfindlichen Pathogenen bis zur folgenden Anbauperiode und begünstigen tierische Schadorganismen (u. a. Mäuse). Bei Fungiziden wird hingegen erwartet, dass der Verbrauch sinkt, da der Befall mit Pilzen durch die klimatischen Veränderungen zurückgehen könnte. Allerdings wird der Klimawandel zu einer Einwanderung neuer Pathogene und zu einer Veränderung der bekannten Infektionsmuster führen, wodurch der Einsatz anderer PSM als der bisher gebräuchlichen notwendig werden könnte (Rosenzweig et al., 2001). Inwieweit sich auch die Verwendung von Veterinärpharmaka in der Landwirtschaft verändern wird, und wie sich das auf Boden und Wasser auswirken wird, ist aus der aktuellen Literatur noch nicht erkennbar. Insgesamt fehlen Studien, die konkrete Aussagen zur zukünftigen Anwendung von PSM machen.

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Eine Steigerung der Gesamtbelastung der Ökosysteme durch PSM ist trotz der oben genannten Tendenzen aufgrund der rechtlichen Vorgaben auf EU- und auf nationaler Ebene und der damit verbundenen Maßnahmen der Risikominimierung und deren kontinuierlicher Weiterentwicklung sehr unwahrscheinlich und kann nahezu ausgeschlossen werden. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die restriktive, sich am Risiko der Wirkstoffe bzw. Pflanzenschutzmittel ausgerichtete Genehmigungs- und Zulassungspolitik der EU bzw. Deutschlands, die umfangreichen Maßnahmen der Risikominimierung bei der Anwendung (Beratung Sachkunde, Geräteprüfung etc.), die Erarbeitung weiterer Optimierungsfelder beispielsweise im Rahmen des Nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, weitere Maßnahmen (Bsp. Gewässerrandstreifen) und Zielsetzungen im Rahmen von Länder-, Bundes- oder EU-Programmen bzw. Strategien (Bsp.: Volksbegehren auf Länderebene, Insektenschutzprogramm, Farm to Fork-Strategie) zu nennen. Insofern sind mögliche Verschlechterungen von Grund- und Oberflächenwasserqualität (Zielkonflikte 3 + 4)

nur hypothetisch zu verstehen. Insgesamt sind die im Rahmen der Anpassung an den Klimawandel erforderlichen Veränderungen in der Anwendung von PSM derzeitig nur schwer abschätzbar.

Wo ist die Maßnahme zielführend? Auf Standorten mit klimawandelbedingten Veränderungen im Auftreten von Schaderregern.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

„3 - Negative Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit“

„4 - Negative Entwicklung der Oberflächenwasserbeschaffenheit“

Welche Handlungsansätze zur Minderung des Konfliktpotenzials der Anpassungsmaßnahme oder zur Bildung von Synergieeffekten sind denkbar?

1) Der präzise Pflanzenanbau ermöglicht durch technische Anpassungen bei der Ausbringung von PSM eine deutliche Reduzierung der verwendeten Gesamtmenge. Mittels einer auf einzelne Teilflächen spezifizierten Applikationsmenge, die sich u. a. an dem tatsächlichen Schadbild einer Pflanze und den Bodeneigenschaften orientiert, kann bei einzelnen Wirkstoffen eine Einsparung von bis zu 90 % erreicht werden (Timmermann, 2001). Bereits im Jahr 2019 nutzte jeder 10. Landwirt in Deutschland Drohnen zur Ernteüberwachung, zur Untersuchung von Schäden oder zur präzisen Ausbringung von Pestiziden (Michels et al., 2020). Drohnen können dazu genutzt werden, einzelne Bereiche auf einem Feld auszumachen, in denen ein Befall mit Pathogenen begonnen hat. Anhand der Informationen lassen sich PSM zielgenau verwenden.
2) Biologischer Pflanzenschutz, d. h. der Einsatz von Nutzorganismen und biologischen Wirkstoffen, hat auch das Potenzial, den Einsatz von PSM und dadurch die oben genannten Zielkonflikte 3 und 4 zu mindern. Dieser Ansatz kann ggf. im Vergleich zum PSM-Einsatz längere Zeit für die Entwicklung biologischer Wirkstoffe sowie die Förderung, Ansiedlung und Ausbringung von Nützlingen benötigen sowie die durch den Klimawandel hervorgerufene Änderung der biologischen Vielfalt verstärken.
3) Mit der Umstellung auf Ökolandbau kann der Eintrag von PSM in die Umwelt vermindert werden.

2.5 Klimaangepasste Waldbewirtschaftung: Waldumbau und Erstaufforstung

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Der Waldumbau steht im Zentrum der Maßnahmen zur Anpassung der Forstwirtschaft an den Klimawandel. Mit einer an den Klimawandel angepassten Bewirtschaftung der Wälder werden verschiedene, auf mehrere Jahrzehnte ausgelegte Ziele verfolgt. Dazu zählen die Förderung der nachhaltigen Bewirtschaftung, die Erhaltung der Biodiversität, die Schaffung klimaresilienter Wälder, die Verbesserung des Lokalklimas, die Speicherung von Kohlenstoff als Reaktion auf den globalen Klimawandel durch Aufforstung und die allgemeinen forstwirtschaftlichen Interessen (Freibauer et al., 2009; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2015; Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2020). Durch den Umbau der bestehenden Wälder und durch Waldschäden aufgelichteter Forstflächen sollen z. B. wirtschaftlich relevante Baumarten wie Fichte, deren Wachstumsbedingungen durch die zunehmend trockeneren Bedingungen in einigen Regionen Deutschlands als wenig positiv bewertet werden, durch Baumarten ersetzt werden, die resilienter gegenüber Trockenheit und Pathogenen sind (Zang et al. 2011; Schimmelpfennig et al., 2018). Neben dem Umbau von bestehenden Waldflächen und der Wiederbewaldung von geschädigten Forstflächen ist auch die (Erst-)Aufforstung und die damit verbundene erhöhte Kohlenstoffspeicherung im Boden für die Umsetzung der deutschen und europäischen Klimaschutzziele wichtig (Hartje et al., 2015). Die Naturverjüngung ist mit 85 % Flächenanteil an der Jungbestockung die überwiegende Verjüngungsart im deutschen Wald. Pflanzungen machen nur 13 % aus. Die restliche Fläche (Saat, Stockausschlag, nicht zuzuordnen) summiert sich auf 2 %.

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Waldstandorte sind besonders aus qualitativer Sicht wertvoll für die Trinkwasserbereitstellung, da der Aufbereitungsbedarf von unter einem Waldstandort neugebildetem Grundwasser aufgrund der geringen Belastung in der Regel niedrig ist. Beim Waldumbau oder bei der Aufforstung kann sich jedoch das lokale Wasserdargebot durch die Wahl der Baumart sowie die Bewirtschaftungsform in Abhängigkeit von verschiedenen weiteren Faktoren verändern (Ellison et al., 2012). Zu den grundsätzlichen Faktoren, die sich prinzipiell negativ auf das lokale Wasserdargebot auswirken, gehören hohe Bestandsdichten, Baumarten mit hohem Blattflächenindex, Bäume mit großer Wuchshöhe, Bodenbedeckung, dichter Unterwuchs und ein mittleres Bestandsalter (~20-50 Jahre). Speziell ältere Baumbestände (> 20 Jahre) und einige Nadelbaumarten können höhere Transpirationsraten und damit geringere Sickerwasserraten aufweisen als Acker- und Grünlandstandorte (Harsch et al., 2009; Zingk, 1988). Die Wahl der Baumarten sowie die Bewirtschaftungsform haben einen entscheidenden Einfluss darauf, wie sich das Wasserdargebot durch Waldumbau und Aufforstung verändert, wodurch Konflikte mit weiteren Nutzern (z. B. Trinkwassergewinnung) entstehen können (Zielkonflikte 1 und 2). Es ist jedoch nicht pauschal möglich, eine Bewertung von Naturverjüngung und Aufforstung im Hinblick auf die Wasserverfügbarkeit vorzunehmen. Dazu müssen die spezifischen örtlichen Gegebenheiten Berücksichtigung finden (Zimmermann et al., 2008; Natkhin et al., 2010; Ellison et al., 2012). Zum Beispiel

zeigen Untersuchungen im Harz, dass durch einen naturnahen Waldumbau, der ggf. die potenziell natürliche Vegetation berücksichtigt, nur wenige Veränderungen im Wasserdargebot zu erwarten sind (Albert et al., 2018). Eine starke Durchforstung mit dem Ziel, besonders ertragreiche Bestände zu sichern, kann zwar die Grundwasserneubildung erhöhen, führt aber auch zu einem erhöhten Risiko für erhebliche Oberflächenabflüsse bei Starkregen. Demgegenüber kann eine Waldentwicklung ohne forstwirtschaftliche Eingriffe sogar zu einer Abnahme der Grundwasserneubildung führen, wodurch das gesamte Wasserdargebot sinken kann (Zielkonflikte 1 und 2). Hinzu kommen erhebliche Unsicherheiten darüber, wie sich der Wasserbedarf von Bäumen und Sträuchern in Abhängigkeit der klimatischen Veränderungen und der steigenden atmosphärischen CO_2-Konzentrationen in Zukunft entwickeln wird und welche Auswirkungen sich dadurch auf das Wasserdargebot ergeben werden (Riedel und Weber, 2020). Ein Waldumbau verursacht darüber hinaus Veränderungen in teils über Jahrzehnte hinweg etablierten Waldökosystemen, und ebenso wird sich die Baumartenzusammensetzung bei der Wiederbewaldung von geschädigten und aufgelichteten Bestandsflächen an der weiteren Klimaentwicklung hin zu klimaresilienten Mischbeständen ausrichten, weswegen die Umsetzung jeweils auch immer aus gesamtökologischer Sicht bewertet werden muss.

Auch durch eine Aufforstung von Brachflächen oder ehemaligen landwirtschaftlichen Nutzflächen kann sich das Grundwasserdargebot unter diesen Flächen gegenüber der ursprünglichen Nutzungsform verringern, während sich die Sickerwasserqualität ggf. verbessert.

Wo ist die Maßnahme zielführend? Waldumbau ist dort notwendig, wo die vorhandenen Baumarten nicht mehr für das Klima des jeweiligen Standortes geeignet sind, bzw. dort, wo Bestände indirekt durch die klimatischen Veränderungen gefährdet sein können. Dazu zählen Standorte, auf denen Trockenstress die Anfälligkeit gegenüber Pathogenen oder Schaderregern erhöht (z. B. Borkenkäfer) oder die allgemeinen Wachstumsbedingungen in Zukunft nicht mehr gegeben sind.

Eine Neuanlage von Wäldern auf freien Flächen ist aus einer Vielzahl von ökologischen und klimapolitischen Gesichtspunkten heraus auf allen geeigneten Standorten in Deutschland sinnvoll, wenn keine weiteren naturschutzfachlichen Aspekte dem entgegenstehen (Hartje et al., 2015).

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

„1 - Die Inanspruchnahme von Grundwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“,

„2 - Die Inanspruchnahme von Oberflächenwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“

Welche Handlungsansätze zur Minderung des Konfliktpotenzials der Anpassungsmaßnahme oder zur Bildung von Synergieeffekten sind denkbar?

1) Der Waldumbau dient aktuell der Schaffung resilienter Wälder und verfolgt nicht das primäre Ziel eines verbesserten Wasserdargebots. Eine Möglichkeit, den Wald-/Forstumbau in Regionen mit hohen oder steigenden Wasserentnahmen und zugleich hohen Nadelholzanteilen dennoch konfliktmindernd zu gestalten,

ist die "Grundwasser betonte Waldbaustrategie" (Schulz, 2014; Praxisbeispiel 2 „Sicherung der Wasserversorgung eines Kleinmoors in einem Kiefernwald durch Waldumbau zu Laub(misch)wald im Land Brandenburg“; Kapitel 6.2.2). Im Vordergrund stehen die Verringerung von Interzeption und Transpiration und damit eine Erhöhung der Versickerung durch eine geeignete Wahl von Baumbeständen oder die Verringerung der Bestandsdichte. Das kann z. B. dadurch geschehen, dass Baumarten wie Fichte oder Kiefer durch weniger transpirierende Baumarten ersetzt werden. Der Umbau von Nadelholz-geprägten Forstflächen in Laub- oder Laubmischwald ist jedoch kostenintensiver als die Naturverjüngung. Zudem wird der größte Teil der Wertschöpfung in der Forstwirtschaft durch Nadelhölzer generiert (Jochem et al., 2020). Für Laubholz gibt es weniger zahlreiche Einsatzmöglichkeiten. Zum Beispiel ist Buchenholz, außer dem Furnierschichtholz „BauBuche“, nicht für konstruktive Zwecke im Bau zugelassen und wird u. a. wegen mangelnder Alternativen vielfach einer energetischen Nutzung zugeführt. Daher müsste ein finanzieller Ausgleich für den Anbau von forstwirtschaftlich weniger rentablen Baumarten durch Jene erfolgen, die durch den Umbau begünstigt werden (Schulz, 2014). Die Abgeltung von ökosystemaren Dienstleistungen von Waldflächen zugunsten der Wasserwirtschaft (zur Förderung des Allgemeinguts Wasser) ist allerdings noch nicht durch entsprechende gesetzliche Regelungen verankert.

2) Geringere Dichte in den Beständen zur Erhöhung der Sickerwasserraten.

2.6 Bewässerung von Forstkulturen/Waldverjüngung

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Bei Erstaufforstung können Dürreperioden in den ersten Jahren zu erheblichen Trockenschäden führen. Um diese zu verhindern, kann eine Bewässerung der jungen Bäume in den ersten Jahren notwendig werden, mindestens bis das Wurzelwerk für eine ausreichende Wasserversorgung des Baums ausgebildet ist. Hier ist die Bewässerung von Pflanzgärten sowie Pflanzungen in Kulturen oder in Containern gemeint, nicht aber die Bewässerung von Naturverjüngung.

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Die verbesserte Überlebenschance von Jungbäumen trägt zur Sicherung des Ökosystems Wald bei. Die Bewässerung greift allerdings auf Wasserressourcen zurück, wodurch potenziell Konflikte mit anderen Wassernutzern entstehen können (Zielkonflikte 1 und 2).

Wo ist die Maßnahme zielführend? Bisher spielt die Bewässerung im Wald in der Praxis keine große Rolle, da die Einrichtung und der Erhalt einer Bewässerungsinfrastruktur zu unwirtschaftlich sind. Sie eignet sich generell nur im flachen und weniger in hügeligem Gelände. Eine temporäre Bewässerung in Pflanzgärten sowie Pflanzungen in Kulturen oder in Containern können zur Entwicklung klimastabiler Mischwälder und zum Schutz des Aufwuchses in den Blick genommen werden. Vor allem in Baumschulen kann das Thema zukünftig wichtiger werden, wenn die Dürregefährdung durch die klimatischen Veränderungen größer wird.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

„1 - Die Inanspruchnahme von Grundwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“,

„2 - Die Inanspruchnahme von Oberflächenwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“

Welche Handlungsansätze zur Minderung des Konfliktpotenzials der Anpassungsmaßnahme oder zur Bildung von Synergieeffekten sind denkbar?

1) Junge Waldbestände brauchen in den ersten Jahren bis zur Bestandssicherung Wasser in trockenen Perioden. Sobald das Wurzelwerk ausgebildet ist, sinkt das Risiko gegenüber Dürreschäden. Die Verwendung von Wasser zur Bewässerung von jungen Beständen ist daher nicht langfristig zu bewerten. In der Praxis hat die Bewässerung bisher keine große Rolle gespielt. Es werden oft noch die „traditionellen“ Maßnahmen angewendet. Dazu zählen: Anpflanzung zu einem jahreszeitlich wassergünstigen Zeitpunkt und die Auswahl geeigneter Pflanzen und Baumarten nach den Boden- bzw. Standortverhältnissen.
2) Ein für den Wald günstiger Wasserhaushalt, in dem eine ausreichende Bodenfeuchte den Wasserbedarf der Vegetation deckt, ist besser geeignet als eine künstliche Bewässerung, um auf natürliche Weise Wälder zu erhalten. Dafür bedarf es ggf. einer Regulierung der Flurabstände.

2.7 Erhöhung der Wasserverfügbarkeit bei der Waldbrandbekämpfung

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Die Auswirkungen von Waldbränden sind zwar aktuell noch gering (weniger als 0,1 % der Waldfläche pro Jahr werden in Deutschland durch Waldbrände zerstört; Abatzoglou et al., 2018). Durch die klimatischen Veränderungen wird jedoch mit einer erhöhten Waldbrandgefahr in warmen und trockenen Frühjahrs- und Sommermonaten gerechnet. Die Gefahr ist nach heutigem Stand der Technik nicht ohne weiteres reduzierbar. Im Falle eines Brandes müssen ggf. größere Mengen an Wasser bereitstehen, die aus lokalen Ressourcen gespeist werden müssen. In Trinkwasserschutzgebieten darf nicht mit Schaum oder anderen Sonderlöschmitteln gearbeitet werden. Darum sollte im Fall einer Brandmeldung eine hinreichende Anzahl an Tanklöschfahrzeugen oder Wasser aus umliegenden Seen, Flüssen oder Talsperren bereitstehen. An besonders kritischen Standorten kann es sinnvoll sein, Löschwasserteiche, Fernwasserleitungen oder Hydranten im Waldgebiet an strategisch günstigen Punkten zu errichten (Kaulfuß, 2011).

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Das Vorhalten von Löschteichen greift auf Wasservorkommen zurück, wodurch potenziell Konflikte mit anderen Wassernutzern entstehen können (Zielkonflikte 1 und 2). Löschteiche, die zur Atmosphäre hin offen sind, erfahren zudem Verdunstungsverluste, die mit Voranschreiten der klimatischen Veränderungen stärker werden (die weiteren Auswirkungen sind bereits in Kapitel 3.1.1 diskutiert worden). Die tatsächlichen Verdunstungsverluste aus offenen Wasserflächen sind allerdings noch wenig untersucht in Deutschland. Hier besteht noch Forschungs- und Informationsbedarf.

Wo ist die Maßnahme zielführend? Standorte mit erhöhter Waldbrandgefahr.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

„1 - Die Inanspruchnahme von Grundwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“,

„2 - Die Inanspruchnahme von Oberflächenwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“

Welche Handlungsansätze zur Minderung des Konfliktpotenzials der Anpassungsmaßnahme oder zur Bildung von Synergieeffekten sind denkbar?

1) Das Befüllen von Löschteichen kann u. U. zu Konflikten führen. Grundsätzlich werden Löschteiche jedoch eher „passiv“ angelegt, d. h. angepasst an die hydrologische Situation und ohne „aktives“ befüllen. Eine Lösung in Siedlungsnähe wäre, Löschteiche mit abgeführtem Niederschlag zu befüllen.
2) Der Löschwasserbedarf (sowie das Schadensausmaß) kann bei einem Waldbrand durch eine Verbesserung bei der Früherkennung z. B. durch die flächendeckende Installation von automatischen Systemen zur Waldbranderkennung reduziert werden (Schneider, 2017). Das wird meist bereits in den gefährdeten Waldflächen standardmäßig umgesetzt.

3) Neben Blitzschlag, sich entzündenden Munitionsrückständen im Oberboden und Funkenflug bei Bremsvorgängen von Schienenfahrzeugen zählen vor allem fahrlässige oder vorsätzliche Brandstiftung (Campingfeuer, Zigaretten) und auch Forstarbeiten zu den häufigsten Ursachen für Waldbrände (Schneider, 2017). Durch Präventionsmaßnahmen und die Stärkung des Gefahrenbewusstseins kann der Löschwasserbedarf ggf. reduziert werden. Dazu gehören Aufklärung bei Waldbesuchenden und Waldarbeitern über mögliche Waldbrandursachen, das Freihalten von Waldwegen für die Brandbekämpfung (Pflege von Wegen und Förderung von Wegebaumaßnahmen) sowie eine aktive Fortbildung von Löschtrupps durch Waldbrandexperten.
4) Waldbrandschutzstreifen oder auch Laubhölzer als „Waldbrandriegel“ können die schnelle Ausbreitung verhindern. Das wird bereits in den meisten Waldflächen standardmäßig umgesetzt.

3 Handlungsansätze zur Minderung des Konfliktpotenzials oder zur Bildung von Synergieeffekten („Die Werkzeugkiste“)

In diesem Kapitel werden die „Werkzeuge“ aufgezählt, die in den Workshops als potenziell konfliktmindernd diskutiert wurden (siehe Tabelle 2). Einige der Werkzeuge sind no-regret Lösungen, die sich auch ohne eine Minderung von Zielkonflikten als Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel lohnen würden. Andere Werkzeuge können wiederum neue Konflikte auslösen und müssen daher bei einer Umsetzung im Hinblick auf die jeweiligen lokalen Bedingungen hin bewertet werden.

3.1 Wasserspeicherung/ -rückhalt

3.1.1 Wasserrückhalt: Errichten von künstlichen Wasserspeichern

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Künstliche Speicherbecken dienen dazu, Niederschlag oder Abfluss zu sammeln und in Zeiten mit hohem Wasserbedarf wieder abzugeben. Die Errichtung von Speicherbecken wird daher in ariden Regionen vielfach genutzt, um die Wasserverfügbarkeit für den Anbau von landwirtschaftlichen Produkten zu erhöhen. Damit kann eine Inanspruchnahme von Grund- und Oberflächenwasser während einer Trockenperiode reduziert werden. In Deutschland wären solche Bauwerke vergleichbar zu Hochwasserrückhaltebecken oder kleineren Weihern, mit dem Unterschied, dass sie im Dauerstau betrieben werden. In der vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft vorgelegten „Agenda Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel“ wurde der kleinräumige Rückhalt von Wasser auch für landwirtschaftliche Systeme in Deutschland vorgeschlagen (BMEL, 2019). Dadurch soll z. B. Wasser zu Bewässerungszwecken bei sommerlicher Trockenheit verfügbar gemacht werden, das ggf. in den Wintermonaten gesammelt wurde. Bereits zur Zeit der ehemaligen DDR sind in Sachsen und Thüringen Speicher unterhalten worden, mit denen die Bewässerung in der Landwirtschaft unterstützt wurde (Simon, 2009). Teilweise wurden die Speicher mit Abwasser gefüllt, das dann für die Bewässerung von Agrarflächen genutzt wurde. Eine Reaktivierung der noch nicht zurückgebauten Speicher zur Mehrfachnutzung (u. a. Bewässerung, Hochwasserschutz) wird derzeitig vom Land Thüringen geprüft.

Das Errichten von dezentralen künstlichen Wasserspeichern wird darüber hinaus auch für eine Reihe von weiteren Anpassungsmaßnahmen beim Obstanbau oder in der Forstwirtschaft diskutiert. Beim Anbau von Obst und Zierpflanzen sowie in Baumschulen ist die Frostschutzberegnung von Bedeutung. In der Forstwirtschaft ist die Bewässerung von Jungbäumen ein im Hinblick auf die trockenen Jahre 2018 und 2019 diskutiertes Thema. Künstliche Speicherbecken zur Nutzung als Löschwasserteiche sind auch bei der Waldbrandbekämpfung vorgeschlagen worden (Kaulfuss, 2011). Der Erfolg der Maßnahme hängt davon ab, welches Verhältnis zwischen Speichergröße und zu bewässernder Fläche realisiert werden kann. Wenn die Bauwerke aufgrund der verfügbaren Fläche in ihrer Größe begrenzt sind, kann das Speichervolumen möglicherweise nicht zur Überbrückung einer langanhaltenden

Trockenheit ausreichen, so dass weitere Quellen zur Bewässerung verfügbar bleiben müssen. Zu klären ist, wer die Bewirtschaftung der Speicher übernimmt (Landwirtschafts-, Wasser- oder Bodenverbände, …).**Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme:** Das Auffüllen der Speicher muss aus Niederschlag, Abführen von Oberflächenwasser oder durch Grundwasserentnahmen erfolgen und stellt somit eine Regulierung des Gebietswasserhaushalts dar. Als Folge verringert sich der Gebietsabfluss um das entnommene Volumen und könnte, vor allem bei einer Befüllung in den Sommermonaten, zu einer Verschärfung der Niedrigwasserproblematik führen (Zielkonflikte 1 und 2). Bei der nachfolgenden Nutzung des gespeicherten Wassers zur Bewässerung wird ein Teil des Wassers durch Pflanze und Boden an die Atmosphäre abgegeben und regnet meist an einem vom ursprünglichen Nutzungsbereich entfernten Ort wieder ab.

Ein im Hinblick auf die zu erwartenden klimatischen Veränderungen wichtiger Punkt bei der Errichtung von zur Atmosphäre hin offenen Wasserspeichern ist die Verdunstung. Für die Zukunft wird erwartet, dass die tatsächliche Verdunstung von der gesamten Landoberfläche im Zuge des Klimawandels bis zur Mitte des Jahrhunderts zunehmen wird. Ursache dafür ist eine Zunahme des Verdunstungsantriebs durch einen Anstieg der Globalstrahlung sowie durch einen steigenden Verdunstungsanspruch der Atmosphäre (Vicente-Serrano et al., 2019). Bei Oberflächengewässern kommt hinzu, dass durch die Erwärmung des Wassers die Verdunstung von offenen Wasserflächen nochmals begünstig wird, da wärmeres Wasser anteilig mehr Energie in latente Wärme umsetzt als kühleres Wasser. Daher ist durch die zukünftigen klimatischen Veränderungen mit Verdunstungsraten von Oberflächengewässern zu rechnen, die über den heutigen liegen.

Wo ist die Maßnahme zielführend? In Regionen mit einem hohen, zeitlich begrenzten Brauchwasserbedarf, der grundsätzlich aus der Summe des gesamten jährlichen Dargebots gedeckt werden könnte.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

„1 - Die Inanspruchnahme von Grundwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“,

„2 - Die Inanspruchnahme von Oberflächenwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“

Hinweise zur konfliktfreien Umsetzung: Welche Handlungsansätze zur Minderung des Konfliktpotenzials der Anpassungsmaßnahme oder zur Bildung von Synergieeffekten sind denkbar?

1) Zu den Möglichkeiten, das Befüllen der Speicher ohne große Eingriffe in den Wasserhaushalt konfliktfrei zu gestalten, gehört der Bau von naturnahen (z. B. Streichwehr [Mehl et al., 2020]) oder technischen Lösungen (z. B. Praxisbeispiel 10; „Zwischenlagerung von Prozesswasser aus der Nahrungsindustrie für Feldberegnung, hier aus der Zuckerfabrik Uelzen“, Kapitel 6.2.10).

2) Verdunstungsverluste bei zur Atmosphäre hin geöffneten Bauwerken lassen sich z. B. durch schattenspendende Bepflanzung wie Laubbäume oder Solarpanele reduzieren.

3.1.2 Bodenbearbeitung/Humusanreicherung

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Prinzipiell gibt der Bodentyp vor, welche Mengen an Wasser gespeichert werden können. Die häufige Bearbeitung von Böden mit teils schweren Maschinen kann jedoch das Porengefüge zusammendrücken, so dass der verfügbare Porenraum abnimmt. Dadurch wird zum einen die Speicherkapazität des Bodens reduziert und zum anderen richten sich die Tonminerale horizontal aus, wodurch die Durchlässigkeit für Sickerwasser verringert wird (Mordhorst et al., 2019). In der Folge fließt mehr Niederschlag oberflächlich ab, ohne für die Pflanze zur Verfügung zu stehen (oder dem Grundwasser zuzuströmen). Die Erhaltung der für die Bodenwasserspeicherung wichtigen Mittel- und Grobporen (mit einem Durchmesser von 0,2 bis 50 µm) durch Beachtung des Bodenzustandes, den Einsatz bodenschonender Technik und der Verbesserung der Tragfähigkeit durch eine nichtwendende Bearbeitung hat daher zentrale Bedeutung für die Toleranz und Resilienz von Nutzpflanzen gegenüber Trockenheit und Dürre.

Weiterhin kann die Bodenwasserspeicherkapazität auf landwirtschaftlichen Flächen durch eine Erhöhung des organischen Kohlenstoffgehalts auf humusarmen Standorten wie z. B. in Nordostdeutschland und am Niederrhein durch das Einarbeiten von Gülle, Kompost, Mulch oder Biokohle in das Bodengerüst landwirtschaftlicher Nutzflächen verbessert werden (Düwel et al., 2007; Freibauer et al., 2004). Theoretisch könnte dafür Biokohle genutzt werden, die aus wirtschaftlich nicht mehr nutzbarem Schadholz gewonnen wird (Vorschlag aus der Gruppe der am Dialog Teilnehmenden).[8] Stallmist eignet sich zum Humusaufbau besser als leicht abbaubare Organik. Tiefwurzelnden Pflanzen (bspw. Luzerne) können durch die Ausbildung ihres tiefen Wurzelsystems den Humusaufbau fördern. Darüber hinaus kann eine vielfältige, humusmehrende Fruchtfolge ebenfalls zum Humusaufbau und einer Lockerung des Bodengefüges beitragen. Ein Zwischenfruchtanbau sorgt für Bodenbedeckung, beugt Oberflächenabfluss und Erosion vor und trägt zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit bei.

Insgesamt lässt sich die nutzbare Feldkapazität - je nach Standort - um einige mm bis cm erhöhen, wodurch mehr Bodenwasser zur Transpiration zur Verfügung steht, während die Sickerwasserbildung anteilig zurückgeht. Auf sandigen Böden kann die Verbesserung des Bodengefüges und die Erhöhung des Humusanteils jedoch nur einen begrenzten zusätzlichen Anteil des Bodenwasserspeichers erhöhen (Grocholl

[8] Die Idee ist zunächst rein hypothetisch; Schadholz, das im Wald verbleibt, eignet sich in der Regel durch die mechanischen Schäden (Bruch, Splitterung) oder die organischen Abbauprozesse (Pilzzersetzung, Fäule) nicht mehr für eine thermische Nutzung. Auch sind Resthölzer aus der Aufarbeitung, Äste und Kronenmaterial nach den Vorgaben der nachhaltigen Waldbewirtschaftung in den Waldbeständen zum Erhalt der organischen Substanz zu belassen. Gleiches gilt für Totholz als Biotop für seltene Arten. Aus naturschutzfachlichen Gründen bestehen große Bemühungen, um im Wald Totholz anzureichern. Der Einsatz als Biokohle könnte das konterkarieren. Zu den Effekten von Biokohle auf pflanzenbauliche Produktionssysteme besteht zudem noch Forschungsbedarf.

et al., 2014). In Trockenperioden kann der Pflanzenwasserbedarf dadurch nicht vollständig gesichert werden.

Bodenverbesserung zählt dennoch zu den „No-regret“ Maßnahmen, da auch ohne die Einsparungen bei der Bewässerung positive Effekte erzielt werden. Es handelt sich um eine langfristig wirkende Maßnahme, denn der Prozess der Humusbildung läuft über Jahre oder Jahrzehnte hinweg ab.

Im Gegensatz zu vielen landwirtschaftlichen Böden wird der Waldboden weder gedüngt noch gepflügt. Durch gezielte Selektion bestimmter Baumarten lassen sich die Kohlenstoffvorräte im Boden möglicherweise erhöhen, z. B. durch eine stärkere Einbringung von Laubbaumarten besonders auf Lockergesteinsstandorten und/oder nährstoffreicheren Festgesteinsstandorten (Grüneberg et al. 2017).

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Insgesamt kann die nutzbare Feldkapazität durch eine konservierende Bodenbearbeitung um einige 10er mm verbessert werden. Als vollständiger Ersatz für die Bewässerung in längeren Trockenperioden ist die Bodenkonservierung jedoch nicht geeignet und sollte mit anderen Maßnahmen kombiniert werden. Nachteilig ist, dass die nutzbare Feldkapazität einen negativen Zusammenhang mit der Sickerwasserbildung zeigt. Je größer die nutzbare Feldkapazität eines Bodens liegt, desto mehr Wasser kann im Boden gehalten werden und steht für die Pflanze zur Verfügung. Dementsprechend verringert sich die Menge der Sicker- und Grundwasserbildung um den Betrag der zusätzlichen Verdunstung durch Boden und Pflanze während der Vegetationsperiode (Klöcking et al., 2009). Maßnahmen zur Bodenverbesserung können daher das Grundwasserdargebot reduzieren und in einem Wassergewinnungsgebiet konflikthaft sein (ZK 1). Weiterhin kann die Ausbringung von organischem Material den Austrag von Stickstoff ins Grundwasser verstärken (ZK 3).

Wo ist die Maßnahme zielführend? Theoretisch auf allen landwirtschaftlichen Anbauflächen.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

„1 - Die Inanspruchnahme von Grundwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“,

„3 - Negative Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit“

Welche Handlungsansätze zur Minderung des Konfliktpotenzials der Anpassungsmaßnahme oder zur Bildung von Synergieeffekten sind denkbar?

1) Defizitbewässerung (3.2.5),
2) Grundwasseranreicherung,
3) Verbundsysteme,
4) Errichten von künstlichen Speichern (Kapitel 3.1.1).

3.1.3 Künstliche Grundwasseranreicherung

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Die gezielte Anreicherung von Grundwasser (Managed Aquifer Recharge; MAR) zur Erhöhung des gesamten gewinnbaren Dargebots sowie zur Stabilisierung des Dargebots über das gesamte Jahr hinweg wird seit vielen Jahrzehnten in Deutschland im Rahmen der Trinkwasserproduktion praktiziert. Das Konzept ist flexibel und kann auf viele Trinkwassergewinnungen angewendet werden, wo eine Anreicherung bisher noch nicht erfolgt. Die häufigste in Deutschland verwendete Methode ist die Uferfiltration, bei der durch fließgewässernahe Brunnen das geförderte Grundwasser durch einen Anteil an Oberflächenwasser ergänzt wird (Dillon et al., 2019; Sprenger et al., 2017). Durch die Brunnen wird der hydraulische Gradient so beeinflusst, dass Wasser aus einem Fluss in den durch die Brunnen bewirtschafteten Grundwasserleiter einströmt. Bei der Gewinnung von Trinkwasser macht die Uferfiltration in Deutschland rund 16 % aus. Die Methode der Uferfiltration wird vor allem entlang des Rheins, der Ruhr und in den Regionen um Berlin/Potsdam und Dresden betrieben (u. a. Furrer et al., 2000).

Alternativ kann Flusswasser verwendet werden, um damit gezielt Grundwasser-vorkommen anzureichern. Dazu wird Wasser aus dem Fließgewässer entnommen und zur Versickerung eingesetzt. Prominente Beispiele für diese in Deutschland zweithäufigste MAR-Methode sind die von der Gelsenwasser AG betriebene Wassergewinnung Haltern und das von der Hessenwasser GmbH & Co. KG bewirtschaftete Hessische Ried, in dem die Anreicherung zur Trinkwassergewinnung und zur Erhaltung der wasserabhängigen Ökosysteme erfolgt (Weber und Mikat, 2011). Prinzipiell ist hier ein Konflikt mit der Fließgewässerökologie (oder auch der Schifffahrt) möglich, wenn dies zu einem sinkenden Pegel im (schiffbaren) Gewässer führen würde (Zielkonflikt 2).

Seltener wird, wie z. B. am Niederrhein, Sümpfungswasser aus dem Bergbau zur Grundwasseranreicherung verwendet. Im Gegensatz zu künstlich errichteten Speichern (Kapitel 3.1.1) wird hier das Grundwasser als Zwischenspeicher verwendet.

Neben der aktiven Grundwasseranreicherung durch technische Maßnahmen rücken in jüngerer Zeit naturnahe Methoden vermehrt in den Vordergrund. Ein Beispiel ist die „Grundwasser-betonte Waldbaustrategie“, bei der eine Waldverjüngung genutzt wird, um den Gebietswasserhaushalt gezielt zu verändern. Als Grundlage dient die Erkenntnis, dass sich eine gezielte Baumartenwahl sowie bestimmte Bewirtschaftungsansätze positiv auf die Sickerwasserbildung und damit das potenzielle Grundwasserdargebot auswirken (siehe Kapitel 2.5). Auch die Renaturierung von Auenbereichen bzw. die Schaffung neuer Überflutungsbereiche kann im Rahmen einer naturnahen Lösung zu einem verlangsamten Abfluss im Fließgewässer und zu einem geringeren Basisabfluss beitragen.

Letztlich kann die Grundwasseranreicherung auch genutzt werden, um den Grundwasserhaushalt bei Entnahmen zur landwirtschaftlichen Bewässerung auszugleichen (Schulz, 2014).

Hinweis: Die Versickerung von Niederschlag im Siedlungsbereich wird in Kapitel 3.1.4 besprochen.

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Durch die Anreicherung von Grundwasser mit Flusswasser wird der gesamte Abfluss reduziert bzw. verlangsamt. Nach Nutzung des entnommenen Grundwassers findet bei der Trink- oder Brauchwassernutzung die Rückführung eines Teils des genutzten Wassers in ein Fließgewässer statt. Durch die Infiltration von anthropogen überprägten Oberflächengewässern können allerdings – je nach Filterwirkung der Bodenzone bzw. der Sickerwasserpassage - Spurenstoffe in den Grundwasserkörper gelangen (Zielkonflikt 3).

Wo ist die Maßnahme zielführend? Grundwasseranreicherung aus Oberflächenwasser ist sinnvoll, wenn die originär genutzte Ressource eine unzureichende Verfügbarkeit aufweist und die zur Anreicherung genutzte Ressource nicht limitierend wirkt, sonst kommt es zum Zielkonflikt 2 (Verstärkung von Niedrigwasserabflüssen). Eine Umsetzung ist eher im Lockergestein mit hohem Speichervermögen sinnvoll.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

„2 - Die Inanspruchnahme von Oberflächenwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“

„3 - Negative Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit“

Welche Handlungsansätze zur Minderung des Konfliktpotenzials der Anpassungsmaßnahme oder zur Bildung von Synergieeffekten sind denkbar?

1) Uferfiltrat: Während einer Niedrigwasserphase ist diese Art der Grundwasseranreicherung anfällig im Hinblick auf Qualität und Quantität (Sprenger et al., 2011). Auch bei Hochwasser können qualitative Probleme entstehen. Niedrige Wasserstände im Vorfluter bedingen einen geringeren Zustrom in den Grundwasserleiter, wenn alle anderen Faktoren gleich bleiben. Zudem kann in Flüssen mit hohem Klarwasseranteil das infiltrierende Flusswasser bei Niedrigwasser qualitativ schlechter sein. Eine ausschließlich auf Uferfiltrat angewiesene Trinkwassergewinnung ist daher anfällig gegenüber Niedrigwasser. Eine Diversifizierung der Wasserverfügbarkeit (Ausbau alternativer Ressourcen wie Verbundbewirtschaftung und Fernleitung, Kapitel 3.3.1,) ist in diesen Fällen eine mögliche Lösung.
2) Anreicherung durch Versickerung: Eine Aufbereitung von Flusswasser oder Siedlungswasserabläufen vor der Versickerung kann das Risiko einer qualitativen Grundwasserverschlechterung reduzieren. Klarwasser, das zur Grundwasseranreicherung versickert werden soll, sollte soweit aufbereitet sein, dass keine negativen Auswirkungen auf das Grundwasser zu erwarten sind. Ein Beispiel für den besonders umsichtigen Umgang bei der Grundwasser-anreicherung bietet das Hessische Ried: Hier wird Rheinwasser in einem mehrstufigen Aufbereitungsprozess zu Trinkwasserqualität aufbereitet und dann versickert. Gebiete, die sich zur Versickerung eignen, müssten anhand

von ökologischen Kriterien identifiziert und dann als solche speziell ausgewiesen werden.

3) Im Gegensatz zur Versickerung ist bei der Uferfiltratgewinnung eine aktive Aufbereitung unüblich. Denkbar wären hier reaktive Wände, die nahe der infiltrierenden Gewässersohle stehen und das Flusswasser direkt nach der Infiltration und noch vor der Passage durch den Grundwasserleiter qualitativ verbessern.
4) Grundwasser-betonte Waldbaustrategie (Kapitel 2.5).
5) Die gezielte Steuerung von Entwässerungsstrukturen kann ebenfalls verwendet werden, um den Gebietsabfluss zu reduzieren und mehr Wasser zur Versickerung im Raum zu halten (Kapitel 3.1.5).

3.1.4 Saisonale Speicherung von Niederschlag in der Landwirtschaft (Sonderkulturen), in Kommunen oder in Privathaushalten

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Ziel der Anpassungsmaßnahme ist es, Niederschlag nicht oberflächlich ablaufen zu lassen, sondern zum Zweck der weiteren Nutzung als Brauchwasser örtlich zu speichern. Ohne zusätzliche Leitungssysteme ist die Verwendung des gespeicherten Niederschlags an den Ort der Speicherung gebunden. Ein Beispiel ist das bereits heute schon vielfach angewandte Sammeln von Niederschlag auf dem Gelände von landwirtschaftlichen Betrieben (z. B. von Gewächshausdächern im Obst- und Gemüseanbau oder von Gehwegen), um damit einen Teil des Wasserbedarfs von Kulturen zu decken. Bei dieser Anwendung sind ggf. die hygienischen Anforderungen an das Wasser zu prüfen. Im Siedlungsraum ist die Speicherung von Niederschlag ebenfalls geeignet, um die Bewässerung von Stadtgrün zu unterstützen, wenn dadurch Trinkwasser eingespart werden kann. Das kann auf städtischer Ebene geschehen, indem der Niederschlag von Schul- und Behördengebäuden zur Bewässerung von Sportplätzen oder Grünflächen gesammelt wird. Das gleiche gilt für private Haushalte, die Niederschlag in Zisternen sammeln und z. B. zur Bewässerung des Gartens nutzen. Besonders Strukturen zum Auffangen von Starkregen wären geeignet, da damit auch eine Minderung des Hochwasserrisikos einhergeht.

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Das temporäre Zwischenspeichern von Niederschlag verlangsamt den natürlichen Abfluss. Soll der Niederschlag versickert werden, muss die Qualität beim Versickern beachtet werden (Möglicher Zielkonflikt 3). Die Abläufe von Siedlungsflächen können Schwermetalle, Kohlenwasserstoffe, Pestizide aus Fassaden und Nährstoffe beinhalten (Masoner et al. 2019; Müller et al. 2020).

Wo ist die Maßnahme zielführend? Durch die Nutzung von Niederschlag kann als Brauchwasser genutztes Trinkwasser (z. B. für Bewässerung von Gärten und Stadtgrün) eingespart werden, wodurch sich Synergien mit der Trinkwasser-versorgung ergeben. Eine Versickerung des auf Dachflächen gesammelten Regenwassers im urbanen Raum ist ebenfalls als Teil einer Strategie zur Grundwasseranreicherung (Kapitel 3.1.3) denkbar, wenn der Basisabfluss erhöht

werden soll, oder im Stadtgebiet Wassergewinnungen vorhanden sind. Das ist allerdings nur in Siedlungsgebieten mit ausreichend großem Flurabstand möglich, in denen die Infrastruktur eine Versickerung von Niederschlag zulässt und in denen die Versickerung nicht zu Problemen mit Staunässe an Gebäuden durch einen Anstieg des Grundwassers führt. In extremen Wassermangelsituationen („Dürre“) würde das gesammelte Wasser ggf. zwar nicht ausreichen, um den gesamten Bedarf decken zu können. Die Lösung kann aber dazu beitragen, die Nutzung anderer Wasserquellen (z. B. Trinkwasser) zumindest in der Anfangsphase einer Dürre zu reduzieren.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

„3 - Negative Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit“

Welche Handlungsansätze zur Minderung des Konfliktpotenzials der Anpassungsmaßnahme oder zur Bildung von Synergieeffekten sind denkbar?

1) Das Risiko eines Eintrags in das Grundwasser müsste hier z. B. über den Einsatz von Retentionsbodenfiltern beherrscht werden.

3.1.5 Wasserrückhalt: Anpassung von landwirtschaftlichen Entwässerungsmaßnahmen an klimatische Variabilität

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: In einigen Regionen Deutschlands werden landwirtschaftliche Nutzflächen durch Gräben und Drainagen entwässert. In Mecklenburg-Vorpommern werden z. B. etwa 880.000 ha bzw. 60 % der landwirtschaftlich genutzten Flächen aktuell durch Drainagen oder Grabenstrukturen entwässert (Koch et al., 2010). Dadurch werden bis zu 50 % des Wasserdargebots direkt oberflächlich abgeleitet und stehen nicht zur Versickerung zur Verfügung (Hennig & Hilgert, 2007). Entwässerungssysteme sind somit ein wichtiger Bestandteil der Gewässerunterhaltung. Die durch Gräben und Drainagen beschleunigte Entwässerung der oberen Bodenzone in Jahren mit einem feuchten Frühjahr ist notwendig, damit die Pflanzen tief genug wurzeln und einen trockenen Sommer überstehen können. Ein großer Teil der Entwässerungsstrukturen ist nicht reguliert, so dass auch in den übrigen Jahreszeiten Wasser abgeführt wird. Der Regionale Planungsverband Vorpommern (2018) geht davon aus, dass eine Erhöhung der Grabenwasserstände oder eine gezielte an das Klima angepasste Steuerung der Entwässerung (z. B. durch kleine Wehre) den Wasserhaushalt der Flächen verbessert. Damit können die Auswirkungen von Trockenperioden in Summe weniger stark ausgeprägt sein und der ggf. vorhandene Bewässerungsbedarf kann verzögert werden, wodurch eine Schonung der Grundwasservorkommen möglich werden könnte. Wünschenswert wären manuell regulierbare oder an die Bodenfeuchte gekoppelte Entwässerungssysteme, wobei der Betrieb von erstgenannten relativ aufwendig sein kann. Aktuell sind intelligente Entwässerungssysteme jedoch noch kaum in der Praxis zu finden (Röttcher, 2020). Es gibt aber bereits erste Pilotprojekte und viele Beispiele mit manuellen Wehren (Praxisbeispiel 3; „*NaWaPeh – Nachhaltiges Wasserressourcenmanagement für Pehmer Tange, Landkreis Cloppenburg, Niedersachsen*“; Kapitel 6.2.3, Praxisbeispiel 5; „*Nutzung der*

Schöpfwerksgräben im Einzugsgebiet des Unterhaltungsverbands Fuhse-Aue-Erse als Wasserspeicher; Landkreis Celle und Region Hannover“; Kapitel 6.2.5, Praxisbeispiel 8, „*Wasserrückhaltewehre in der Lucie, Landkreis Lüchow-Dannenberg*“; Kapitel 6.2.8, Praxisbeispiel 9, „*Wehre in der Wipperau, Gemeinde Suhlendorf, Landkreis Uelzen, Nds.*“; Kapitel 6.2.9).

Eine weitere Option wäre es, das in den Gräben gesammelte Drainagewasser in umliegende Waldbereiche zur Versickerung zu leiten, unter der Annahme, dass die örtlichen Gegebenheiten das zulassen (Praxisbeispiel 11, „*Dränwasser-Versickerung Kettelsdorf, Gemeinde Himbergen, Landkreis Uelzen, Niedersachsen“;* Kapitel 6.2.11.

Ebenfalls denkbar wäre auch die Anlage von Dränteichen, in denen das aus den Gräben abgeführte Wasser für die Bewässerung zu einem späteren Zeitpunkt gesammelt werden kann.

Ein Projekt aus Niedersachsen versucht die Entwässerung von Waldstandorten, die auf eine hohe Feuchtigkeit angewiesen sind, rückgängig zu machen (Praxisbeispiel 4 „*Wassermanagementmaßnahmen des Niedersächsischen Landesforstamts Unterlüss; Landkreise Celle und Gifhorn*“; Kapitel 6.2.4).

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Durch die Steuerung von Entwässerungssystemen wird der oberflächliche Abfluss von Niederschlag reduziert. Bei geeigneten Bodenverhältnissen kann dadurch der Bewässerungsbedarf verzögert werden. Ein gezieltes Management von Gräben und Drainagen kann darüber hinaus die Oberflächengewässerqualität positiv beeinflussen (Tiemeyer et al., 2006).

Wo ist die Maßnahme zielführend? Auf Standorten, in denen erhebliche Mengen an Niederschlag durch Drainagen und Gräben abgeführt werden, anstatt diese zur Grundwasserneubildung zu verwenden. Durch eine Steuerung von Entwässerungssystemen lässt sich in trockeneren Perioden die Verfügbarkeit von Wasser erhöhen. Mit regulierbaren Entwässerungssystemen kann zudem der lokale Grundwasserstand erhöht werden, wodurch auch angrenzende Ökosysteme wie Moore und Seen profitieren (Natkhin et al., 2010). Damit bietet sich auch das Potenzial für die Revitalisierung von Feuchtgebieten (Kapitel 2.2). Die räumliche Verbreitung von Drainagen sowie die abgeführten Wassermengen sind in vielen Regionen Deutschlands allerdings weitgehend unbekannt, so dass das Potenzial dieser Maßnahme aktuell nicht quantifizierbar ist.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

Keine.

3.1.6 Wasserrückhalt: Nutzung von Entwässerungswasser aus den Küstengebieten

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Das Wasser aus der Entwässerung der norddeutschen Marschen wird bisher häufig ungenutzt ins Gewässer abgeschlagen und über die Siele ins Meer geleitet (Bormann et al., 2018). Der Teil, der nicht mehr durch den natürlichen hydraulischen Gradienten bei Ebbe ins Meer fließen kann, muss zusätzlich durch Pumpensysteme transportiert werden. Dieser Teil wird zukünftig, bedingt durch den klimatischen Wandel, ansteigen, vor allem in den Wintermonaten (Bormann et al., 2018). Anstatt das Wasser ungenutzt abzuleiten, könnte das Wasser aus der Entwässerung aber ebenfalls auch für Bewässerungszwecke oder sogar zur Trinkwasseraufbereitung genutzt werden. Voraussetzung dafür sind eine für die Nutzung entsprechende Qualität und Fernwasserleitungen, mit denen Wasser aus den Niederungen in Regionen mit erhöhtem landwirtschaftlichen (z. B. Nordostniedersachsen) oder kommunalen Wasserbedarf transportiert werden kann.

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Die Entnahmen von Wasser zur Verwendung als Brauch- oder Trinkwasser an der Küste oder im Inland werden reduziert.

Wo ist die Maßnahme zielführend? Die Anpassung des Entwässerungsmanagements in den Küstenniederungen bietet großes Potenzial zum Wasserrückhalt und zur Verwendung des Wassers in Küstennähe. Der Großteil des Siel- und Pumpwassers fällt in den Wintermonaten an (Spiekermann et al., 2018). Zur Verwendung in anderen Jahreszeiten würden Konzepte zur Zwischenspeicherung gebraucht.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

Konfliktfrei zwischen den Sektoren. Innerhalb der einzelnen Sektoren können dennoch Konflikte auftreten.

3.1.7 Naturnaher Abfluss

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Durch einen verlangsamten Abfluss in natürlichen Fließgewässern wird der Wasserrückhalt in der Landschaft gefördert. Neben den Möglichkeiten, den Niederschlag auf der Landfläche zurückzuhalten (siehe übrige Kapitel zum Wasserrückhalt), können konkrete wasserbauliche Maßnahmen im Gewässer zu einem verlangsamten Abfluss führen. Dazu gehören die Renaturierung von Gewässerläufen bzw. der naturnahe Ausbau von Fließgewässern und die Schaffung von Retentionsflächen (Praxisbeispiel 6; „*Nur punktuelle Gewässerunterhaltung in der Ilmenau und Nebenbächen; Landkreise Uelzen und Lüneburg, Niedersachsen*“; Kapitel 6.2.6; Praxisbeispiel 15, „*Ökologische Verbesserungen an Gewässeroberläufen*“, Kapitel 6.2.15; Praxisbeispiel 16, „*Mehrfachnutzung von ökologischen Maßnahmen*“, Kapitel 6.2.16; Praxisbeispiel 18, „*Flächenbereitstellung zur Entwicklung des naturnahen Abflusses*“, Kapitel 6.2.18; Praxisbeispiel 19, „Naturnaher Abfluss“, Kapitel 6.2.19).

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Durch die Rückführung von baulich veränderten Fließgewässern in einen möglichst naturnahen Zustand lassen sich Abflüsse verlangsamen, wodurch weniger Grundwasser als Basisabfluss aus einem Gebiet abgeführt wird, bzw. mehr Flusswasser bei Hochwasser infiltriert und insgesamt eine Verbesserung des ökologischen Zustands erreicht wird. Es ergeben sich Synergien mit dem Natur- und Gewässerschutz sowie dem Hochwasserschutz. Bei stark wasserbaulich veränderten Fließgewässern ist der Rückbau in einen möglichst naturnahen Zustand durch den ggf. anfallenden Flächenbedarf möglicherweise konfliktbehaftet und nicht immer realisierbar, z. B. bei Talsperren zur Energie- und/oder Trinkwasserproduktion oder bei der Wiederanbindung von Auen.

Zielkonflikte werden durch die Maßnahme nicht ausgelöst. Bei Strukturanpassungen von Fließgewässern, z. B. im Rahmen von Renaturierungsmaßnahmen einerseits oder Ausbau von Schifffahrtsstraßen/Kanälen andererseits, sollten jedoch die Auswirkungen auf den Wasserrückhalt berücksichtigt werden.

Alternativ können Querbauwerke den Abfluss verlangsamen (Praxisbeispiel 7 „*Staumanagement Untere Tollense und Mittleren Peene, Region Greifswald, Mecklenburg-Vorpommern*“; Kapitel 6.2.7). Diese sind jedoch im Hinblick auf die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie nicht unproblematisch.

Wo ist die Maßnahme zielführend? Die Maßnahme ist grundsätzlich in allen Fließgewässern denkbar. Der Erfolg einer solchen Maßnahme kann nur vor Ort geprüft werden.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

Konfliktfrei zwischen den Sektoren. Innerhalb der einzelnen Sektoren können dennoch Konflikte auftreten.

3.2 Wassereinsparungen

3.2.1 Nachfrage-orientierte Bedarfsregulierung und Lastabwurf

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Bereits heute haben die Kommunen und Versorger in Deutschland die Möglichkeit, nach § 22 AVBWasserV den Gebrauch von Wasser in Engpasssituationen einzuschränken, um die Versorgung mit Trinkwasser aufrechterhalten zu können. Bevor Nutzungseinschränkungen, wie sie im Jahr 2018, 2019 und auch 2020 für Trinkwasser vereinzelt in Kommunen ausgesprochen wurden (z. B. Bewässerungsverbot für private Gärten), auftreten, könnten jedoch zunächst marktwirtschaftliche Instrumente Anreize zu einem geringeren Verbrauch liefern. Deshalb wird die Nachfrage-orientierte Bedarfsregulierung durch nutzungsabhängige Tarifmodelle bei der gewerblichen Trinkwasserabgabe derzeitig als Möglichkeit zur Kappung von Spitzenabgaben diskutiert (Wencki et al., 2017; Donner et al., 2020). Nachteilig ist, dass eine Reduzierung der Wasserabnahmen durch höhere Bepreisung der Wasserbereitstellung den Kostendruck bei wasserintensivem Gewerbe und Industrie erhöht, wenn bei diesen keine Wassereinsparungen möglich sind. Noch ungeklärt ist zudem, wie ein solches Bepreisungsmodell gestaltet werden darf und welche rechtlichen Rahmenbedingungen vorab geprüft werden müssen. Denkbar ist auch der Einsatz bei privaten Haushalten (Wencki et al., 2017; VKU 2019). Hier würde eine Regulierung der Wasserabgabe in Spitzenzeiten am ehesten in Wasserversorgungsgebieten greifen, deren Spitzenbedarf sich zu einem hohen Anteil durch einen elastischen Wasserverbrauch (Poolfüllung, Gartenbewässerung) zusammensetzt, also der Nutzung von Trinkwasser zu Brauchwasserzwecken. Darüber hinaus könnten Anreize für einen bewussteren und weniger leichtfertigen Umgang mit Trinkwasser beim Verbraucher gesetzt werden. Voraussetzung dafür ist die flächendeckende Einführung von Messtechnik zur zeitlichen Erfassung der Wasserabnahme oder die Anwendung von gestaffelten Preisen. Alternativ kann ein für alle Abnehmer gleichsam gültiger Trockenwetterzuschlag erhoben werden (PIK, 2011). Eine einheitlich höhere Bepreisung der Wasserabnahmen in Privathaushalten trifft allerdings eher Haushalte mit geringem Einkommen. Erfahrungen aus Studien zu solchen Tarifmodellen beim privaten Wasserbedarf zeigen zudem, dass die Effekte eines Preisanstiegs relativ gering sind, da die hohen Verbraucher in der Regel den Preisanstieg nicht direkt wahrnehmen. Darüber hinaus zeigen Untersuchungen aus den Vereinigten Staaten, dass viele Hausbesitzer, die im Sommer größere Wassermengen zur Poolfüllung oder zum Bewässern des Gartens verwenden, häufig einer höheren Einkommensstufe zuzuordnen sind und durch finanzielle Anreize kaum zu Wassereinsparungen gebracht werden. Solche Haushalte können sich problemlos höhere Gebühren leisten, wodurch sich das Verbrauchsmuster durch höhere Gebühren oft nicht ändert (Olmstead und Stavins, 2009). Nicht selten sind den Verbrauchern die Gebührenstrukturen ohnehin unbekannt, so dass es ebenfalls am Bewusstsein zur Gebühren- und damit Wassereinsparung fehlt (Olmstead und Stavins, 2009). Im Idealfall wäre der Grundbedarf („echte Trinkwassernutzung“) frei oder mit einer geringen Gebühr belegt, während ein höherer Verbrauch mit steigenden Preisen einhergeht. Erfahrungen aus Kapstadt, Südafrika, zeigen darüber hinaus, dass

Tarifanpassungen selbst bei drohender Unterbrechung der Trinkwasserversorgung weniger erfolgreich sind als rigorose, amtliche Warnungen vor dem Zusammenbruch der Versorgung, die teilweise zu einer Verunsicherung in der Bevölkerung geführt haben (Booysen et al., 2018). Eine verbesserte Informationsverfügbarkeit für die Wasserverbraucher scheint deshalb notwendig, um das Bewusstsein für den Preis und damit den Wert des Wassers mittels dynamischer Tarife zu vermitteln und damit letztlich das Verbraucherverhalten ändern zu können.

Eine Alternative zu nutzungsabhängigen Tarifmodellen, die ebenfalls Potenzial zur sektorübergreifenden Konfliktlösung hat, wäre der Lastabwurf (Donner et al., 2020). Damit ist die reduzierte Nutzung von Wasser aus dem Leitungsnetz der öffentlichen Wasserversorgung gemeint, die auf freiwilliger Basis mit industriellen und gewerblichen Abnehmern in Perioden mit verminderter Wasserverfügbarkeit ausgehandelt werden kann (Donner et al., 2020). Der Ausgleich für eine reduzierte Nutzung von Trinkwasser, die unter einer vertraglich vereinbarten Menge liegt, erfolgt dann z. B. über Ausgleichszahlungen.

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Geringere Entnahmen entlasten Wasserkörper in Wassermangelsituationen.

Wo ist die Maßnahme zielführend? Bei Engpässen in der kommunalen Trinkwasserversorgung, wenn der Anteil an regulierbaren Abnehmern hoch ist.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

Konfliktfrei zwischen den Sektoren. Innerhalb der einzelnen Sektoren können dennoch Konflikte auftreten.

3.2.2 Wasserwiederverwendung: Klarwasser in der Land- und Forstwirtschaft

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Die Verwendung von aufbereitetem Abwasser zur Bewässerung in der Landwirtschaft oder zur Grundwasser-anreicherung erlaubt eine partielle Überführung von Klarwasser, das üblicherweise in einen Vorfluter eingeleitet wird, zurück in den regionalen Wasserkreislauf. Grundwasseranreicherung mittels Klarwasserversickerung kann, je nach Zusammensetzung, auf Agrar- sowie auf geeigneten Forststandorten erfolgen. Die Versickerung kann z. B. in Waldbeständen geschehen, die eine ausreichend mächtige ungesättigte Zone unterhalb des Wurzelraums sowie eine entsprechende Versickerungsfähigkeit der Böden aufweisen, um als Speicher für Klarwasser genutzt werden zu können (Schulz, 2014).

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Klarwasser kann - je nach Grad der Aufbereitung - Stoffe und Keime beinhalten, die nach Einleitung zu negativen qualitativen Veränderungen im Fließgewässer führen können. Die Verwendung von Klarwasser in der Landwirtschaft kann die Fließgewässerqualität daher durch eine Minderung der Klarwasseranteile zunächst verbessern, aber zu qualitativen Beeinträchtigungen des Grundwassers im Abstrom von landwirtschaftlichen Nutzflächen führen, unter denen das Klarwasser versickert wurde. Grundwasseranalysen unter mit geklärtem Abwasser beaufschlagten

landwirtschaftlichen Nutzflächen in der Umgebung von Braunschweig und Wolfsburg zeigen, dass einige wenige Mikroschadstoffe nicht im Boden verbleiben oder abgebaut werden, sondern bis in das Grundwasser versickern können (Ternes et al., 2007; Zielkonflikt 3). Wenn nicht die Bewässerung, sondern die Grundwasseranreicherung angestrebt wird, können Konflikte mit der Trinkwassergewinnung entstehen, wenn die Grundwasserqualität so stark verschlechtert werden könnte, dass daraus nicht mehr Trinkwasser gewonnen werden kann. Im Hinblick auf das im WHG formulierte Verschlechterungsverbot kann z. B. ein Versickern von (Mikro-)schadstoffen ins Grundwasser der Umsetzung dieser Maßnahme im Weg stehen. Die Verringerung der Klarwasseranteile in Vorflutern reduziert zudem Stickstoff und Phosphor sowie die thermische Belastung der Fließgewässer, in die eingeleitet wird. Kläranlagenabläufe können allerdings technisch soweit aufbereitet werden, dass sie sich zur Verwendung in der Industrie, der Landwirtschaft und ggf. sogar als Trinkwasser eignen (Rohn et al., 2018; Nahrstedt et al., 2020; Praxisbeispiel 1 „Pilot- und Forschungsprojekt „Multi-Reuse“ zur Substitution von Trinkwasser durch Wiederverwendung von zusätzlich aufbereitetem Abwasser in Industriebetrieben in Nordenham, Niedersachsen“). Auf dem Acker erfolgt eine Wiederverwendung von Nährstoffen und damit eine Minimierung von direkten stofflichen Einträgen in Oberflächengewässer. Das zur Bewässerung verwendete Klarwasser kann also zur Nährstoffversorgung beitragen.

Werden größere Mengen an Klarwasser nicht mehr in ein Fließgewässer eingeleitet, sondern zur Grundwasseranreicherung oder für andere Zwecke verwendet, kann es dort Niedrigwassersituationen in Fließgewässern verschärfen, in denen ein hoher Klarwasseranteil zu finden ist (Drewes et al., 2018; Zielkonflikt 2).

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

„2 - Die Inanspruchnahme von Oberflächenwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“

„3 - Negative Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit“

Wo ist die Maßnahme zielführend? In Gebieten, in denen die Wasserentnahmen zur Bewässerung wesentlich das lokale Dargebot beanspruchen, während eine Verringerung des Klarwasseranteils nicht zu einer Verschärfung von Niedrigwassersituationen führt. Zu beachten ist, dass nur ein Teilstrom von permanent anfallendem Klarwasser zur Bewässerung genutzt werden kann, da der Bewässerungsbedarf in der Landwirtschaft hauptsächlich im Sommer am höchsten ist und von Jahr zu Jahr stark variieren kann. Konzepte zur Zwischenspeicherung würden daher das Potenzial dieser Maßnahme für die Landwirtschaft erhöhen. Idealerweise ist die Distanz zwischen einem Klarwassernutzer und einer Kläranlage gering. Die Verwendung von Klarwasser zur direkten Bewässerung von Kulturen kann aus hygienischen Aspekten eine weitergehende Aufbereitung bis hin zur Trinkwasserqualität erforderlich machen. Aktuell werden die konkreten „Mindestanforderungen an die Wasserwiederverwendung“ durch die Verordnung (EU) 2020/741 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Mai 2020 definiert. Diese trat am 26. Juni 2020 in Kraft und wird am 26. Juni 2023 ihre Gültigkeit erlangen.

Bei der Verrieselung in Naturschutz- und Biotopflächen sowie in Wasserschutzgebieten müssen Verträglichkeitsprüfungen erfolgen. In Waldgebieten müssen zusätzlich die Vorgaben der jeweiligen Siegel (FSC, PEFC) beachtet werden (z. B. keine Düngung), wenn der jeweilige Waldbesitz mit seinem Forstbetrieb zertifiziert ist. Das kann eine weitergehende Aufbereitung erforderlich machen, um Nährstofffrachten und Schadstoffrisiken, die das Baumartenspektrum im Wald verändern könnten oder die den Boden- bzw. Gewässerschutz gefährden könnten, auszuschließen. Außerdem ist eine Vernässung im Wurzelraum zu vermeiden, die Krankheitsrisiken birgt und Waldbestände bei längerer Überstauung zum Absterben bringen kann. Für die Verrieselung von Klarwasser im Wald ist - je nach regionalen Gegebenheiten - ein komplexer Abwägungsprozess notwendig, der die Bedeutung der Wälder für Biodiversität, Klimaschutz und Trinkwasserversorgung berücksichtigt.

Aufgrund der hohen Auflagen für die landwirtschaftliche Nutzung könnte alternativ ein Einsatz für die Bewässerung von Sportplätzen und kommunalen Grünanlagen in Frage kommen.

Welche Handlungsansätze zur Minderung des Konfliktpotenzials der Anpassungsmaßnahme oder zur Bildung von Synergieeffekten sind denkbar?

1) Eine allgemein kritische Haltung gegenüber der Verwendung von Abwasser in der Landwirtschaft, strenge (mit Blick auf die menschliche Gesundheit) behördliche Vorgaben, unzureichende Klärung von Haftungsfragen (z. B. wer haftet bei Belastung von landwirtschaftlichen Produkten oder bei Bodenfolgeschädigung?) und die Machbarkeit von Aufbereitung, Speicherung und Transport des aufbereiteten Abwassers erlauben derzeitig keine flächendeckende Umsetzung. Da bei der Aufbringung von Stoffen eine Akkumulation dieser Stoffe im Boden über Jahre stattfinden könnte, ist bei kontinuierlichem Einsatz von aufbereitetem Abwasser eine Frachtbetrachtung und vor allem eine regelmäßige Überwachung (Monitoring von Boden und Grundwasser) erforderlich, mit der die hydrochemischen und ökologischen Folgen beim Einsatz von Klarwasser auf landwirtschaftlichen Nutzflächen frühzeitig bewertet werden können.
2) Bei hygienischen Bedenken kann die Beregnung auf nicht zum Verzehr bestimmte Feldfrüchte beschränkt werden. Sollte die Beregnung bei Feldfrüchten ausnahmslos nicht angewendet werden, kann eine Verrieselung/Versickerung von Klarwasser auf dem Acker zur Grundwasseranreicherung außerhalb der Anbauzeiten erfolgen, wenn die Fruchtfolgen das zulassen. Dadurch kann der Grundwasserleiter als Zwischenspeicher fungieren (siehe auch Kapitel 3.1.3). Die Beseitigung von Spurenstoffen aus dem Klarwasser vor der Versickerung kann aus Sicht des vorsorgenden Grundwasser-, Boden- und Gesundheitsschutzes notwendig sein. Der erforderliche technische Aufwand würde aber auch einen höheren finanziellen Aufwand bedeuten. In Niedersachsen wurde die Versickerung in einem Nadelwald erprobt (Praxisbeispiel 22, „*Klarwasser-Versickerung, kommunale Kläranlage Landkreis Uelzen*“; Kapitel 6.2.22).

3) Denkbar ist auch die Verwendung von wenig belastetem Abwasser aus der Industrie (Praxisbeispiel 10, „*Zwischenlagerung von Prozesswasser aus der Nahrungsindustrie für Feldberegnung, hier aus der Zuckerfabrik Uelzen*“ Kapitel 6.2.10; Praxisbeispiel 20, „*Bewässerung mit Waschwasser aus der Konservenproduktion*“, Kapitel 6.2.20).

3.2.3 Nutzungseinschränkung

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Ein hoher Wasserbedarf in Perioden mit einer verringerten Wasserverfügbarkeit führt zu einer Überbeanspruchung der Ressourcen. Wenn alternative Maßnahmen nicht mehr greifen, muss ggf. die Beanspruchung der Ressource durch Nutzungseinschränkungen in diesen Perioden reglementiert werden. In der Vergangenheit sind in Dürrejahren vereinzelt Einschränkungen für die Nutzung von Trinkwasser aus der öffentlichen Wasserversorgung für Haushalte (z. B. Poolfüllungen) oder für gewerbliche/industrielle Verwendung ausgesprochen worden, da Engpässe bei der zur Trinkwassergewinnung genutzten Ressource auftraten[9] (IWW, 2019; Niehues & Merkel, 2020). Ausgenommen davon sind Nutzungseinschränkungen für den unelastischen Gebrauch von Wasser (Trinkwasser, Nahrungsmittelproduktion, Produktion von Medikamenten). Für viele am Dialog Teilnehmende war klar, dass die Kappung von Bedarfsspitzen von allen Akteuren gleichermaßen getragen werden sollte.

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Eine geringere Beanspruchung von Wasserressourcen in Perioden mit Wasserknappheit reduziert den Wasserstress. Dadurch wird ein anthropogen verstärktes Absinken von Grundwasserständen, eine Verringerung von Quellschüttungen und eine Abnahme des Abflusses in Oberflächengewässern reduziert.

Wo ist die Maßnahme zielführend? In Regionen, in denen sich ein temporäres Ungleichgewicht zwischen Wassergewinnung und Wassernutzung negativ auf Abflüsse und Grundwasserstände auswirkt.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

Konfliktfrei zwischen den Sektoren. Innerhalb der einzelnen Sektoren können dennoch Konflikte auftreten.

[9] Wesentlich häufiger kam es durch limitierte Aufbereitungs- und Speicherkapazitäten zu Engpässen (Niehues & Merkel, 2020).

3.2.4 Bewässerungseffizienz steigern

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Bewässerungseffizienz bezieht sich in der Landwirtschaft auf den Ertrag pro Menge des eingesetzten Wassers. Eine Effizienzsteigerung wird durch die Vermeidung von Verlusten durch nicht-produktives Wasser (z. B. Verdunstung) erreicht. Sowohl die Wahl der Beregnungstechnik (Praxisbeispiel 14, „*Pilotanlage Tröpfchenbewässerung*“, Kapitel 6.2.14; Praxisbeispiel 17, „*Entwicklung eines Exaktgießwagens im Zierpflanzenbau*“, Kapitel 6.2.17) als auch die Steuerung der Technik können die Effizienz von Bewässerungsmaßnahmen steigern und damit die gesamte Wassermenge zur Bewässerung verringern (Fricke, 2018). Beim Gartenbau ist die Tröpfchen-bewässerung in der Regel bereits Standard. Das Bodenwasserdefizit kann direkt vor Ort durch den Einsatz von Sensoren im Ackerboden erfasst und durch Prognosen mit Bodenwasserhaushaltsmodellen berechnet (z. B. BOWAB in Niedersachsen, agrowetter des Deutschen Wetterdienstes) oder mittels Fernerkundung bestimmt werden (z. B. tägliche Beobachtungen zur Entwicklung der Bodenfeuchte durch die European Space Agency (ESA) seit 2009 [Mecklenburg et al. 2012]). Seit dem Jahr 2021 ist auch der Bodenfeuchteviewer des Deutschen Wetterdiensts verfügbar, der kostenfrei eine Reihe von wichtigen Informationen zur Bodenfeuchte für Landwirte bereitstellt.

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Mit einer gesteigerten Bewässerungseffizienz geht die Idee einher, dass für die landwirtschaftliche Bewässerung weniger Wasser aus einem Grundwasser oder Oberflächengewässer entnommen werden muss. Inwieweit dadurch tatsächlich Wasser eingespart werden kann, hängt von den jeweiligen Anbaubedingungen ab (Clemmens et al., 2008). Zum Beispiel kann bei nicht-effizienter Bewässerung ein Teil des nicht-produktiven Wassers wieder versickern oder oberflächlich abfließen, so dass es das Einzugsgebiet nicht verlässt und anderen Nutzern noch zur Verfügung steht (Grafton et al., 2018). Das Potenzial dieser Maßnahme hängt stark von den jeweiligen Vor-Ort Bedingungen ab (Fricke, 2018).

Wo ist die Maßnahme zielführend? Bewässerungsintensive Landwirtschaft mit einem hohen Anteil an unproduktiver Verdunstung.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

Konfliktfrei zwischen den Sektoren. Innerhalb der einzelnen Sektoren können dennoch Konflikte auftreten.

3.2.5 Defizitbewässerung

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Defizitbewässerung kann bei konkurrierender Wassernutzung eine Maßnahme sein, um den Bewässerungsbedarf bei gleichzeitiger Optimierung der pflanzlichen Wassernutzung zu reduzieren (Fereres und Soriano, 2007). Das Prinzip der Defizitbewässerung sieht vor, dass nicht bis zum Ertragsmaximum bewässert wird, sondern bis zur maximal möglichen Ertragssteigerung. Die Methode ist laut Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen geeignet, den Wasserbedarf in mediterranen Regionen zu senken (FAO, 2002). Unter der Annahme, dass die klimatischen Veränderungen in Deutschland zu deutlich mediterraneren Bedingungen führen werden, könnte der vermehrte Einsatz dieses Bewässerungsmodells für einige Kulturen an Bedeutung gewinnen (Butz, 2018; Riedel & Fricke, 2020).

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Durch eine Defizitbewässerung kann Wasser eingespart werden, so dass weniger aus Grund- oder Oberflächengewässer entnommen werden muss.

Wo ist die Maßnahme zielführend? Ob eine Defizitbewässerung Sinn macht, hängt von der Kultur, dem Zeitpunkt des Bewässerungsdefizits und der Gefahr für einen Ertragsausfall ab. Zum Beispiel kann beim Mais am ehesten die Bewässerung während der späteren Vegetationsphase (vor der Blütenphase) ohne Verluste reduziert werden (Comas et al., 2019). Bei Feldversuchen in Baden-Württemberg wurden gleichbleibende Erträge bei Winterweizen erreicht, trotz einer um mehr als 30 mm geringeren Bewässerung zwischen Schossen und Milchreife (Butz, 2018). Zudem konnte mit einer Defizitbewässerung die Ertragsvariabilität in gleichem Maße gesenkt werden wie bei einer optimalen Bewässerung. Bei Kartoffeln, Braugerste und Zuckerrübe führte eine nicht-optimale Bewässerung auf einem niedersächsischen Versuchsfeld im Jahr 2019 hingegen zu deutlichen Rückgängen beim Ertrag und/oder der Wirtschaftlichkeit (Riedel & Fricke, 2020). Bei vielen Obst- und Gemüsekulturen sowie im Weinbau kann mit Defizitbewässerung nicht gearbeitet werden.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

Konfliktfrei zwischen den Sektoren. Innerhalb der einzelnen Sektoren können dennoch Konflikte auftreten.

3.2.6 Wechsel im Kulturartenspektrum

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Der Anbau von bewässerungsbedürftigen Kulturen ist in Regionen mit bereits aktuell bestehender Wasserknappheit zunehmend ungünstiger. Im Rahmen des Projekts wurde von den Teilnehmenden vorgeschlagen, den Anbau von Agrarkulturen besser an die sich ändernden klimatischen Randbedingungen einer Region zu knüpfen, z. B. durch die Steuerfunktion von angemessenen Wasserentnahmeentgelten. Damit könnte der Anbau von wasserintensiven Kulturen auf Regionen beschränkt werden, in denen die wasserwirtschaftliche Situation einen Anbau zulässt. Da die Infrastruktur, die für den Anbau von Sonderkulturen notwendig ist (z. B. Lieferketten, technische Geräte, weiterverarbeitende Betriebe), nicht ohne größeren Aufwand umgesiedelt werden kann, handelt es sich hier um zumindest theoretische und langfristig zu planende Lösung.

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Geringerer Wasserverbrauch durch die Landwirtschaft. Insgesamt wurde die Wirkung dieses Instruments, im Vergleich zu anderen Lösungsansätzen, von den am Dialog Teilnehmenden als weniger effektiv und als weniger realistisch in der Umsetzung bewertet.

Wo ist die Maßnahme zielführend?

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

Konfliktfrei zwischen den Sektoren. Innerhalb der einzelnen Sektoren können dennoch Konflikte auftreten.

3.3 Erschließung neuer Ressourcen

3.3.1 Verbünde/Fernwasser

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Versorgungsengpässe beim Trinkwasser, die bei einzelnen Versorgungsunternehmen auftreten, können durch die Schaffung von Verbünden abgefangen werden, wenn der Engpass nicht überregional auftritt (Bernemann, 2019; Bielitz und Winkler, 2019). Durch ein zweites Standbein kann die Versorgungssicherheit verbessert werden, wenn die ortsnahen Wasservorkommen an ihre Grenzen stoßen. Auch wenn § 50 Wasserhaushaltsgesetz bzw. die Landesgesetze dem Bezug aus örtlichen Vorkommen den Vorrang einräumen (Regionalitätsprinzip), gilt es zwar ortsnahe Wasservorkommen weiter zu nutzen, aber gleichzeitig benachbarte Kommunen und / oder die Fernwasserversorgung stärker einzubinden. Das Regionalitätsprinzip schließt die Versorgung aus weiter entfernt liegenden Ressourcen dort nicht aus, wo die lokalen Ressourcen nicht in ausreichender Menge und/oder Qualität zur Verfügung stehen (Innenministerkonferenz, 2003; LAWA, 2017; FEI, 2020; DVGW, 2021).

In einem erweiterten Sinn können auch Kanäle als Fernwasserleitungen verstanden werden. Vor allem dann, wenn aus den Kanälen Wasser zur Bewässerung in der

Landwirtschaft (Mittellandkanal; Elbe-Seitenkanal; Main-Donau-Kanal) oder zur Produktion von Trinkwasser (z. B. Dortmund-Ems-Kanal durch Stadtwerke Münster GmbH) entnommen wird (Praxisbeispiel 2 „*Wasserentnahmen aus Kanälen*“; Kapitel 6.2.2). Die Praxisbeispiele stellen allerdings eher Ausnahmen dar, denn die Schifffahrtskanäle sind vor allem dem Zweck der Schifffahrt gewidmet und es wird von der Wasserschifffahrtsverwaltung der dafür erforderliche Wasserstand vorgehalten. Wasserentnahmen aus Schifffahrtskanälen unterliegen der jeweiligen Einzelfallbetrachtung und müssen im Vorfeld geprüft werden.

Auswirkung auf Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Schutz von Wasserressourcen vor übermäßiger Entnahme. Dadurch geringeres Risiko

Wo ist Maßnahme zielführend? Besonders Kleingemeinden könnten von einem Anschluss an einen Versorgungsverbund profitieren, wenn sie die Nachteile einer unabhängigen Versorgung überwinden möchten. Grundvoraussetzung ist allerdings, dass die Qualität des Trinkwassers bei längeren Stand- oder Transportzeiten (Fernleitung) gewährleistet werden kann, und dass eine Mischung von Wässern problemlos möglich ist.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

Konfliktfrei zwischen den Sektoren. Innerhalb der einzelnen Sektoren können dennoch Konflikte auftreten.

3.3.2 Erschließung neuer Gewinnungsgebiete

Anpassungsmaßnahme im Handlungsfeld: Wassergewinnungen, deren bewirtschaftete Ressourcen nicht mehr ausreichen, um den Wasserbedarf zu bedienen, müssen ggf. um neue Gewinnungsgebiete erweitert werden. Dadurch wird eine Verbesserung der Wasserverfügbarkeit angestrebt.

Auswirkung auf den Wasserkreislauf und wasserabhängige Ökosysteme: Alternative Wasserressourcen stehen in Deutschland nicht unbegrenzt zur Verfügung. Durch die Ausweisung neuer Gewinnungsgebiete kann es zur Konkurrenz mit bereits vorhandenen Wassernutzern und/oder dem Naturschutz kommen, wenn dadurch grundwasserabhängige Ökosysteme betroffen sein können (Zielkonflikte 1, 2).

Wo ist die Maßnahme zielführend? Da die Erschließung neuer Gewinnungsgebiete (außerhalb der bereits genutzten Grundwasserleiter oder Oberflächengewässer) zeitaufwendig und nicht überall anwendbar ist, eignet sich diese Anpassungsmaßnahme nur als langfristige Anpassungsoption.

Zielkonflikte zwischen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft

„1 - Die Inanspruchnahme von Grundwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“,

„2 - Die Inanspruchnahme von Oberflächenwasser überschreitet das nutzbare Dargebot“

Welche Handlungsansätze zur Minderung des Konfliktpotenzials der Anpassungsmaßnahme oder zur Bildung von Synergieeffekten sind denkbar?

1) Wenn eine Ausweisung von neuen Schutzgebieten oder die Erweiterung von bestehenden Schutzgebieten nicht möglich ist, lassen sich bestehende Ressourcen ggf. durch mehr Wasserwiederverwendung auf Seiten der Abnehmer und/oder durch Tarifmodelle schonen (Kapitel 2.1, 3.3.2, 3.2.2).
2) Eine Diversifizierung der Wasserverfügbarkeit (Ausbau alternativer Ressourcen wie Verbundbewirtschaftung und Fernleitung, Kapitel 3.3.1,) ist in diesen Fällen ebenfalls eine mögliche Lösung.
3) Eine weitere Möglichkeit wäre es, das bestehende Grundwasserdargebot durch Anreicherung zu erweitern (Kapitel 3.1.3).
4) Wasserwiederverwendung in Gewerbe und Industrie. Siehe Kapitel 2.1, Unterpunkt 6.

4 Zusammenfassung und Prozessempfehlung zur regionalen Konfliktlösung

Der vorliegende Bericht fasst die im LAWA LFP Projekt „Umgang mit Zielkonflikten bei der Anpassung der Wasserwirtschaft an den Klimawandel“ gewonnenen fachlichen Erkenntnisse zusammen. Aufbauend auf einer Literaturstudie wurden durch die Diskussion in zwei Dialogveranstaltungen sowie durch die Möglichkeit von schriftlichen Rückmeldungen von Verbänden, Institutionen und wiss. Einrichtungen Lösungsansätze für mögliche Zielkonflikte erarbeitet.

Das Projekt war als Auftakt zu verstehen, mit dem hypothetische und bereits existierende Zielkonflikte aufgezeigt und erste mögliche Lösungswege vorgestellt werden sollten. In dieser ersten Phase wurden regionale Rahmenbedingungen zunächst bewusst ausgeklammert. Dennoch ist klar, dass Lösungen nicht ohne die Einbeziehung von regionalen Einzelbezügen gefunden werden können. Das Projekt versteht sich als Türöffner für ähnliche Dialogprozesse. Auch wenn diese nicht notwendigerweise deckungsgleich zum hier vorgestellten LAWA Dialog sein werden. In diesem Zusammenhang seien die Wasserbewirtschaftungskonzepte genannt, die aktuell auf verschiedenen Ebenen (Einzugsgebiet, Kommune, Region, Bundesland) zur Regelung der Wasserversorgung sowie der Abwasserentsorgung erstellt werden. Durch die Verbindung von fachlichen Grundlagen mit einer offen geführten, auf einem Dialog aufgebauten Konsensbildung können die Interessen verschiedener Wassernutzer (hier: Land-, Forst- und Wasserwirtschaft) belastbar in einem Bewirtschaftungskonzept berücksichtigt werden.

Der Dialog hat deutlich gezeigt: Bei allen Lösungsansätzen ist immer eine ganzheitliche Betrachtung erforderlich, in der alle Einflussfaktoren und Abhängigkeiten Berücksichtigung finden. Um negative Effekte von Klimawandelanpassungsmaßnahmen zu vermeiden, ist es notwendig, dass alle Nutzergruppen aufgeschlossen gegenüber (neuen) Lösungsansätzen sind. Daher ist es von großer Bedeutung, alle betroffenen Akteure frühzeitig in die Diskussion

einzubinden, um im weiteren Verlauf langwierige Prozesse zu vermeiden. Das sind, neben den unterschiedlichen zuständigen Behörden auch Bewirtschafter, Flächeneigentümer und Anrainer. Ebenso müssen Oberlieger und Unterlieger beteiligt werden, denn Anpassungsmaßnahmen können überregionale Folgen haben. Im Idealfall beginnt die Beteiligung bereits bei der Konzeption. So können sie den Entscheidungsprozess besser nachvollziehen und bekommen keine fertigen Planungen vorgelegt, ohne zu verstehen, warum die eine oder andere alternative Lösung nicht vertiefter betrachtet worden ist.

Für die Diskussion und Entscheidungsfindung über eine Wasserverteilung (besonders in Konfliktsituationen) ist die verfügbare Datengrundlage von größter Bedeutung. Ohne quantitative und qualitative Aussagen zur Wasserverfügbarkeit und zum Bedarf in den einzelnen Sektoren ist eine Identifikation von möglichen Konfliktsituationen nicht möglich. Ein integratives Wassermanagement erfordert Langzeitbeobachtungen und einen Informationsaustausch zwischen den Benutzern. Bis heute fehlen in vielen Flusseinzugsgebieten, bzw. den Teileinzugsgebieten belastbare Bilanzierungen zum Angebot und Bedarf – oftmals aufgrund fehlender Datengrundlagen. Besondere Unsicherheiten bestehen u. a. in Bezug auf das Vorhandensein von Drainagen in der Landschaft, die Menge an erlaubnisfreien Entnahmen aus Grund- und Oberflächengewässern oder auch die tatsächlichen Verdunstungsverluste von der Landoberfläche.

Um eine zukünftige Überbeanspruchung der Wasserressourcen, die durch den Klimawandel und die damit verbundenen Veränderungen (z. B. Häufigkeit und Intensität von Dürren) hervorgerufen werden, zu mindern, sollten grundsätzlich robuste, multisektorale Wasserbedarfsprognosen für Regionen vorliegen. Dem prognostizierten Bedarf müssen Prognosen zur Wasserverfügbarkeit gegenübergestellt werden. Dazu zählen Prognosen zum Oberflächenwasserabfluss, zur Grundwasserneubildung (Praxisbeispiel 12, „Regionale Stakeholder-Netzwerke zur effektiven Anpassung an zunehmende Trockenheit in ländlichen Räumen unter Berücksichtigung von Vulnerabilitäts- und Adaptationsanalysen“ (Netzwerke Wasser 2.0)“; Kapitel 6.2.12) oder auch zur Landentwässerung.

Die Einbindung der Akteure erfolgt idealerweise durch Gremien, an denen sich alle Akteure beteiligen können („kooperative Planung“ und integrierte Umsetzung). Damit wird gewährleistet, dass alle wichtigen Aspekte bei dem Findungsprozess von Lösungsansätzen für Zielkonflikte gleich von Beginn an berücksichtigt werden, oder auch welche Gründe gegen eine Berücksichtigung sprechen (Praxisbeispiel 12, „Anpassung der Flächennutzung an die regionalen Gegebenheiten“, Kapitel 6.2.13; Praxisbeispiel 21, „Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft“, Kapitel 6.2.21).

Während auf Landesebene eine Koordinierung der Ressorts und der Landesbehörden im Bereich des Klimaschutzes und der Klimaanpassung schon erprobt wird, z. B. im integrierten Klimaschutzplan (IKSP) in Hessen, steht der integrierte und ganzheitliche Ansatz auf kommunaler und regionaler Ebene oft noch ganz am Anfang.

Um ein „Zuständigkeitsgerangel“ und Reibungsverluste zwischen den Ämtern und Behörden zu vermeiden, ist ein mandatiertes Klimaanpassungsmanagement auch

bei wasserwirtschaftlichen Fragen zu empfehlen. Dieses Management kann in der unteren Verwaltungsebene z. B. folgende Aufgaben umfassen:

- Unterstützung der Fachstellen (der Kommunalverwaltung) und von Entscheidungsträger*innen bei der Umsetzung einer Klimaanpassungsstrategie in konkrete Maßnahmen,
- Vernetzungs-, Koordinations- und Kommunikationsarbeit zwischen den Fachstellen aufgrund des Querschnittscharakters von Wasser, Boden- und Klimaanpassungsmaßnahmen,
- Vernetzung der an der Klimaanpassung (einer Kommune) und an jeweiligen Maßnahmen beteiligten Akteure,
- Initiierung und Begleitung der Umsetzung von Maßnahmen zur Klimaanpassung,
- Zentrale Anlaufstelle für Klimaanpassung innerhalb der Kommunalverwaltung und für externe Akteure,
- Förderung des Wissenstransfers zu Themen der Klimaanpassung (inkl. Bündelung und Zurverfügungstellung relevanter Daten),
- Informationsbereitstellung (intern und für die breite Öffentlichkeit) über Entwicklungen der Klimaanpassung in einer Kommune.

Neben einem abgestimmten und integrierten Handeln der Verwaltung sollten neue Strukturen der Partizipation und Mediation mit der Zivilgesellschaft zur Lösung von Wassernutzungskonflikten geschaffen werden, z. B. Wasserbeiräte, Wassernetzwerke. Diese können, im Wege der Beratung zur Umsetzung der Klimaanpassungsmaßnahmen, die rechtlichen und fachlichen Vorgaben begleiten und sich v. a. für die Akzeptanz und den Erfolg dieser Vorgaben einsetzen. Solche Strukturen sollen fair und transparent gestaltet werden, um zum Wohle der Allgemeinheit eine bestmögliche Abwägung zwischen den wasserwirtschaftlichen Interessen und den Belangen der Land- und Forstwirtschaft, des Naturschutzes sowie weiterer Betroffener zu ermöglichen. Bei der Erstellung und Konzeption von Regional-, Flächennutzungs- und Bebauungsplänen sowie von Wasserschutzgebieten und Bewirtschaftungsauflagen zum Schutz der örtlichen Wasserressourcen sollte die Beteiligung solcher Strukturen ausdrücklich vorgeschrieben sein und künftig in den Landeswassergesetzen verankert werden. Durch solche Reformen können Planungs- und Genehmigungsprozesse ggf. robuster gestaltet werden. Als ein erfolgreiches Beispiel für kooperative Planung sei die Arbeit am „Emslandplan 2.0“ genannt. Ziel dieses Projektes war es, alle einschlägigen Akteure im Landkreis Emsland vor dem Hintergrund der sich abzeichnenden klimatischen Veränderungen aber auch steigender Bedarfe zu einem nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser zu sensibilisieren, grundlegende Möglichkeiten eines effizienten Wassermengenmanagements aufzuzeigen und gemeinsame Herangehensweisen zu erarbeiten.

Mit einer solchen Herangehensweise kann der lokale Dialog zu einem fachlichen Instrument werden, um standortangepasste Lösungen zu finden, mit denen Wasser-,

Land- und Forstwirtschaft konkurrenzfähig bleiben. Mit der frühzeitigen Einbindung von lokalen Akteuren, Stakeholdern und Behörden lassen sich Verwaltungswege abkürzen, Prozesse beschleunigen und die Akzeptanz in der Öffentlichkeit erhöhen.

5 Literatur

Abatzoglou, J. T., Williams, A. P., Boschetti, L., Zubkova, M., & Kolden, C. A. (2018) Global patterns of interannual climate-fire relationships. Global Change Biology, 24, 5164–517

Albert M, Nagel R-V, Sutmöller J, Schmidt M (2018) Quantifying the effect of persistent dryer climates on forest productivity and implications for forest planning: a case study in northern Germany. Forest Ecosystems 5, 33

Bernemann M (2019) Bevor wir auf dem Trockenen sitzen – Anpassungsstrategien in der Trinkwasserversorgung, wenn der Regen ausbleibt, Energie, Wasser-Praxis 3/

Bielitz E, Winkler U (2019) Bewirtschaftung unter veränderten klimatischen Bedingungen: die sächsischen Talsperren und das Trockenjahr 2018, Energie, Wasser Praxis 12, 46-49

BMEL, Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (2018) Erntebericht 2018 – Mengen und Preise

BMEL, Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (2019) Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel, Agenda

Bormann H, Kebschull J, Spiekermann J, Ahlhorn F, Schaal P (2018) Nutzung von Modellprojektionen für eine akteursbasierte Anpassung des Entwässerungsmanagements entlang der Nordseeküste an den Klimawandel, Forum für Hydrologie du Wasserbewirtschaftung, Heft 39.18, 181-191

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2020) Waldstrategie 2020, Nachhaltige Waldbewirtschaftung – eine gesellschaftliche Chance und Herausforderung, Bonn

BMU (2015) Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt, Kabinettsbeschluss vom 7. November 2007, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Berlin

BMU (2019) Glossar des Nationalen Wasserdialoges, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Berlin

BMU (2020) Moorschutzstrategie der Bundesregierung - Diskussionspapier, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Berlin

Butz, A F (2018) Einfluss von Bewässerung auf Ertrag und Ertragsstabilität bei Ackerbaukulturen, Landinfo 4, 50-52

BVL (2020) Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland. Ergebnisse der Meldungen gemäß § 64 (früher § 19) Pflanzenschutzgesetz, Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Braunschweig

Clemmens AJ, Allen GR, Burt CM (2008) Technical concepts related to conservation of irrigation and rainwater in agricultural systems, Water Resources Research 44, W00E03

Comas, L.H., Trout, T.J., DeJonge, K.C., Zhang, H.H., Gleason, S.M., (2019) Water productivity under strategic growth stage-based deficit irrigation in maize. Agric. Water Manag. 212, 433-440

Delcour I, Spanoghe P, Uyttendaele M (2015) Literature review: Impact of climate change on pesticide use. Food Res Int 68, 7–15

Destatis (2019): Umweltnutzung und Wirtschaft - Teil 4: Wassereinsatz, Abwasser, Wiesbaden

Deutscher Bundestag (2017) Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Peter Meiwald, Friedrich Ostendorff, Annalena Baerbock, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 18/12438 –

Wassernutzung und Wasserrisiko in Deutschland, Drucksache 18/12915, 18. Wahlperiode vom 27.06.2017

Dillon P, Stuyfzand P, Grischek T, Lluria M, Pyne R D G, Jain R C et al. (2019) Sixty years of global progress in managed aquifer recharge. Hydrogeol J 27, 1–30

Donner C, Oelmann M, Czichy C (2020) Nutzung der Lenkungsfunktion neuer Preismodelle in der Fernwasserversorgung, energie, wasser-praxis 5, 43-49

Döring T, Rosslenbroich D, Giese C, A M, Watson CA, Vago I, Katai J, Tallai M, Bruns C (2020) Disease suppressive soils vary in resilience to stress. Applied Soil Ecology 149, 103482

Drewes JE, Karakurt S, Schmid L, Bachmaier M, Hübner U, Clausnitzer V, Timmermann R, Schätzl P, McCurdy S (2018) Dynamik der Klarwasseranteile in Oberflächengewässern und mögliche Herausforderung für die Trinkwassergewinnung in Deutschland, UBA Texte | 59/2018

Düwel O, Siebner S, Utermann J, Krone F (2007) Gehalte an organischer Substanz in Oberböden Deutschlands. Bericht über länderübergreifende Auswertungen von Punktinformationen im FISBo BGR, Archivbericht BGR 0126616, Hannover und Berlin

DVGW (2021) Zukunftsbilder 2030 bis 2100 – Wandel erfordert bereits heute die Entwicklung langfristiger regionaler und lokaler Konzepte. DVGW Wasser-Impuls, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn

Ellison DN, Futter M, Bishop K (2012) On the forest cover–water yield debate: from demand-to supply-side thinking. Glob Chang Biol 18, 806–820

Europäische Kommission (2007) Drought management plan report, Technical Report - 2008 - 023

Europäische Kommission (2010) Zweiter Follow-up-Bericht zur Mitteilung über Wasserknappheit und Dürre in der Europäischen, Union KOM(2007) 414 endgültig, Brüssel

Europäische Kommission (2011) Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa, KOM(2011) 571, Brüssel

Europäische Kommission (2012) Ein Blueprint für den Schutz der europäischen Wasserressourcen, Union KOM(2012) 673 endgültig, Brüssel

Europäisches Parlament, Rat der Europäischen Union (2020) Verordnung (EU) 2020/741 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Mai 2020 über Mindestanforderungen an die Wasserwiederverwendung

FAO (2002) Deficit irrigation practices, Water Reports 22

FEI (2020) Sichere Trinkwasserversorgung trotz Klimawandel - Wie resilient sind unsere Systeme und wo besteht Handlungsbedarf? 32. Trinkwasserkolloquium 20.02.2020, Tagungsband, Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft, Bd 246, 108 S., Forschungs- und Entwick-lungsinstitut für Industrie- und Siedlungswasserwirtschaft sowie Abfallwirtschaft e.V., Stuttgart

Fereres E, Soriano MA (2007) Deficit irrigation for reducing agricultural water use. J. Exp. Bot. 58, 145–159

Freibauer A, Drösler M, Gensior A, Schulze ED (2009) Das Potenzial von Wäldern und Mooren für den Klimaschutz in Deutschland und auf globaler Ebene. Natur und Landschaft 84, 20-25

Fricke E (2018) Effiziente Bewässerungstechnik und -steuerung – Stand und Trends. In: Schimmelpfennig, S.; Anter, J.; Heidecke, C. und Lange, S. (Hrsg.): Bewässerung in der Landwirtschaft. Tagungsband zur Fachtagung am 11./12.09.2017 in Suderburg, Thünen Working Paper 85 65-76.

Furrer R, Fleig M, Brauch HJ (2000) Wasserförderung und -aufbereitung im Rheineinzugsgebiet. Rheinthemen 2

Geisler G (1988) Pflanzenbau. Paul Parey Verlag, Berlin/Hamburg

Grafton, R.Q., Williams, J., Perry, C.J., Molle, F., Ringler, C., Steduto, P., Udall, B., Wheeler, 955 S.A., Wang, Y., Garrick, D., Allen, R.G., (2018) The paradox of irrigation efficiency. Science 361, 748–750

Grüneberg E, Riek W, Schöning I, Evers J, Hartmann P, Ziche D (2017) Das Kohlenstoffspeichervermögen von Waldböden. AFZ Wald 72, 23-25

Grunwald, L.-Ch., Meinel, T., Fruhauf, M., Belyaev, V.I. (2015). Effekte der Schwarzbrache in verschiedenen Trockenfeldbauregionen der GUS. Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften, 37, 163–193

Grocholl J, Anter J, Asendorf R, Feistkorn D, Mensching-Buhr A, Nolting K, Riedel A, Schossow R, Thörmann H-H, Urban B. (2014) Wasser sparen im Ackerbau, Landwirtschaft im Klimawandel: Wege zur Anpassung – Forschungsergebnisse zu Anpassungsstrategien der Landwirtschaft in der Metropolregion Hamburg an den Klimawandel, Teil 4, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Uelzen

Harsch N, Brandenburg M, Klemm O (2009) Large-scale lysimeter site St. Arnold, Germany. Analysis of 40 years of precipitation, leachate and evapotranspiration. Hydrol Earth Syst Sci 13, 305-317

Hartje V, Wüstemann H, Bonn A [Hrsg.] (2015) Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte, Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Berlin, Leipzig.

Hennig, H., Hilgert, T. (2007) Dränabflüsse – Der Schlüssel zur Wasserbilanzierung im nordost-deutschen Tiefland, Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 51, 248–257

Innenministerkonferenz (2003) Fortentwicklung der kommunalen Wasserwirtschaft - Bericht des Arbeitskreis III

IWW (2019) Umgang mit Zielkonflikten bei der Anpassung der Wasserwirtschaft an den Klimawandel - Abschlussbericht. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser Literaturstudie im Auftrag des ständigen Ausschusses „Klimawandel“ (LAWA-AK), 68 S., Mülheim a. d. Ruhr

Jochem D, Weimar H, Dieter M (2020) Holzeinschlag 2019 steigt - Nutzung konstant: 77,6 Mio. m3 eingeschlagen - zusätzliche Holzmengen am Markt führen zu starkem Anstieg der Rundholzexporte. Holz Zentralbl 146, 593-594

Koch F, Küchler A, Mehl D, Hoffmann T G (2010) Ermittlung von Art und Intensität künstlicher Entwässerung von landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern, in: Kaiser, K., Libra, J., Merz, B., Bens, O., Hüttl, R.F. (Hrsg.), 2010. Aktuelle Probleme im Wasserhaushalt von Nordostdeutschland: Trends, Ursachen, Lösungen. Scientific Technical Report 10/10. Deutsches GeoForschungsZentrum, Potsdam

LAWA (2017) Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft – Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder 2017 (Kurztitel: LAWA Klimawandel-Bericht 2017). Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).

Klöcking B, Haferkorn U, Bräuning A (2009) Auswirkungen des Klimawandels auf den Bodenwasserhaushalt in Sachsen – Modellierung und Lysimeterbeobachtungen, 13. Grumpensteiner Lysimetertagung, Tagungsband S. 127-139

Masoner, J.R., Kolpin, D.W., Cozzarelli, I.M., Barber, L.B., Burden, D.S., Foreman, W.T., Forshay, K.J., Furlong, E.T., Groves, J.F., Hladik, M.L., Hopton, M.E., Jaeschke, J.B., Keefe, S.H., Krabbenhoft, D.P., Lowrance, R., Romanok, K.M., Rus, D.L., Selbig, W.R.,

Williams, B.H., Bradley, P.M., 2019. Urban stormwater: an overlooked pathway of extensive mixed contaminants to surface and groundwaters in the United States. Environmental Science & Technology 53, 10070–10081

Müller A, Österlund H, Marsalek J, Viklander M (2020) The pollution conveyed by urban runoff: A review of sources, Science of the total environment 709, 136125

Mecklenburg S, Drusch M, Kerr Y H, Font J, Martin-Neira M, Delwart S, et al. (2012) ESA's soil moisture and ocean salinity mission: Mission performance and operations. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 50, 1354–1366

Mehl D, Schneider M, Lange A, Dahl R (2020) Oberflächenwasserentnahme versus Mindestabfluss im Kontext von WRRL und Klimawandel, Wasser und Abfall 22, 48-55

Meyer V, Ansmann T, Hansjürgens B, Lienhoop N, Lange M, Kaltofen M, Müller F, Dietrich O, Pavlik D, Ebner von Eschemnbach AD, Grossmann M, Mutafoglu K, Koch H, Vögele S (2011) Glowa-Elbe Handlungsoptionen für den Bereich Wassermengenmanagement, in: Schlussbericht GLOWA-Elbe III Verbundprojekt, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V.

Michels, M., von Hobe, C.-F., Musshoff, O., 2020. A trans-theoretical model for the adoption of drones by large-scale German farmers. Journal of Rural Studies 75, 80–88

Mordhorst A, Fleige H, Zimmermann I, Burbaum B, Filipinski M, Cordsen E, Horn R (2019) Anisotropie der gesättigten Wasserleitfähigkeit in Böden der Hauptnaturräume Schleswig-Holsteins (Norddeutschland) unter Acker- und Grünlandnutzung, Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment 70, 33–45

Nahrstedt A, Gaba A, Zimmermann B, Jentzsch T, Krömer K, Tiemann Y, Harsanyi L, Buchta P, Dölchow U, Lipnizki J, Mende K, Koch T, Rohn A (2020) Reuse of municipal wastewater for different purposes based on a modular treatment concept, Journal of Water Reuse and Desalination (im Druck)

Natkhin M, Seidel M, Dietrich O, Dannowski R, Lischeid G (2010) Modellgestütze Analyse der Einflüsse von Veränderungen der Waldwirtschaft und des Klimas auf den Wasserhaushalt von Seen, in: Kaiser, K., Libra, J., Merz, B., Bens, O., Hüttl, R.F. (Hrsg.), 2010. Aktuelle Probleme im Wasserhaushalt von Nordostdeutschland: Trends, Ursachen, Lösungen. Scientific Technical Report 10/10. Deutsches GeoForschungsZentrum, Potsdam.

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2013) Zukunftsfähige Sicherung der Feldberegnung – Gesamtkonzept, Hannover

Niehues B, Merkel W (2020) Die Wasserversorgung im Trockenjahr 2018 – Stressindikatoren und Ergebnisse einer aktuellen DVGW-Umfrage, energie, wasser-praxis 10, 38-42

Pfeifer S, Bathiany S, Rechid D (2021) Klimaausblick Uelzen. Climate Service Center Germany (GERICS), eine Einrichtung der Helmholtz-Zentrum hereon GmbH

Quast J (1997) Wasserdargebot in Brandenburgs Agrarlandschaft und gebotene wasserwirtschaftliche Konsequenzen. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 35, 267-277

Regenauer J, Priesack E, Schrempp S, Hölscher A, Puhlmann H, Lange J (2017) Auswirkungen von Trockenperioden auf die Nitratauswaschung: Ein Vergleich von Acker- und Waldstandorten, Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung; Heft 38.17, 193-204

Regionaler Planungsverband Vorpommern (2018) Grundwassernutzung im Klimawandel, Ansätze zu einer nachhaltigen Sicherung der regionalen Wasserversorgung, Greifswald

Reinermann S, Gessner U, Asam S, Kuenzer C, Dech S (2019) The effect of droughts on vegetation condition in Germany: An analysis based on two decades of satellite earth observation time series crop yield statistics, Remote Sensing 11, 1783

Riedel A (2018) Verbesserung der Nährstoffeffizienz durch Bewässerung. In: Schimmelpfennig, S.; Anter, J.; Heidecke, C. und Lange, S. (Hrsg.): Bewässerung in der Landwirtschaft. Tagungsband zur Fachtagung am 11./12.09.2017 in Suderburg, Thünen Working Paper 85, 89-102

Riedel A, Fricke E (2020) Beregnung – Potentiale zum Wassersparen nutzen, online verfügbar: https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/pflanze/nav/185/article/35553.html [zuletzt erreicht am: 12.08.2021]

Riedel T, Weber TKD (2020) Review: The influence of global change on Europe´s water cycle and groundwater recharge, Hydrogeol J 28, 1939–1959

Rohn a, Gaba A, Nahrstedt A (2018) MULTI-ReUse: Modulare Kombination von Technologien zur Wasserwiederverwendung, online verfügbar unter https://water-multi-reuse.org/ergebnisse/, zuletzt abgerufen am 07.04.2020

Rosenzweig C, Iglesias A, Yang X, Epstein PR, Chivian E (2001). Climate change and extreme weather events; implications for food production, plant diseases, and pests. Global Change and Human Health 2, 90–104

Röttcher, K. (2020) Vorsorge und Anpassung an Dürren bei der Bereitstellung von Wasser für die Feldberegnung, Wasser und Abfall 09, 44-49

Schaub S, Finger R (2020) Effects of drought on hay and feed grain prices. Environ. Res. Lett. 15, 034014

Schimmelpfennig S, Heidecke C, Beer H, Bittner F, Klages S, Krengel S, Lange S (2018) Klimaanpassung in Land- und Forstwirtschaft –Ergebnisse eines Workshops der Ressort-forschungsinstitute FLI, JKI und Thünen-Institut –, Thünen Working Paper 86

Schneider D (2017) Untersuchung von Methoden zur Früherkennung von Bränden in Wald- und Vegetationsgebieten, Dissertation, Technische Universität Dresden

Schulz E (2014) Strategien zur Grundwasseranreicherung, Landwirtschaft im Klimawandel: Wege zur Anpassung – Forschungsergebnisse zu Anpassungsstrategien der Landwirtschaft in der Metropolregion Hamburg an den Klimawandel, Teil 6, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Uelzen.

Simon, M. (2009): Die landwirtschaftliche Bewässerung in Ostdeutschland seit 1949 - Eine historische Analyse vor dem Hintergrund des Klimawandels, PIK Report 114, Potsdam

Spiekermann J, Ahlhorn F, Bormann H, Kebschull J (2018) Zukunft der Binnenentwässerung: Strategische Ausrichtung in Zeiten des Wandels. Eine Betrachtung für das Verbandsgebiet des I. Entwässerungsverbandes Emden, Broschüre, Oldenburg

Sprenger C, Lorenzen G, Hülshoff I, Grützmacher G, Ronghang M, Pekdeger A (2011) Vulnerability of bank filtration systems to climate change. Sci Total Environ 409, 655–663

Sprenger C, Hartog N, Hernandez M, Vilanova E, Grutzmacher G, Scheibler F, Hannapel S (2017) Inventory of managed aquifer recharge sites in Europe: historical development, current situation and perspectives. Hydrogeol J 25, 1909–1922

Ternes TA, Bonerz M, Herrmann N, Teiser B, Andersen HR (2007) Irrigation of treated wastewater in Braunschweig, Germany: an option to remove pharmaceuticals and musk fragrances. Chemosphere 66, 894–904

Tiemeyer B, Kahle P, Lennartz B (2006) Nutrient losses from artificially drained catchments in North-Eastern Germany at different scales. Agricultural Water Management 85,47–57.

Timmermann C (2001) Teilflächenspezifische Unkrautkontrolle im präzisen Pflanzenbau unter Berücksichtigung von Ertragsdaten und Bodenparametern, Dissertation, Universität Bonn

UBA (2021) Einsatz problematischer Pflanzenschutzmittel gestiegen, Umweltgefährdende Insektizide deutlich häufiger verkauft, Pressemitteilung vom 21.12.2021, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau

Vicente-Serrano SM, McVicar TR, Miralles DG, Yang Y, Tomas-Burguera M (2019) Unraveling the influence of atmospheric evaporative demand on drought and its response to climate change. WIREs Clim Chang. 11, e632

Weber L, Mikat H (2011) Grundwasseranreicherungsanlagen im Hessischen Ried, bbr 01/11, 44–49

Zak D, Augustin J, Gelbrecht J (2008) Mobilisierung von gewässer- und klimarelevanten Stoffen in der Anfangsphase der Moorwiedervernässung am Beispiel des Polders Zarnekow, Berichte des IGB 26, 97-105

Zak D, Goldhammer T, Cabezas A, Gelbrecht J, Gurke R, Wagner C, Reuter H, Augustin J, Klimkowska A, McInnes R (2018) Top soil removal reduces water pollution from phosphorus and dissolved organic matter and lowers methane emissions from rewetted peatlands. J Appl Ecol 55, 311-320

Zang C S, Rothe A, Weis W, Pretzsch H (2011) Zur Baumarteneignung bei Klimawandel: Ableitung der Trockenstress-Anfälligkeit wichtiger Waldbaumarten aus Jahrringbreiten. Allg Forst Jagdztg 182, 98–112

Zingk M (1988) Ground water recharge in Schleswig-Holstein (West-Germany). Agri Wat Manage 14, 339–343

6 Anhang

6.1 Anhang I: Maßnahmen

Tabelle A1: Zusammenstellung aller in der ersten Dialogveranstaltung abgestimmten Maßnahmen.

1.	Höhere Wasserentnahmen durch steigenden Trinkwasserbedarf in urbanen Räumen und in Spitzenzeiten
2.	Wasserrückhalt: Errichten von künstlichen Wasserspeichern
3.	Wasserrückhalt: Wiedervernässung von Feuchtgebieten
4.	Künstliche Grundwasseranreicherung
5.	Erschließung neuer Ressourcen
6.	Bewässerung, um Trockenstress bei Nutzpflanzen zu reduzieren (Ertragsstabilisierung und Qualitätssicherung)
7.	Vermehrter und veränderter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zur Bekämpfung von durch den Klimawandel begünstigten Pathogenen
8.	Wasserwiederverwendung: Klarwasser in der Land- und Forstwirtschaft
9.	Klimaangepasste Waldbewirtschaftung: Waldumbau/Aufforstung/Erstaufforstung
10.	Bewässerung von Waldverjüngung
11.	Erhöhung der Wasserverfügbarkeit bei der Waldbrandbekämpfung
12.	Frostschutzberegnung
13.	Wasserrückhalt: Dezentrale Wasserbereitstellung durch saisonale Niederschlagswasserspeicherung in der Landwirtschaft (Sonderkulturen)
14.	Wasserrückhalt: Anpassung von Entwässerungsmaßnahmen an klimatische Variabilität
15.	Wasserrückhalt: Natürliche Fließgewässer
16.	Nutzungseinschränkung

6.2 Anhang II: Praxisbeispiele

6.2.1 Praxisbeispiel 1

Handlungsfeld	Grundwassermenge - Wasserknappheit - Erschließung neuer Wasserressourcen
Praxisbeispiel/Titel	Pilot- und Forschungsprojekt „**Multi-Reuse" zur Substitution von Trinkwasser durch Wiederverwendung von zusätzlich aufbereitetem Abwasser in Industriebetrieben** in Nordenham, Niedersachsen
Handlungsoptionen	Freistellen von Trinkwasser durch Substitution bisheriger Trinkwasserverbräuche in ausgewählten Industriebetrieben
Bild	s. Internet
Beschreibung und Ziele	In der Region um Nordenham ist die Gewinnung von Trinkwasser aus Grundwasser kaum möglich; deshalb erfolgt die Versorgung über Fernleitungen seit Mitte letzten Jahrhunderts aus südlich gelegenen Landkreisen Niedersachsens. Deren eigener Wasserbedarf kann mittlerweile aber nur problematisch gedeckt werden. Die zusätzliche bzw. weitergehende Aufbereitung des gereinigten Abwassers wurde am Standort der Kläranlage und damit in unmittelbarer Nachbarschaft zu den ausgewählten Industriebetrieben in unterschiedlichen Verfahren (auf modularer Basis) erprobt und bewertet. Die Bereitschaft der angenommenen Abnehmer wurde vorab erfragt. Die Aufbereitung kann fast mit den Kosten der Trinkwasserbereitstellung konkurrieren. Eine OOWV-interne Subvention der Herstellungskosten würde dazu beitragen, dass im südlichen Verbandsgebiet auf neue Wasserwerke verzichtet werden kann.
Zeitraum	Ca. 2016-2020
Finanzierung	s. Internet
Beteiligte	Forschungsverbund s. Internet
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Nachdem das Projekt erfolgreich abgeschlossen wurde, muss nun die großskalige Umsetzung in Nordenham bewältigt werden. Multi Reuse ist ein großartiges Beispiel für die intelligente räumliche Verlagerung von Wasserbereitstellung und -verwendung.
Ansprechpersonen	Frau Kerstin Krömer, Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband, Brake
Weitere Informationen	Der OOWV startet aktuell ein weiteres Forschungsprojekt zur Substitution von Trinkwasserverbräuchen durch gereinigtes Prozesswasser aus der Milchverarbeitung

6.2.2 Praxisbeispiel 2

Handlungsfeld	WaterReuse, Nutzung alternativer Wasserquellen
Praxisbeispiel/Titel	Wasserentnahmen aus Bundeswasserstraßen im Rahmen der planfestgestellten oder in Wasserrechtsverfahren festgelegten Entnahmemengen Hier: Elbe-Seitenkanal
Handlungsoptionen	Einsparung von Wasserentnahmen aus dem Grundwasser für die Feldberegnung
Bild	 Neubau Entnahmebauwerk am ESK bei Lüder (2015) © Kreisverband WuB Uelzen
Beschreibung und Ziele	Entnahme von rd. 1,5 Mio. m³ Wasser (Jahresanfall) zusätzlich aus dem Elbe-Seitenkanal für die Beregnung von 1.500 bis 2.000 ha zusätzlicher Ackerfläche. Die Beregnungsfläche mit Wasserversorgung aus dem ESK hat sich von 1976 (10.000 ha) auf 14.500 ha (2014) vergrößert, sie wird um rd. 2.000 ha auf insgesamt 16.500 ha (2020) vergrößert. Damit wird die planfestgestellte und zulässige Entnahmemenge vollständig ausgenutzt.
Zeitraum der Umsetzung	Insgesamt 5 Teilgebiete in den Lkr. Gifhorn und Uelzen sind von 2014 bis 2020 zusätzlich an den ESK angeschlossen worden.
Projektgebiet	Lkr. Gifhorn und Uelzen, jeweils ca. 10 km östlich/westlich des ESK
Kosten / Finanzierung	ca. 2.500 bis 3.000 €/ha (100 % Verbände) Die Betriebsmehrkosten für den Pumpbetrieb an den Abstiegsbauwerken sind der WSV zu erstatten.
Beteiligte	Beregnungsverbände Großendorf (350 ha), Heitbrack-Masendorf-Molzen (700 ha), Lüder (150 ha), Wahrenholz (300 ha), Wasbüttel (600 ha) und Wieren (150 ha), Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV)
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Einfache Lösungsfindung im Rahmen der planfestgestellten Wasserbreitstellung über den ESK Lösung im Einzelfall, nicht übertragbar auf andere Bundeswasserstraßen hohe Kosten, Erfolg: Einsparung von GW-Entnahmen bis 1,4 Mio. m³/a
Ansprechpersonen	Ulrich Ostermann Kreisverband der Wasser und Bodenverbände Meilereiweg 101, 29525 Uelzen, 0581 975511
Weitere Informationen	www.wasser-uelzen.de

6.2.3 Praxisbeispiel 3

Handlungsfeld	Grundwassermenge - Wasserknappheit - Erschließung neuer Wasserressourcen - Verzögern/Vermeiden von Feldberegnung
Praxisbeispiel/Titel	**NaWaPeh – Nachhaltiges Wasserressourcenmanagement für Pehmer Tange**, Landkreis Cloppenburg, Niedersachsen
Handlungsoptionen	Wasserrückhaltung in (zu tiefen) Gräben mit Hilfe kleiner Wehre
Bild	
Beschreibung und Ziele	Ziel: Erhöhung der Grundwasserneubildung und Vermeidung von Beregnung. Methode: pilothafte Errichtung kleiner Wehre und Monitoring in Abstimmung mit den Stakeholdern (iterative Herangehensweise)
Zeitraum der Umsetzung	2021
Kosten/Finanzierung	Erstmaliger Förderwettbewerb des niedersächsischen Umweltministeriums
Beteiligte	Unterhaltungsverband, Untere Wasserbehörde, Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband (=Trinkwasserversorger), Flächennutzer
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Win-Win-Lösung für verschiedene Grundwassernutzer und die örtliche Natur
Ansprechpersonen	Herr Martin Windhaus, Friesoyther Wasseracht, LK Cloppenburg
Weitere Informationen	

6.2.4 Praxisbeispiel 4

Handlungsfeld	Grundwassermenge - Wasserknappheit - Erschließung neuer Wasserressourcen – Sicherung von Feuchtbiotopen
Praxisbeispiel/Titel	**Wassermanagementmaßnahmen des Niedersächsischen Landesforstamts Unterlüss (exemplarisch)** (hier: in den Landkreisen Celle und Gifhorn)
Handlungsoptionen	Schließen oder Verfüllen von Gräben zur Waldentwässerung an diversen Standorten auf landeseigenen Flächen; z. T. Staumanagement
Bild	
Beschreibung und Ziele	Sicherung feuchtegebundener Waldbiotope durch Umkehr früherer Entwässerungsmaßnahmen; teilweise in Verbindung mit Nutzungsaufgabe; teils in Verbindung mit Flächentausch; vorab intensive Recherche der Grundwasserströmungsverhältnisse
Zeitraum der Umsetzung	Bereits langjährig
Kosten/Finanzierung	Landesmittel
Beteiligte	Niedersächsisches Landesforstamt Unterlüss
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Weitere Forstämter in Niedersachsen sind entsprechend naturschutzfachlich aktiv.
Ansprechpersonen	Herr Rothfuchs, NFA Unterlüss
Weitere Informationen	

6.2.5 Praxisbeispiel 5

Handlungsfeld	Grundwassermenge - Wasserknappheit - Erschließung neuer Wasserressourcen – Verzögern/Vermeiden von Feldberegnung
Praxisbeispiel/Titel	**Nutzung der Schöpfwerksgräben** im Einzugsgebiet des Unterhaltungsverbands Fuhse-Aue-Erse **als Wasserspeicher**; div. Gemeinden im SO des Landkreises Celle und NO der Region Hannover
Handlungsoptionen	Wasserrückhaltung in (zu tiefen) Gräben mit Hilfe verschiedenartiger Staueinrichtungen (regulierbar, nicht regulierbar)
Bild	
Beschreibung und Ziele	Ziel: Vermeidung von Beregnung, evtl.(?)Erhöhung der Grundwasserneubildung; Methode: pilothafte Errichtung kleiner Staumaßnahmen; Monitoring des Bodenwasserhaushalts; Abstimmung mit den Stakeholdern (iterative Herangehensweise); Erprobung der Erlaubnisfähigkeit; Erprobung verschiedener Einstautechniken, -funktionsweisen und Materialien
Zeitraum der Umsetzung	2021
Kosten/Finanzierung	Erstmaliger Förderwettbewerb des niedersächsischen Umweltministeriums
Beteiligte	Unterhaltungsverband, 2 Untere Wasserbehörden, Flächennutzer
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Win-Win-Lösung für Kulturlandschaft und örtliche Natur. Die beiden beteiligten unteren Wasserbehörden agierten abweichend.
Ansprechpersonen	Herr Steffen Hipp, Unterhaltungsverband Fuhse-Aue-Erse
Weitere Informationen	

6.2.6 Praxisbeispiel 6

Handlungsfeld	Erhöhung der Resilienz von Fließgewässern gegen rückläufige Basisabflüsse infolge von Klimaauswirkungen oder/und Grundwasserentnahmen
Praxisbeispiel/Titel	**Nur punktuelle Gewässerunterhaltung** an der Oberen und Mittleren Ilmenau; Landkreise Uelzen und Lüneburg, Niedersachsen
Handlungsoptionen	Gewässerrenaturierung durch maximal reduzierte Unterhaltung
Bild	
Beschreibung und Ziele	Ziel: Gewässerrenaturierung und Erhöhung der Gewässer-Resilienz gegen Klimaauswirkungen und Grundwasserentnahmen; Methode: Uferabbrüche und Sohlaufhöhung durch das Material werden zugelassen; nur punktuelle Unterhaltung zur Gefahrenabwehr oder bei Bedarf zur Stromlenkung; Iterativer Erwerb von Erfahrungen und Kenntnis der Grenzen;
Zeitraum der Umsetzung	Anfänge/erstes Probieren vor ca. 30 Jahren (!)
Kosten/Finanzierung	
Beteiligte	Unterhaltungsverband; Anlieger
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Teilweise Vernässung der angrenzenden Talauen; teilweise massive Versandung der Sohle; Herstellung/Erhalt großer naturschutzfachlicher Bedeutung der Bäche; Sehr erfolgreicher Flächenerwerb für Gewässerrandstreifen durch dauerhafte Pacht (auf der Basis kapitalisierter Einmalzahlungen) mit Grundbucheintrag und ohne Vermessung. Hinweis: Die Vermessungskosten hätten den Kaufpreis = kapitalisierten Pachtpreis überstiegen!
Ansprechpersonen	Ingmar Sannes, Unterhaltungs- und Landschaftspflegeverband Obere und Mittlere Ilmenau
Weitere Informationen	

6.2.7 Praxisbeispiel 7

Handlungsfeld	Grundwassermenge - Wasserknappheit - Erschließung neuer Wasserressourcen – Verzögern/Vermeiden von Feldberegnung
Praxisbeispiel/Titel	**Staumanagement Untere Tollense und Mittlere Peene**, Region Greifswald, Mecklenburg-Vorpommern
Handlungsoptionen	
Bild	
Beschreibung und Ziele	Mit Hilfe von **mehr als 500 Stauen** im Einzugsgebiet der beiden Flüsse wird die Wasserversorgung von Kultur- sowie Naturlandschaften stabilisiert.
Zeitraum der Umsetzung	Errichtung während des DDR-Regimes
Kosten/Finanzierung	
Beteiligte	
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Aufwändige Unterhaltung der technischen Anlage langfristig erforderlich
Ansprechpersonen	Herr Lange, Wasser- und Bodenverband Untere Tollense – Mittlere Peene, Jarmen, Landkreis Greifswald
Weitere Informationen	

6.2.8 Praxisbeispiel 8

Handlungsfeld	Wasserknappheit - Erschließung neuer Wasserressourcen – Verzögern/Vermeiden von Feldberegnung
Praxisbeispiel/Titel	**Wasserrückhaltewehre in der Lucie,** Landkreis Lüchow-Dannenberg
Handlungsoptionen	Wasserrückhaltung in (zu tiefen) Gräben mit Hilfe kleiner Wehre
Bild	 Foto: © R. Claaßens
Beschreibung und Ziele	Es handelt sich um ein in den 60'er Jahren des letzten Jahrhunderts planmäßig intensiv entwässertes Gebiet in der Niederung zwischen den Flüssen Jeetzel und Elbe. Mit Hilfe von ca. 12 regulierbaren Holzbohlenwehren wird seit 2001 die Entwässerung des Gebiets verzögert und Nachteile aus Trockenheit verringert. Betroffen bzw. bevorteilt sind gut 5.000 Hektar landwirtschaftliche Flächen und Wälder. Die Projektidee kam von Landwirten der Region bzw. Verbandsmitgliedern.
Zeitraum der Umsetzung	2001
Kosten/Finanzierung	EU-Fördermittel und Eigenmittel; insgesamt damals ca. 160.000 D-Mark
Beteiligte	Wasser- und Bodenverband der Lucie, Niedersächsische Landesforsten, Landwirte
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Einzelne tiefer gelegene Flächen werden vorübergehend vernässt.
Ansprechpersonen	Kreisverband der Wasser- und Bodenverbände im Landkreis Lüchow-Dannenberg, Dannenberg, Niedersachsen
Weitere Informationen	

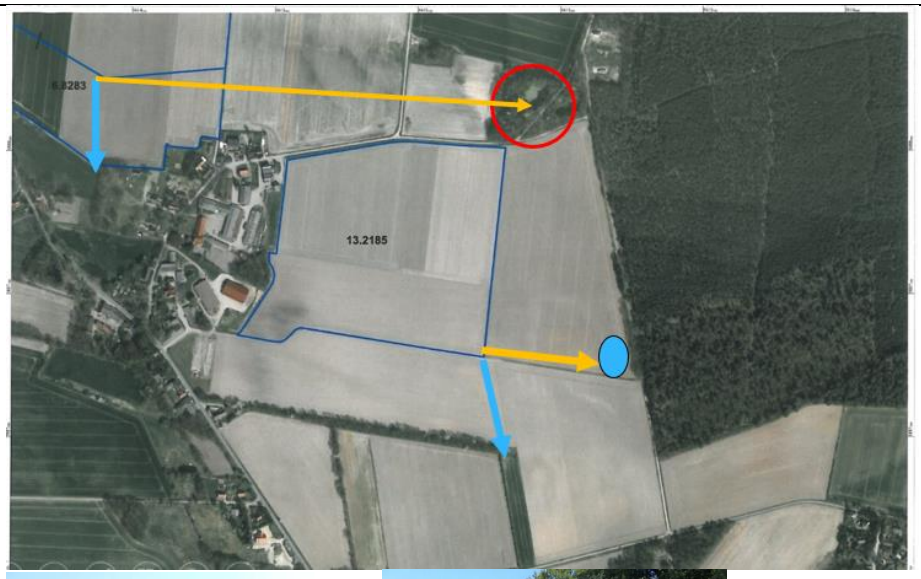
6.2.9 Praxisbeispiel 9

Handlungsfeld	Grundwassermenge - Wasserknappheit - Erschließung neuer Wasserressourcen - Verzögern/Vermeiden von Feldberegnung
Praxisbeispiel/Titel	**Wehre in der Wipperau**, Gemeinde Suhlendorf, Landkreis Uelzen, Nds.
Handlungsoptionen	Wasserrückhaltung in einem sommertrockenen Bachoberlauf mit Hilfe von 4 kleinen Wehren
Bild	
Beschreibung und Ziele	Der betroffene Gewässerabschnitt wurde (vermutlich zu Beginn des letzten Jahrhunderts oder Ende des vorletzten Jh.) oberhalb des eigentlichen, natürlichen Quellgebiets als Entwässerungsgraben angelegt. Der Wasserrückhalt soll die Beregnung verzögern und die Grundwasserneubildung stützen
Zeitraum der Umsetzung	Erneut in Planung; in ca. 2010 wurde das Projekt aus naturschutzfachlichen Gründen von der Fachbehörde abgelehnt. Aktuell wurde die Bereitschaft für eine Erlaubnis signalisiert.
Kosten/Finanzierung	Ca.25.000 €, geplante Finanzierung durch EU-Fördermittel (LEADER), Landesmittel und Eigenmittel
Beteiligte	Landwirte, ein örtlicher Beregnungsverband (= Körperschaft öffentlichen Rechts), Erlaubnisbehörden (UNB, UWB) und Fachbehörden
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Erlaubnisfähigkeit (vgl. Erfordernis der Durchgängigkeit gem. WRRL)
Ansprechpersonen	Herr Ingmar Sannes, Kreisverband der Wasser- und Bodenverbände im Landkreis Uelzen
Weitere Informationen	

6.2.10 Praxisbeispiel 10

Handlungsfeld	Grundwassermenge - Wasserknappheit - Erschließung neuer Wasserressourcen
Praxisbeispiel/Titel	**Zwischenlagerung von Prozesswasser aus der Nahrungsindustrie für Feldberegnung,** hier aus der Zuckerfabrik Uelzen
Handlungsoptionen	Reuse/Wiederverwendung von unbedenklichen ggf. vorgereinigten Abwässern, z. B. Prozesswässer aus der Lebensmittelherstellung
Bild	
Beschreibung und Ziele	Zuckerrüben bestehen zu ca. 75 Prozent aus Wasser. Dieses wird in den meisten Zuckerfabriken geklärt und dann in Vorfluter eingeleitet. Die ZuFa Uelzen speichert dieses Wasser während der herbst-winterlichen Rübenverarbeitungszeit in 4 Speicherbecken mit insgesamt ca. 1,4 Mio Kubikmeter Fassung. In der nächsten Vegetationsperiode dient das Wasser dem Bewässerungsverband Uelzen als Ersatz für Grundwasserentnahmen. Außerdem werden enthaltene Nährstoffe, insb. Kalium, genutzt. Die Zuckerfabrik finanziert die laufenden Pumpkosten zum Befüllen der Becken. Zum Schutz vor der Verbreitung von Pflanzenkrankheiten (insb. Kartoffelkrankheiten) erfolgt ein Monitoring vor der Anwendung.
Zeitraum der Umsetzung	Das größte Becken entstand in ca. 2007, das zweitgrößte in 2014, die beiden kleinen deutlich früher.
Kosten/Finanzierung	Ca. 20 Mio €; Finanzierung durch überwiegend EU-Mittel sowie Eigenmittel der Zufa und des Bewässerungsverbands Uelzen (= Beregnungslandwirte)
Beteiligte	Bewässerungsverband Uelzen, Landwirte, Zuckerfabrik Uelzen
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Eine parallele Ausrüstung des Bewässerungsverbandes bzw. der Landwirte mit Infrastruktur zu Grundwasserbewässerung ist erforderlich zur ausreichenden Versorgung in trockneren Jahren.
Ansprechpersonen	Jörg Martens, Bewässerungsverband Uelzen
Weitere Informationen	

6.2.11 Praxisbeispiel 11

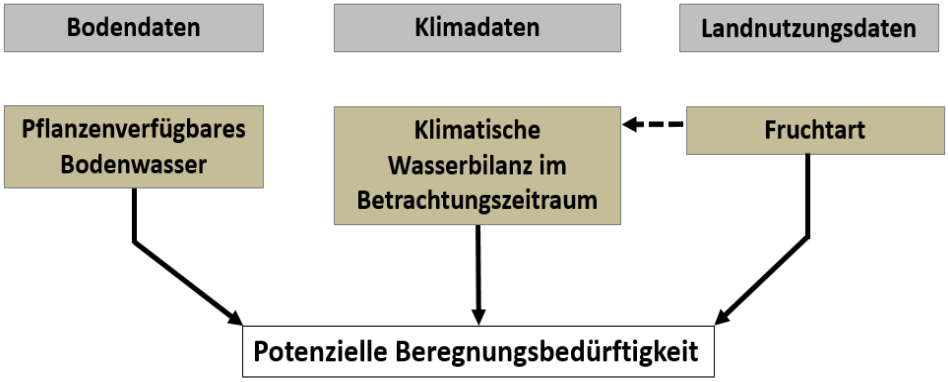
Handlungsfeld	Grundwassermenge - Wasserknappheit - Erschließung neuer Wasserressourcen
Beispiel/Titel	Dränwasser-Versickerung Kettelsdorf, Gemeinde Himbergen, Landkreis Uelzen, Niedersachsen (EU-Interreg Nordsee Programm IV B „Aquarius“)
Handlung	Nutzung des Grundwasserkörpers als Speicherort; Schließen des Wasserkreislaufs
Bild	 Alle Fotos nur für privaten Gebrauch!
Beschreibung und Ziele	Die Sammler für das Dränwasser von etwa 20 Hektar Ackerland (= ca. 100 mm bzw. 1.000 m³ /Hektar), verteilt auf 2 Felder bzw. 2 Sammler, wurde umgeleitet und das Dränwasser in das Grundwasser versickert. Zuvor floss dieses Dränwasser über jeweils einen Sammler in zwei Gräben (s. hellblaue Pfeile) und anschließend in den örtlichen Bach (Nordsee). Im Projekt wurden alternative neue Zuleitungen (s. gelbe Pfeile) gebaut (s. Foto links) und an einen vorhandenen Teich (s. im roten Kreis) bzw. einen neu errichteten Teich (s. hellblaues Oval und Foto unten rechts) zwecks Versickerung in den Grundwasservorrat angeschlossen.

	Das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie in Hannover überprüfte mittels seiner Datenbanken die Abstromrichtung des versickernden Wassers. Danach kann von einer Grundwasseranreicherung ausgegangen werden; ein „Kurzschluss" in den örtlichen Bach ist nicht zu erwarten. Der neue Teich/Sickerbecken ist inzwischen komplett eingegrünt und am Boden mit einer Schicht aus verrottendem Laub bedeckt. Er ist nun ganzjährig wasserführend. Durch die anaeroben Bedingungen in den Teichen in Verbindung mit dem Vorhandensein organischer Substanz ist sichergestellt, dass das im Dränwasser möglicherweise enthaltene Nitrat mikrobiell abgebaut wird. Sickerwasseruntersuchungen erfolgten im schon vorhandenen Teich. Die Projektidee kam von den beiden flächenbewirtschaftenden Landwirten. Das Ziel war, den örtlichen Grundwasserhaushalt und damit die Verfügbarkeit von Beregnungswasser und/oder den Basisabfluss im örtlichen Bach zu entspannen.
Zeitraum	Ca. 2011
Kosten / Finanzierung	Gesamtkosten ca. 20.000 €, Finanzierung: EU 50 %, Nds. Bingo-Umweltstiftung ca. 25%; Eigenleistung der beiden Landwirte bzw. des örtlichen Beregnungsverbands.
Beteiligte	Träger: Wasser- und Bodenverband Kettelstorf; Nitratuntersuchungen: LBEG Dr. Walter Schäfer
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Eine Wiederholung dieses tollen und vergleichsweise einfachen Projekts hängt ab von: - dem Vorhandensein eines Kostenträgers, denn im Beispiel entsteht der Nutzen für die Allgemeinheit. **Lösungsvorschlag**: die mittlere jährlich versickerte Menge (s. o.) wird dem Beregnungsverband zur Wiederentnahme zur Verfügung gestellt, dessen Brunnen im Abstrombereich der Versickerungsteiche liegen und der zugleich die Bau-Kosten trägt. So entstünde ein individuelles Kosten- Nutzen-Verhältnis (Honorierung von Ökosystemleistungen). Ist dieses K-N-V groß, könnte zusätzlich ein Teil der Sickerwassermenge für grundwasserabhängige Ökosysteme abgezogen werden (Win-Win-Situation). Anreize müssten von der Unteren Wasserbehörde (hier: Anrechnung auf die erlaubten Grundwasserentnahmemengen) und dem Geologischen Dienst (hier: unentgeltlicher Nachweis der Sickerwasser-Abstromrichtung bzw. der Grundwasseranreicherungswirksamkeit) gegeben werden. Hinweis: das Einbinden von privaten geologischen Büros würde das Kosten-Nutzen-Verhältnis aus Sicht der sehr interessierten Beregnungsverbände sprengen. - den örtlichen hydrogeologischen Verhältnissen, nämlich dergestalt, dass die höher gelegenen Lehmkuppen dräniert

	sind, während die tiefer gelegenen Versickerungsflächen durchlässig sind und im freien Fluss erreicht werden. In der eiszeitlich geformten norddeutschen Geest ist dies aber durchaus häufiger anzutreffen. Die erforderlichen Ortskenntnisse (Dränflächen/durchlässige Flächen) haben meistens nur die örtlichen Landwirte.
Ansprechpersonen	elisabeth.schulz@lwk-niedersachsen.de
Weitere Informationen	

6.2.12 Praxisbeispiel 12

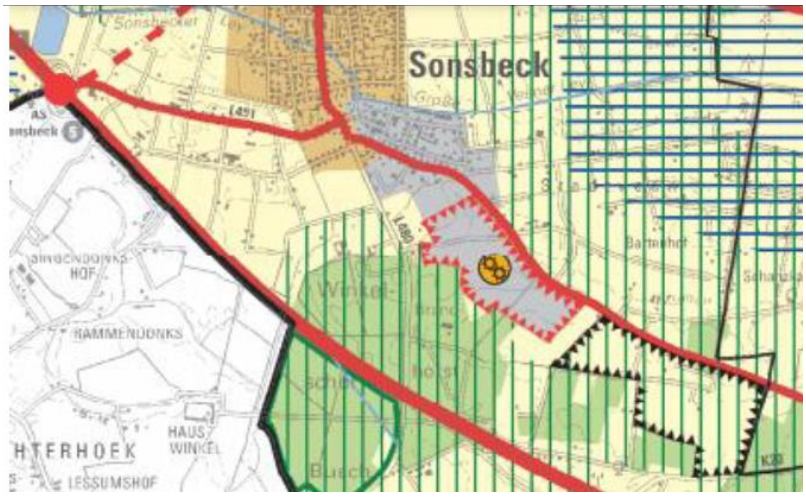
Handlungsfeld	Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an zunehmende regionale Trockenheit als Folge des Klimawandels in den Bereichen Boden, Landwirtschaft und Wasserhaushalt
Praxisbeispiel/Titel	Projekt „Regionale Stakeholder-Netzwerke zur effektiven Anpassung an zunehmende Trockenheit in ländlichen Räumen unter Berücksichtigung von Vulnerabilitäts- und Adaptationsanalysen" (Netzwerke Wasser 2.0)

Handlungsoptionen	A) regionalspezifische Analyse des potenziellen Beregnungsbedarfs; Analyse von Auswirkungen des Klimawandels auf regionale bodenkundliche Indikatoren (Biotopentwicklungspotenzial, potenzielle Erosionsgefährdung, Bewertung der Funktion von Böden als Ausgleichskörper im Wasserhaushalt); B) Vernetzung fester Vertreter der regionalen (Grund-)wasser-Stakeholder (Runder Tisch, ca. 20 Personen), Wissenstransfer, Kompetenzerweiterung, Kennenlernen und Vertrauensaufbau für zukünftige konstruktive Zusammenarbeit, Bewusstseinsbildung für identische Tools der Zielerreichung aller Akteure (Gewässerschutz, Wasserversorgung, Feldberegnung)
Bild	Angewandt wird u. a. das LBEG-Verfahren zur standortabhängigen Abschätzung des Beregnungsbedarfes verschiedener Fruchtarten. Es baut auf der Auswertungsmethode M 5.22 (Bug, Heumann, Müller & Waldeck 2020) auf, welche wiederum auf dem Modell von Renger & Strebel (1982) basiert. 
Beschreibung und Ziele	Das Projekt „Netzwerke Wasser 2.0" zielt auf die Stärkung der Sensibilität und des Wissens von „Wasser-Stakeholdern" hinsichtlich des klimawandelbedingt zunehmenden Trockenheitsrisikos für die Landwirtschaft und des Umgangs mit begrenzten Wasserressourcen ab. Eingebunden sind insgesamt vier Partnerregionen mit Schwerpunkt in Niedersachsen. Die Landwirtschaftskammer Niedersachsen installiert bzw. ergänzt, in Zusammenarbeit mit den Landkreisen, die Stakeholder-Netzwerke. Es wird in ganztägigen Treffen durch Vorträge, Exkursionen und Diskussionen Wissen vermittelt, Transparenz geschaffen, Vertrauen gefördert und - wenn möglich - die Basis für Synergien errichtet. Angesichts der verschiedenen, teils kontroversen Meinungen und der oftmals hohen Emotionalität in der Diskussion um die Wassernutzung, ist zur Stärkung der Adaptionskapazität die frühzeitige Zusammenarbeit aller mit Grundwasser befassten Stakeholder dringend geraten. Dies gilt besonders, wenn in einer Region bisher keine Erfahrungen mit der landwirtschaftlichen Grundwassernutzung vorliegen. Vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG, Hannover) werden regionale Daten- und Kartengrundlagen zum heutigen und künftigen potenziellen Bewässerungsbedarf für die Landkreise Vechta, Oldenburg, Gifhorn und Altmarkkreis Salzwedel sowie Klimawirkungsanalysen zu verschiedenen Aspekten des Bodenschutzes für weitere zusätzliche Partnerregionen berechnet (in Ergänzung zum Projekt „Netzwerke Wasser 1.0" (2016-2019)).
Zeitraum der Umsetzung	2019-2022
Kosten/Finanzierung	Finanzierung im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS), BMU über Projektträger Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH
Beteiligte	Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Bezirksstelle Uelzen) und Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hannover)
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Viele Teilnehmende gaben ein sehr positives Feedback für den Vernetzungsansatz und die hohe Qualität der Informationen. Zum Projektende soll möglichst die Fortsetzung der Netzwerke strukturiert und eingeleitet werden. Eine neutrale Organisation und Moderation ist wünschenswert. Die Covid-19-Pandemie verhinderte zeitweilig die geplanten realen Treffen mit Pausen für bilaterales Kennenlernen und Austausch der Akteur*innen. Diese sind jedoch ein zentraler Ansatz für die gegenseitige Vertrauensbildung vor Ort und anschließende gemeinsame Lösungssuche. Für aus Netzwerke Wasser 2.0 resultierende Projekte zur Stärkung des Landschaftswasserhaushalts und zum Bodenschutz sind Fördertöpfe erforderlich.
Ansprechpersonen	Elisabeth Schulz, LWK, Wilhelm-Seedorf-Str. 3, 29525 Uelzen, 05818073138 und Nicole Engel, LBEG, Stilleweg 2, 30655 Hannover, 0511643533597

Weitere Informationen	

6.2.13 Praxisbeispiel 13

Handlungsfeld	Anpassung der Flächennutzung an die regionalen Gegebenheiten
Praxisbeispiel/Titel	**GIB für zweckgebundene Nutzungen: Regionale Kooperationsstandorte** Großflächige Gewerbe- und Industriebereiche (GIBz) mit Zweckbindung des regionalen Kooperationsstandortes in Sonsbeck ‚Peterskaul' mit ca. 48 ha

Handlugsoptionen	Anteilige Versiegelung des Flächenbereichs landwirtschaftlicher Ackerflächen mit hoher Grundwasserneubildung als Regionaler Kooperationsstandort (GIBz) großflächigen Versiegelungen einschließlich verkehrlicher Erschließung verursachten Niederschlagswasserableitung /-beseitigung vs. Flächenschonung
Bild	 Auszug aus zeichnerischer Darstellung Sachlicher Teilplan, Regionaler Kooperationsstandort
Beschreibung und Ziele	Ursprünglich vorgesehen: bedarfsgerechtes Angebot an großen zusammenhängenden Wirtschaftsflächen zu sichern, die sich für die Ansiedlung von flächenintensiven Gewerbe- und Industriebetrieben eignen.
	Zu diesem Zweck sollte auch der Standort in Sonsbeck als Bereiche für gewerbliche und industrielle Nutzung mit der Zweckbindung (GIBz) „Regionale Kooperationsstandorte" festgelegt werden." (Auszug aus RVR, Homepage und Beschlussvorlage)
	Verhinderung der weiteren Verschärfung der Zielkonflikte durch weitere versiegelte Räume in einem hoch vorbelasteten Gebiet.
Zeitraum der Umsetzung	Herausnahme aus dem Regionalplan-Erarbeitungsprozess als (ursprünglich vorgesehener) GIBz Regionaler Kooperationsstandort aufgrund des Ratsbeschlusses der Gemeinde Sonsbeck
Kosten/Finanzierung	Keine
	Verhinderung von Folgekosten durch Starkregenereignisse
Beteiligte	Kommune Sonsbeck, Kreis Wesel, Regionalverband Ruhr
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Lösung: Aktuelle Fortführung der derzeitigen landwirtschaftlichen Bewirtschaftung mit überwiegender Acker- und Grünlandnutzung **Vermeidung des schadhaften Abflusses von Starkregen** von insgesamt 48 ha
Ansprechpersonen	Regionalverband Ruhr, Referat Staatliche Regionalplanung, Gemeinde Sonsbeck und Kreis Wesel

Weitere Informationen	https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Regionalplanung Entwicklung/Regionalplan_Ruhr/01_Planentwurf/04_Zeichnerische_Festlegung/20180827_Blatt12_zeichnerische_Festlegungen_TeilC_Regionalplan_Ruhr.pdf https://rvr-online.more-rubin1.de/sitzungen top.php?sid=ni 2020-PA-51&suchbegriffe=&select koer-perschaft=&select gremium=&datum von=2020-01-01&datum bis=2021-12-17&entry=0&sort=&kriterium=si&x=10&y=5

6.2.14 Praxisbeispiel 14

Handlungsfeld	Effizienzsteigerung für Wassernutzung, Nährstoffe und Energie
Praxisbeispiel / Titel	Pilotanlage Tröpfchenbewässerung in Pflugsohle ca. 30 cm Tiefe
Handlungsoptionen	

Bild	
Beschreibung und Ziele	Pilotanlage in der Fruchtfolge eines ökologisch wirtschaftenden Betriebes. Die Fruchtfolge enthält Kleegras zur Futternutzung, anschließend Ackerfrüchte. Verglichen wird mit Bewässerung durch Kanonen und ohne Bewässerung zur Einschätzung der Kosten und Effizienz der Systeme. Begleitet wird die Pilotanlage mit verschiedenen Messungen zum Auf- wuchs, Wasserverbrauch, Ertrag und Nmin.
Zeitraum der Umsetzung	Installation 2020 Beginn 2021
Kosten / Finanzierung	WRRL Modellbetriebe finanziert durch MULNV
Beteiligte	WRRL Modellbetriebe NRW
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Im Praxistest
Ansprechpersonen	Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Weitere Informationen	Video vom Unterfußverlegung: https://www.landwirtschaftskam-mer.de/landwirtschaft/wasserschutz/wrrl/modellbetriebe/index.htm

6.2.15 Praxisbeispiel 15

Handlungsfeld	Ökologische Verbesserungen an Gewässeroberläufen
Praxisbeispiel/Titel	Gewässerentwicklungsmaßnahme am Mühlenbach, Schwalm

Handlungsoptionen	Die vorgestellte Maßnahme im Bereich der Ortschaft Genholland dient als Kompensation für umfangreiche Baumaßnahmen eines landwirtschaftlichen Betriebes.
Bild	
Beschreibung und Ziele	Bei dem betroffenen Gewässerabschnitt handelt es sich, um den nicht dauerhaft bespannten Oberlauf des berichtspflichtigen Fließgewässers (WRRL). Im Ausgangzustand entsprach dieser Gewässerabschnitt einen geraden, strukturlosen Feldgraben, bestens geeignet um das anfallende Niederschlagswasser möglichst schnell und effizient abzuführen. Das Projekt ergab sich aus einer Kompensationsverpflichtung des unmittelbar angrenzenden landwirtschaftlichen Betriebes. Hierzu stellte der betroffene Landwirt die benötigte Fläche - einen ca. 10 m breiten Streifen entlang des Gewässers - zur Verfügung. Zur Finanzierung der Maßnahme wurden Ersatzgeldzahlungen von der örtlichen Kommune sinnvoll verwendet Die Maßnahmenplanung und -umsetzung übernahm der Schwalmverband. Auf einer Länge von etwa 250 m wurde der geradlinige Verlauf in ein leicht mäandrierendes Gerinne mit abgeflachten Uferböschungen umgestaltet. Der Bodenaushub wurde ortsnah auf landwirtschaftlichen Flächen wieder eingebaut. Am Anfang und Ende der Maßnahmenstrecke wurde je eine Sohlgleite errichtet, südlich des Gewässers entstand ein Flutgraben und ein begleitender Weg, der für die Gewässerunterhaltung genutzt wird, aber auch der Freizeitnutzung dient. Entlang des Gewässers wurden zudem standorttypische Gehölze gepflanzt.

	Win-Win-Situation: • Erfüllung von Kompensationsverpflichtungen • Trittstein für die Umsetzung der Wasserrahmenrahmenrichtlinie • Nutzung von Ersatzgeld zur Maßnahmenumsetzung • Landschaftsästhetischer Mehrgewinn für die betriebliche Pferdehaltung • Gewinnung von Retentionsvolumen • Grundwasseranreicherung durch Versickerung vor Ort
Zeitraum der Umsetzung	2012
Kosten/Finanzierung	Flächenbereitstellung und Ausgleichsgeld aufgrund von Kompensationsverpflichtungen
Beteiligte	Schwalmverband, Stadt Mönchengladbach, Anlieger
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Da die Maßnahme im regelmäßig trockenfallenden Oberlauf des Gewässers angesiedelt wurde, kann sich naturgemäß keine typische Fließgewässerbiozönose entwickeln. Dennoch wurde ein dezentes Strukturelement, in einer sonst meist strukturarmen Bördelandschaft geschaffen. Die anfallenden Niederschläge, insbesondere bei Starkniederschlagsituationen werden nicht mehr ungenutzt schnell abgeführt, sondern zurückgehalten und versickern zu einem großen Anteil vor Ort. Diese Maßnahme steht exemplarisch für viele Bördebereiche in dem das Niederschlagswasser über die vorhandenen Grabensysteme schnell und weitgehend ungenutzt abgeleitet wird. Mit vielen solch kleinen Maßnahmen lässt sich ein positiver Effekt auf die Grundwasserneubildung erzielen. Im konkreten Fall ist dies besonders nützlich, weil dieser Raum durch die Grundwasserabsenkungen des Rheinischen Braunkohlereviers vorgeschädigt ist und bereits umfänglich mit technischen Maßnahmen bewässert wird.
Ansprechpersonen	Schwalmverband
Weitere Informationen	www.schwalmverband.de Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie in NRW (landwirtschaftskammer.de)

6.2.16 Praxisbeispiel 16

Handlungsfeld	Ökologische Gewässerentwicklung
Praxisbeispiel /Titel	Ersatzaue ,,Am Fleuth", Kervenheimer Mühlenfleuth
Handlungsoptionen	Mehrfachnutzung von ökologischen Maßnahmen

Bild	
Beschreibung und Ziele	Beschreibung und Ziel des Projektes: Auf einer Fläche von insgesamt 2 ha wurde knapp 1 ha für die konkrete Gewässerentwicklung zur Verfügung gestellt. Initialmaßnahmen waren die rechtsseitige Gerinneaufweitung und Uferabflachung auf einer Länge von etwa 800 Metern. Es wurden umfangreiche Baggerarbeiten durchgeführt mit Uferneumodellierungen, Umflut- und Inselbildungen, dem Einbau von Totholz und insbesondere von Wurzelstümpfen. Die Idee der Gewässerentwicklungsmaßnahme ergab sich aus der Ausgleichverpflichtung für eine Abgrabung auf einer anderen Fläche des Grundeigentümers. Hiervon ausgehend plante der für das Gewässer zuständige Wasser- und Bodenverband „Kervenheimer Mühlenfleuth" die Ausbaumaßnahme und moderierte in Absprache und in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer NRW die Abstimmung zwischen den Beteiligten. Der zuständige sondergesetzliche Verband, Niersverband übernahm die konkrete Bauausführung und die Baukosten, weil mit der Maßnahme zusätzliches Retentionsvolumen geschaffen und so der Neubau eines Regenrückhaltebeckens vermieden werden konnte. An einer Geländekante im Maßnahmenraum wurde der anfallende Bodenaushub unmittelbar wieder eingebaut. Dadurch entfiel der sehr teure Abtransport von Bodenmaterial und die angrenzenden Flächen wurden soweit aufgewertet das hier ein hochwertiger Eichenwald etabliert werden konnte (Waldausgleich). Win-Win-Situation:

	• Erfüllung von Kompensationsverpflichtungen • Waldausgleich mit hochwertigem Eichenwald • Strahlursprung, Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie • Schaffung von Retentionsvolumen ca. 7.500 m3
Zeitraum der Umsetzung	2010 - 2012
Kosten/Finanzierung	70-80.000 €, durch den Niersverband
Beteiligte	Wasser- u. Bodenverband Kervenheimer Mühlenfleuth
	Landwirtschaftskammer NRW
	Niersverband
Hemmnisse, Lösungen, Erfolge	Der Umsetzung standen die Bedenken von benachbarten Flächeneigentümer gegenüber. Ihre Sorge galt der weiteren Vernässung Ihrer Grundstücke. In einem intensiven Dialog, unter Moderierung der Landwirtschaftskammer, konnte aber ihre Bedenken ausgeräumt werden. Nach fast einer Dekade präsentiert sich der Maßnahmenraum in einem optimalen Zustand. So fand z. B. der streng geschützten Bieder hier einen neuen Lebensraum. Neben mehreren Dammstrukturen errichtet der Biber eine Burg mit fächerartiger Grabenstruktur zum Gewässer. Bedingt durch die Bibertätigkeit dehnte sich die bespannte Wasserfläche, sowie die feuchten Auenflächen nochmals deutlich aus. Dies ging natürlich etwas zu Lasten des möglichen Retentionsvolumens. Die Gewässerresilienz ist aber insgesamt deutlich robuster, als vor der Maßnahme. Mit der natürlichen Ansiedlung des Bibers kann man nun noch von einem 5. Win-Punkt sprechen, der Verbesserung des Artenschutzes.
Ansprechperson	Wasser- und Bodenverband Kervenheimer Mühlenfleuth
Weitere Informationen	

6.2.17 Praxisbeispiel 17

Handlungsfeld	Effizienzsteigerung für Wassernutzung, Nährstoffe, Energie und Arbeitszeit
Praxisbeispiel / Titel	Entwicklung eines Exaktgießwagen im Zierpflanzenbau
Handlungsoptionen	

Bild	
Beschreibung und Ziele	Ziel der Projektarbeiten in den Modellbetrieben mit Zierpflanzenbau ist die Entwicklung von Bewässerungsverfahren, mit denen deutlich geringere Aufwendungen an Wasser und Dünger verbunden sind. Aktuell wird daran gearbeitet, ausschließlich die jeweiligen Kulturpflanzen mit punktgenauer Topfbewässerung zu gießen. Drainverluste aus den Kulturgefäßen in die Stellfläche sollen zudem durch optimale Wasserdosierung möglichst auf „Null" reduziert werden. Hierdurch wird der Eintrag von Stickstoff in das Grundwasser minimiert werden, die Ressource Wasser effizient eingesetzt und Energie eingespart werden.
Zeitraum der Umsetzung	Seit 2015 für Containerware Seit 2017/18 für handelsübliche Töpfe
Kosten / Finanzierung	WRRL Modellbetriebe finanziert durch MULNV
Beteiligte	WRRL Modellbetriebe NRW, Zierpflanzenproduzent
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Die Idee, ein Bewässerungsverfahren zu entwickeln, welches das Gießwasser und den zu verabreichenden Dünger ausschließlich in den jeweiligen Kulturtopf appliziert (Impulsgießwagen) wurde in der Vergangenheit bereits verfolgt, scheiterte jedoch an seiner schwierigen technischen Umsetzung. Im vorliegenden Projekt wird ein neues technisches Konzept erarbeitet und umgesetzt, welches für große Topfgrößen bzw. sogenannte Container schon exakt funktioniert und einen Einspareffekt an Wasser und Dünger von ca. 50 - 70 %je nach Ausnutzung der Kulturfläche erzielt. Weiterhin konnten auch Einsparpotenziale bzgl. des Stromverbrauchs für die Pumpen von ca. 40 % erreicht werden. Zurzeit wird ein weiterer Gießwagen für die Kultur von gängigen kleineren Topfgrößen entwickelt und laufend optimiert. Besondere Herausforderungen hierbei sind 1. das präzise rationelle Ausrichten der Töpfe auf der Kulturfläche. Das Raster wird durch den Gießwagen vorgegeben.

	2. das Sicherstellen der impulshaft benötigten, großen Wassermenge je Bewässerungsvorgang um eine Gleichverteilung zu erreichen.
Ansprechpersonen	Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Weitere Informationen	Video vom Exaktgießwagen https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/wasser-schutz/wrrl/modellbetriebe/index.htm Veröffentlichung https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/wasser-schutz/pdf/wrrl-5-jahre-modellbetriebe.pdf

6.2.18 Praxisbeispiel 18

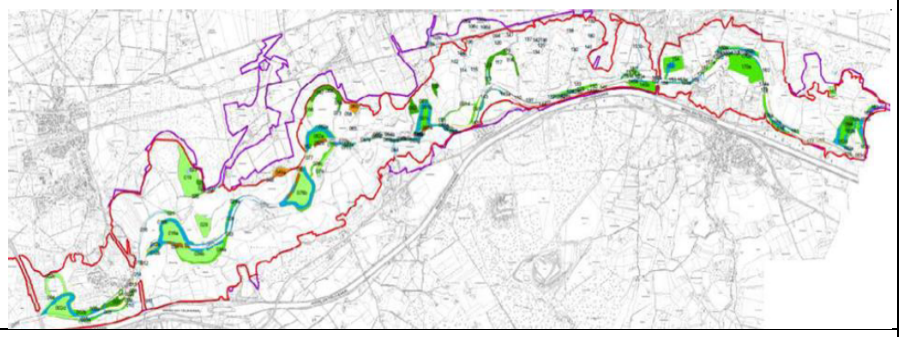
Handlungsfeld	Flächenbereitstellung zur Entwicklung des naturnahen Abflusses
Praxisbeispiel/Titel	Kooperative Umsetzung gewässerstruktureller Maßnahmen nach WRRL als Raum für Gewässer in der Planungseinheit Obere Wupper Gemeinschaftsprojekt Lawi — Wawi (Landwirtschaft — Wasserwirtschaft)
Handlungsoptionen	Ordnungspolitische Umsetzung (Flurbereinigung, Vorkaufsrecht u.a) versus strukturiertes, kooperatives Vorgehen zur Zielerreichung der Umsetzung hydromorphologischer Maßnahmen nach WRRL

Bild	 Martin Nußbaum von der Bezirksregierung Köln (l.) und Helmut Dresbach, Vorsitzender der Kreisbauernschaft Oberberg, machten sich kürzlich ein Bild von der eigendynamischen Entwicklung der Wupper am ehemaligen Wehr Schloßfabrik nahe der Bushaltestelle Wipperfürth, Hämmern, Grunewald B237 in Hückeswagen. Besonders die inzwischen erfolgten Uferabbrüche des früheren Grünlandes sind sehr markant. Diese sind durch ein weiß-rotes Flatterband markiert. Auch die Verlagerung des Flusslaufes mit unterschiedlichen und sich teils jährlich verlagernden Tief- und Flachwasserzonen sowie Kies- und Geschiebebänken springen ins Auge. Foto: Eduard Eich LZ Rheinland 18/16, S. 13
Beschreibung und Ziele	Einvernehmliche, freiwillig mit den Landwirten (Pächtern und/oder Eigentümern) vereinbarte Bereitstellung landwirtschaftlich bewirtschafteter Flächen als Raum für Gewässer zur Umsetzung gewässerstruktureller Maßnahmen nach EG-WRRL
Zeitraum der Umsetzung	Herbst 2014 bis Frühjahr 2018 -
Kosten / Finanzierung	Erstmalige anteilige Förderung von Personalkosten für je 0,5 AK je Projektpartner für einen etwa 3-jährigen Projektzeitraum; Personalkosten (Förderung sowie Eigenanteile der Gemeinschaftsprojektpartner) Maßnahmenkosten: anteilige Förderung zur WRR-Maßnahmen--Umsetzung, Eigenanteil des Wupperverbandes, Kompensationsmaßnahmen-Anteile, Flächen-tausch, ggf. auch als Wald
Beteiligte	Wupperverband als sondergesetzlicher Wasserverband, Landwirtschaftskammer NRW, GB 2 —Standortentwicklung, Ländlicher Raum
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Gemeinsame Erklärung zur kooperativen Zusammenarbeit aller Beteiligten als Leit-linie der Zusammenarbeit zur sozialverträglichen Umsetzung der gewässerökologischen Maßnahmen; Nebenziel: Erhaltung/Sicherung des ortsüblichen Pacht- und Kaufpreis-niveaus landwirtschaftlicher Flächen (Ohne Preisanstiegseffekt durch das Gemeinschaftsprojekt). Lösung: Einbeziehung der Landwirte als Eigentümer und als Pächter sowie die gemeinsame Entwicklung/Erarbeitung betriebsspezifischer Lösungsansätze, z. B. neue Zufahrt oder Brücke. Erfolg: Während der Projektzeit konnte das ambitionierte Projektziel von 30— 32 ha um ca. 10 % mit 36,49 ha in 220 Flurstücken in ca. 3 Jahren rechtssicher und schneller übertroffen werden;

	Aufgrund der konstruktiven Zusammenarbeit werden nach Projektabschluss weitere Flächen als Raum für die Gewässerentwicklung bereitgestellt
Ansprechpersonen	Wupperverband, Bereich Gewässerentwicklung Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Weitere Informationen	Veröffentlichung https://www.landwirtschaftskammer.de/wir/pdf/lwk-nrw-2018.pdf , S.58 https://www.wupperverband.de/internet/medi-endb.nsf/gfx/FE59B538CDEDE61AC12582C70049E475/Sfile/20_Schoeler_Symp21.pdf

6.2.19 Praxisbeispiel 19

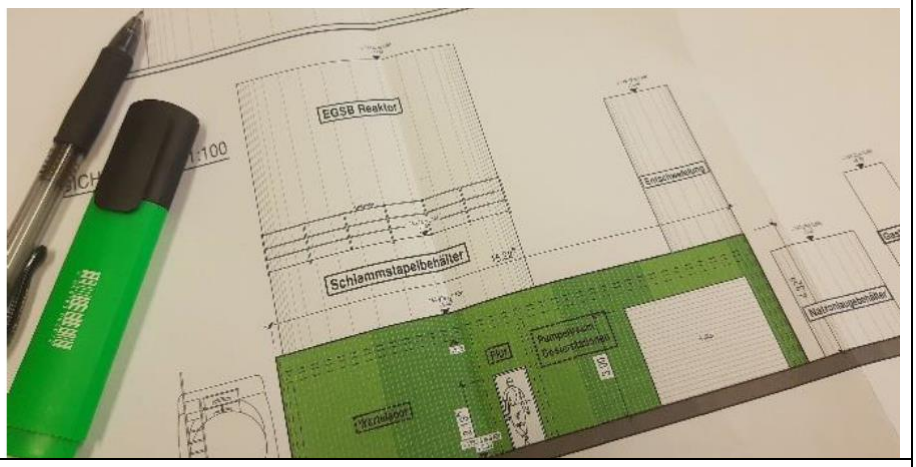
Handlungsfeld	Naturnaher Abfluss
Praxisbeispiel / Titel	Fachkonzept „Entwicklung der Lippe und ihrer Aue im Kreis Wesel"
Handlungsoptionen	Ausgleich von Interessenskonflikten zwischen Wasserwirtschaft, Naturschutz und Landwirtschaft

Bild	
Beschreibung und Ziele	Ziel des Fachkonzeptes war einen fairen Interessensausgleich zwischen den drei wesentlichen Akteuren (Landwirtschaft, Naturschutz, Wasserwirtschaft) im Auenbereich zwischen der A3 und der östlichen Kreisgrenze von Wesel vorzubereiten. So sollten Doppelarbeiten und Interessenskollisionen zwischen Naturschutz und Wasser-wirtschaft vermieden werde. Durch das abgestimmte Vorgehen hofften die Land-wirte eine gewisse Planungssicherheit erlangen, dass keine über das Fachkonzept hinausgehenden Flächenansprüche bestehen. Etwa zeitgleich mit der Vorbereitung des Fachkonzeptes erfolgte am 10.09.2018 die Rahmenvereinbarung der Landwirtschaft mit dem Umweltministerium und dem Lippeverband zur Umsetzung von Gewässerentwicklungsmaßnahmen an der Lippe (Beteiligte: Umweltministerium NRW [MULNV], Lippeverband, Rheinische Landwirtschaftsverband, Westfälischer Landwirtschaftsverband und die Landwirtschaftskammer NRW). Ziel der Rahmenvereinbarung war es die wirtschaftlichen Folgen für die in der Aue wirtschafteten Landwirte zu minimieren und einen zügigen Gewässerumbau zu ermöglichen. Die Erarbeitung des Fachkonzeptes erfolge in einer kleinen Arbeitsgruppe unter der Moderation der Unteren Naturschutzbehörde Wesel. Nur i bis 2 Personen aus den beteiligten Organisationen nahmen teil. In dieser Kleingruppe wurden intensiv, nach rein fachlichen Gesichtspunkten, über jede Fläche und jede Maßnahme in diesem Auenabschnitt diskutiert bzw. auch gestritten. Letztlich konnte sich dieser kleine, produktive Personenkreis auf ein gemeinsames Konzept einigen. Den beteiligten landwirtschaftlichen Organisationen ging es bei der Aufstellung um die Minimierung der Belastung für die Landwirtschaft insgesamt, weniger um Einzelbetroffenheiten (die aber auch noch berücksichtigt werden müssen). Aus landwirtschaftlicher Sicht war es dabei von außerordentlicher Bedeutung, dass die verwendeten Flächen hinsichtlich ihres ökologischen Mehrgewinnes optimal bewertet werden und dieser Mehrgewinn für andere öffentliche Planungen real genutzt werden. Im Fokus des Interesses stand hierbei der beabsichtigte Ausbau der Autobahn (A3), die die Aue am Beginn dieses Gewässerabschnittes quert. Win-Win-Situation:

	• Abgestimmtes Vorgehen und Vermeidung von Doppelarbeit • Minderung der ökonomischen Auswirkungen • Planungssicherheit für die Betroffenen • Erhöhung der Bereitschaft zur Nutzung des ökologischen Kompensationsüberschusses für andere öffentliche Planungen im Raum z. B. für den Ausbau einer Autobahn • Reduzierung des Konfliktpotenzials
Zeitraum der Umsetzung	Seit 2018
Kosten / Finanzierung	Die Kosten trägt das Land NRW.
Beteiligte	Beteiligte: • Lippeverband • Biologische Station im Kreis Wesel e. v. • Rheinischer Landwirtschaftsverband • Kreis Wesel • Landwirtschaftskammer NRW • Umweltministerium NRW (MULNV)
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Im Kreisgebiet Wesel wird die Lippeaue von ausgeprägten Auenkanten begrenzt, die den Raum deutlich sichtbar vom Umland abheben. Der natürliche Auenraum ist ein, im Mittel ca. i km breiter Korridor. In der Lippeaue prallen teils sehr konträre Vorstellungen über die künftige Entwicklung des Gebietes aufeinander. Frühere Planungen wurden hier hoch emotional diskutiert und überwiegend verworfen. Entsprechend sensibilisiert ist, die dort beheimate Bevölkerung gegenüber allen öffentlichen Planungen.
Ansprechenpersonen	Kreisverwaltung Wesel, Untere Naturschutzbehörde
Weitere Informationen	

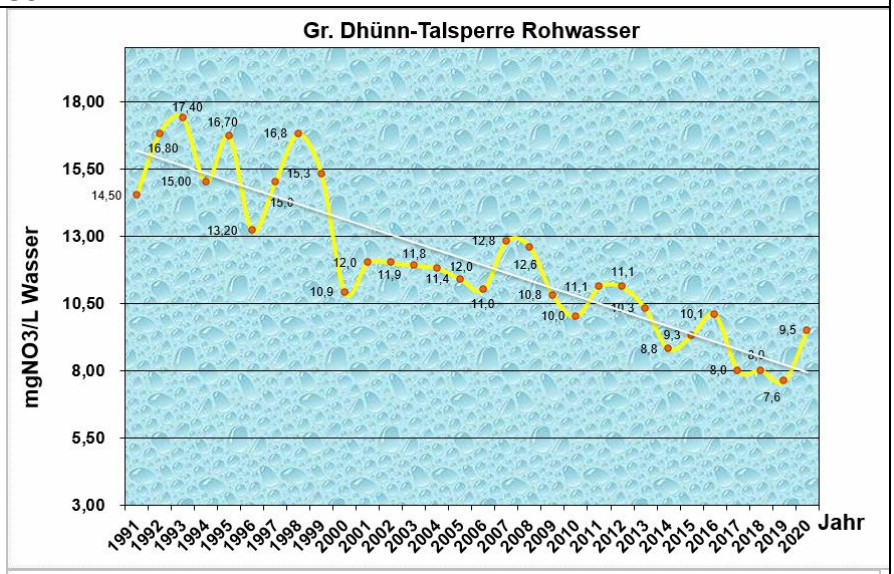
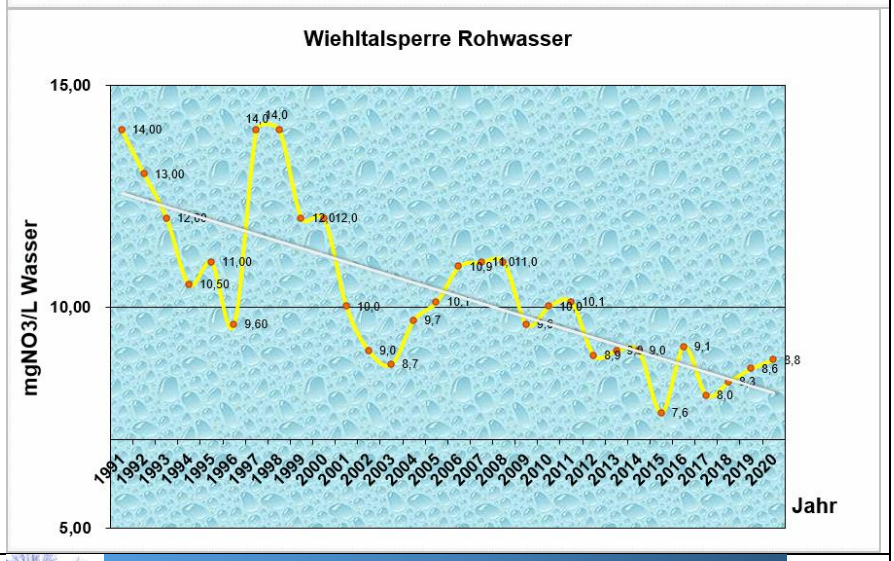
6.2.20 Praxisbeispiel 20

Handlungsfeld	Wasserwiederverwendung
Praxisbeispiel / Titel	Bewässerung mit Waschwasser aus der Konservenproduktion
Handlungsoptionen	Entsorgung des Wassers über kommunale Kläranlagen

Bild	
Beschreibung und Ziele	Das Abwasser aus der Reinigung von Gemüse wird aufbereitet und genutzt, mit dem Ziel landwirtschaftliche Flächen damit zu beregnen. Bedingt durch die Sümpfungsmaßnahmen des Braunkohleabbaus ist Brunnenwasser nicht im natürlichen Maße verfügbar. Durch die Abwasseraufbereitung durch die firmeneigene Behandlungsanlage, erfüllt das Wasser die Qualitätsansprüche, die es zu einer nachhaltigen Bewässerung benötigt.
Zeitraum der Umsetzung	Abschluss der Planung 2021, Baubeginn 2022
Kosten / Finanzierung	Die Kosten trägt die Konservenfabrik.
Beteiligte	Konservenfabrik, Ingenieurbüro, örtliche Behörden (Untere Wasserbehörde, Landwirtschaftskammer, Bauamt etc.)
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Das Waschwasser weist eine Belastung mit verschiedenen Stoffen auf und bedarf einer Reinigung. Durch den Bau einer Abwasserbehandlungsanlage erreicht das Wasser Qualitäten, die eine Nutzung in der Landwirtschaft umweltverträglich ermöglichen. Ansonsten müsste das Wasser kosten-pflichtig entsorgt werden.
Ansprechpersonen	Landwirtschaftskammer NRW
Weitere Informationen	

6.2.21 Praxisbeispiel 21

Handlungsfeld	Landwirtschaftliche Flächen sowie landwirtschaftliche Hof- und Gebäudeflächen.
Praxisbeispiel/Titel	Kooperation Landwirtschaft/Wasserwirtschaft

	„Kooperation statt Konfrontation“
Handlungsoptionen	Bildung eines gemeinsamen Beirats von gewählten Vertretern der Landwirte aus den Wassereinzugsgebieten der Trinkwassertalsperren und Vertretern der Wasserversorger. Im Beirat werden einstimmig Maßnahmen beschlossen, die eine Verbesserung der Wasserqualitäten erwarten lassen. Die Einstimmigkeit ist für die Praxisakzeptanz von großer Bedeutung. Die Umsetzungen der Maßnahmen sind freiwillig, deshalb müssen sie attraktiv sein
Grafik 1 und 2: Beispiel fallende Nitratwerte - 2 von 5 Talsperren. Alle 5 Talsperren haben ähnlichen Verlauf	 
Bild 1 und 2 Durch Maisuntersaat Infiltration von Regenwasser in den Boden	
Beschreibung und Ziele	Verbesserung Gewässerqualitäten in Trinkwassertalsperren im Bergischen Land von Seiten der Landwirtschat

	• Reduzierung Nährstoffeintrag • Reduzierung Erosion • Reduzierung möglicher Pflanzenschutzmitteleinträge • Verbesserung der Hygiene
Zeitraum der Umsetzung	Ab 1992
Kosten/Finanzierung	Kosten: 0,7 Cent/m³ Trinkwasser bei 75 Millionen m³ Wasserförderung/Jahr für 1,5 Millionen Menschen Finanzierung: Wasserentnahmeentgelt NRW, Wasserversorger, Landwirte
Beteiligte	Wasserversorger, Landwirte
Lösungen Erfolge Hemmnisse	Einführung und Entwicklung geeigneter agrartechnischer Maßnahmen: • schlagbezogene betriebsumfassende Düngeplanung mit Empfehlung für optimalen Einsatz wirtschaftseigener Dünger (Gülle, Mist, Jauche) und preisoptimierter mineralischer Ergänzung. Dadurch Reduzierung der Düngerkosten bei gleichzeitiger Verbesserung der Erträge. • Nmin Messung im stehenden Maisbestand im Mai/Juni • Grasuntersaaten in Mais (siehe Bilder) • Abzäunungen von Viehweiden an Bächen mit Installation von Viehtränken mit genügend Abstand zum Bach und Viehüberwegen über die Bäche. • einfaches Gewässerrandstreifenprogramm. Der Gewässerrandstreifen bleibt in der landwirtschaftlichen Nutzung. Er wird jedoch nicht gedüngt und auf ihm wird kein chemischer Pflanzenschutz ausgebracht. • Verbesserung des Grünlandaufwuchses durch Einsatz von Striegeln, Mulchern, Gülleschleppschuhverteilern und Mistexaktstreuern sowie regelmäßiger Grünlandnachsaat • Erhöhung der Gülle- und Mistlagerkapazitäten • Verbesserung der Hofentwässerung • Verbesserung der Silagelagerung zur Vermeidung des Eindringens von Silagesickersaft in den Boden oder dessen Abfluss in den Vorfluter Stetig sinkende Nitratwerte in allen Talsperren (s. Grafiken) (Nitrat im Wasser kann hier als Parameter für den Einfluss der Landwirtschaft auf die Wasserqualität gesehen werden) Für die fachgerechte Umsetzung der Düngeplanung ist die Düngeverordnung ein Hemmnis. Durch Ausfüllen der gesetzlich vorgeschriebenen Dokumente wird der Landwirt verleitet, genügend für eine richtige Düngung gemacht zu haben und vor allem behördliche Kontrollen zu bestehen, um nicht sanktioniert zu werden. Für eine betrieblich angepasste

	Düngung, die mit Verstand durchgeführt wird, wird dem Landwirt die Motivation genommen. Ähnliches gilt auch für Maisuntersaaten. Gelingt eine Maisuntersaat als Greeningmaßnahme mal nicht, wird der Landwirt sanktioniert.
Ansprechpersonen	• Heinrich Spitz, aquAgrar, Brombeerweg 3, 51580 Reichshof • Benjamin Jakob, Landwirtschaftskammer NRW, Bahnhofstraße 9, 51789 Lindlar
Weitere Informationen	

6.2.22 Praxisbeispiel 22

Handlungsfeld	Grundwassermenge - Wasserknappheit - Erschließung neuer Wasserressourcen
Praxisbeispiel/Titel	Klarwasser-Versickerung, kommunale Kläranlage Landkreis Uelzen, Niedersachsen (BMBF-Projekt KLIMZUG-Nord, Klimaanpassung Metropolregion Hamburg)
Handlung	Nutzung des Grundwasserkörpers als Speicherort; Schließen des Wasserkreislaufs

Bild	
Beschreibung und Ziele	Das gereinigte Abwasser (Klarwasser) einer ländlichen kommunalen Kläranlage (ca. 6.000 Einwohnergleichwerte, ca. 350.000 m³ p.a.) wird auf zwei Nadelwaldflächen (insgesamt ca. 35 Hektar) umschichtig versickert, um den Grundwasservorrat zu erhöhen. Hierdurch wird der örtliche Wasserkreislauf geschlossen (vgl. Trinkwasserentnahme aus Grundwasser). Das Versickerungsgebiet liegt deutlich höher als die Kläranlage, welche unmittelbar am bis dahin mit dem gereinigten Abwasser beschickten Bach liegt, und in ca. 6 km Entfernung. Die laufenden Kosten (Pumpkosten, Wartung, Monitoring) werden von dem örtlichen Beregnungsverband getragen. Im Gegenzug dürfen dessen Mitglieder zusätzlich zu ihrer gebietstypischen Grundwasserentnahmeerlaubnis von ca. 80 mm weitere 20 mm aus ihren im Abstrombereich des Versickerungsgebiets gelegenen Brunnen entnehmen. Die entnommene Menge entspricht ca. 85 Prozent des versickerten Klarwassers, die anderen 15 Prozent stehen für den Basisabfluss der örtlichen Fließgewässer zur Verfügung. Die Versickerung erfolgt punktuell durch Tropfdüsen (s. Foto, Geöffneter Tropfer), welche im Abstand von 4 Metern auf Schläuchen angebracht sind. Der Abstand zwischen den im Wald parallel verteilten Schläuchen beträgt ca. 20 m. Der Grundwasserflurabstand (Versickerungsstrecke) beträgt ca. 25 m. Trinkwassergewinnungsgebiete fehlen im Umland. Ein Kontrollbrunnen wurde errichtet und wird vom Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz betreut. Bislang sind alle Ergebnisse unauffällig. Die Waldeigentümer erhielten einen einmaligen Ausgleich für eventuelle Schäden. Bisher waren keine erkennbar.
Zeitraum der Umsetzung	Errichtung in 2013, Betrieb seitdem

Kosten/Finanzierung	Ca. 250.000 € für Investition und Grundlagenerfassung (Referenzzustand) aus BMBF-Forschungsmitteln Die laufenden Kosten sind höher als veranschlagt und aus landwirtschaftlicher Sicht im ökonomischen Grenzbereich.
Beteiligte	Träger: Bewässerungsverband Uelzen
Hemmnisse, Lösungen und Erfolge	Das Versickerungssystem ist ziemlich wartungsbedürftig (= teuer) infolge von Biofilm-Bildung. Ein weniger betreuungsaufwändiges offenes Grabensystem ist aber infolge der Kupierung des Geländes ausgeschlossen. Ohne die Übernahme der Investitionskosten durch den Bund wäre das Betreiber-Risiko (i. e.: Stilllegung bei auffälligen Monitoring-Ergebnissen) unkalkulierbar. Für ebene Versickerungsstandorte (= geeignet für offene Gräben) oder für gezielt errichtete Versickerungsteiche (Managed Aquifer Recharge, MAR) ist das Projekt in allen Fällen ein großartiges Vorbild, wo Kläranlagen (bereits…!) mit der 4. Reinigungsstufe (Aktivkohlefilter u.a.) ausgestattet sind und damit Mikroschadstoffe weitgehend entfernt werden (= Stand der Technik in der Schweiz, sehr verbreitet in Baden-W. sowie zunehmend in NRW, beginnende Verbreitung in Bayern). Es ist eine Win-Win-Lösung für Grundwassernutzer und Grundwasser abhängige Biotope. In Verbindung mit einer (ohnehin aus Gründen des Fließgewässer- und Meeresschutzes dringend erforderlichen) weitergehenden Reinigungsstufe in den Kläranlagen stellt die Versickerung im Wald eine großartige Maßnahme dar: - die Speicherung verursacht keine Kosten, keine technischen Bauwerke; - das Wasser steht unabhängig vom Anfall just-in-time gemäß den Erfordernissen des Wassernutzers für Entnahme zur Verfügung, Brunnen sind vorhanden - keine gesundheitlichen Risiken bei der Wiederverwendung - Ende der Belastung der Fließgewässer bzw. Meere mit Mikroschadstoffen - Keine Belastung landwirtschaftlicher Flächen mit Mikroschadstoffen (Source-Sink- Unterbrechung)
Ansprechp.	elisabeth.schulz@lwk-niedersachsen.de; joerg.martens@wasser-uelzen.de
Weitere Info	