



Rheinland-Pfalz

MINISTERIUM FÜR  
KLIMASCHUTZ, UMWELT,  
ENERGIE UND MOBILITÄT

# ZUKUNFTSPLAN WASSER

Erster Entwurf



Stand: 11.09.2023

## Impressum

### **Herausgeber**

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität  
Rheinland-Pfalz (MKUEM)  
Kaiser-Friedrich-Straße 1  
55116 Mainz

### **Redaktion**

Abteilung Wasserwirtschaft, MKUEM

### **Titelbild/Bildrechte**

Dr. Klaus Wendling (links); Dr. Matthias Brunke (mittig); MKUEM (rechts)

Mainz, Stand: 11.09.2023

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Anlass .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Grundlagen.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Klimaentwicklung in Rheinland-Pfalz .....</b>	<b>9</b>
2.1.1 Beobachtete Klimaänderungen .....	10
2.1.2 Prognostizierte zukünftige Entwicklung .....	12
<b>2.2 Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt .....</b>	<b>15</b>
2.2.1 Grundwasserneubildung .....	15
2.2.2 Abfluss .....	20
<b>2.3 Auswirkungen des Klimawandels auf die Gewässerökologie .....</b>	<b>23</b>
2.3.1 Wassertemperatur und Abfluss als wichtige Umweltfaktoren für aquatische Lebensgemeinschaften .....	23
2.3.2 Entwicklung der Wassertemperaturen in rheinland-pfälzischen Gewässern .....	24
2.3.3 Auswirkung steigender Wassertemperaturen und Dürre auf aquatische Lebensgemeinschaften .....	27
<b>3 Handlungsbereiche.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 Grundwasserschutz und Wasserversorgung.....</b>	<b>29</b>
3.1.1 Datengrundlage verbessern, Fachplanungen erstellen.....	30
3.1.2 Wasserentnahmen nachhaltig steuern - Anpassung und Kontrolle der Einhaltung von wasserrechtlichen Zulassungen .....	33
3.1.3 Grundwasserneubildung und -anreicherung fördern.....	34
3.1.4 Gewässerschonende Landbewirtschaftung (qualitativer Grundwasserschutz) .....	37
3.1.5 Wasserversorgungsinfrastruktur anpassen und erhalten, neue Ressourcen erschließen .....	38
3.1.6 Wassereffizienz steigern, Wasser wiederverwenden.....	40
<b>3.2 Schutz und Bewirtschaftung von oberirdischen Gewässern.....</b>	<b>43</b>
3.2.1 Monitoring und Datengrundlagen verbessern bzw. anpassen .....	44
3.2.2 Gewässer revitalisieren und Beschattung verstärken .....	46
3.2.3 Anthropogene Wärmeeinleitungen weiter reduzieren .....	48
3.2.4 Schadstoff- und Nährstoffeinträge weiter verringern.....	49
3.2.5 Wasserentnahmen nachhaltig regeln .....	50
<b>3.3 Kommunale und industrielle Abwasserbehandlung &amp; Siedlungsentwässerung   .....</b>	<b>52</b>
3.3.1 Abwassertechnische Infrastruktur und deren Betrieb dauerhaft erhalten bzw. fortentwickeln und optimieren.....	53
3.3.2 Energetische Optimierung.....	55
3.3.3 Spurenstoffstrategie umsetzen.....	55
3.3.4 Wassersensible Siedlungsentwicklung vorantreiben .....	57

<b>3.4</b>	<b>Hochwasser- und Starkregenvorsorge</b> .....	<b>60</b>
3.4.1	Wasserrückhalt in der Fläche stärken .....	61
3.4.2	Überflutungsflächen wiedergewinnen und Auen renaturieren.....	62
3.4.3	Technischer Hochwasserschutz.....	63
3.4.4	Hochwassergefahren- und -risikokarten aktualisieren und Festsetzung von Überschwemmungsgebieten beschleunigen .....	64
3.4.5	Risikokommunikation sowie den Hochwasservorhersagedienst weiterentwickeln.....	67
3.4.6	Kommunale Zusammenarbeit stärken und verbindlicher machen .....	69
3.4.7	Neue Fachberatung Wasserwehr etablieren .....	69
3.4.8	Pegel und Niederschlagsmessnetz ausweiten und verbessern .....	70
3.4.9	Starkregen und Hochwasservorsorge in der kommunalen Bauleitplanung und in Verfahren der Baugenehmigung stärken.....	71
3.4.10	Starkregen im Hochwasserrisikomanagement berücksichtigen .....	72
<b>3.5</b>	<b>Niedrigwassermanagement</b> .....	<b>74</b>
3.5.1	Daten und Monitoring verbessern .....	74
3.5.2	Informationen bereitstellen und einordnen.....	76
3.5.3	(Landschafts-)Wasserhaushalt stärken .....	77
3.5.4	Resilienz der Gewässerökosysteme stärken .....	79
3.5.5	Wassernutzungen nachhaltig bewirtschaften und steuern.....	80
3.5.6	Sicherstellung der Wasserversorgung.....	80
3.5.7	Operative Steuerung im Niedrigwasserfall.....	81
3.5.8	Wasser effizient nutzen, Wasser wiederverwenden .....	82
<b>3.6</b>	<b>Querschnittshemen</b> .....	<b>84</b>
3.6.1	Verwaltung stärken .....	84
3.6.2	Bewusstsein für Ressource Wasser stärken .....	85
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung: Arbeitsprogramm</b> .....	<b>87</b>
	<b>Literatur- und Quellenverzeichnis</b> .....	<b>100</b>

## Abkürzungsverzeichnis

ADD	Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion
AGRUM	Analyse von Agrar- und Umweltmaßnahmen im Bereich des landwirtschaftlichen Gewässerschutzes
AöR	Anstalt des öffentlichen Rechts
AVV GeA	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausweisung von mit Nitrat belasteten und eutrophierten Gebieten (AVV Gebietsausweisung)
BauGB	Baugesetzbuch
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
DLR	Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
EG-WRRL	Richtlinie des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik - Wasserrahmenrichtlinie
EU	Europäische Union
FF	Federführung
FGG Rhein	Flussgebietsgemeinschaft Rhein
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GFG	Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft für Wasserwirtschaft und Landschaftsentwicklung
GWN-BW	Grundwasserneubildung-Bodenwasserhaushalt
GZV	Gewässerzweckverbände
HQ100	Hochwasser, das im langjährigen Mittel alle 100 Jahre auftritt
HWP	Hochwasserpartnerschaft
HWRM-RL	Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie
IBH	Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz
IfaS	Institut für angewandtes Stoffstrommanagement
IKSMS	Internationale Kommissionen zum Schutze der Mosel und der Saar
IKSR	Internationale Kommission zum Schutz des Rhein
IoT	Internet of Things
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KARA	Klimawandelanpassung und Klimaschutz in der rheinland-pfälzischen Agrarwirtschaft
KfK	Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen
KHH	Kompetenzzentrum Hochwasservorsorge und Hochwasserrisikomanagement
KIPKI	Kommunales Investitionsprogramm Klimaschutz und Innovation

KLIWA	Kooperationsvorhaben Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft
KomZG	Landesgesetz für kommunale Zusammenarbeit
KRITIS	Kritische Infrastrukturen
LARSIM	Large Area Runoff Simulation Model
LAWA	Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LAWAMAD	Landwirtschaftliches Wassermanagement in Deutschland
LBauO	Landesbauordnung
LfU	Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz
LGB	Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz
LIFE	L'Instrument Financier pour l'Environnement
LWG	Landeswassergesetz
LZU	Landeszentrale für Umweltaufklärung
MAR	Managed Aquifer Recharge
MHQ	Mittlerer Hochwasserabfluss
MKUEM	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz
MWVLW	Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz
NM7Q	Niedrigster Mittelwert von sieben aufeinanderfolgenden Tagesabflusswerten innerhalb einer einzelnen Niedrigwasserperiode
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
öHSVK	Örtliches Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzept
PFAS	Per- und polyfluorierte Chemikalien
Pges	Gesamtposphor
RP	Rheinland-Pfalz
RPTU	Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau
SGD	Struktur- und Genehmigungsdirektion
UQN	Umweltqualitätsnormen
ÜSG	Überschwemmungsgebiet
uWB	untere Wasserbehörde
VO	Verordnung
WHG	Wasserhaushaltsgesetz des Bundes
WMO	World Meteorological Organization
WSA	Wasserstraßen- und Schifffahrtamt

## 1 Anlass

Wasser ist der Ursprung allen Lebens. Es ist unser Lebensmittel Nummer 1. In Rheinland-Pfalz ist Wasser das landschaftsprägende Element. Es bietet wertvollen Lebensraum für eine Vielzahl von Pflanzen und Tieren. Es ist Wirtschaftsgut, Transportmedium, Energiequelle, Betriebsmittel für Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft sowie Erholungs- und Freizeitort. Die öffentliche Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung haben eine herausragende Bedeutung für die Daseinsvorsorge und zählen gleichzeitig zu den Kritischen Infrastrukturen. Die Katastrophe vom Juli 2021 im Ahrtal hat aber auch gezeigt, welche lebensbedrohliche Ausmaße Hochwasser annehmen kann.

Die nachhaltige Nutzung von Wasser, der Schutz dieser Ressource und der aquatischen Umwelt sowie der Schutz vor Hochwassergefahren sind die zentralen Aufgaben der rheinland-pfälzischen Wasserwirtschaft.

Die Wasserwirtschaft sieht sich dabei vor allem mit den Folgen des fortschreitenden Klimawandels konfrontiert. Damit einher gehen häufigere Extremereignisse, wie Trockenheit, Hitzewellen oder Starkregenereignisse, sinkende Grundwasserstände, gewässerökologische Probleme, Flüsse, die zeitweise extremes Niedrigwasser oder Hochwasser führen, und Vieles mehr.

Die langanhaltenden Dürren in den letzten Jahren, die ganze Bäche trockenfallen ließen, sowie die Flutkatastrophe im Ahrtal sind zwei Beispiele für die Extreme, die schon jetzt die Folgen des Klimawandels auch in Rheinland-Pfalz drastisch spürbar machen.

Die Eintrittswahrscheinlichkeit eines solchen Extremereignisses wie vom Juli 2021 hat sich beispielsweise laut einer Attributionsstudie durch den Klimawandel um einen Faktor zwischen 1,2 und 9,0 erhöht (Kreienkamp et al. 2021).

Eine aktuelle Studie des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung, Prognos und der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung zeigt, dass durch den Klimawandel in Deutschland bis zur Jahrhundertmitte enorme Folgekosten von bis zu 900 Milliarden Euro entstehen könnten (Flaute et al. 2022). Konsequenter Klimaschutz und Klimawandelanpassung sind daher essentiell.

Nutzungskonflikte in der Wasserwirtschaft werden besonders durch den Klimawandel verstärkt. In anhaltenden Trockenperioden kann örtlich das Wasser knapp werden, wodurch es zu Nutzungskonflikten zwischen Wasserwirtschaft, Land- und Forstwirtschaft, Energiewirtschaft, Industrie, Binnenschifffahrt, Naturschutz und anderen Bereichen kommen kann. Für eine nachhaltige Nutzung des Schutzgutes Wasser sind eine sektorübergreifende Anpassung und entsprechende Konzepte zum Wassermanagement zwingend nötig.

Hinzu kommt, dass durch die intensive anthropogene Nutzung der Landschaftswasserhaushalt stark überprägt und beeinträchtigt ist und damit die Folgen des Klimawandels weniger abgepuffert werden können. So führen Versiegelung, Kanalisation, Drainagen, Gewässerausbau, Bodenverdichtung, Wasserentnahmen usw. zu einem reduzierten Wasserrückhalt, reduzierter Grundwasserneubildung sowie höheren und schnelleren Oberflächenabflüssen. Nach einer fast 10jährigen Phase von einer unter 1 ha liegenden täglichen Flächeninanspruchnahme ist ab 2018 die tägliche Inanspruchnahme von 1,5 ha in 2018 auf 8,7 ha in 2021 kontinuierlich wieder angestiegen.

Weiterhin stellt die Belastung der Oberflächengewässer und des Grundwassers durch Nährstoffe (vor allem Stickstoff und Phosphor) und eine Vielzahl anderer Stoffe und Einträge, wie z.B. Spurenstoffe und Mikroplastik, eine Herausforderung dar. Nur etwas mehr als ein

Fünftel der rheinland-pfälzischen Gewässer befindet sich im guten ökologischen Zustand bzw. hat ein gutes ökologisches Potenzial, vier Fünftel erfüllt die Anforderungen nicht.

Aber auch der demographische Wandel und die fortschreitende Digitalisierung verlangen eine vorausschauende Planung und langfristige Berücksichtigung. Hinzu kommen Bedrohungsszenarien wie Cyberangriffe und Blackouts, die die Kritische Infrastruktur des Wassersektors zusätzlich bedrohen. Dabei sind vor allem die Rohwassergewinnung und die Wasseraufbereitungs- und Abwasserentsorgungssysteme gefährdet. Insbesondere durch in den vergangenen Jahren aufgetretene Krisen wie der Coronapandemie und dem Ukrainekrieg aber auch lokalen Extremwetterlagen ist das Thema Kritische Infrastrukturen (KRITIS) wieder in den Vordergrund gerückt.

Vor diesem Hintergrund werden mit dem Zukunftsplan Wasser die notwendigen Schritte und Aktivitäten für eine moderne, zukunftsfähige, klimaangepasste und energieeffiziente Bewirtschaftung der Wasserressourcen aufgezeigt.

Folgende **übergeordnete zentrale Ziele** haben wir uns hierbei gesteckt:

- Wir schützen unser Trinkwasser als Lebensmittel Nummer 1 und sichern die Trinkwasserversorgung.
- Wir entwickeln Strategien zum Management von Nutzungskonflikten insbesondere aufgrund von Wasserknappheit.
- Wir stabilisieren den naturnahen Landschaftswasserhaushalt und schützen diesen.
- Wir treffen Vorsorge vor Extremereignissen für Mensch und Umwelt.
- Wir schaffen klimaresiliente Gewässer und reduzieren Stoffeinträge in Gewässer und im Grundwasser soweit wie möglich.
- Wir schützen unsere Kritische Infrastruktur.
- Wir stärken das Bewusstsein für den Schutz der Ressource Wasser.
- Wir gestalten eine energieeffiziente und leistungsfähige Wasserwirtschaft.

Der **Vorsorgegedanke** steht dabei stets im Mittelpunkt. Auch wenn noch viele Unsicherheiten hinsichtlich der tatsächlichen Auswirkungen des Klimawandels bestehen, bildet eine langfristige Zukunftsbetrachtung der Klimaentwicklung und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt bis 2100 eine wesentliche Grundlage des Plans. Denn heute getroffene Entscheidungen, insbesondere wasserwirtschaftliche Infrastrukturentscheidungen, werden die Zukunft der Wasserwirtschaft langfristig prägen.

Zum Erreichen der Ziele betrachten wir folgende **Handlungsbereiche**:

- Grundwasserschutz und Wasserversorgung,
- Schutz und Bewirtschaftung von oberirdischen Gewässern,
- Kommunale und industrielle Abwasserbehandlung & Siedlungsentwässerung,
- Hochwasser- und Starkregenvorsorge,
- Niedrigwassermanagement und
- Querschnittsthemen (Verwaltung stärken, Bewusstsein für Ressource Wasser stärken).

Für die oben genannten Handlungsfelder werden auch unter Berücksichtigung eines Diskussionsprozesses mit den im Bereich der Wasserwirtschaft tätigen Stakeholdern, Wassernutzern und anderen Interessensgruppen spezifische Ziele, Herausforderungen und daraus abgeleitete Maßnahmenswerpunkte beschrieben und konkrete Maßnahmen zur Umsetzung und noch zu diskutierende Themen definiert. Daraus leitet sich ein Arbeitsprogramm ab, dessen Maßnahmen schrittweise (kurz-, mittel- und langfristig) umgesetzt werden. Der Zeithorizont reicht dabei über die nächsten zehn Jahre hinaus.

## 2 Grundlagen

In Rheinland-Pfalz werden gezielte Analysen bereits beobachteter Klimawandelfolgen sowie Zukunftsprojektionen für wasserwirtschaftlich bedeutsame meteorologische und hydrologische Kenngrößen insbesondere im Rahmen des KLIWA-Kooperationsvorhabens („Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“) durchgeführt. KLIWA erarbeitet und vermittelt zusammen mit Bayern, Baden-Württemberg und dem Deutschen Wetterdienst Grundlagenwissen für die wasserwirtschaftliche Praxis. Durch diese Arbeiten kann heute für den süddeutschen Raum abgeschätzt werden, wie sich der Klimawandel auf den Wasserhaushalt und die Gewässerökologie auswirkt. Dabei werden die nahe (2021–2050), mittlere (2041–2070) und ferne Zukunft (2071–2100) ausgewertet und mit dem Bezugszeitraum 1971–2000<sup>1</sup> verglichen.

Die Abschätzungen sind allerdings mit Unsicherheiten behaftet. Diese liegen in der Komplexität des Klimasystems, der notwendigen Abstraktionen im Rahmen der genutzten Modelle, der natürlichen Variabilität des Klimas sowie in den Annahmen über die künftige Entwicklung der Treibhausgaskonzentration, des Aerosols und der Landnutzung im Projektionszeitraum.

In KLIWA basieren die Projektionen des zukünftigen Klimas und der hydrologischen Kenngrößen auf dem sogenannten „Weiter-so-wie-bisher“-Szenario, was dem Hochemissionsszenario RCP 8.5 des Weltklimarats (IPCC) entspricht. Dieses Szenario beruht auf der Annahme, dass politische Entscheidungen ohne konsequenten Klimaschutz getroffen werden und das Wirtschaftswachstum weiterhin überwiegend auf der Verbrennung fossiler Energieträger fußt. Vor dem Hintergrund des eingangs erwähnten Vorsorgegedankes und der Tatsache, dass die derzeitige gemessene globale Entwicklung der Treibhausgaskonzentrationen am oberen Rand der in den Szenarien angenommenen Verläufe oder sogar darüber liegt, beschränkt sich KLIWA auf die Betrachtung dieses Hochemissionsszenarios. Die Ergebnisse stellen damit eine extreme aber mögliche und aus heutiger Sicht unter Berücksichtigung des Stands des weltweiten Klimaschutzes plausible Entwicklung zumindest bis 2050 dar.

Um die Komplexität des Klimasystems abzubilden und verschiedenen Modellansätzen Rechnung zu tragen, werden in KLIWA die Ergebnisse eines Ensembles von neun dynamischen regionalen Klimaprojektionen auf Basis des „Weiter-so-wie-bisher“-Szenarios verwendet. Für den Bereich Grundwasser werden zusätzlich vier statistische Projektionen betrachtet.

Dadurch ergibt sich eine Bandbreite möglicher Entwicklungen. In der Wasserwirtschaft wird aus Vorsorgegründen die gesamte Bandbreite der Projektionsergebnisse betrachtet und die Projektionsdaten am entsprechenden oberen (Maximum) bzw. unteren Rand (Minimum) des Ensembles, also der ungünstigste Fall, fragestellungsbezogen als handlungsleitend für die Anpassung erachtet.

---

<sup>1</sup> In der Klimatologie werden zu einer robusten Mittelwertbildung stets Zeiträume von 30 Jahren betrachtet. Die WMO-Referenzperiode zur Bewertung des Klimawandels umfasst die Jahre 1961–1990. In KLIWA wurde der Bezugszeitraum 1971–2000 für Rheinland-Pfalz aufgrund der variierenden Datenverfügbarkeit unterschiedlichster Datenprodukte zur bestmöglichen Vergleichbarkeit gewählt.

## 2.1 Klimaentwicklung in Rheinland-Pfalz

Der durch den Menschen verursachte Klimawandel ist in Rheinland-Pfalz bereits deutlich spürbar. Anhand der klimatologischen Größen Lufttemperatur und Niederschlag werden die bereits beobachteten und prognostizierten zukünftigen Klimaänderungen aufgezeigt.

### 2.1.1 Beobachtete Klimaänderungen

Innerhalb Deutschlands zählt Rheinland-Pfalz mit zu den am stärksten vom Klimawandel betroffenen Regionen. Insbesondere bezogen auf den Parameter **Lufttemperatur** ist der Klimawandel in den großen Flusstälern von Rhein, Mosel und Nahe, im Oberrheingraben, in Rheinhessen sowie im Koblenz-Neuwieder Becken aufgrund des höheren Ausgangsniveaus besonders stark zu spüren. Die Analyse langjähriger Temperaturzeitreihen für Rheinland-Pfalz zeigt, dass seit 1881 die Jahresmitteltemperatur bereits um 1,7°C angestiegen ist und damit über der globalen mittleren Zunahme von ca. 1,2 °C liegt (siehe Abb. 1). Der Anstieg hat seit Ende der 1980er Jahre eine erhebliche Beschleunigung erfahren. Neun der zehn wärmsten Jahre in Rheinland-Pfalz seit Beginn der Datenaufzeichnung liegen alle im 21. Jahrhundert. Das Jahr 2022 war mit 11,2° C das bisher wärmste Jahr in Rheinland-Pfalz.

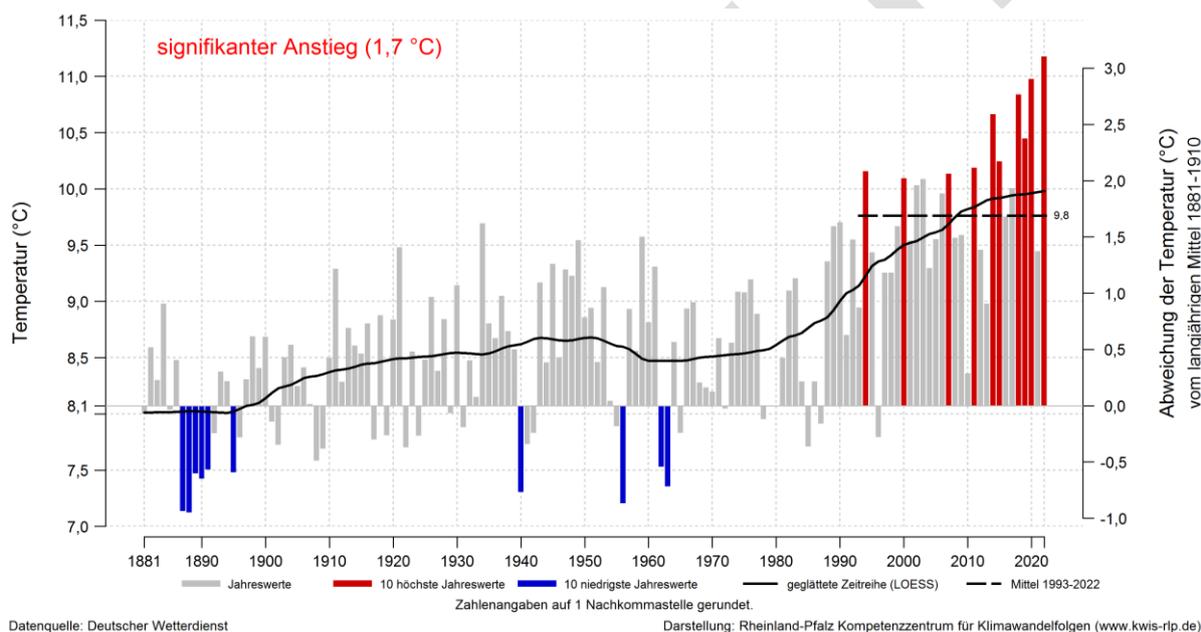


Abb. 1: Entwicklung der Jahresmitteltemperatur von 1881–2022 für Rheinland-Pfalz (Daten: Deutscher Wetterdienst; Darstellung: RLP-KfK & LfU RLP).

Bei der Betrachtung **klimatologischer Kenntage** zeigt sich ein analoges Bild. Die Anzahl von Tagen für höhere Temperaturwerte, wie z.B. die Anzahl der Sommertage (Temperaturmaximum  $\geq 25^{\circ}\text{C}$ ) aber auch der heißen Tage (Temperaturmaximum  $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ), steigen an. Dagegen ist ein Rückgang bei der Anzahl von Eis- (Temperaturmaximum  $< 0^{\circ}\text{C}$ ) und Frosttagen (Temperaturminimum  $< 0^{\circ}\text{C}$ ) zu beobachten (siehe Abb. 2).

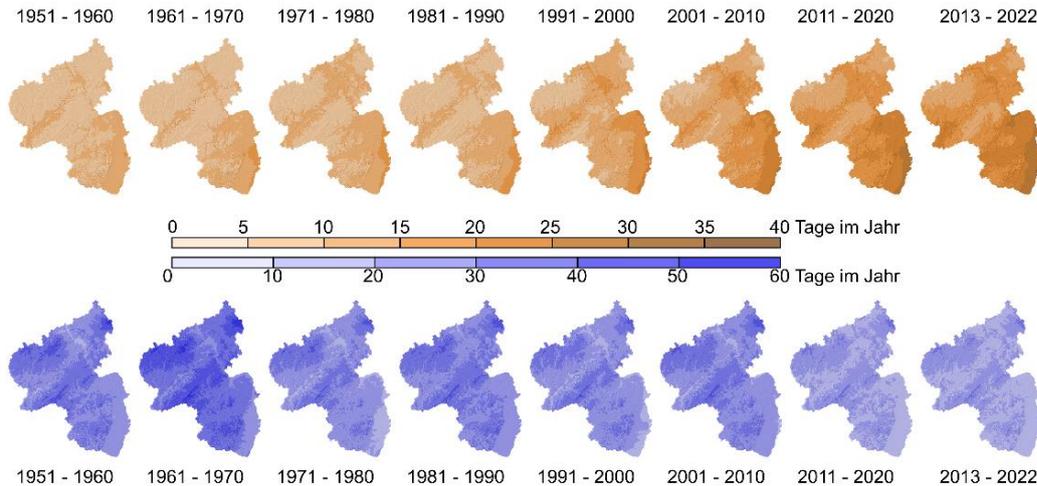


Abb. 2: Entwicklung von heißen Tagen und Eistagen seit 1951 für Rheinland-Pfalz (Daten: Deutscher Wetterdienst; Darstellung: RLP-KfK & LfU RLP).

In Rheinland-Pfalz hat die jährliche **Niederschlagsmenge** seit Aufzeichnung regelmäßiger Wetterdaten insgesamt leicht zugenommen. Allerdings werden seit 2003 nur wenige Jahre mit überdurchschnittlich hohen Niederschlagssummen beobachtet (siehe Abb. 3). Für die langfristige Zunahme sind erhöhte Niederschlagshöhen im Frühjahr und Winter verantwortlich. Die Niederschlagshöhen in den anderen Jahreszeiten sind gleichbleibend (Herbst) bis zurückgehend (Sommer). Hinzu kommt, dass die Niederschläge im Sommer immer häufiger an wenigen Tagen auftreten.

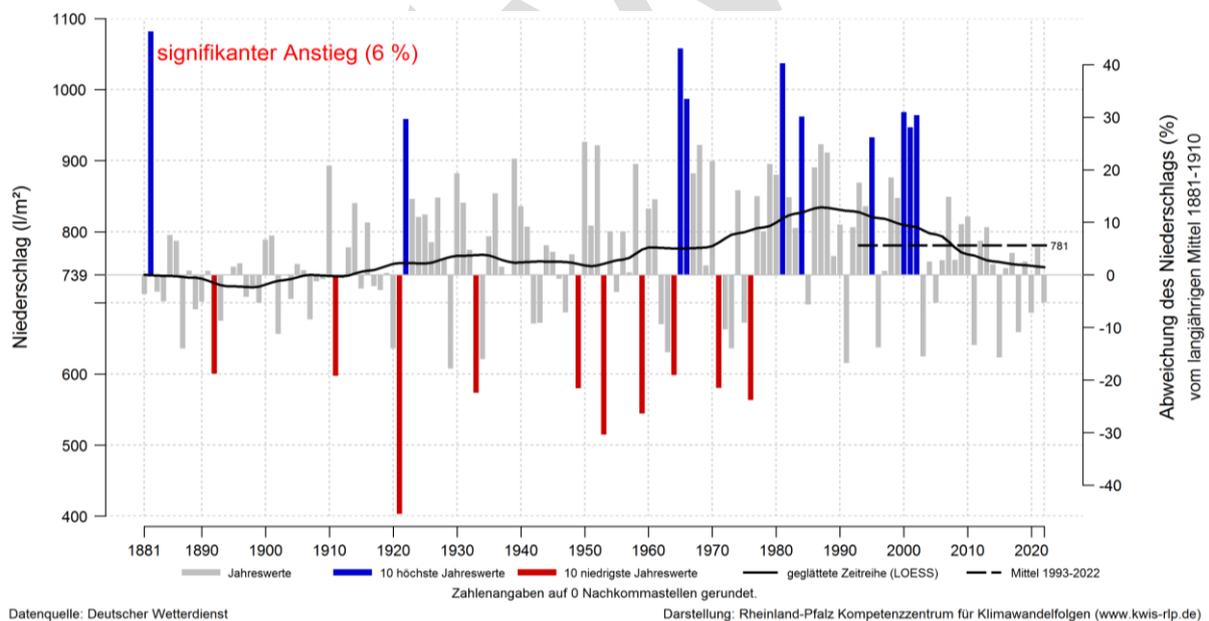


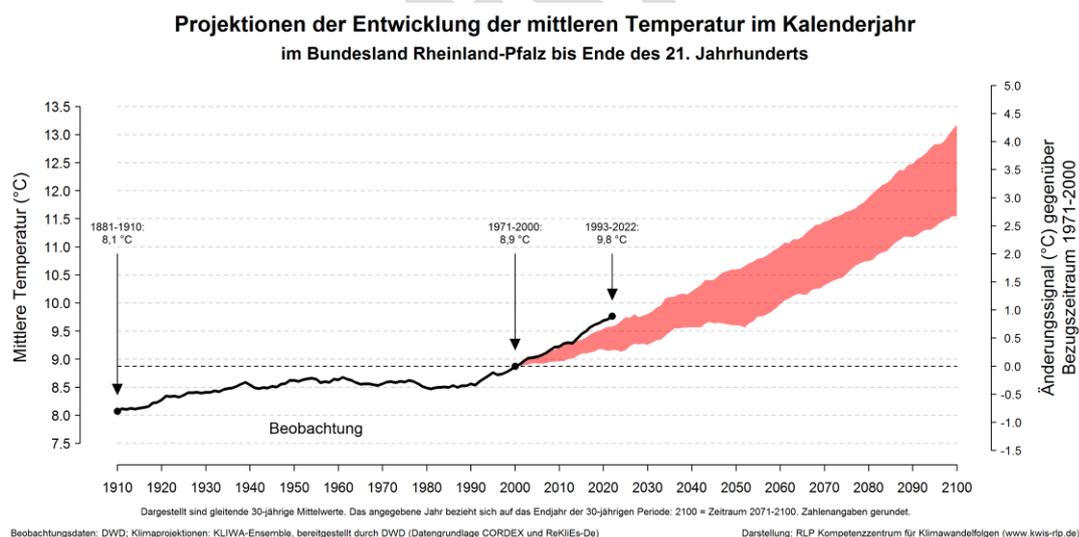
Abb. 3: Entwicklung der Jahresmittelwerte des Niederschlags von 1881–2022 (Daten: Deutscher Wetterdienst; Darstellung: RLP-KfK & LfU RLP).

Insbesondere in den letzten Jahren traten gehäuft sehr warme Jahre mit länger anhaltenden Trockenphasen und Hitzewellen auf. Auch Starkregenereignisse waren immer wieder zu beobachten. Diese sind durch hohe Niederschlagsmengen in kurzer Zeit gekennzeichnet. Starkregen können räumlich und auch zeitlich sehr begrenzt auftreten. Allerdings lassen sich einzelne **extreme Wetterereignisse** wie die Starkregenereignisse für sich genommen nicht

ursächlich auf den Klimawandel zurückführen. Erst wenn solche Ereignisse statistisch gehäuft auftreten, lässt sich ein Zusammenhang begründen. Um langfristige Trends in Häufigkeit und Intensität bei Starkniederschlägen zu untersuchen und von der natürlichen Variabilität zu unterscheiden, werden möglichst langjährige (mindestens 30 Jahre), räumlich und zeitlich hochauflösende Messungen benötigt. In der Vergangenheit wurden viele (v. a. kurzzeitige und kleinräumige) Starkniederschläge durch das stationsbasierte Niederschlagsmessnetz nicht erfasst, und nur wenige Messstationen konnten Niederschläge in einer hohen zeitlichen Auflösung (Minuten bis Stunden) aufzeichnen. Daher ist die Datenbasis für eine historische Starkniederschlagsanalyse bisher deutlich schlechter als diejenige für Auswertungen auf der Grundlage von Tageswerten. Die in Deutschland seit rund 20 Jahren flächendeckend vorliegenden Radardaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) haben die Datenbasis für die Analyse von Starkregen jedoch verbessert. Dabei zeigt sich, dass ein Großteil der Starkregenereignisse im Sommerhalbjahr auftritt und deren Anzahl von Jahr zu Jahr stark variiert. Außerdem ist eine Zunahme der räumlichen Ausdehnung von Starkregenereignissen festgestellt worden. Aufgrund der Länge der Zeitreihe können noch keine belastbaren klimatologischen Tendaussagen abgeleitet werden. Vorläufige Ergebnisse deuten jedoch insgesamt auf einen Anstieg der sommerlichen Starkniederschlagsereignisse in den letzten beiden Jahrzehnten hin.

## 2.1.2 Prognostizierte zukünftige Entwicklung

Der Anstieg der bodennahen **Lufttemperatur** in Rheinland-Pfalz wird sich unter Annahme des „Weiter-so-wie-bisher“-Szenarios weiter fortsetzen. Im Laufe des 21. Jahrhunderts steigt die Jahresmitteltemperatur voraussichtlich um ca. 3–4°C gegenüber dem Bezugszeitraum 1971–2000 an (siehe Abb. 4). Damit verbunden kommt es zu mehr als einer Verdoppelung der Sommertage und mehr als einer Halbierung der Forsttage (siehe Tab. 1).



**Abb. 4:** Projizierte Änderung der Jahresmitteltemperatur gegenüber des Referenzzeitraums (1971–2000) für Rheinland-Pfalz. Die schwarze Linie zeigt den zeitlichen Verlauf in der Vergangenheit, der rote Bereich zeigt den Korridor der Modellergebnisse. Dargestellt sind gleitende 30-jährige Mittelwerte. (Daten: KLIWA-Ensemble, DWD; Darstellung: RLP-KfK & LfU RLP).

Dabei ist anzumerken, dass die bisherigen Messwerte der Lufttemperatur am oberen Rand der hier dargestellten Bandbreite der Klimaprojektionen beziehungsweise aktuell sogar darüber verlaufen. Werden global keine effektiven Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt, ist

davon auszugehen, dass sich die Entwicklung der Temperatur weiterhin am oberen Rand des KLIWA-Ensembles bewegen wird.

Tab. 1: Liste verschiedener klimatologischer Kennwerte für Rheinland-Pfalz für den Bezugszeitraum (1971–2000) sowie für die mittlere Zukunft (2041–2070) und die ferne Zukunft (2071–2100) unter Annahme des „Weiter-so-wie-bisher“-Szenarios.

	1971–2000	2041–2070	2071–2100
<b>Eistage (Tmax &lt; 0°C)</b>	18	5 – 13	3 – 5
<b>Frosttage (Tmin &lt; 0°C)</b>	78	39 – 60	20 – 39
<b>Sommertage (Tmax ≥ 25°C)</b>	33	47 – 70	60 – 85
<b>Heiße Tage (Tmax ≥ 30°C)</b>	6	14 - 28	26 - 37

Mit der Temperaturerhöhung einher geht eine Veränderung des Niederschlagsregimes. Unter Betrachtung des „Weiter-so-wie-bisher“-Szenarios wird sich der **Niederschlag** bis zum Ende des 21. Jahrhunderts innerhalb einer Bandbreite von -5% bis zu 15 % gegenüber den Bezugszeitraum verändern. Auch wenn es damit keinen eindeutigen Trend für das Jahr gibt, sind saisonale Aussagen möglich. Im hydrologischen Winterhalbjahr sind steigende Niederschlagshöhen (Bandbreite: 0% bis 25%) zu erwarten. Dagegen wird im Sommerhalbjahr mit gleichbleibenden oder abnehmenden Niederschlagshöhen (Bandbreite: 0% zu bis -20%) rechnen sein (siehe Abb. 5). Die saisonale Verteilung der Niederschlagshöhen wird sich wandeln, so dass es eine Verschiebung des Auftretens des Niederschlagsmaximums ins hydrologische Winterhalbjahr geben wird.

Der langfristige Anstieg der beobachteten Niederschlagshöhen für den hydrologischen Winter setzt sich demnach entsprechend der Ergebnisse des KLIWA-Ensembles bis zum Ende des 21. Jahrhunderts fort. Bei der Betrachtung der Einzeljahre kann jedoch in den letzten 20 Jahren eine Häufung von Jahren mit geringeren, d.h. unter dem Mittelwert des Bezugszeitraums befindlichen Niederschlagshöhen beobachtet werden. Dies zeigt sich auch im Rückgang des gleitenden 30-Jahresmittels. Ob diese Tendenz der letzten Jahre Ausdruck natürlicher Variabilität ist oder ob der Rückgang sich entgegen der Projektionen des KLIWA-Ensembles fortsetzt, ist offen.

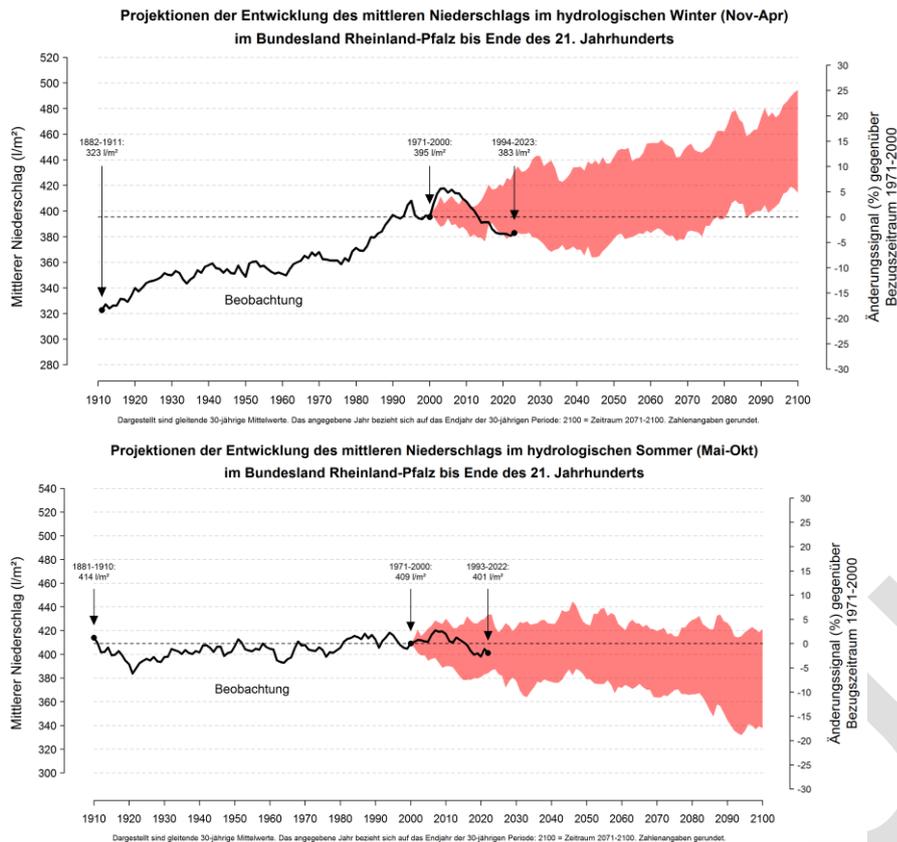


Abb. 5: Zukünftige Entwicklung des Niederschlags für das hydrologische Sommer-(oben) und Winterhalbjahr (unten): schwarze Linie geglättete 30 Jahreswerte der Beobachtung, roter Korridor ist die Bandbreite der Modellergebnisse (Daten: KLIWA-Ensemble (DWD); Darstellung RLP-KfK & LfU RLP).

Vor dem Hintergrund des Klimawandels ist eine Zunahme von **Starkregenereignissen** und damit eine Verschärfung der daraus resultierenden Risiken auch hinsichtlich lokaler Sturzfluten wahrscheinlich. Hochaufgelöste Modelle, die auch konvektive Prozesse (Gewitter) abbilden können, zeigen basierend auf dem „Weiter-so-wie-bisher“-Szenario für Rheinland-Pfalz einen Anstieg der Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlagsereignissen in der Zukunft. Extreme sommerliche einstündige Ereignisse (seltener als einmal im Jahr im Bezugszeitraum) werden in ihrer Intensität um 5% bis 20% bis zum Ende des 21. Jahrhunderts gegenüber des Bezugszeitraums 1971–2000 zunehmen. Dieser Anstieg ist erwartet und kann erklärt werden: Mit dem Anstieg der Lufttemperatur kann die Atmosphäre mehr Feuchtigkeit aufnehmen, was zu einer Zunahme der Niederschlagsintensität führt.

Zudem werden auch häufiger stärkere und länger anhaltende **Hitzeperioden** sowie eine Zunahme von **Trockenphasen** projiziert. Während wir gegenwärtig im Mittel eine Hitzewelle (drei aufeinanderfolgende Tage mit außergewöhnlich hohen Temperaturen) pro Jahr haben, müssen wir bis 2050 mit einer Verdoppelung rechnen, bis 2100 sogar bis zu fünf Hitzewellen pro Jahr möglich. Und diese werden noch dazu länger andauern. Die mittlere Anzahl niederschlagsfreier Tage im hydrologischen Sommer wird bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts voraussichtlich leicht ansteigen. Zum Ende des 21. Jahrhunderts erhöht sich die Anzahl von derzeit ca. 90 auf dann 95 bis 105 Tage ohne Niederschlag pro Sommer. Das vermehrt gleichzeitige Auftreten von Hitzewellen und Trockenphasen in der Zukunft, die sich gegenseitig verstärken können, führt zu einer Verschärfung im Auftreten von Dürren.

## 2.2 Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt

Steigende bodennahe Lufttemperaturen und eine veränderte Niederschlagsverteilung haben unmittelbare Auswirkungen auf den Wasserhaushalt einer Region oder einer Landschaft. Der Wasserhaushalt beschreibt das Mengenverhältnis aller Komponenten des Wasserkreislaufes. Diese umfassen den Niederschlag, die Verdunstung, die Speicherung als Boden- und Grundwasser sowie Zufluss und Abfluss in die Oberflächengewässer.

### 2.2.1 Grundwasserneubildung

Die Grundwasserneubildung ist wasserwirtschaftlich von großer Bedeutung und ein wichtiges Maß für die „natürliche Regenerationsfähigkeit“ der Grundwasserressourcen. Sie bezeichnet gemäß DIN 4049-3 (1994) „den Zugang von infiltriertem Wasser zum Grundwasser“. In Rheinland-Pfalz wird fast 97% des Trinkwassers aus Grundwasser gewonnen, wobei Uferfiltrat und Quellwasser mit zum Grundwasser gezählt werden. Für dessen nachhaltige Bewirtschaftung ist daher die langfristige Entwicklung der Grundwasserneubildung von zentraler Bedeutung. Zur Grundwasserneubildung trägt größtenteils die Versickerung von Niederschlägen in den Untergrund bei, ein geringer Teil stammt aus der Zusickeung von Oberflächengewässern. Die Grundwasserneubildung stellt die Bilanzgröße aus Niederschlag abzüglich Verdunstung und Oberflächenabfluss dar. Sie findet fast ausschließlich im hydrologischen Winterhalbjahr während der Vegetationsruhe statt, wenn Verdunstung und Wasserverbrauch durch die Vegetation gering sind und der Niederschlag größtenteils versickern kann.

Ein klimatisch bedingter Anstieg der Lufttemperatur erhöht zum einen die potenzielle Verdunstung, wodurch die Sickerwasserrate und damit die Grundwasserneubildung reduziert wird. Zum anderen gehen mit ansteigender Lufttemperatur Veränderungen der Niederschlagshöhe, -intensität und des -jahresgangs einher. Diese haben Auswirkungen auf die gesamte Wasserbilanz und damit letztlich auch auf den Bodenwasserhaushalt und die Grundwasserneubildung. Bei höherer Temperatur „verkürzt“ sich zudem das hydrologische Winterhalbjahr, die Vegetationsperiode beginnt früher und endet später im Jahr. Damit steht ein kürzerer Zeitraum für die Grundwassererneuerung zur Verfügung.

Bedingt durch unterschiedliche klimatische, bodenkundliche und geologische Gegebenheiten sind die Grundwasservorkommen in Rheinland-Pfalz ungleich verteilt. Überdurchschnittlich hohe Neubildungsraten finden sich im Gutland (Raum Trier–Bitburg), der Kalkeifel und im Pfälzer Wald. Im Rheinhessischen Tafel- und Hügelland sowie der vorderpfälzischen Rheinniederung sind die Grundwasserneubildungsraten besonders niedrig (siehe Abb. 6). Insgesamt lag der landesweite Durchschnitt der Grundwasserneubildung für den Referenzzeitraum 1971–2000 bei 101 mm/a.

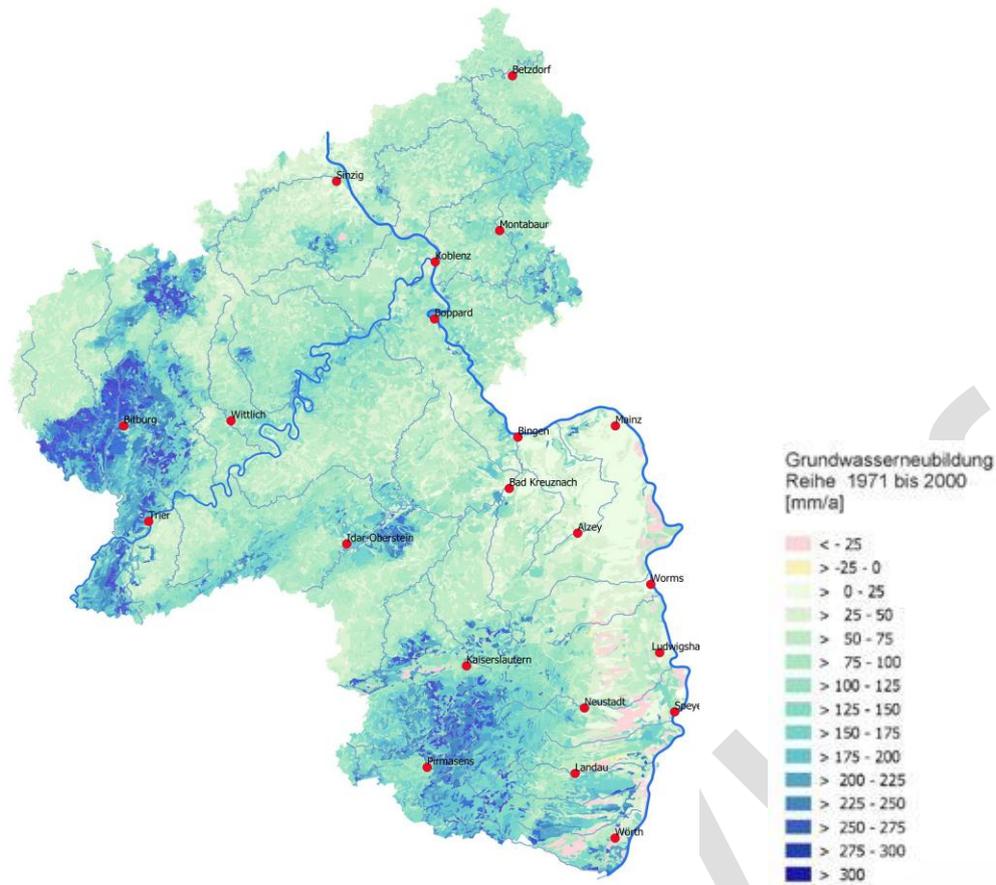


Abb. 6: Mittlere jährliche Grundwasserneubildungshöhe des Referenzzeitraums 1971–2000.

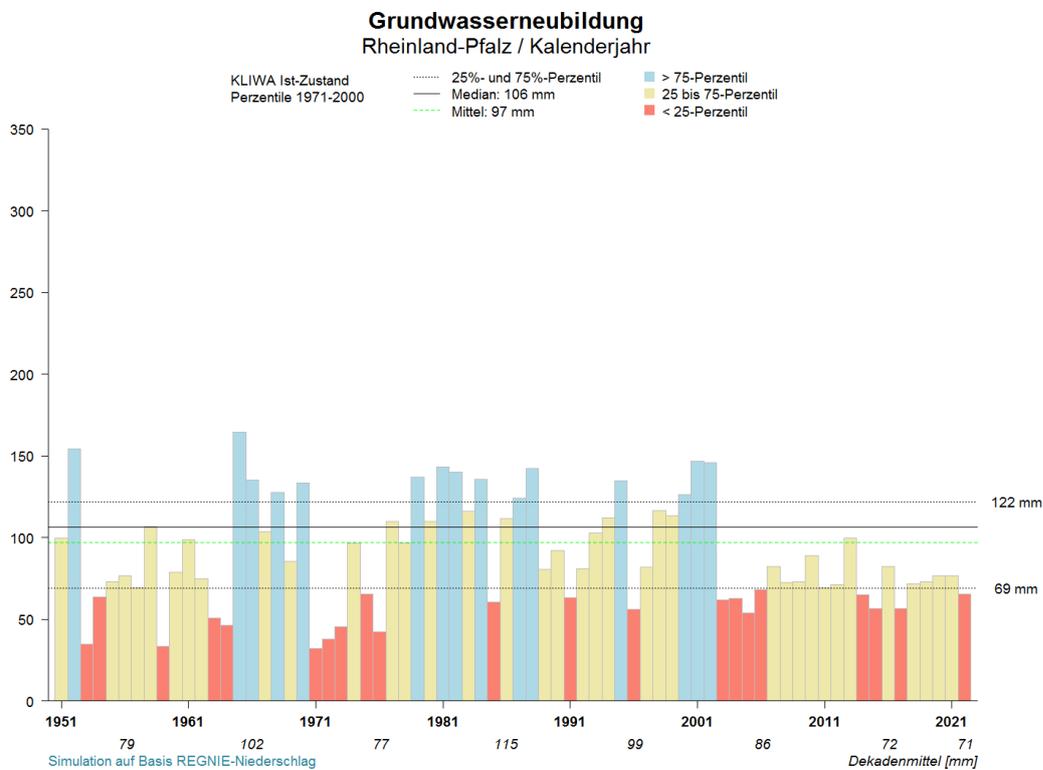


Abb. 7: Mittlere jährliche Grundwasserneubildungshöhe der Reihe 1951–2022 (Quelle: KLIWA).

Bei Betrachtung der letzten 50 Jahre (1951–2022) der Grundwasserneubildung fällt auf, dass bis 2002 neben neubildungsarmen bzw. durchschnittlichen Neubildungsjahren immer wieder auch mehrjährige neubildungsreiche Jahre zu verzeichnen waren, in welchen die Grundwasserspeicher wieder gefüllt werden konnten. Bedingt durch steigende Temperaturen und unterdurchschnittliche Winterniederschläge seit der Jahrtausendwende zeigt sich allerdings, dass in der jüngeren Vergangenheit, neben einer Reihe sehr neubildungsarmer Jahre, allenfalls noch durchschnittliche Neubildungsjahre auftraten (siehe Abb. 7). So lag die Grundwasserneubildung im Zeitraum von 2003–2022 lediglich bei 76 mm/a und damit um 25 % unter dem Wert des Referenzzeitraums 1971–2000.<sup>2</sup>

Dabei sind die Veränderungen in der Grundwasserneubildungsrate regional sehr unterschiedlich, wie nachfolgende Tab. 2 verdeutlicht.

Tab. 2: Veränderung der mittleren Grundwasserneubildung im Zeitraum 2003–2022 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1971–2000.

mittlere Grundwasserneubildung					
KLIWA-Naturraum		Referenzzeitraum 1971–2000	2003–2022	$\Delta$	$\Delta$
		[mm/a]	[mm/a]	[mm/a]	[%]
<b>16</b>	Nördlicher Oberrheingraben	69	41	-28	<b>-41</b>
<b>17</b>	Mainzer Becken und Wetterau	32	19	-13	<b>-40</b>
<b>18</b>	Pfälzerwald (Buntsandstein)	161	115	-46	<b>-28</b>
<b>19</b>	Nordpfälzer Bergland (Rotliegend)	81	66	-16	<b>-19</b>
<b>20</b>	Rheinisches Schiefergebirge	83	63	-19	<b>-23</b>
<b>21</b>	Südwesteifel (Buntsandstein)	202	163	-40	<b>-20</b>
<b>22</b>	Nordwesteifel (devon. Kalksteine)	203	156	-48	<b>-23</b>
<b>23</b>	Pellenz (Vulkanite)	130	104	-26	<b>-20</b>
<b>24</b>	Lahn-Dill-Gebiet	150	98	-52	<b>-35</b>
<b>25</b>	Vulkanischer Westerwald	144	118	-26	<b>-18</b>
<b>Rheinland-Pfalz</b>		<b>101</b>	<b>76</b>	<b>-25</b>	<b>-25</b>

<sup>2</sup> Diese Tendenz spiegelt sich auch im Vergleich der 30-Jahres Periode 1991–2020 gegenüber 1961–1990 wider. Hier bleibt die Grundwasserneubildung des Zeitraums 1991–2020 durch die Trockenperiode der letzten 20 Jahre für Rheinland-Pfalz 18 % unter dem jeweiligen langjährigen Mittel der WMO-Referenzperiode 1961–1990.

Betrachtet man die Differenzkarte für die Grundwasserneubildung (Abb. 8), dann fällt auf, dass insbesondere im Raum Wittlich und im Raum Neustadt an der Weinstraße im Zeitraum 2003–2022 sogar geringfügig höhere Neubildungsraten zu verzeichnen sind, während insbesondere in Rheinhessen, in der Vorderpfälzischen Rheinebene, im Landstuhler Bruch sowie im Osthunsrück, im Taunus und im westlichen Pfälzerwald die Grundwasserneubildung überdurchschnittlich zurückgegangen ist. In den übrigen Mittelgebirgsregionen liegt der Rückgang der Grundwasserneubildung um die 20 %.

Das seit dem Jahr 2003 deutlich verminderte Grundwasserdargebot zeigt sich an Quellschüttungen wie auch an Grundwasserständen. Eine systematische Auswertung ausgewählter Messzeitreihen aus den wichtigsten Grundwasserleitern von Rheinland-Pfalz hat gezeigt, dass an etwa 80 % der untersuchten Messstellen sinkende Grundwasserstände bzw. abnehmende Quellschüttungen auftreten.

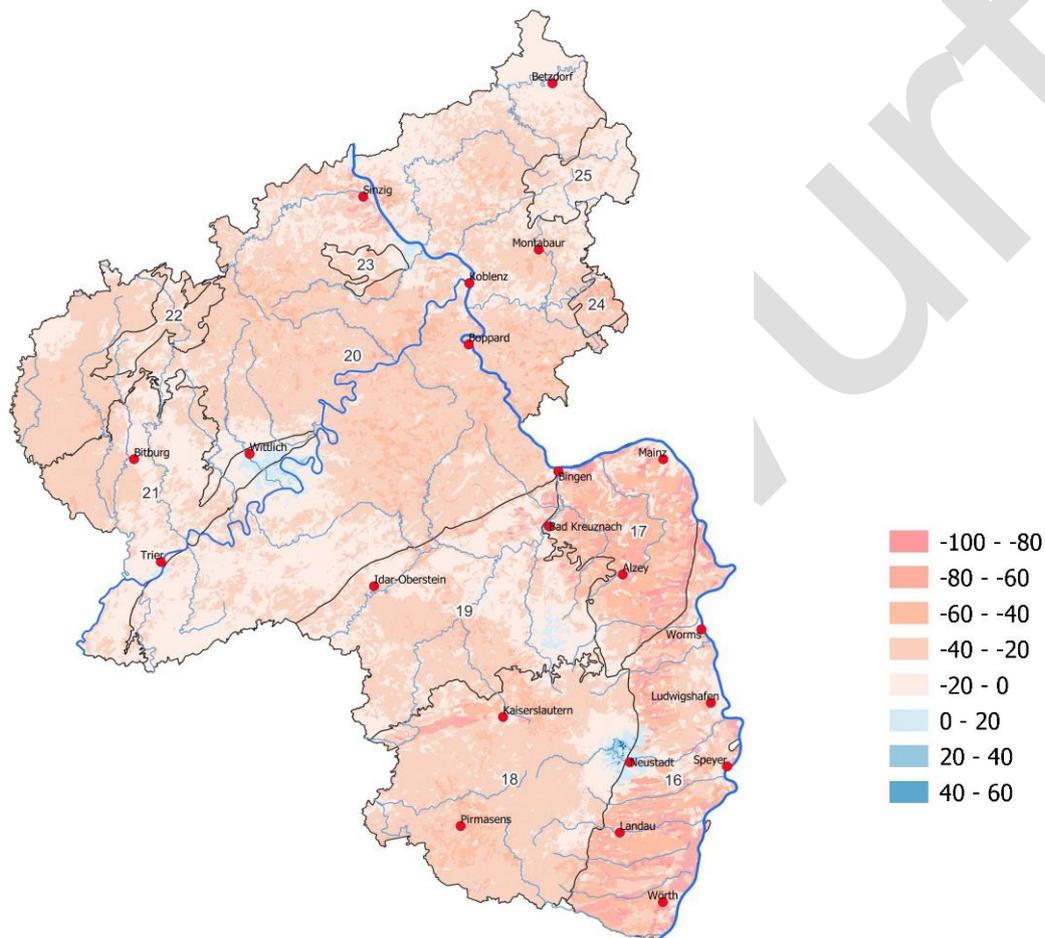


Abb. 8: Änderung der mittleren jährlichen Grundwasserneubildung (in %) im Zeitraum 2003–2022 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1971–2000; Hinweis: Die Zahlen in der Graphik stellen die Naturräume dar (siehe Tab.2).

Die **zukünftige Entwicklung der Grundwasserneubildung** ergibt eine Bandbreite von moderaten Zu- bis deutlichen Abnahmen. Ab Mitte des 21. Jahrhunderts weist gut die Hälfte der Projektionen des erweiterten KLIWA-Ensembles ein vieljähriges Defizit bei der Grundwasserneubildung auf (siehe Abb. 9).

Bei der Gegenüberstellung von Bodenwasserhaushaltssimulationen basierend auf Messdaten und den Klimaprojektionen wird deutlich, dass die Entwicklung der Grundwasserneubildung der letzten Jahre aktuell eher auf den trockenen, unteren Rand der Projektionsbandbreite zusteuert. So zeigen die 30-jährigen gleitenden Mittel auf Basis von

Messdaten (siehe schwarze Linie in Abb. 9) für Rheinland-Pfalz seit ca. 20 Jahren zurückgehende Werte und sind eher am unteren Rand der Projektionsbandbreite zu verorten.

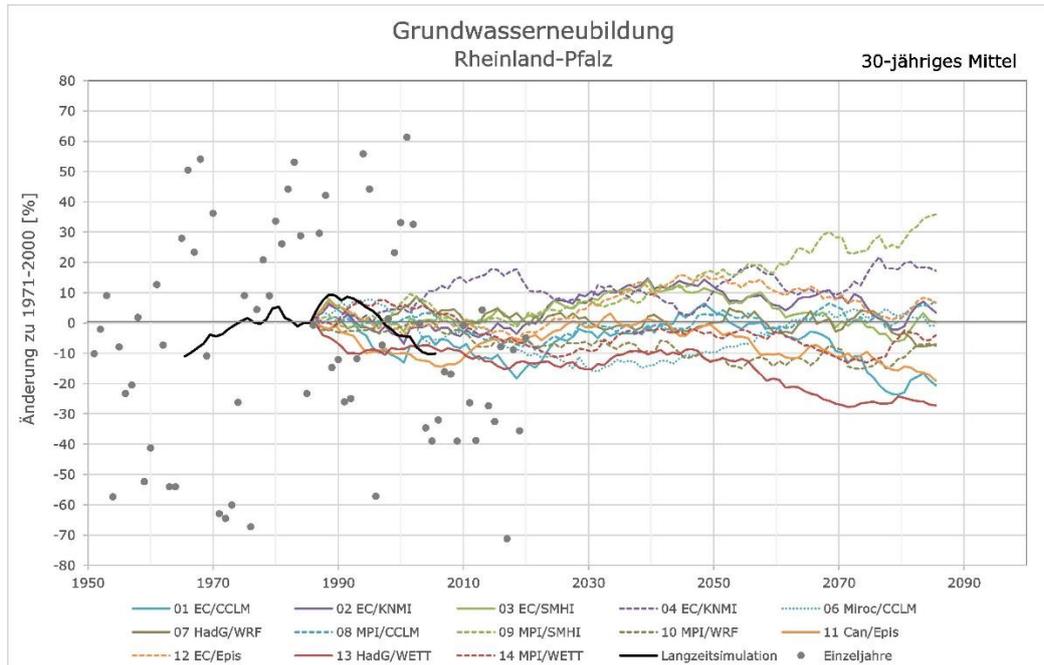


Abb. 9: Prognoserechnung und Langzeitsimulation der Grundwasserneubildung mit 13 ausgewählten Kombinationen von globalen mit regionalen Klimamodellen (Quelle: KLIWA).

Ausgehend von den sich abzeichnenden, langjährigen Entwicklungen von Lufttemperatur und Niederschlag und unter Berücksichtigung aller Unsicherheiten kann nicht ausgeschlossen werden, dass wir uns weiterhin auf einem für die Grundwasserneubildung nachteiligen Entwicklungspfad bewegen werden.

Schon aus Gründen der Vorsorge sollte damit kalkuliert werden, dass sich die Entwicklung der Grundwasserneubildung weiterhin im unteren Wertebereich des Ensembles bewegen könnte und somit insgesamt eine merkliche Minderung der Grundwasserneubildung möglich sein würde. Insbesondere im nördlichen Oberrheingraben und im Pfälzerwald ist auch in Zukunft mit einem deutlichen Rückgang der Grundwasserneubildung gegenüber dem Referenzzeitraum 1971–2000 zu rechnen.

Wie in der jüngsten Vergangenheit am Beispiel der Trockenjahre 2018–2020 zu beobachten war, können kürzere Zeiträume von den oben beschriebenen langjährigen Verhältnissen sogar nochmals erheblich abweichen. Nicht abgebildet werden außerdem einzelne Extremereignisse, wie z.B. Dürreperioden besonderer Ausprägung, deren Andauern und Periodizität. Entsprechende Ereignisse stellen jedoch besondere Herausforderungen für die Wasserwirtschaft und insbesondere für die öffentliche Wasserversorgung dar. Mit einer künftigen Zunahme von Trockenphasen, bzw. Extremereignissen mit entsprechenden Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung ist grundsätzlich zu rechnen.

Aufgrund der sich fortsetzenden Erwärmung ist es wahrscheinlich, dass Trockenjahre und Trockenperioden in Zukunft häufiger und intensiver auftreten werden. Extreme Defizite in der Grundwasserneubildung können daher auch zukünftig jederzeit eintreten.

## 2.2.2 Abfluss

Der Klimawandel verändert auch das Abflussgeschehen. Beim Blick in die **Vergangenheit** zeigen die jährlichen **Hochwasserabflüsse** ein indifferentes Bild mit zu- und abnehmenden Trends oder Tendenzen. Während die Hochwasserabflüsse für den Zeitraum 1971–2020 im Gesamt- und Winterhalbjahr ein ausgeglichenes Bild mit Zu- und Abnahmen zeigen, ist das Sommerhalbjahr im gleichen Zeitraum überwiegend von Abnahmen, v.a. im Nahe-Einzugsgebiet, der Pfalz und dem Norden von Rheinland-Pfalz geprägt. Allerdings sind die Trends meist nicht signifikant.

Ältere Trendberechnungen, bei denen die Zeitreihe früher endet (z.B. 1971–2005) zeigen für den Hochwasserabfluss im Winterhalbjahr deutlich häufiger Zunahmen, als dies bei der Zeitreihe bis 2020 der Fall ist. Durch die letzten Jahre fand demnach häufig eine Abschwächung oder sogar Umkehr zunehmender Trends statt.

Die **Niedrigwasserabflüsse** zeigen in dem Zeitraum 1971–2020 im Gesamtjahr Abnahmen, die an der Hälfte der Pegel auch signifikant sind. Dies gilt sowohl für die jährlichen Niedrigstabflüsse, als auch die niedrigsten 7-Tagesmittel (NM7Q).

In der **Zukunft** muss mit höheren **Hochwasserabflüssen** gerechnet werden. Im Gesamt- und Winterhalbjahr zeigt der mittlere Hochwasserabfluss an den betrachteten Pegeln in der nahen, mittleren und fernen Zukunft insgesamt eine zunehmende Tendenz, die sich an den meisten Pegeln im Laufe des 21. Jahrhunderts verstärken. Die Zunahmen können in der nahen Zukunft verbreitet bis zu 20 % im ungünstigsten Fall (oberer Rand der Projektionsbandbreite) betragen. Besonders am Rhein, in der Pfalz und im Nahe-Einzugsgebiet muss auch mit größeren Zunahmen gerechnet werden (siehe Abb. 10, linke Grafik).

In der fernen Zukunft liegt die Zunahme verbreitet bei über 30 %, nördlich der Mosel sowie im Nahe-Einzugsgebiet und der Pfalz muss vereinzelt auch mit Zunahmen von mehr als 40 % am oberen Rand des KLIWA-Ensembles gerechnet werden (siehe Abb. 10, rechte Grafik).

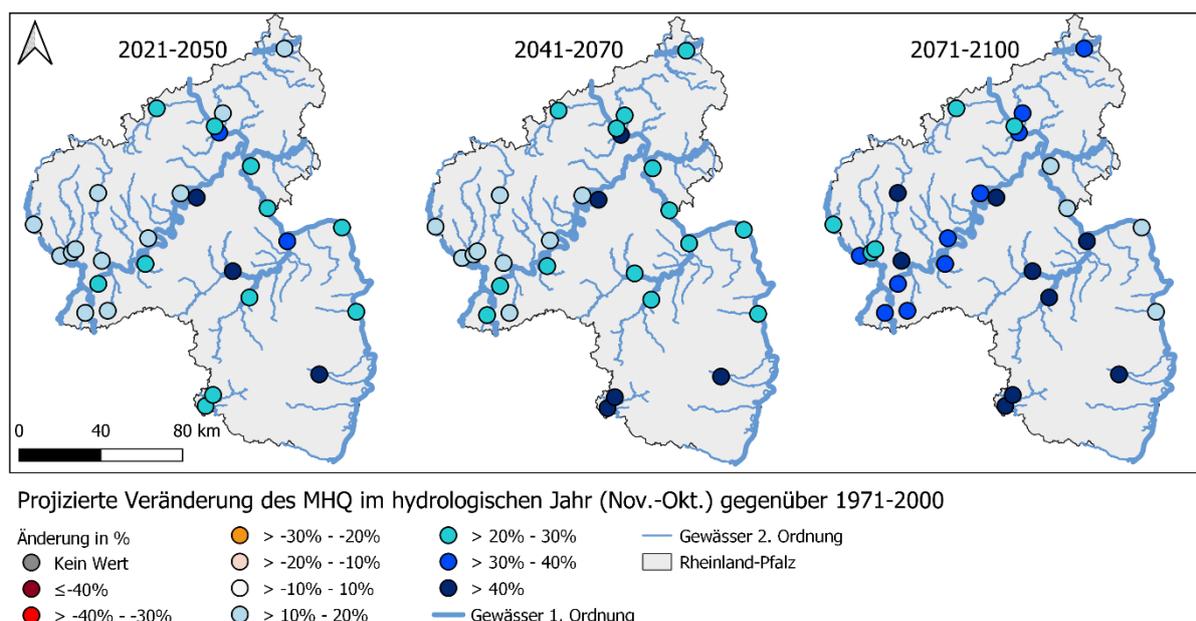


Abb. 10: Veränderung des mittleren Hochwasserabflusses (MHQ) im Gesamtjahr in der nahen, mittleren und fernen Zukunft gegenüber dem Referenzzeitraum (1971–2000) am oberen Rand des KLIWA-Ensembles (= Maximum).

Im Sommerhalbjahr zeigen sich überwiegend zunehmende Tendenzen. Diese sind über alle drei Zukunftszeiträume ähnlich stark ausgeprägt. Der Rhein zeigt keine eindeutige Veränderung. Die Zunahmen könnten jedoch, den Rhein (< 20 %) ausgenommen, verbreitet bei mehr als 40 % im ungünstigsten Fall liegen. Dies gilt für jeden der drei betrachteten Zukunftszeiträume, und insbesondere für das Nahe-Einzugsgebiet, die Pfalz und das Mosel-Einzugsgebiet.

Zur **Veränderung der Jährlichkeiten** d.h. der Wiederkehrwahrscheinlichkeit bestimmter Hochwasserereignisse werden derzeit Untersuchungen in KLIWA durchgeführt, die aber noch nicht abgeschlossen sind. Vorläufige Ergebnisse aus den Auswertungen zu Hochwasser mit einer mittleren Eintrittswahrscheinlichkeit (HQ 100) zeigen deutliche Zunahmen.

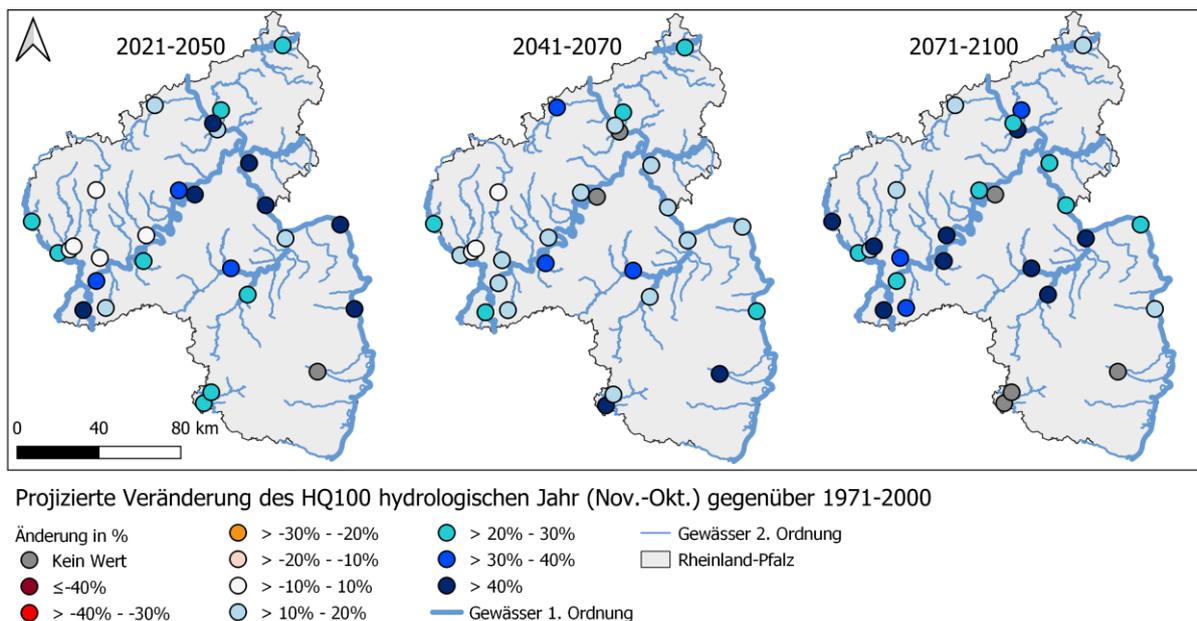


Abb. 11: Veränderung des HQ 100 in der nahen, mittleren und fernen Zukunft gegenüber dem Referenzzeitraum (1971–2000) am oberen Ende des Konfidenzintervalls (= Maximum).

Bei den größeren Gewässern Rhein und Mosel treten die größten Änderungen bereits in der nahen Zukunft auf (siehe Abb.11, rechte Grafik). Am Rhein können die Änderungen mehr als 40 % im ungünstigsten Fall betragen. Im weiteren Verlauf des Jahrhunderts zeigen sich dann am Rhein geringere Zunahmen.

Die Änderungen der Hochwasserverhältnisse im Rhein gehen einher mit einer Verlagerung des Abflussregimes von nival in Richtung pluvial. Dies ist zurückzuführen auf die zunehmend schneearmen Verhältnisse im Schwarzwald, den Vogesen und den Alpen. An der Mosel können die Veränderungen im ungünstigsten Fall mehr als 30 % betragen.

Bei den übrigen Gewässern treten die größten Änderungen mit Zunahmen von mehr als 30 % hingegen erst in der Mitte oder am Ende des 21. Jahrhunderts auf. Im Nahe-Einzugsgebiet und an einigen Moselzuflüssen muss mit mehr als 40 % im ungünstigsten Fall gerechnet werden (siehe Abb. 11).

Zu beachten ist außerdem, dass für einige Gebiete, insbesondere in der Vorderpfalz, keine belastbaren Ergebnisse vorliegen. In der Vorderpfalz ist die teilweise intensive anthropogene Nutzung der Gewässer als Ursache nicht auszuschließen. Insgesamt muss an allen Pegeln mit einer zukünftigen Erhöhung der HQ<sub>100</sub>-Werte gerechnet werden.

Für seltenere Hochwasser als HQ 100 sind belastbare Aussagen derzeit nicht möglich.

Die **Niedrigwasserabflüsse** nehmen **zukünftig** deutlich ab – die Wasserwirtschaft muss sich auf Trockenperioden einstellen. Die Niedrigwasserabflüsse (NM7Q) zeigen im Gesamtjahr und Sommerhalbjahr Abnahmen. Diese Abnahmen werden im Verlauf des 21. Jahrhunderts immer ausgeprägter und verschärfen die Niedrigwassersituation deutlich. Vereinzelt werden die größten Änderungen bereits um die Mitte des Jahrhunderts erreicht. Dies bedeutet jedoch keine Entspannung, da dieses Niveau plateauähnlich bis zum Ende des Jahrhunderts gehalten wird.

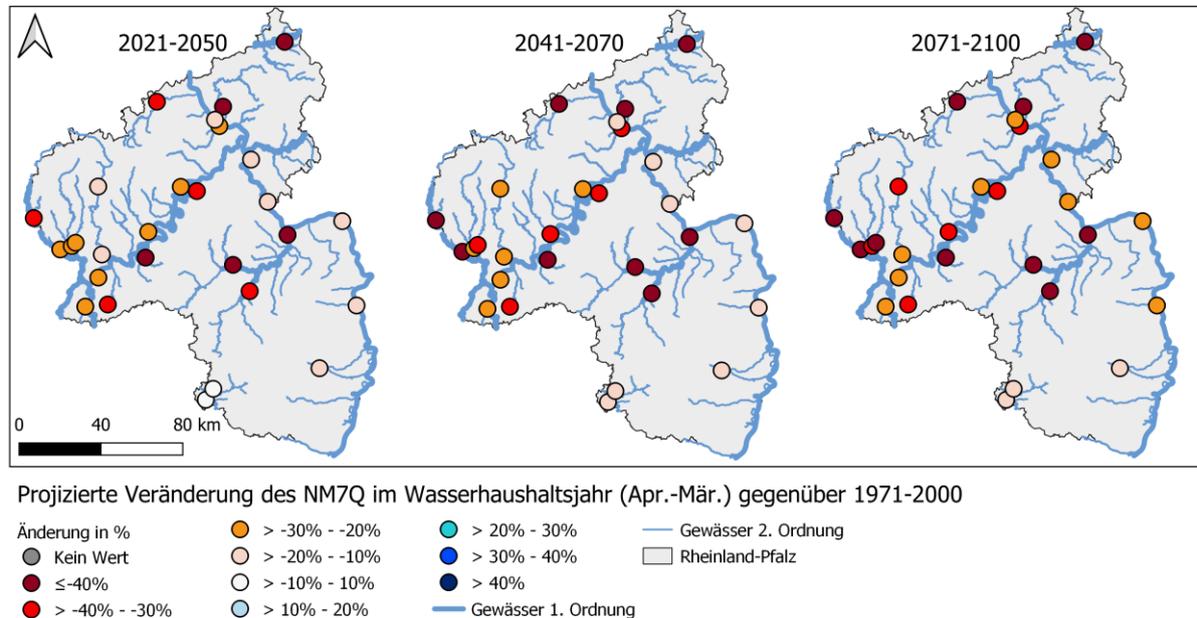


Abb. 12: Veränderung des niedrigsten 7-Tagesmittel (NM7Q) im Gesamtjahr in der nahen, mittleren und fernen Zukunft gegenüber dem Referenzzeitraum (1971–2000) am unteren Rand des KLIWA-Ensembles (=Minimum).

Die geringsten Änderungen treten entlang des Rheins und besonders im Pfälzerwald auf (bis zu -25 % bzw. bis zu -15 % zum Ende des 21. Jahrhunderts im ungünstigsten Fall; siehe Abb. 12). Am Rhein kann die eher geringe Änderung z.T. durch die zu erwartende Verschiebung des Abflussregimes von nival zu pluvial erklärt werden. Im Pfälzerwald könnte die Ursache z.T. in der intensiven anthropogenen Nutzung der Gewässer begründet liegen. Diese Nutzung durch den Menschen kann natürliche Veränderungen – besonders in kleinen Gewässern – überlagern, so dass diese nicht festgestellt werden können.

An der Mosel treten deutliche Veränderungen bereits in der nahen Zukunft (bis zu -20 % im ungünstigsten Fall) ein. In der mittleren und fernen Zukunft verschärft sich die Situation gering (bis zu -30 % im ungünstigsten Fall bis zum Ende des Jahrhunderts).

In den Gebieten des Rheinischen Schiefergebirges, der Nahe und Teilen der Südwesteifel treten die deutlichsten Abnahmen auf (bis zu -60 % bis zum Ende des Jahrhunderts nicht ausgeschlossen). Bei der Betrachtung der naturräumlichen Gegebenheiten in Rheinland-Pfalz fällt auf, dass diese Pegel in Gebieten liegen, die von einem geringen bis extrem geringen Speicher- und Rückhaltevermögen gekennzeichnet sind. Wird es immer trockener kann in diesen Gebieten nur wenig Basisabfluss aus Grundwasser ins Gerinne gelangen. Umgekehrt liegen die südpfälzischen Pegel, die die geringsten Veränderungen aufweisen in einem Naturraum, in dem Wasser gut gespeichert und zurückgehalten werden kann.

## 2.3 Auswirkungen des Klimawandels auf die Gewässerökologie

### 2.3.1 Wassertemperatur und Abfluss als wichtige Umweltfaktoren für aquatische Lebensgemeinschaften

Der Klimawandel verändert in Fließgewässern und Seen grundlegende Umweltfaktoren, wie etwa die Wassertemperatur und den Abfluss. Steigende Wassertemperaturen und sinkende Wasserstände sowie verminderte Fließgeschwindigkeiten belasten die aquatischen Lebensgemeinschaften in vielfältiger und komplexer Weise. Vor allem der Lebensraumverlust, die Beeinträchtigung des Sauerstoffhaushalts und veränderte Mischungsverhältnisse infolge von Einleitungen können in der Folge zu Verschiebungen im Funktionsgefüge bis hin zu Artensterben führen.

Die Wassertemperatur ist ein Schlüsselfaktor für den Stoffhaushalt und die Lebensgemeinschaften von Gewässern. Sie beeinflusst die Löslichkeit von Sauerstoff und steuert Reproduktion, Nahrungsbedarf und Entwicklungsprozesse von Wirbellosen und Fischen. Bis auf die gleichwarmen Säugetiere der Gewässer (z. B. Biber, Fischotter) sind alle Gewässerorganismen wechselwarm, d. h. sie verfügen nicht über die Fähigkeit der Wärmeregulation und sind daher in ihrer Aktivität in starkem Maße von der Wassertemperatur direkt abhängig. So gilt für Fische, dass für eine optimale Bestandsentwicklung mitunter enge saisonale Temperaturfenster von Bedeutung sind. Außerhalb dieser Optima nehmen Leistungsfähigkeit und Reproduktionserfolg ab.

Bei steigenden Wassertemperaturen steigt zudem der Energie- und Sauerstoffbedarf der wechselwarmen Tiere im Gewässer. Zugleich nimmt bei steigenden Wassertemperaturen das Sauerstoffangebot im Gewässer ab, denn physikalisch besteht eine geringere Löslichkeit von Sauerstoff in wärmerem Wasser. In der Folge geraten die Tiere in eine Stresssituation, da sie ihren gesteigerten Energiebedarf nicht mehr decken können und beginnen, ihre Fettreserven aufzuzehren. Dies kann sich durch ein knappes Nahrungsdargebot in den Sommermonaten noch verschärfen. Hält diese Situation länger an, sterben die Tiere vorzeitig oder geraten in physiologischen Dauerstress. Bei Fischen steigt dabei die Anfälligkeit für Infektionskrankheiten (Aalrotseuche) und Parasitosen (proliferative Nierenkrankheit bei Salmoniden), die zu Fischsterben führen können.

Geringe Abflüsse als Folge von Hitzeperioden mit geringen Niederschlägen führen zu einer Einschränkung des Lebensraumes durch Austrocknung des Bachbettes. Der Abfluss ist darüber hinaus für viele Wanderfischarten (z. B. den Lachs) Impulsgeber zur Wanderung, die bei Niedrigwasser ausbleibt oder verzögert wird. Durch die verminderte Verdünnung kommt es zudem zu einer Aufkonzentrierung von Nähr- und Schadstoffen im Gewässer, die nachteilige Auswirkungen haben können und als zusätzlicher Stressfaktor wirken.

Der Anstieg der Wassertemperatur führt darüber hinaus vermehrt zu Algenwachstum und fördert die Massenentwicklung potenziell giftiger Blaualgen (Cyanobakterien) in Seen und stauregulierten Gewässern wie der Mosel. Vor allem bei gleichzeitigem Vorhandensein von ausreichender Sonneneinstrahlung und erhöhten Nährstoffkonzentrationen werden Eutrophierungserscheinungen und „Algenblüten“ wahrscheinlicher. Diese können dann Sauerstoffmangelphasen (vor allem nachts und bei Absterben der Algenmasse) in solchen Gewässerabschnitten nach sich ziehen, die langfristig wiederum zu Verlusten sauerstoffsensibler Arten führen können (z. B. Bachforelle, Lachs, Äsche sowie eine Vielzahl von Eintagsfliegen, Köcherfliegen und Steinfliegenarten).

Ein weiteres, durch dauerhaft erhöhte Wassertemperaturen gefördertes Phänomen ist die Etablierung gebietsfremder Arten, die oft aus wärmeren Weltregionen stammen und zunehmend in Mitteleuropa Fuß fassen. Der Klimawandel und die zunehmenden globalen

Transportströme begünstigen diese Entwicklung. In betroffenen Gewässern sind häufig Verschiebungen in der Artenzusammensetzung der aquatischen Biozönose zu Lasten einheimischer, gewässertypspezifischer Arten zu verzeichnen.

Langanhaltende Niedrigwasserabflüsse und hohe Wassertemperaturen sind gerade in ihrem Zusammenwirken daher bedeutende Stressoren für die Fauna und Flora unserer Gewässer.

Für die Gewässerbiozönose gilt: Wenn Hitzeperioden mit hohen Wassertemperaturen in immer kürzeren Abständen und längeren Dauern auftreten oder Hitzesommer in einer unmittelbaren Abfolge von Jahren aufeinander folgen (wie 2018-2020 und 2022), ist mit nachhaltigen Veränderungen in der Artenzusammensetzung der aquatischen Lebensgemeinschaften zu rechnen. Die Erreichung des guten ökologischen Zustandes wird unter diesen Umständen deutlich erschwert, unabhängig von den übrigen Gewässerbelastungen durch bestehende Nutzungen an und in den Gewässern.

### **2.3.2 Entwicklung der Wassertemperaturen in rheinland-pfälzischen Gewässern**

Ein Großteil der 350 Fließgewässer-Oberflächenwasserkörper in Rheinland-Pfalz liegt in den Mittelgebirgslandschaften unterschiedlicher Höhenlagen. Dementsprechend repräsentieren rund Dreiviertel dieser Wasserkörper solche Fließgewässertypen, die hinsichtlich ihrer sommerlichen Wassertemperaturen als „sommerkühl“ charakterisiert werden können. Das heißt beispielsweise für kleine, grobmaterialreiche Bäche der Bachoberläufe, die in Rheinland-Pfalz den mit Abstand häufigsten Gewässertyp darstellen, dass sommerliche Höchsttemperaturen zwischen 15-18 °C (max. 20 °C) i. d. R. nur selten überschritten werden – trotz deutlich höherer gleichzeitiger Lufttemperaturen von mitunter > 30 °C. Voraussetzung ist, dass der Abfluss ausreicht und die Gewässer durch einen Gehölzsaum beschattet werden.

Die Fischregionen bzw. Fischlebensgemeinschaften ändern sich von den Bachoberläufen bis zu den Flussunterläufen. Ursächlich sind die Änderungen der Wassertemperatur, des Gefälles, des Substrats und der Hydrologie sowie Hydraulik. Von den Bachanfängen bis zu den großen Strömen werden folgende Regionen unterschieden: Obere Forellenregion, Untere Forellenregion, Äschenregion, Barbenregion und Brachsenregion. Losgelöst von dieser Abfolge kann die azonale Cyprinidenregion, die durch karpfenartige Fischarten charakterisiert wird, vorkommen.

Diese Abfolge von Fischartengemeinschaften ist mit den jeweils spezifischen Temperaturansprüchen in die Oberflächengewässerverordnung (OGewV) eingegangen. Danach sollten bestimmte Wassertemperaturschwellenwerte (im Sommer wie im Winter) nicht überschritten werden. Dies begrenzt die thermischen Nutzungsmöglichkeiten von Fließgewässern bei Wärmeeinleitungen.

#### **Bisherige Entwicklung**

Bereits heute befinden sich die Gewässer in Rheinland-Pfalz in einer Phase ansteigender durchschnittlicher Wassertemperaturen. Entsprechende Messdatenreihen bzw. Studien für rheinland-pfälzische Fließgewässer liegen sowohl für eine Auswahl von kleinen Bächen als auch für ausgewählte Flüsse sowie große Ströme wie den Rhein vor. So lässt sich z.B. für den Oberrhein bei Mainz sowie den Mittelrhein bei Koblenz mittels Zeitreihenanalysen ein statistisch signifikanter Wassertemperaturanstieg von rund 1,3 °C bzw. 1,2 °C innerhalb der gut drei Dekaden zwischen 1978 und 2011 nachweisen (IKSR 2013).

Im vergleichsweise kurzen Zeitraum der kontinuierlichen Messungen an der Unteren Nahe seit 2009 weisen die monatlichen Datenserien darauf hin, dass in den Wintermonaten Januar und Februar sowie in den Sommermonaten Juli und August die mittleren monatlichen Wassertemperaturen ansteigen. Ein Anstieg der Wassertemperaturen im Frühling und Herbst lässt sich derzeit nicht beobachten.

Auch kleinste rheinland-pfälzische Fließgewässer in größerer Höhenlage, vollständiger Bewaldung und nahezu ohne jeglichen Nutzungseinfluss zeigen statistisch abgesicherte, ansteigende mittlere Wassertemperaturen. Dies ist z. B. für neun Bachoberläufe im „Saure Bäche“-Messprogramm des LfU zur Gewässerversauerung in Hunsrück-Höhenlagen dokumentiert (LfU 2018). Zwischen 1985 und 2015 betrug der durchschnittliche Temperaturanstieg für diese monatlich untersuchten Bäche 1,0 °C.

### **Zukünftige Entwicklung**

Die Ergebnisse erster Wassertemperaturprojektionen von Messstellen im Mosel-Einzugsgebiet auf der Basis der Szenarien des KLIWA-Ensembles (siehe Abb. 13) deuten darauf hin, dass nahezu alle Gewässer in Zukunft von einer Zunahme der Tage mit Überschreitungen der Wassertemperaturschwellenwerte für den guten fischökologischen Zustand betroffen sein werden (s. o.).

Vor allem die kleineren Gewässer in den Oberläufen (Obere Forellenregion) zeigen in der mittleren und in der fernen Zukunft eine deutlich zunehmende Häufigkeit solcher Überschreitungen in den Sommer- und vor allem auch in den Wintermonaten mit den nachstehend beschriebenen ökologischen Konsequenzen. Obwohl diese Effekte in den Beispielen der Äschenregion weniger dramatisch erscheinen (siehe Abb. 13), muss auch bei diesen, zumindest in der fernen Zukunft, mit einer signifikanten Zunahme der Überschreitungshäufigkeit der Orientierungswerte gerechnet werden. Deutlich wird auch, dass abhängig von ihrer Hydrogeologie nicht alle Gewässer in gleichem Umfang betroffen sein werden. Allerdings ist es beachtlich, dass selbst die Lebensgemeinschaft in Gewässern wie dem Schwarzbach, der aufgrund eines starken Grundwassereinflusses durch seinen hydrogeologischen Ursprung im Pfälzer Buntsandstein eine hohe Temperaturpufferkapazität besitzt und als typisches sommerkaltes Gewässer bekannt ist, zumindest in der fernen Zukunft mit Überschreitungen der Temperatur-Orientierungswerte in geringerem Umfang konfrontiert sein wird.

Wie am besonderen Beispiel der stauregulierten Mosel, als Beispiel für Gewässer der Barbenregion, die schon jetzt regelmäßigen Überschreitungen der Wassertemperatur-Orientierungswerte aufweist, gezeigt wird (siehe Abb. 13), werden in der fernen Zukunft etwa an 20 % der Sommertage (entspricht etwa dem Zeitraum von 1 ½ Monaten) eine höhere Wassertemperatur als 25 °C erreicht.

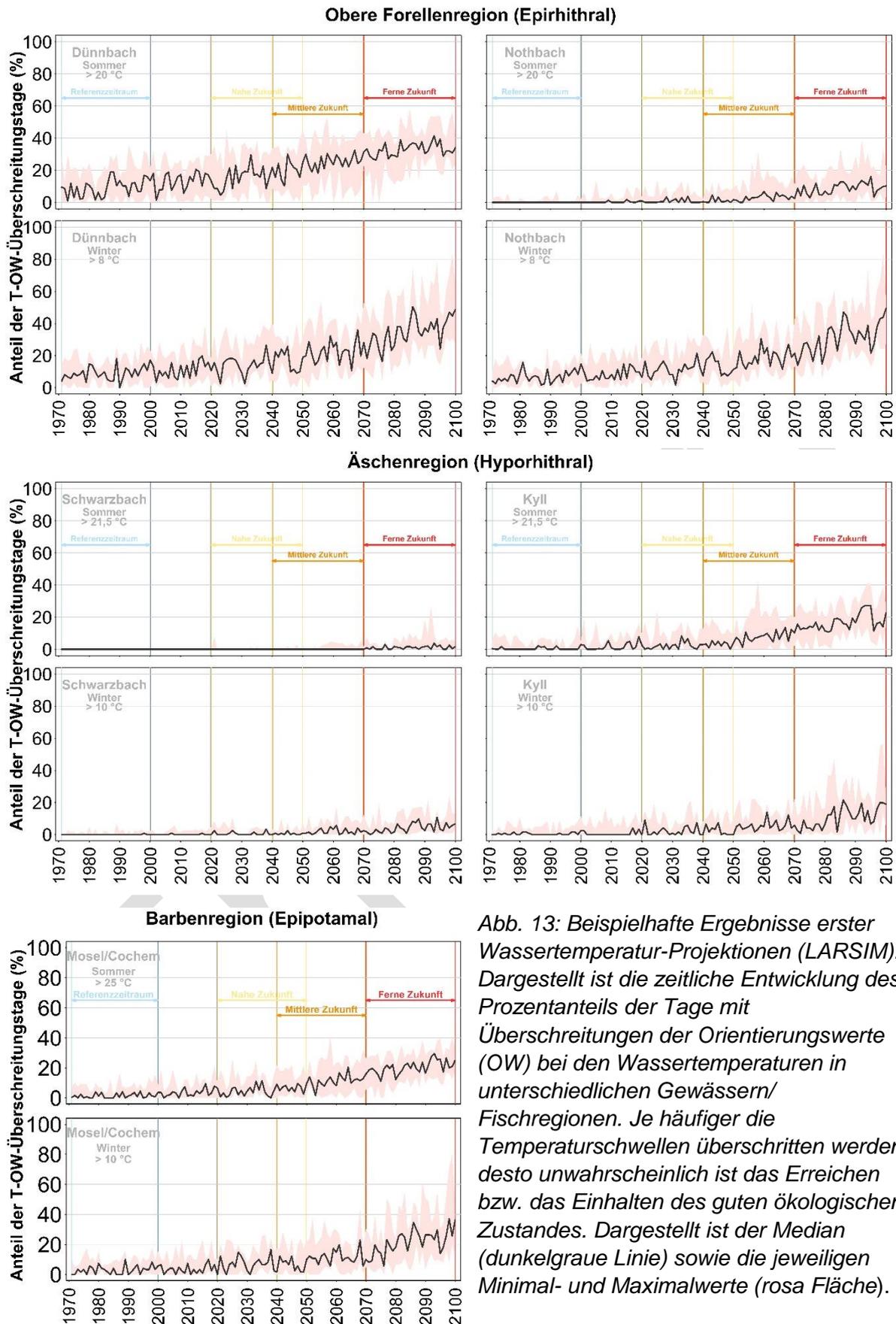


Abb. 13: Beispielhafte Ergebnisse erster Wassertemperatur-Projektionen (LARSIM). Dargestellt ist die zeitliche Entwicklung des Prozentanteils der Tage mit Überschreitungen der Orientierungswerte (OW) bei den Wassertemperaturen in unterschiedlichen Gewässern/ Fischregionen. Je häufiger die Temperaturschwellen überschritten werden, desto unwahrscheinlicher ist das Erreichen bzw. das Einhalten des guten ökologischen Zustandes. Dargestellt ist der Median (dunkelgraue Linie) sowie die jeweiligen Minimal- und Maximalwerte (rosa Fläche).

### 2.3.3 Auswirkung steigender Wassertemperaturen und Dürre auf aquatische Lebensgemeinschaften

#### Bisherige Beobachtungen

Die Veränderungen von Wassertemperatur und Abfluss werden zunehmend problematischer für die **Fischfauna**. So führt der Wassermangel zur Austrocknung von Gewässern der Oberen Forellenregion. Grundsätzlich werden die Fischpopulationen durch die Kombination aus zunehmenden Temperaturstress, einem erhöhten Risiko von fischfressenden Vögeln bei geringen Abflüssen aufgegriffen zu werden und einer erhöhten Schadstoff- und Nährstoffkonzentration durch die geringere Verdünnung eingeleiteter Abwässer belastet. Die Auswirkungen sind dabei besonders für die Forellen- und Äschenregionen gravierend.

Für die **aquatischen Wirbellosen** (Makrozoobenthos) lassen sich in Rheinland-Pfalz bislang noch keine dauerhaften, negativen Auswirkungen erkennen. Jedoch sind in Einzelfällen lokale Dürre-Probleme u. a. für Großmuscheln in Fließgewässern entstanden, so z. B. für Bestände der Gemeinen Bachmuschel im Otterbach in der Südpfalz 2020. Hier sind 2020 im über längere Zeit trockenfallenden Bachbett Anteile der Otterbach/Bruchbach-Bachmuschelpopulation abgestorben.

Die **Wasserpflanzen und Algen-Lebensgemeinschaft** (Makrophyten/ Phytobenthos) reagieren sensibler auf die Folgen des Klimawandels. Dies hängt nach Erfahrung aus den vergangenen Dürre Jahren damit zusammen, dass in den besonders heißen und trockenen Sommermonaten die Eutrophierungsintensität in den Gewässern zunimmt, da eingetragene Nährstoffe weniger stark verdünnt werden. In der Folge kam es auch zu einer tendenziell schlechteren ökologischen Zustandsbewertung der Gewässerflora-Komponente beim WRRL-Monitoring in den Jahren 2017-2018.

#### Einschätzung zukünftiger Veränderungen

Die prognostizierten klimatischen Veränderungen werden die **Fischregionen** nachhaltig verändern und in ihrer Lage verschieben. So wird die Häufigkeit von Austrocknungsereignissen in der Oberen Forellenregion zunehmen. In einigen Naturräumen besteht das Risiko, dass die Lebensgemeinschaft der kalten Bergbäche aufgrund des zu erwartenden Temperaturanstieges gegen Ende des Jahrhunderts verloren geht. So ist auch davon auszugehen, dass die heutigen Vorkommen der Bachforelle deutlich schrumpfen und in einigen Regionen sogar verschwinden werden. Dieser Prozess wird durch andere Belastungsfaktoren, wie Stoffeinträge und fischfressende Vögel verstärkt, sofern keine kühlen und schützenden Refugien mildernd wirken können.

Auch in der Barbenregion wird der geringer werdende sommerliche Trockenwetterabfluss den Fischbestand beeinträchtigen, da die Wassertiefen für die dort vorkommenden großwüchsigen Fischarten, wie Barbe und Nase zu gering werden können. Die negativen Folgen der Eutrophierung bei geringen Abflüssen werden in der Barbenregion am höchsten sein, da hier die mildernde Wirkung von Beschattung durch Ufergehölz aufgrund der Breite der Gewässer abnimmt.

Für die **wirbellosen Organismen** (Makrozoobenthos) ist nach den Ergebnissen der Wassertemperaturprojektionen davon auszugehen, dass auch hier die besonders temperaturempfindlichen Bewohner sommerkühler Mittelgebirgsgewässer sich landesweit in ihren Beständen reduzieren werden. Diese Entwicklung wird die Chancen zur Erreichung eines guten ökologischen Gewässerzustandes in solchen Gewässerbereichen zukünftig erschweren. Auch in anderen Gewässerabschnitten niedrigerer Höhenlagen kann es durch die Wassertemperaturzunahme zu Artenverschiebungen kommen. Es ist damit zu rechnen, dass sich generell die Lebensbedingungen für viele gewässertypspezifische Arten

verschlechtern und somit Konkurrenzvorteile für robuste, ubiquitären Arten mit z. B. höherer Temperaturtoleranz entstehen werden. Daher muss in den ferneren Zukunftsszenarien davon ausgegangen werden, dass sich in einem Großteil der rheinland-pfälzischen Gewässer die Bedingungen zur Erreichung eines guten ökologischen Gewässerzustandes für die Qualitätskomponente Makrozoobenthos durch den Klimawandel flächenhaft verschlechtern dürften.

Bezüglich der **Gewässerflora** wird die erwartete Zunahme der Wassertemperaturen und die häufiger auftretenden und länger andauernden Trockenperioden mit geringen Abflüssen und hoher Sonneneinstrahlung die Eutrophierungseffekte verstärken. In stehenden bzw. stauregulierten Gewässern wird dies vermehrt zu Plankton-Massenentwicklungen führen. Insbesondere Giftstoffe produzierende Blaualgen profitieren von diesen Bedingungen und werden in Badegewässern und gestauten Flüssen zu Nutzungseinschränkungen führen. Die gesteigerte Produktion an pflanzlicher Biomasse wird sich bei deren späterem Abbau negativ auf den Sauerstoffhaushalt der Gewässer auswirken – mit Folgen für die anderen aquatischen Organismen.

Eine zunehmende Eutrophierungsneigung der Gewässer wird auch zu Verschiebungen in der Artenzusammensetzung hin zu wärme- und nährstofftoleranten Wasserpflanzen und Algengruppen führen. In Folge dessen wird das Erreichen eines guten ökologischen Zustandes für die Qualitätskomponente der Wasserpflanzen und Algen in rheinland-pfälzischen Gewässern schwieriger werden.

## 3 Handlungsbereiche

### 3.1 Grundwasserschutz und Wasserversorgung

#### Herausforderungen

Grundwasser ist wesentliches Element des Wasserkreislaufes sowie wichtiges Lebensmittel und Wirtschaftsgut. Ob als Trinkwasser oder Betriebswasser für Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie – Grundwasser hat eine herausragende Bedeutung für die Daseinsvorsorge.

Insgesamt wurden in Rheinland-Pfalz im Jahr 2018 237 Mio. m<sup>3</sup> Trinkwasser abgegeben. Mit 97 % wurde der größte Teil davon aus Brunnen, Quellen und dem Uferfiltrat – also aus dem Grundwasser – entnommen. Die verbleibenden 3 % wurden aus den beiden Talsperren im Land gewonnen. Neben den Trägern der öffentlichen Trinkwasserversorgung entnehmen auch weitere Nutzer Grundwasser. Im Jahr 2018 belief sich die Entnahme durch Großverbraucher mit eigener Wassergewinnung auf ca. 72 Mio. m<sup>3</sup> und durch die Landwirtschaft auf ca. 35 Mio. m<sup>3</sup> Grundwasser.

Insbesondere die Auswirkungen des Klimawandels mit einer Zunahme der Anzahl der Dürremonate, abnehmender Niederschläge und dadurch verminderter Grundwasserneubildung können dauerhaft zu Beeinträchtigungen der Trink- und Betriebswasserversorgung in ausreichender Menge und Qualität führen.

Der Klimawandel verändert sowohl die saisonale und regionale Verfügbarkeit als auch den Bedarf an Wasser. So steigt aufgrund zunehmender sommerlicher Hitze- und Trockenperioden der Wasserbedarf bei gleichzeitig sinkender Grundwasserneubildung.

Grundvoraussetzung für die nachhaltige Bewirtschaftung des Grundwassers ist die Grundwasserneubildung. Diese war, bedingt durch den Klimawandel in den letzten ca. 20 Jahren rückläufig und wird es voraussichtlich auch bleiben. Im nördlichen Oberrheingraben, dem Mainzer Becken, dem Lahn-Dill Gebiet sowie dem sehr ergiebigen Naturraum Pfälzerwald ist der stärkste Rückgang der Grundwasserneubildung (mehr als 25 %) zu verzeichnen. In den übrigen Landesteilen liegt der Rückgang der Grundwasserneubildung um die 20 % (siehe Kapitel 2.2.1).

Besonders Versorgungsgebiete in Mittelgebirgsregionen oder an deren Rand, die oftmals von Quellschüttungen in ergiebigen Gesteinen abhängig sind, bekommen die Auswirkungen des Klimawandels am ehesten zu spüren. Das Wasser fließt schnell im Untergrund und Niederschlagsdefizite im Winter machen sich umgehend durch einen Rückgang der Quellschüttung bemerkbar. Es können aber auch flachgründige Uferfiltratgewinnungsanlagen bei niedrigen Wasserständen im Gewässer betroffen sein. Ähnliches gilt auch für Talsperren, die von Quellen und Oberflächengewässern gespeist werden.

Hinzu kommt, dass durch die verminderte Grundwasserneubildung das Risiko einer Konzentrierung eingetragener Nähr- und Schadstoffe steigt. Vor allem in Trockengebieten mit einer geringen Grundwasserneubildungsrate wie Rheinhessen oder dem nördlichen Oberrheingraben steigt das Risiko einer Konzentrierung eingetragener Nähr- und Schadstoffe. In der Folge kann die Eutrophierung der Fließgewässer zunehmen, die einen nachteiligen Einfluss auf die Uferfiltratgewinnung bzw. die Trinkwasseraufbereitung haben kann.

Durch den Rückgang der Grundwasserneubildung und damit einhergehenden Gefahr der Verknappung von Grundwasserressourcen können Nutzungskonflikte zwischen Wasserwirtschaft, wassernutzenden Sektoren (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Industrie/Gewerbe etc.) und wasserabhängigen Ökosystemen entstehen oder sich

verschärfen. Für ein zukunftsfähiges Wassermanagement sind daher praktikable Strategien und Konzepte für eine Anpassung der Grundwasserbewirtschaftung zu entwickeln.

Bedrohungsszenarien durch Hackerangriffe, Anschläge etc. können die öffentliche Wasserversorgung als Kritische Infrastruktur zusätzlich gefährden.

### Unsere Ziele

Angesichts der klimatischen Änderungen besteht die dringende Aufgabe, den Landschaftswasserhaushalt zu schützen und die Grundwasserressourcen nachhaltig zu bewirtschaften, um Grund- und Trinkwasser auch für künftige Generationen in ausreichender Menge und Qualität zur Verfügung stellen zu können. Dazu haben wir uns folgende Ziele gesetzt:

- Wir stellen die Wasserversorgung für alle Nutzer langfristig sicher. Die öffentliche Versorgung mit Trinkwasser hat dabei nach dem rheinland-pfälzischen Landeswassergesetz grundsätzlich Vorrang.
- Wir verbessern den Landschaftswasserhaushalt und stabilisieren damit grundwasserabhängige Ökosysteme
- Wir bewirtschaften das Grundwasser nachhaltig, um Übernutzungen der Vorkommen zu vermeiden und die Qualität zu verbessern.
- Wir entwickeln Verfahren für das Wassermanagement bei Nutzungskonflikten oder Nutzungseinschränkungen unter Sicherstellung der Priorität der öffentlichen Wasserversorgung.
- Wir schaffen Resilienz für die Wasserversorgung als Teil der Kritischen Infrastruktur.

Zur Erreichung der Ziele im Handlungsbereich Grundwasserschutz und Wasserversorgung werden wir **sechs Maßnahmenschwerpunkte** bearbeiten, die nachfolgend beschrieben werden und deren Umsetzung strukturiert dargestellt wird.

#### 3.1.1 Datengrundlage verbessern, Fachplanungen erstellen

Für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Grundwasser ist es notwendig, die Datengrundlagen im Rahmen des wasserwirtschaftlichen Vollzugs zu verbessern. Hierzu gehören neben der regelmäßigen Bilanzierung des aktuellen Wasserdargebots und des Wasserbedarfs auch die Erstellung multisektoraler Wasserbedarfsprognosen und Prognosen des verfügbaren Dargebots. Eine Grundlage hierfür ist die Quantifizierung und Überwachung von Entnahmen durch alle Nutzergruppen einschließlich der Landwirtschaft. Dies ist die Basis, um Risiken für die Wasserversorgung frühzeitig zu erkennen und um belastbare Konflikt- und Lösungsanalysen durchzuführen.

Zur Sicherstellung der zukünftigen Wasserversorgung sind die Instrumente der Raumplanung zu nutzen, um fachlich qualifizierte Abgrenzungen von wasserhöffigen Gebieten durchzusetzen bzw. zu erhalten (Vorrang- und Vorbehaltsgebiete zur Trinkwassergewinnung). Daneben ist die Wasserversorgungsplanung eine wichtige Grundlage für die unterschiedlichen Wassernutzungen.

Neben der Überwachung des mengenmäßigen Zustandes gehört auch die kontinuierliche Überwachung der stofflichen Belastung des Grundwassers zur nachhaltigen Sicherung der Ressource.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Bodenwasserhaushaltsmodellierungen:** Zur Bestimmung des aktuell nutzbaren regionalen Wasserdargebots und zur Prognostizierung des zukünftig nutzbaren regionalen Wasserdargebots werden im Rahmen von KLIWA

Bodenwasserhaushaltssimulationen durchgeführt. Die Grundwasserneubildung des jeweils vergangenen Jahres wird regelmäßig berechnet. Darüber hinaus wurden Prognoserechnungen bis zum Jahr 2100 durchgeführt.

- **Ausstattung von Grundwassermessstellen mit Datenfernübertragung (Überwachung der Grundwassermenge):** Das LfU arbeitet bis Ende 2024 zusammen mit dem hydrologischen Dienst der SGDen landesweit an der Ausstattung repräsentativer Grundwassermessstellen mit Datenfernübertragung. Ziel ist eine zeitnahe Dokumentation und kurzfristige Bewertung der Grundwasserstände. Im Bereich der SGD Nord sind bereits 45 Grundwassermessstellen mit Datenfernübertragung ausgestattet und abrufbar, um zeitnahe zuverlässige Daten zur Entwicklung der Grundwasserstände zu erheben. Im Laufe des Jahres 2023 kommen etwa 35 Messstellen im Bereich der SGD Süd hinzu.
- **Fortschreibung des Wasserversorgungsplans:** Der Wasserversorgungsplan dient als Grundlage für eine nachhaltige und langfristige Sicherstellung der öffentlichen Wasserversorgung unter Berücksichtigung klimatischer Änderungen. Der erste Teil des Planes (Teil 1- Bestandsaufnahme) liegt seit 2022 vor. Er beschreibt die Wasserversorgungsstruktur des Landes Rheinland-Pfalz für das Erhebungsjahr 2018 und enthält eine Bewertung der wasserwirtschaftlichen Folgen eines voranschreitenden Klimawandels für die öffentliche Trinkwasserversorgung. Konkret wird das vorhandene nutzbare Grundwasserdargebot mit dem Wasserbedarf der Wasserversorgungsunternehmen abgeglichen und die nutzbare Dargebotsreserve ermittelt. Der vorliegende Plan wird durch einen Teil 2 - „Sensitivitätsanalyse“ ergänzt, in dem Bedarfe und Dargebote unter Berücksichtigung klimatischer und demografischer Parameter prognostiziert werden. Zu diesen „Stressfaktoren“ gehören ein weiterer Rückgang der Grundwasserneubildung, eine Zunahme des Pro-Kopf-Verbrauchs und eine zunehmende Bevölkerungsentwicklung. Daraus können dann entsprechende regionale Versorgungskonzepte zur nachhaltigen und tragfähigen Sicherstellung der öffentlichen Trinkwasserversorgung abgeleitet werden.
- **Erarbeitung eines Wasserversorgungsplans Landwirtschaft:** Als Grundlage für die Planung und Realisierung regionaler Bewässerungsmaßnahmen wird in Zusammenarbeit mit dem Landwirtschaftsministerium ein Wasserversorgungsplan Landwirtschaft erarbeitet. Hierfür wird ein regional untergliederter Wasserbedarfsplan für die wichtigsten Acker-, Gemüse- und Dauerkulturen, wie Wein und Obst, erarbeitet und dem entsprechenden regional verfügbaren Wasserdargebot gegenübergestellt werden. Der Bedarf wird für einen mittelfristigen Zeitraum unter Berücksichtigung der entsprechenden klimatischen Entwicklungen und des Einsparpotenzials von Beregnungswasser über technische Verteilersysteme und digitale Steuerung prognostiziert werden. Auf dieser Grundlage sollen dann sowohl landwirtschaftliche als auch wasserwirtschaftliche Maßnahmen geplant und realisiert werden. Flankierend sollen Daten und Ergebnisse aus dem Projekt LAWAMAD (Landwirtschaftliches Wassermanagement in Deutschland) des Thünen-Instituts genutzt werden. Beispielhaft werden u.a. Wasserspeicheroptionen in einer pfälzischen Gemüsebauregion entwickelt und aus technischer, planerischer und ökonomischer Sicht ausgewertet (<https://www.thuenen.de/de/thuenen-institut/infrastruktur/stabsstellen-klima-und-boden/projekte/lawamad-landwirtschaftliches-wassermanagement-in-deutschland-1>).
- **Pilotprojekt „Monitoring von Beregnungsbrunnen“:** Im Raum Hochstadt-Zeiskam wurden zur Messung der entnommenen Grundwassermengen und Erfassung des Grundwasserspiegels landwirtschaftlich genutzte Grundwasserbrunnen mit digitaler Messtechnik und Datenübertragung ausgerüstet (<https://sqdsued.rlp.de/themen/wasserwirtschaft/landwirtschaftliche-bewaesserung>). Die

Erfahrungen sind Grundlage für die anstehende sukzessive Ausrüstung landwirtschaftlicher Brunnen mit Messtechnik zur Erfassung der entnommenen Mengen (vorzugsweise digitale Wasserzähler mit Datenfernübertragung). Gleichzeitig dienen die Daten auch der fortlaufenden Kontrolle der Einhaltung und ggfs. erforderlichen Anpassung der erteilten Erlaubnisse. Zusätzlich lässt die SGD Süd in 2023 ein Umsetzungskonzept zur digitalen Mengenerfassung an landwirtschaftlichen Bewässerungsbrunnen in den Pilotgebieten Ludwigshafen-Süd und Worms-Ibersheim entwickeln. Dies umfasst eine Bestandsaufnahme und technische Beschreibung vorhandener Brunnen im Hinblick auf die Einsatzmöglichkeiten von digitalen Mengenzählern, die erforderliche Ausstattung, Personalbedarf und Kosten der Software für das behördliche Datenmanagement.

- **Aktualisierung eines Spurenstoffmonitorings:** In den Jahren 2023 und 2024 führt das LfU landesweit an etwa 175 Standorten ein Grundwassermonitoring auf organische Spurenstoffe (Beispiele sind Pflanzenschutzmittel, Biozid-Wirkstoffe, Arzneimittel, PFAS und deren Metaboliten) durch.
- **Ausbau des Grundwassermessnetzes bzw. Ausweisungsmessnetzes (Überwachung der Grundwasserqualität):** Zur Umsetzung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Ausweisung von mit Nitrat belasteten und eutrophierten Gebieten (AVV GeA) wird das Grundwassermessnetz ausgebaut (siehe auch Kapitel 3.1.4).
- **Anwendung des Nährstoffmodells AGRUM RP<sup>3</sup> in Zusammenarbeit mit der Agrarverwaltung:** Das MKUEM hat gemeinsam mit dem MWVLW eine Methodik erarbeitet, die ein räumlich und nach Eintragspfaden differenziertes Monitoring der Stickstoffbelastung der Gewässer erlaubt. Hierauf aufbauend werden Maßnahmen für eine bessere Gewässerqualität abgeleitet und deren Auswirkungen abgeschätzt. Das Modell ist Grundlage für eine gezieltere und differenziertere Planung von Maßnahmenprogrammen und für den Einsatz von Beratung und Fördermitteln.

#### Was ist geplant?

- **Vervollständigung des bestehenden behördlichen Datenbestandes:** Um eine lückenlose Erfassung der zugelassenen und tatsächlichen Entnahmen zur landwirtschaftlichen Bewässerung zu gewährleisten, werden die bestehenden behördlichen Datenbestände vervollständigt.
- **Aufbau eines Auskunftssystems:** Das LfU baut ein Auskunftssystem zur Darstellung der aktuellen Grundwasserstände und der jeweils aktuellen Grundwassermodellierung auf Basis des Bodenwasserhaushaltsmodells (GWN-BW) auf.
- **Erstellung eines Konzeptes zur Überwachung der Grundwasserentnahmen für die landwirtschaftliche Bewässerung:** Insbesondere die Vielzahl der pfälzischen Einzelbrunnen zur landwirtschaftlichen Bewässerung erfordern ein umsetzbares Konzept für Anforderungen an Messeinrichtungen und die behördliche Datenauswertung, um auf dieser Grundlage belastbare Wasserbilanzen bzw. Eingangsdaten für regionale Grundwassermodelle und zur Verbesserung des behördlichen Vollzugs zu erhalten.
- **Erarbeitung eines wasserwirtschaftlichen Fachbeitrages im Rahmen der Fortschreibung des Landesentwicklungsprogramms:** Potenzielle Reserven an nutzbarem Grundwasserdargebot, die einer zukünftigen Neuerschließung von Grundwasser zu Trinkwasserzwecken dienen können, müssen infolge einer

<sup>3</sup> Analyse von Agrar- und Umweltmaßnahmen im Bereich des landwirtschaftlichen Gewässerschutzes

zurückgehenden Grundwasserneubildung in besonderer Weise geschützt werden. Entsprechend ihrer regionalen Bedeutung für die Sicherstellung der öffentlichen Trinkwasserversorgung soll die Festlegung von Vorbehalts- oder Vorranggebieten, in denen Neuerschließungen stattfinden können, in der Landesplanung durch einen Fachbeitrag konkretisiert werden.

- **Fortschreibung des Nährstoffmodells für Rheinland-Pfalz:** Als Grundlage für ein bundesweites Wirkungsmonitoring zur Düngeverordnung und zur Umsetzung der AVV Gebietsausweisung wird das Nährstoffmodell AGRUM mit für Rheinland-Pfalz spezifischen Parametern fortgeschrieben.

Was muss noch diskutiert werden?

- **Flächendeckende Bereitstellung von Rohwasserdaten durch die Wasserversorger:** Die rheinland-pfälzischen Wasserversorger verfügen über Analysedaten aus der qualitativen und quantitativen Überwachung ihres Rohwassers. Eine Bereitstellung dieser Daten für die Wasserwirtschaftsverwaltung würde die allgemeine Datenlage sowie die Basis für gemeinsame Problemlösungsansätze für Wasserversorger und Behörden deutlich verbessern. Bislang erfolgte eine Datenbereitstellung hauptsächlich auf freiwilligem Weg. Es soll geprüft werden, inwiefern in Zukunft eine dauerhafte und flächendeckende Bereitstellung der Daten durch die Wasserversorger erlangt werden kann.

### 3.1.2 Wasserentnahmen nachhaltig steuern - Anpassung und Kontrolle der Einhaltung von wasserrechtlichen Zulassungen

Um das Grundwasser nachhaltig bewirtschaften zu können, sind Anpassungen im wasserwirtschaftlichen Vollzug bei der Zulassung von Gewässerbenutzungen und deren Kontrolle notwendig.

Wasserrechte können unbefristet oder mit einer Laufzeit von bis zu 30 Jahren erteilt werden. Sie wurden häufig zu Zeiten vergeben, als deutlich mehr Grundwasser als heute zur Verfügung stand. Bei Neuerteilung oder Überprüfung der wasserrechtlichen Zulassungen müssen die aktuellen und zukünftig zu erwartenden Grundwasserneubildungsraten berücksichtigt, d. h., der zugelassene Umfang der Nutzung verringert werden.

Bezüglich der Verbesserung der Kontrolle von Grundwasserentnahmen wird auf die Maßnahmen im vorherigen Kapitel 3.1.1 verwiesen (siehe Pilotprojekt „Monitoring von Beregnungsbrunnen“; Vervollständigung des bestehenden behördlichen Datenbestandes sowie Erstellung eines Konzeptes zur Überwachung der Grundwasserentnahmen für die landwirtschaftliche Bewässerung).

Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Erteilung gehobener Erlaubnisse anstatt der Bewilligung von Wasserrechten:** In der wasserrechtlichen Zulassungspraxis wird von der Möglichkeit der gehobenen Erlaubnis anstatt der Bewilligung Gebrauch gemacht, um flexibler auf sich ändernde hydrologische Verhältnisse reagieren zu können. In kritischen Fällen können die Wasserrechte als einfache Erlaubnisse für wenige Jahre vergeben werden, um prüfen zu können, ob auch in trockenen Zeiten genug Wasser vorhanden ist (Langzeitpumpversuch mit Beobachtungsprogramm).
- **Neuorientierung der Wasserrechte am nutzbaren Grundwasserdargebot in Trockenzeiten:** Die reduzierte Grundwasserneubildung wird durch eine Neuorientierung

der Wasserrechte am nutzbaren Grundwasserdargebot in Trockenzeiten, d. h., an Zeiten mit mehrjährig unterdurchschnittlicher Grundwasserneubildung berücksichtigt.

- **Schutz tiefer Grundwasserstockwerke:** Tiefere stockwerksgegliederte Grundwasserleiter werden in Zukunft ausschließlich für die öffentliche Wasserversorgung genutzt. Dies bedeutet, dass Entnahmen anderer Nutzer bei künftigen wasserrechtlichen Zulassungen auf das oberste Stockwerk zu beschränken sind.

#### Was ist geplant?

- **Prüfung der Einsatzmöglichkeiten von Künstlicher Intelligenz (KI) zur Entwicklung von Steuerungsinstrumenten für die Grundwasserbewirtschaftung:** Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie prüft die Landwerke Eifel (LWE AÖR) eine dynamische Rohwasserbewirtschaftung mittels künstlicher Intelligenz (KI) über ein neuronales Netz. Ziel ist die hydrologisch-ökologische, technische und wirtschaftliche Optimierung der Rohwasserbewirtschaftung. Darüber hinaus sollen die übertragbaren Erkenntnisse aus der geplanten Studie den wasserwirtschaftlichen Vollzug bei der Erteilung zukünftiger Wasserrechte unterstützen mit dem Ziel variable Entnahmerechte zu ermöglichen.

#### Was muss noch diskutiert werden?

- **Wassermanagement bei begrenzter Verfügbarkeit:** Mit dem Ziel einer transparenten und möglichst konfliktarmen Bewirtschaftung und einer bedarfsgerechten Verteilung des verfügbaren Wassers sind Lösungsstrategien zu erarbeiten und im Dialog den beteiligten Behörden, Wasserversorgern sowie anderen Nutzern zu vermitteln. Die öffentliche Wasserversorgung hat dabei immer grundsätzlich Vorrang (siehe Kapitel 3.5.7 für weitergehende Erläuterung).

### 3.1.3 Grundwasserneubildung und -anreicherung fördern

Der Boden als größter Wasserspeicher in der Fläche kann durch naturnahe Maßnahmen sowohl in der Land- als auch in der Forstwirtschaft zum Wasserrückhalt noch effektiver genutzt werden, um anfallendes Niederschlagswasser in der Fläche zu halten und damit die Grundwasserneubildung zu fördern und das nutzbare Grundwasserdargebot zu erhöhen (siehe Exkurs). Insbesondere Grünland oder klimastabile standortgerechte Laubmischwälder stellen hervorragende Wasserspeicher dar. Maßnahmen zum Wasserrückhalt im Wald und in der Landwirtschaft tragen ebenfalls zu einer Minderung bzw. Verzögerung von Hochwasserwellen bei und sind damit auch ein wichtiges Instrument des naturnahen und dezentralen Hochwasserschutzes. Im Zusammenhang mit den immer häufiger auftretenden Starkregenereignissen nutzen entsprechende Maßnahmen schließlich auch der Erosionsvorsorge und somit dem Boden- und Gewässerschutz sowie der Sicherung landwirtschaftlicher Produktion (siehe Kapitel 3.4.1).

Aber auch in Ortslagen kann durch eine wassersensible Siedlungsentwicklung (siehe Kapitel 3.3.4) und durch Entsiegelung die Grundwasserneubildung unterstützt werden.

Darüber hinaus kann durch künstliche Infiltration von Oberflächenwasser oder Uferfiltrat das Grundwasser gezielt angereichert und damit das verfügbare Grundwasserdargebot über das gesamte Jahr hinweg erhöht und stabilisiert werden. Dieses Prinzip nennt sich Managed Aquifer Recharge (kurz MAR) und steht für eine gezielte Wiederauffüllung von Grundwasserleitern.

**Exkurs: Maßnahmen zum Wasserrückhalt in der Land- und Forstwirtschaft**

Mögliche Maßnahmen **in der Landwirtschaft** sind pflanzenbauliche Maßnahmen wie Zwischenfruchtanbau, Untersaaten, konservierende Bodenbearbeitung, Dauerbegrünung im Weinbau oder Erhalt bzw. Wiederherstellung von Dauergrünland, Maßnahmen der Bodenbearbeitung wie Direkt-, Mulch- und Streifensaar oder hangparallele Bewirtschaftung, Maßnahmen der Hang- und Schlaggestaltung wie Gliederung mit Hecken, Grünstreifen oder durch Teilschläge mit unterschiedlichen Fruchtarten, Kulturtechnische Maßnahmen wie Rückbau von Drainagen, Grabenverschlüsse, Errichtung von Kleindämmen oder Agroforstsystemen (Stichwort: Keyline Design) zur Lenkung, Führung und zum Verbleib des Wassers. **Key-Line-Design** bezeichnet eine Landschaftsgestaltungstechnik zur Optimierung der Wasserressourcen eines Landstrichs bzw. zu dessen Bewässerung. Mit der an das jeweilige Gelände angepassten Linienführung zur Verstärkung der Tiefensickerung kann Dürren und Erosion vorgebeugt und ein Beitrag zum Humus-Aufbau geleistet werden. Der Humuserhalt und -aufbau steuert einen wichtigen Beitrag zum Bodenschutz bei, indem die Wasseraufnahme- und -speicherkapazität sowie die Bodenfruchtbarkeit gesteigert werden.

Das Flächenmanagement und die investiven Maßnahmen der ländlichen Bodenordnung können einen wesentlichen Beitrag zur Realisierung der Maßnahmen zum Wasserrückhalt in der Fläche leisten.

**In der Forstwirtschaft** tragen zu einem verbesserten Wasserrückhalt beispielsweise Maßnahmen wie eine besonders bodenschonende Bewirtschaftung (z. B. Seilkraneneinsatz, Pferdeeinsatz), Verringerung der Anzahl der Rückegassen, Inventur und ggf. Rückbau von Wegen und Gräben, Einbau von Rigolen, Durchstiche, Flutmulden- und Versickerungsteiche, Anlage von Boden- und Erosionsschutzwald, klimastabile standortangepasste Laubmischwälder, Wiederbewaldung sowie waldökologische Maßnahmen zur Erhöhung des Anteils der Laubbäume (bessere Infiltrationsbedingungen als Nadelbäume) bei.

Besonderes Augenmerk ist auf die **landwirtschaftlichen sowie forstwirtschaftlichen Wege** zu legen, denn sie sind häufig wasserführend und tragen damit zum verstärkten Niederschlagsabfluss und zur Abflusskonzentrierung bei. Verbesserungen können beispielsweise durch eine geänderte Wegführung, abschnittsweise hangparallelen Verlauf, Entwässerung über Querrinnen sowie Versickerung des Niederschlags in angrenzenden Flächen, bereichsweise Aufgabe wegparalleler Entwässerung und durchströmbaren Wegeunterbau (Rigolen) erreicht werden.

**Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?**

- **Einführung eines Beratungsschwerpunktes zum Wasserrückhalt in der Fläche:** Bei der Wasserschutzberatung des Landes an den Dienstleistungszentren Ländlicher Raum Rheinland-Pfalz ist die Etablierung eines weiteren Aufgaben- und Beratungsschwerpunkt zu Wasserrückhalt bzw. Starkregen- und Erosionsvorsorge in der Landwirtschaft gerade in Umsetzung. Darüber hinaus wurde die Thematik des Wasserrückhalts bzw. der Erosions- und Starkregenvorsorge in Land- und Forstwirtschaft in die örtlichen Hochwasservorsorge- und Starkregenkonzepte (öHSVK) integriert. Das MKUEM hat das Netzwerk aus kommunaler Beratung zur Hochwasser- und Starkregenvorsorge um den Bereich der land- und forstwirtschaftliche Beratung erweitert, so dass hier eine fachübergreifende Zusammenarbeit und Integration von verschiedenen Disziplinen bei den öHSVK möglich ist (siehe auch Kapitel 3.1.4 und 3.4.1).

- **Förderung von Maßnahmen zum Wasserrückhalt auf öffentlichen Flächen:** Über die Förderrichtlinie der Wasserwirtschaftsverwaltung werden Maßnahmen für eine erosions- und hochwassermindernde oder rückhaltende Bewirtschaftung öffentlicher Flächen abseits der Fließgewässer zur Verbesserung der Grundwasserneubildung und des Wasserrückhalts auf der Fläche gefördert. Hierzu zählen auch Rückhaltmaßnahmen im Kommunalwald.
- **Förderung von Wasserrückhalt im Kommunal- und Privatwald:** Auch über die Förderrichtlinie „Zuwendung zur Förderung der Waldwirtschaft (Fördergrundsätze Wald)“ der Forstwirtschaft werden Maßnahmen zum Wasserrückhalt im Wald unterstützt. Eine wichtige Maßnahme zur Wiederherstellung und Verbesserung der Filter- und Speicherfunktion des Bodens durch Abpufferung des Säureeintrags in Waldböden ist die Bodenschutzkalkung. Weitere Maßnahmen sind die Erstabwässerung auf bisher nicht forstwirtschaftlich genutzten Flächen und die Vorausverjüngung in durch Extremwetterereignisse geschwächten Waldbereichen sowie die Wiederbewaldung von Kalamitätsflächen zufolge der Borkenkäferkatastrophe.
- **Sonder-Maßnahmen-Block „Wasserrückhalt im Wald“ für Landeswald:** Für den Landeswald ist seit 2022 im Haushalt des Landesbetriebs Landesforsten Rheinland-Pfalz der Sonder-Maßnahmen-Block „Wasserrückhalt im Wald“ ausgewiesen. Aus diesem werden vor allem im Wegebau (sowohl bei Grundinstandsetzungen als auch bei Wegeunterhaltung) und im Bereich Naturschutz (flächige Wiedervernässung durch Verschluss von Grabensystemen) Maßnahmen zum Wasserrückhalt im Wald finanziert.
- **Berücksichtigung der Thematik Wasserrückhalt im Wald in der Richtlinie „Handbuch Walderschließung“:** Darüber hinaus enthält die Richtlinie „Handbuch Walderschließung“ seit der überarbeiteten Version vom 4. Oktober 2022 ein eigenes Kapitel zum Wasserrückhalt im Wald. Die dort getroffenen Regelungen zur Walderschließung sind konsequent auf die Belange des Wasserrückhaltes ausgelegt. Neben der verpflichtenden Umsetzung im Staatswald hat das „Handbuch Walderschließung“ eine Vorbildfunktion im Körperschafts- und Privatwald und setzt damit Maßstäbe für die gute fachliche Praxis.
- **Förderung durch die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP):** Im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik ist der Prämienersatz an die Einhaltung bestimmter Auflagen gebunden. Mit Beginn der neuen Förderperiode 2023–2027 müssen u.a. Vorgaben zur Mindestbodenbedeckung (z.B. Winterkulturen, mehrjährige Kulturen, Zwischenfrüchte, Mulchauflagen) eingehalten werden. Hierbei gilt, dass 80 % der Ackerflächen eine Bodenbedeckung aufweisen muss. Außerdem sind Regelungen zum Erosionsschutz einzuhalten, die insbesondere bestimmte Flächen als erosionsgefährdet definiert und für solche Flächen in erster Linie Zeiträume für die Bodenbearbeitung regelt (siehe auch Kapitel 3.1.4).
- **Durchführung diverser Pilotprojekte:** Beispielhaft zu erwähnen sind insbesondere zwei Pilotprojekte des MKUEM. Das Projekt „**Agroforsten Bannmühle**“ in Odernheim am Glan erprobt Agroforstsysteme, die gleichzeitig Ziele der Starkregenvorsorge und der Verbesserung der Grundwasserstände verfolgen. Über eine aus Mitteln des Wasserzentrums finanzierte Kooperationsvereinbarung zwischen MKUEM und Landesbetrieb Forsten werden im Projekt „**Wasser und Wald**“ gezielt Maßnahmen zum Wasserrückhalt im Staatswald umgesetzt. An dem Projekt sind die drei Forstämter Soonwald, Adenau und Ahrweiler beteiligt. Die Abteilung Wasserwirtschaft beteiligt sich außerdem an einem LIFE-Projekt des Instituts für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) zur Erprobung

von Agroforstsystemen unter praktischen Bedingungen und als Teil der Wertschöpfungskette im ländlichen Raum (Projektstart voraussichtlich Oktober 2023).

#### Was ist geplant?

- **Managed Aquifer Recharge (MAR):** Es wird geprüft, welche Gebiete für die gezielte Infiltration von Oberflächenwasser in Grundwasserleiter zur Grundwasserstützung und zur Grundwasserspeicherung hydrogeologisch geeignet sind und aus welchen Oberflächengewässern hierfür Wasser entnommen werden kann. Auf Grundlage eines zu erstellenden Modells wird ein entsprechendes Konzept zur Nutzung des Prinzips MAR in Rheinland-Pfalz in Zusammenarbeit mit dem LfU und dem LGB erarbeitet.

#### Was muss noch diskutiert werden?

- **Landesprogramm zur Erosionsvorsorge und zur Unterstützung des Landschaftswasserhaushaltes in der Landwirtschaft z. B. durch Keyline-Design-Projekte:** Für nähere Ausführungen siehe Kapitel 3.4.1.

### 3.1.4 Gewässerschonende Landbewirtschaftung (qualitativer Grundwasserschutz)

Der Eintrag von Nitrat aus der landwirtschaftlichen Bodennutzung stellt nach wie vor eine bedeutende Ursache einer flächenhaften Belastung des oberflächennahen Grundwassers dar. Durch den regional deutlichen Rückgang der Grundwasserneubildung erhöht sich insbesondere in Trockengebieten wie Rheinhessen außerdem das Risiko einer Konzentrierung eingetragener Nähr- und Schadstoffe.

Zum Erhalt bzw. zur Verbesserung der Grundwasserqualität sind daher über die rechtlichen Anforderungen des Düngerechts hinaus grundwasserschonende Methoden der Landbewirtschaftung anzuwenden und weiterzuentwickeln.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Umsetzung von Maßnahmen aus dem Bewirtschaftungsplan (EG WRRL):** Im rheinland-pfälzischen Bewirtschaftungsplan gemäß EG-WRRL werden Maßnahmen zur Reduzierung von Nähr- und Schadstoffen festgelegt. Grundlegende Maßnahmen beinhalten dabei die Umsetzung geltenden Ordnungsrechts (v. a. Nitratrichtlinie, Düngeverordnung, Wasserhaushaltsgesetz).
- **Programm „Gewässerschonende Landwirtschaft“:** Als ergänzende Maßnahme existiert seit 2014 das Programm „Gewässerschonende Landwirtschaft“ zur Flankierung der rechtlichen Verpflichtungen des landwirtschaftlichen Fachrechts. Ziel ist die Reduzierung der Stoffeinträge aus diffusen landwirtschaftlichen Quellen in Grundwasser und Oberflächengewässer. Zu dessen Finanzierung leisten Mittel aus der Erhebung des Wasserentnahmeentgelts einen wesentlichen Beitrag. Das Kernstück des Programms ist die seit 2014 etablierte regional- und betriebsspezifische Wasserschutzberatung landwirtschaftlicher, wein- und gartenbaulicher Betriebe an den Dienstleistungszentren Ländlicher Raum Rheinland-Pfalz (<https://www.wasserschutzberatung.rlp.de>). Die Wasserschutzberatung hat die Aufgabe, die Betriebe hinsichtlich des Gewässerschutzes zu sensibilisieren und zur Durchführung gewässerschonender Maßnahmen zu beraten. Dies betrifft die Reduzierung der Nährstoffeinträge ins Grundwasser (Nitrat) und in Oberflächengewässer (Phosphat-Einträge durch Erosion) sowie die Verringerung der Gewässerbelastung durch Pflanzenschutzmittel. Daneben beinhaltet das Programm gewässerschonende Landwirtschaft auch die Förderung gewässerschonender

Maßnahmen über die 2. Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) im Rahmen von Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen.

- **Förderung durch die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP):** Die GAP-Förderung 2023–2027 flankiert das Programm „Gewässerschonende Landwirtschaft“ beispielsweise durch die Einführung neuer Standards u. a. für wasser- und bodenschonende Bewirtschaftung als Voraussetzung für Direktzahlungen (1. Säule) bzw. zusätzliche Förderung (2. Säule) (siehe oben).
- **Unterstützung der ökologischen Landwirtschaft:** Die Landesregierung unterstützt die Entwicklung einer ökologischen Landwirtschaft, um damit eine Verringerung bzw. Vermeidung von diffusen Stoffeinträgen in das Grund- und Oberflächenwasser zu erreichen. Das Ziel, den Anteil des Ökolandbaus auf 25 % zu erhöhen, fügt sich damit in die wasserwirtschaftliche Zielsetzung ein.
- **Koordinierungsstelle KARA (Klimawandelanpassung und Klimaschutz in der rheinland-pfälzischen Agrarwirtschaft)** am Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz: Am DLR Rheinpfalz in Neustadt an der Weinstraße wurde eine Koordinierungsstelle zur Erarbeitung nachhaltiger Nutzungsstrategien zu den Ressourcen Wasser und Boden etabliert.
- **Ausbau des Grundwassermessnetzes (Überwachung der Grundwasserqualität):** Im Zuge der Umsetzung der Düngeverordnung wird bis zum Jahresende 2024 das qualitative Messnetz auf etwa 560 Messstellen deutlich verdichtet werden, um einen detaillierteren Überblick über die Nitratkonzentrationen im Grundwasser zu erhalten. Nach der AVV GeA soll außerdem zur realistischen Ermittlung der Nitratgehalte der Nitratabbau durch Denitrifikation im Grundwasser erfasst und berücksichtigt werden. Ziel ist, das Denitrifikationspotential im Grundwasser zu kennen, um das Risiko eines „Nitratdurchbruchs“ zu vermeiden (siehe auch Kapitel 3.1.1).

### 3.1.5 Wasserversorgungsinfrastruktur anpassen und erhalten, neue Ressourcen erschließen

Um Versorgungsengpässe aufgrund des saisonal steigenden Wasserbedarfes zu vermeiden und um die Wasserversorgung auch künftig sicherstellen zu können, ist die Wasserversorgungsinfrastruktur anzupassen.

Vorhandene Gewinnungsanlagen sowie das Leitungsnetz müssen aufrechterhalten bzw. optimiert werden (z. B. tiefere Brunnen und leistungsfähigere Pumpenanlagen, größere Speicherkapazitäten in Wassernetzen und Wasserwerken). Auch alte aufgelassene Brunnen und Notbrunnen in Gebieten ohne Eigenförderung müssen betriebsbereit gehalten werden. Diese könnten ggf. auch zur landwirtschaftlichen Bewässerung genutzt werden. Zum anderen sind regionale und überregionale Verbundlösungen zur Absicherung in Notzeiten bzw. bei Spitzenbedarfen und zum Ausgleich von Wassermangel- und Überschussgebieten weiter auszubauen.

Hierzu gehört auch die Nutzung natürlicher oder künstlicher Speicher(-becken) beispielsweise zur Sammlung von Winterabflüssen unter Berücksichtigung der ökologisch erforderlichen Mindestwasserführung in Fließgewässern. Das Wasser kann in Zeiten mit hohem Wasserbedarf wieder abgegeben werden, damit kein Grundwasser entnommen werden muss (z.B. zur Beregnung). Dadurch wird der lokale Wasserhaushalt gestützt und kann so einen wichtigen Beitrag zur Entspannung von Nutzungskonflikten leisten.

Im ländlichen Raum sollten für die Speicherung von Wasser Infrastrukturen geschaffen bzw. vorhandene reaktiviert werden, insbesondere in Form von Bewässerungsteichen oder Rückhaltebecken. Im urbanen Bereich kann die Wasserspeicherung z. B. durch eine verbesserte Nutzung von Tonnen, Zisternen, etc., erfolgen (siehe auch Kapitel 3.3.4).

Die Erschließung neuer Gewinnungsgebiete bzw. Rohwasserquellen in wasserhöffigen Regionen und von durch Uferfiltrat oder Oberflächenwasser angereichertem Grundwasser ist zur langfristigen Versorgung von Wassermangelregionen ebenfalls in Betracht zu ziehen. Auch die Neuanlage zusätzlicher Talsperren an geeigneten Standorten ist zu prüfen.

Vor dem Hintergrund der Zunahme von Extremwetterereignissen sollte die Versorgungsinfrastruktur vor Extremhochwässern in Tallagen z.B. durch Höherlegung der Brunnenköpfe geschützt werden.

Die Einsparung von Energie ist durch Energieeffizienzmaßnahmen zu forcieren. Energieeinsparung und Eigenenergieerzeugung bei Wasserversorgungsinfrastruktur können durch den Einbau von energiesparenden Anlageteilen (Pumpen), Turbinen zur Stromgewinnung oder PV-Anlagen erfolgen.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Förderung von Verbundleitungen:** Die Wasserversorger arbeiten mit der finanziellen Unterstützung durch das MKUEM für eine langfristige Sicherstellung bereits heute daran, die Trinkwasserversorgung auch für die Zukunft durch weitere umfangreiche Versorgungsverbünde zu rüsten. Ein besonders innovatives Beispiel ist die mehr als 80 km lange Wasserfernleitung der Kommunalen Netze Eifel AöR als Basis des „Regionalen Verbundsystems Westeifel“.
- **Förderung baulicher Infrastruktur:** Über die Förderrichtlinien der Wasserwirtschaftsverwaltung werden Maßnahmen gefördert, die der Wasserspeicherung dienen. Ein Beispiel ist die Anlage künstlicher Speicherbecken im landwirtschaftlichen Wasserbau.
- **Nutzung von Flurbereinigungsverfahren zur Planung von Bewässerungsinfrastruktur und Wasserrückhaltmaßnahmen in der Landwirtschaft und im Weinbau:** Beispielsweise hat die Landesregierung gemeinsam mit dem Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Mosel im Rahmen von Flurbereinigungsverfahren zwei Bewässerungsprojekte an der Unteren Ruwer sowie an der Mittelmosel initiiert, die Oberflächenwasser im Winter in Speicherbecken bevorraten bzw. in den Wintermonaten aus Ruwer und Mosel entnehmen und im Sommer als Beregnungswasser zur Verfügung stellen.
- **Förderung Energieeffizienzmaßnahmen:** Energieeffizienzmaßnahmen sowie die notwendigen Gutachten und Konzeptionen zur Ermittlung des Energieeinsparpotenzials bzw. des Eigenstromerzeugungspotenzials und zur Optimierung der Wassernetze können über die Förderrichtlinie der Wasserwirtschaftsverwaltung gefördert werden.
- **Benchmarking-Initiative „Gutes Wasser – Klare Preise“:** Die Benchmarking-Initiative ist eine kontinuierlich durchgeführte Vergleichsanalyse von rheinland-pfälzischen Wasser- und Abwasserunternehmen mit dem Ziel die technische und wirtschaftliche Leistung zu optimieren (<https://www.wasserbenchmarking-rp.de/>). Dies dient ebenfalls der Gebührentransparenz. Die Initiative hat einen zusätzlichen, wechselnden Themenblock z. B. zu Kritis/Vulnerabilität oder Notfallvorsorge.
- **Pakt „Resiliente Wasserversorgung“:** Das Land Rheinland-Pfalz hat mit den kommunalen Spitzenverbänden und den wasserwirtschaftlichen Fachverbänden einen

Pakt für eine resiliente Wasserversorgung abgeschlossen. Die Kommunen verpflichten sich eine bestmögliche Notfallvorsorge in ihrem Versorgungsgebiet durch geeignete Maßnahmen zu erwirken. Hierzu wird Ihnen eine zu 100 % geförderte Standortbestimmung zum Thema Notfallvorsorge als Instrument bereitgestellt, auf deren Grundlage Maßnahmen identifiziert und abgeleitet werden sollen. Dieses Instrument wurde bereits bei 21 Wasserversorgungsunternehmen in der letzten Erhebung zum Benchmarking Rheinland-Pfalz erfolgreich zum Einsatz gebracht und wird nunmehr flächendeckend ausgerollt. Das Land gewährt verstärkt Finanzmittel für die Umsetzung von geeigneten Maßnahmen durch eine zeitlich befristete Sonderförderung.

- **Bonusförderung von Maßnahmen zur Erhöhung der Resilienz der Wasserversorgung:** Über die Förderrichtlinie der Wasserwirtschaftsverwaltung können Maßnahmen zu Erhöhung der Resilienz gefördert werden, z. B. Notstromaggregate, Fernüberwachung oder Maßnahmen zur Erhöhung der IT-Sicherheit.

#### Was ist geplant?

- **Gutachterliche Untersuchungen zur Identifizierung potentieller Standorte von Gewinnungsanlagen:** Zur Erschließung von mit Uferfiltrat angereichertem Grundwasser und von Gewinnungsanlagen in wasserhöffigen Regionen werden Gutachten beauftragt.
- **Prüfung neuer und erweiterter Talsperrenstandorte:** Es ist zu prüfen, ob es in Rheinland-Pfalz geeignete Standorte für die Neuanlage von Talsperren zur Trinkwasserversorgung gibt. Zudem ist zu prüfen, ob eine Erweiterung des Verbundes Primstalsperre - Steinbachtalsperre mit der Riveristalsperre vorteilhaft ist.
- **Beschleunigung von Festsetzungsverfahren für Wasserschutzgebiete:** Es werden rechtliche und organisatorische Optionen geprüft, wie Verfahren zur Festsetzung von Wasserschutzgebieten beschleunigt werden können.

#### Was muss noch diskutiert werden?

- **Schutz der Kritischen Infrastruktur Wasserversorgung vor Hochwasser:** Es ist zu prüfen, ob die Vorgaben an den Schutz von Anlagen und Standorten der Wasserversorgung vor Hochwasser ausreichen (siehe auch Kapitel 3.4.3).

### 3.1.6 Wassereffizienz steigern, Wasser wiederverwenden

Angesichts der dramatischen klimatischen Veränderungen und des steigenden Wasserbedarfs während Trockenperioden ist ein sorgsamerer Umgang mit der Ressource Wasser einzufordern. Maßnahmen sowohl zur Steigerung der Effizienz inclusive der Nutzung von Regenwasser als auch Maßnahmen zur Wiederverwendung von bereits genutztem Wasser (d.h. Wiederverwendung von Grauwasser<sup>4</sup> oder sonstigem bereits genutztem Wasser bis hin zu gereinigtem Abwasser) sind daher zukünftig verstärkt zu verfolgen, um den Trinkwasser- und Brauchwasserbedarf zu senken und den Nutzungsdruck auf die

<sup>4</sup> „Grauwasser ist nur leicht verschmutztes Abwasser. Es stammt aus Duschen, Bädern, Handwäsche, Waschmaschine, Geschirrspüler und den Küchenspülen und war deshalb nie direkt mit Kot ODER Urin in Berührung. (...) Nach einer angemessenen Behandlung kann Grauwasser sicher für die Toilettenspülung oder Bewässerung wiederverwendet werden. Mit einer weitergehenden Behandlung lässt sich die Qualität und damit das Potenzial zur Wiederverwendung von Grauwasser weiter erhöhen“ (Eawag 2021).

Grundwasserressourcen verringern. So kann Betriebswasser<sup>5</sup> z. B. zur Bewässerung des öffentlichen Raums und Grünanlagen, zur Kühlung von Gebäuden oder als Prozesswasser in der Industrie genutzt werden. Auch sollten wassersparende Produktionsverfahren weiterentwickelt werden (siehe Kapitel 3.3.4).

Die Netzverluste der Wasserversorger sind weiter zu reduzieren, da diese standortabhängig eine nicht unerhebliche Dargebotsreserve darstellen. Sanierungsarbeiten bilden einen wesentlichen Baustein zur Einsparung von bereits aufbereitetem Trinkwasser und tragen dazu bei, die Förderung von Rohwasser in den Gewinnungsanlagen zu verringern.

Die Effizienz der land- und forstwirtschaftlichen Bewässerung kann durch eine wassersparende Bewässerungstechnik und durch den Einsatz intelligenter Steuerungssysteme gesteigert werden.

Die Verordnung 2020/741 der Europäischen Union (EU) regelt in ihrer aktuellen Fassung die Mindestanforderungen an die Wasserwiederverwendung von gereinigtem Abwasser in der Landwirtschaft. Die Anwendung erfordert, neben einer weitergehenden Abwasserreinigung, einen umfassenden Prüf- und Monitoringaufwand, um zu verhindern, dass Boden- und Grundwasserqualität durch Spurenstoffe und multiresistente Keime sowie die Oberflächengewässerqualität durch fehlende Wasserzuflüsse beeinträchtigt werden. Die Optionen und Risiken der Wasserwiederverwendung für die landwirtschaftliche Bewässerung müssen noch konkretisiert werden. Häufig wird die Bewässerung mit aufbereitetem Abwasser aus Imagegründen allerdings von der Landwirtschaft abgelehnt. Dies trifft in besonderem Maße für den rheinland-pfälzischen Gemüseanbau zu, der grundsätzlich zu 100 % bewässert werden muss. Durch die Überkronenberegnung als technische Voraussetzung für Bewässerung im Gemüseanbau käme das Gemüse in Kontakt mit dem Beregnungswasser. Hier würden laut der Verordnung sehr hohe Barrieren gelten, um solche Kulturpflanzen mit aufbereitetem Abwasser zu bewässern. Auch eine Kleingruppe der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) zur Umsetzung der EU-Verordnung Water Reuse kam zu dem Ergebnis, dass die Nutzung von gereinigtem Abwasser für Pflanzen, die für den Direktverzehr vorgesehen sind und deren Früchte unmittelbar mit dem Wasser in Kontakt kommen, zunächst von einer solchen Wiederverwendung ausgenommen werden sollen. Ziel ist es daher, sich zunächst auf andere Anwendungsfälle zu beschränken.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Förderung von wasser- und energiesparender Bewässerungsinfrastruktur:** Bei Neuanlagen sind die digitale Mengenerfassung und witterungsgesteuerte Beregnungstechniken seit 2021 Voraussetzung für eine Förderung der Wasserwirtschaftsverwaltung. Auch über die Agrarförderung können erforderliche Investitionen unterstützt werden.
- **Verringerung von Rohrnetzverlusten:** Wasserverlustanalysen und Sanierungsmaßnahmen, die Netzverluste reduzieren, werden durch die Förderrichtlinie der Wasserwirtschaftsverwaltung unterstützt.
- **Prüfung von Einsparpotenzialen für Beregnungswasser:** Im Rahmen des Wasserversorgungsplans Landwirtschaft werden Einsparpotenziale für

---

<sup>5</sup> Betriebswasser, oft auch als Brauch- oder als Nutzwasser bezeichnet, ist Wasser, das einer spezifischen technischen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder hauswirtschaftlichen Anwendung dient. Betriebswasser ist anders als Trinkwasser nicht für den menschlichen Genuss vorgesehen, sollte jedoch einer gewissen Mindesthygiene entsprechen. Zum Betriebswasser zählen u. a. Grauwasser, Regenwasser und letztlich auch gereinigtes Abwasser.

Beregnungswasser über technische Verteilersysteme und digitale Steuerung sowie wassersparende Bewirtschaftungsverfahren geprüft (siehe Kapitel 3.1.1).

#### Was ist geplant?

- **Anpassung des Wasserentnahmeentgeltgesetzes:** In Hinblick auf die land- und forstwirtschaftliche Wassernutzung bedarf es zukünftig der steuernden Wirkung durch das Instrument des Wasserentnahmeentgelts. Eine entsprechende Änderung des Wasserentnahmeentgeltgesetzes zur Einführung des Entgeltes für die Grundwasserentnahme  $\geq 10.000 \text{ m}^3/\text{Jahr}$  und die Oberflächenwasserentnahme  $\geq 20.000 \text{ m}^3/\text{Jahr}$  zu land- und forstwirtschaftlichen Zwecken ist geplant. Die Verwendung der Einnahmen soll zweckgebunden für ressourcenschonende Bewässerungsprojekte erfolgen.

#### Was muss noch diskutiert werden?

- **Wasserwiederverwendung von gereinigtem Abwasser in der Landwirtschaft (Water Reuse):** Optionen und Risiken bei der Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser für die landwirtschaftliche Bewässerung (Water Reuse gemäß EU-VO 2020/741) sind unter Berücksichtigung der Empfehlungen der LAWA (2022) zu erörtern. Bei der Abwägung, ob eine Verwendung von gereinigtem Abwasser für die landwirtschaftliche Bewässerung umgesetzt werden soll, sind die teilweise entstehenden hohen Investitionskosten zu berücksichtigen. Es müsste eine komplett neue Infrastruktur von der Kläranlage bis zu den zu bewässernden landwirtschaftlichen Flächen geschaffen werden.
- **Wasserwiederverwendung von gereinigtem Abwasser in weiteren Bereichen:** Neben der Wasserwiederverwendung zur landwirtschaftlichen Bewässerung kommen auch weitere Nutzungen von aufbereitetem Abwasser in Betracht (z.B. Brauchwasser in der Industrie, Bewässerung öffentlicher Grünanlagen). Vor- und Nachteile solcher Nutzungen müssen gegeneinander abgewogen werden.
- **Erstellung von Betriebswasserversorgungsplänen:** Die Wasserversorgung von Industrie, Landwirtschaft, der grünen Infrastruktur während Trockenperioden und anderer Nutzer könnte unter Umständen einen Betriebswasserversorgungsplan erfordern oder diese Nutzer könnte Teil eines solchen Versorgungsplans sein. Die Pläne könnten beispielsweise eine Priorisierung der Infrastrukturelemente, alternative Wasserquellen, Wassertransportmöglichkeiten und die minimal benötigte Wassermenge, die für die Erhaltung der jeweiligen Infrastruktureinheit erforderlich ist, aufzeigen.
- **Flexible Wasserpreismodelle:** Um einen Anreiz für eine sparsamere bzw. gezieltere Wassernutzung zu geben, sind Modelle für eine flexible Preisgestaltung von Wasserverbräuchen zu diskutieren.

## 3.2 Schutz und Bewirtschaftung von oberirdischen Gewässern

### Herausforderungen

Seen, Flüsse und Bäche sowie ihre Ufer und Auen sind Hotspots der Biodiversität, die einer Vielzahl von Pflanzengesellschaften und Vertretern fast aller Tiergruppen geeignete Habitate bieten. Diese Ökosysteme leisten einen wichtigen Beitrag für die Artenvielfalt und das Gleichgewicht unserer Umwelt.

Die Seen und Fließgewässer sind im Laufe eines Jahres natürlichen Schwankungen in Bezug auf den Wasserstand und die Überflutung der angrenzenden Bereiche (Auen) ausgesetzt. Ein Fluss sucht sich sein Flussbett selbst und fügt sich nicht in die Landschaft ein, die der Mensch geschaffen hat. Er ist ursprünglich eigendynamisch und prägt die ihn umgebende Umwelt durch die wechselnden Wasserstände. Nur ein Gewässer, welches ausreichend Platz hat, kann seine natürlichen Funktionen erfüllen und so seine wichtige regulierende Rolle in unserer Umwelt wahrnehmen.

Durch Landnutzungsänderungen und Flussbaumaßnahmen wurde den Flüssen mitunter ihre natürlichen Auen abgegraben, wodurch natürliche Uferverläufe und ausreichend breite Gewässerrandstreifen nur unzureichend oder gar nicht mehr zur Verfügung stehen. In solchen Gewässern findet sich kein Platz mehr für eine eigendynamische und gewässertypspezifische Entwicklung.

Im Zuge fortschreitender industrieller Entwicklung unserer Gesellschaft werden bekannte Schadstoffe (wie Mikroplastik, Nanopartikel, Arzneimittel und andere Mikroverunreinigungen) in höheren Frachten und neue organische Verbindungen, die bisher noch unreguliert sind, mit zum Teil noch unbekanntem Auswirkungen in die Gewässer eingetragen. Diese werden in den heutigen Überwachungsprogrammen nur zu einem Bruchteil erfasst. Eine Bewertung der Einflüsse dieser Substanzen auf unsere Gewässer und unsere gesamte Umwelt, sowie letztlich auch auf den Menschen, ist momentan Gegenstand der Forschung.

Durch unterschiedliche Nutzungsansprüche (wie Gütertransport, Kühlwasser für Industrieanlagen, Energiegewinnung durch Wasserkraftwerke, Abwasserentsorgung, Freizeitnutzung, Landwirtschaft und Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen, Hochwasserschutz etc.) unterliegen unsere Fließgewässer zudem einem vielfältigen Nutzungsdruck, der durch den Klimawandel noch verstärkt wird.

Neben dem Hochwasserschutz muss durch den fortschreitenden Klimawandel und der damit zu erwartenden steigenden Häufigkeit von Extremen zusätzlich dem Trockenfallen von Gewässern entgegengewirkt werden.

Wie wir bereits in den letzten Jahren mehrfach hier in Rheinland-Pfalz erlebt haben, führt der Klimawandel zunehmend zu ausgedehnten Niedrigwasserphasen in unseren Fließgewässern und Seen. Während sich das Abflussverhalten unserer Gewässer bereits heute für alle sichtbar verändert, finden Veränderungen der aquatischen Lebensgemeinschaften schleichend und meist jenseits der öffentlichen Wahrnehmung statt.

Das Wasserdargebot in den Oberflächengewässern verringert sich langfristig, es kommt zu steigenden Wassertemperaturen und zur Aufkonzentrierung von Schad- und Nährstoffen. Durch die geringere Verdünnung belasten Schadstoffe das Wasser in Trockenphasen in viel höherem Maße. Das wirkt sich auf die Gewässer-Lebensgemeinschaften aus und somit ist auch eine gravierende Veränderung der ökologischen Funktionalität von Gewässer- und Auen-Lebensräumen zu erwarten (siehe auch Kapitel 2.3).

Durch die zunehmende Wärmebelastung im Sommer und die gestiegenen Temperaturen im Winter droht den für Rheinland-Pfalz typischen Mittelgebirgslebensräumen ein Verlust von

Tier- und Pflanzenarten, die auf sommerkühl temperierte Mittelgebirgs-Fließgewässer angewiesen sind.

Gleichzeitig begünstigen höhere Wassertemperaturen das Einwandern invasiver und gebietsfremder Arten, die einheimische Arten verdrängen und u. a. die freiwerdenden ökologischen Nischen besetzen, wobei die ökologischen Auswirkungen vielseitig sein können und nur sehr schwer zu prognostizieren sind.

Um dem entgegenzuwirken, müssen Maßnahmen vorangetrieben werden, die einerseits die Verdunstung reduzieren und die Beschattung der Gewässer optimieren, andererseits aber auch die eingeleiteten Schadstofffrachten aus privaten und öffentlichen Quellen (kommunale Kläranlagen, Industriebetriebe) reduzieren.

Die häufiger und länger auftretenden niedrigen Wasserstände haben in den großen Flüssen auch wirtschaftliche Auswirkungen, da während solcher Phasen die Tonnage der Schiffe reduziert bzw. die Schifffahrt teilweise oder ganz eingestellt werden muss. Der Gütertransport wird somit beeinträchtigt, wodurch Lieferketten unterbrochen und Lieferengpässe begünstigt werden. Auch die Tourismusbranche ist durch Einschränkungen der Personenschifffahrt (Ausflugsboote, Hotel- und Kreuzfahrtschiffe) ebenfalls von Ausfällen betroffen. Durch die Beschränkung der Wärmeeinleitungen z. B. aus Kühlwasser können die Anlagen nicht unter optimalen Bedingungen laufen, wodurch die Effizienz und schließlich die Produktivität der Unternehmen sinkt.

Durch klimawandelbedingte Effekte wie z. B. vermehrte Blaualgenentwicklungen, ergibt sich zudem die Notwendigkeit, die Nutzung einzelner Gewässerabschnitte oder ganzer Gewässer, z. B. Badeseen, zum Schutze der Menschen einzuschränken oder zu verbieten. Solche Gewässer erfordern wiederum einen erhöhten Überwachungsaufwand und binden die Ressourcen der zuständigen Behörden.

Durch zunehmende Starkregen- und Hochwasserereignisse insbesondere in Kombination mit einer veränderten Landnutzung können außerdem verstärkt Stoffe und Feinsediment aus der Fläche in die Gewässer eingetragen werden, was die ökologische Funktionsfähigkeit der Gewässer ebenfalls vermindert.

### Unsere Ziele

- Wir geben unseren Seen und Fließgewässern den Platz und auch die Zeit für eine naturnahe und eigendynamische Gewässerentwicklung.
- Wir etablieren funktional wirksame Gewässerrandstreifen oder Entwicklungskorridore.
- Wir minimieren die stofflichen und thermischen Belastungen von Oberflächengewässern.
- Wir haben bei der Gewässerentwicklungsplanung das gesamte Einzugsgebiet im Blick.
- Wir verfolgen ein integriertes Wasserressourcen-Management unter Berücksichtigung der ökologischen Bedürfnisse der Lebensgemeinschaften und der Interessen aller Gewässernutzer.
- Die Gesamtheit aller Organismen am und im Gewässer wird geschützt, erhalten und gegebenenfalls wiederangesiedelt. So erhalten wir ein vollständiges, funktionierendes und gegen Extremereignisse resilientes Ökosystem.

Zur Erreichung der o. g. Ziele werden wir die **fünf Maßnahmenswerpunkte** bearbeiten, die nachfolgend beschrieben sind und deren Umsetzung strukturiert dargestellt wird.

### 3.2.1 Monitoring und Datengrundlagen verbessern bzw. anpassen

Die im Rahmen der Überwachung der Oberflächengewässer erhobenen Daten stellen eine wichtige Grundlage dar, um bei kritischen Situationen verlässliche Handlungsempfehlungen

und Warnungen aussprechen zu können. Daher ist die technische und organisatorische Fortentwicklung der Gewässeruntersuchungsstationen, der Einsatz neuer Methoden sowie der Ausbau des Messnetzes kontinuierlich voranzutreiben, um frühzeitig handeln zu können.

### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Messprogramm Gewässerökologisches Klimafolgenmonitoring:** Im Rahmen der KLIWA-Kooperation wurde 2018 ein mit den Partnerländern abgestimmtes, langfristig angelegtes, gewässerökologisches Klimafolgen-Monitoring etabliert. An acht anthropogen möglichst gering belasteten Gewässern in Rheinland-Pfalz werden kontinuierliche Temperaturmessungen, jährliche biologische Untersuchungen und monatliche chemische Untersuchungen durchgeführt, um die Effekte des Klimawandels zu erfassen und ungünstigen Veränderungen in der Gewässerökologie frühzeitig entgegen wirken zu können.
- **Anpassung der Umweltüberwachung:** Die Überwachung der Fließgewässer und Seen wurde bereits an die durch den Klimawandel veränderten Bedingungen und neu auftretende Phänomene (bspw. häufige Blaualgenblüten) durch ein entsprechendes Blaualgenmonitoring angepasst. Zudem werden im Rahmen des Copernicus Projektes die Nutzung satellitenbasierter Fernerkundungsdaten für das Klimafolgenmonitoring von Seen, insbesondere der offiziellen Badegewässer des Landes, genutzt. Diese Daten ergänzen auch während der Badesaison die Überwachungen der Badestellen.
- **Einbezug und Förderung ehrenamtlicher Gewässerwarte:** Über die Fischereiverbände werden die Freizeitangler als ehrenamtliche Gewässerwarte in die Hege und Überwachung ihrer eigenen Gewässer einbezogen. Das MKUEM unterstützt dabei finanziell die Ausbildung zum Gewässerwart, die Anschaffung von Datenloggern sowie die Schulung der Gewässerwarte in der Benutzung und der Platzierung der Datenlogger.

### Was ist geplant?

- **Verbesserung der Datenlage für kleine Gewässer** durch den Einsatz von Stand-Alone Datenloggern für Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt und evtl. auch die elektrische Leitfähigkeit zur Bestimmung der Konzentration an anorganischen Salzen
- **Integration moderner Messtechnik (z.B. IoT-Sensoren, autonomes Messboot) in das Überwachungsprogramm**, um die Fachbehörden personell zu entlasten und um im Störfall schnell und ohne Gefährdung für das Personal eine Überwachung durchzuführen.
- **Erstellung einer landesweiten Karte austrocknungsgefährdeter und temperatursensibler Gewässer:** Derzeit wird an einer hydrogeologisch und biologisch basierten Risikokarte zur Darstellung des naturraumspezifischen Austrocknungsrisikos und temperatursensibler Gewässer gearbeitet. Diese stellt ein notwendiges Instrument für den nachgeordneten Bereich dar, um durch Niedrigwasserphasen besonders betroffene Bereiche zu identifizieren. So können gezielt Maßnahmen ergriffen werden und die Bevölkerung informiert werden.
- **Regionalisierung der Temperatur- und Abflussentwicklung in der nahen, mittleren und fernen Zukunft:** In verschiedenen KLIWA-Projekten wurden in den vergangenen Jahren die Voraussetzungen dafür geschaffen, die Entwicklung der Niedrigwasserabflüsse und der Wassertemperaturen in unseren Gewässern für die nahe, mittlere und ferne Zukunft zu beleuchten (Kopplung regionaler Klimamodelle [KLIWA-Ensemble] mit dem Wasserhaushaltsmodell LARSIM und dem neu entwickelten Wassertemperaturmodul). Diese Berechnungen können auf temperaturabhängige

biologische Gewässeranforderungen bezogen werden (z. B. Temperaturschwellenwerte für bestimmte Fischartengemeinschaften nach OGewV). Zusammen mit den Ergebnissen aus dem 2-Grad-Ziel-Projekt, in dem die Potenziale von Beschattungswirkungen für konkrete Gewässer aufgezeigt werden können, lassen sich Beschattungsentwicklungskonzepte ableiten bzw. priorisieren (siehe auch Kapitel 3.2.2).

### 3.2.2 Gewässer revitalisieren und Beschattung verstärken

Je vielfältiger die natürlichen Strukturen in den Gewässern sind, desto besser sind diese gegen den Einfluss von Extremwetterereignissen gewappnet. Wenn z. B. tiefe und flache Stellen – Kolke und Furten – im Gewässerlauf aufeinander folgen, dann sind die typischen Fließgewässerorganismen widerstandsfähiger gegenüber wechselnden Wasserständen. Sie können sich dann bei Niedrigwasser in die schutz bietenden, tiefen Gewässerabschnitte zurückziehen und Mangelsituationen überstehen.

Die ausreichende Beschattung durch gewässertypische Ufergehölze ist eine weitere wichtige Gegensteuermöglichkeit, die negativen Folgen des Klimawandels für die Gewässer-Lebensgemeinschaften zu minimieren. Zahlreiche Studien belegen den sehr wirksamen Kühlungseffekt der Beschattung durch die Ufervegetation kleinerer Gewässer (u.a. Haag et al., 2022).

Die Ausweisung von ausreichend breiten Gewässerrandstreifen bzw. Entwicklungskorridoren und deren Schutz, ggf. auch nach Initialpflanzung mit standortgerechten Gehölzen ist daher erheblich zu verstärken. Gewässerrandstreifen können zudem die hohe Nährstoffbelastung der Oberflächengewässer aus diffusen Quellen, insbesondere durch Phosphor, Pflanzenschutzmittel und Bodenpartikel, maßgeblich reduzieren.

Ebenso muss die Gewässerdurchgängigkeit hergestellt werden, damit Fische in weniger wärmebelastete Bereiche wandern können und nach Hoch- und Niedrigwasser die Wiederbesiedelung vereinfacht wird.

Allerdings gestaltet sich die Sicherung von Gewässerrandstreifen und Entwicklungskorridoren aufgrund mangelnder Anreize, fehlender Akzeptanz bei den Flächeneigentümern bzw. Pächtern sowie mangelnder Flächenverfügbarkeit bisher schwierig. Gewässerrandstreifen werden bislang nur im Wege der Kooperation mit den Grundstückseigentümern und Nutzern umgesetzt. Zur Ausweisung von Gewässerentwicklungskorridoren ist daher Flächenmanagement erforderlich. Die Integration der Gewässerentwicklung in die Kulturlandschaft kann durch die ländliche Bodenordnung umgesetzt werden.

Bezüglich konkreter Maßnahmen zur Wiedergewinnung und Renaturierung von Auen wird auch auf Kapitel 3.4.2. verwiesen.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Gewässerrenaturierung und -entwicklung im Rahmen der Aktion Blau Plus:** Vor mehr als 25 Jahren wurde mit dem Programm Aktion Blau alle Aktivitäten zur Verbesserung und Wiederherstellung der natürlichen Funktionen und der ökologischen Voraussetzungen zur Erreichung eines guten Zustands an rheinland-pfälzischen Gewässern gebündelt. Nach der Erweiterung um verschiedene „Plus“-Punkte 2011 ist die Aktion Blau Plus mittlerweile die Marke unter der die vielfältigen Aktivitäten der Wasserwirtschaft unter einem gemeinsamen Dach öffentlichkeitswirksam dargestellt werden. Schwerpunktmäßig werden Maßnahmen zur Schaffung von linear durchgängigen Gewässerabschnitten und zur Wiederherstellung naturnaher Gewässer- und Lebensraumstrukturen umgesetzt. Das Land fördert diese Maßnahmen mit bis zu 90

%, teilweise sogar darüber hinaus. Bis Ende 2022 wurden ca. 1800 Projekte zur Verbesserung der biologischen Durchgängigkeit oder zur Verbesserung der hydromorphologischen Bedingungen auf einer Gesamtlänge von 1634 km mit einer Fördersumme von 384 Millionen Euro durchgeführt.

- **Projekt „2 Grad Ziel für unsere Bäche – Wassertemperatur und Beschattung“:** In diesem 2022 abgeschlossenen KLIWA-Projekt wurden durch die Weiterentwicklung und Erweiterung des Wassertemperaturmoduls des Wasserhaushaltsmodells LARSIM um einen Beschattungsparameter flächendeckende Erkenntnisse darüber gewonnen, wie und in welchem Maß Gewässerbeschattung einer klimabedingten Gewässererwärmung entgegenwirken können. Auf der Basis dieser Ergebnisse ist es möglich, gezielt geeignete Uferflächen zur Beschattungsentwicklung als Aktionsräume zu identifizieren und das Erfolgspotenzial quantitativ abzuschätzen (siehe Haag et al. 2022).
- **Finanzielle Förderung interkommunaler Zusammenschlüsse** für einzugsgebietsbezogene Gewässerentwicklungsplanung über die Förderrichtlinie der Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz.
- **Flächendeckendes Fortbildungs- und Schulungsprogramm:** Im Rahmen von einzugsgebietsbezogenen Gewässer-Nachbarschaften werden gewässerunterhaltungspflichtige Gebietskörperschaften, Natur- und Wasserbehörden sowie interessierte Bürger\*innen hinsichtlich einer naturnahen und ökologisch verträglichen Gewässerunterhaltung und -entwicklung geschult und der regionale Erfahrungsaustausch gefördert. Entsprechende Best-Practice-Beispiele und angepasste praktische Methoden werden vorgestellt. Dabei werden die Unterhaltungspflichtigen zu den Themen naturnahe Gehölzpflege, Tiefenerosion, Wiederherstellung der Durchgängigkeit, ingenieurbioökologische Bauweisen, Neobiota, Totholz, Erlensterben, Randstreifen, Beschattung und strukturverbessernde Maßnahmen an Gewässern u.v.m. behandelt.
- **Einbinden von ehrenamtlich tätigen Gesellschaftsgruppen durch Bachpatenschaften** zur Unterstützung der Kommunen mit regelmäßigem Fortbildungsangebot.

#### Was ist geplant?

- **Projekt zur Beschattung von Oberflächengewässern als Grundlage für ein landesweites Beschattungsprogramm:** Ein fachübergreifendes Pilotprojekt soll tragfähige und attraktive finanzielle Anreizsysteme zur dauerhaften Mobilisierung von Flächen entlang von Gewässern identifizieren. Modellhaft sollen außerdem verschiedene Maßnahmentypen erprobt werden. Hierfür wurden potenzielle Gewässerentwicklungskorridore bzw. Gewässerabschnitte in zwei Landkreisen ermittelt und dabei die besondere Bedürftigkeit nach Beschattung und Temperaturabsenkung für Forellen und Äschen berücksichtigt. Ziel ist es, hierbei sowohl die verschiedenen gewässerökologischen Anforderungen als auch die unterschiedlichen landwirtschaftlichen Bewirtschaftungs- und Ertragsoptionen zu berücksichtigen. Dieses Projekt soll zu einer landesweiten Fördermaßnahme im Rahmen der Aktion Blau Plus entwickelt werden. Es ist geplant, die Anpflanzung von standortgerechten Ufergehölzen als eigenständige Maßnahme im Rahmen der Aktion Blau Plus zu fördern.

#### Was muss noch diskutiert werden?

- **„Klimagerechte“ Renaturierungsplanung:** Welche Daten, Instrumente und Methoden müssen den Planern von Gewässerrenaturierungsmaßnahmen und den

Gewässerunterhaltungspflichtigen zukünftig mit an die Hand gegeben werden, damit sie die Folgen des Klimawandels bei ihren Planungen bestmöglich berücksichtigen können

- **Gesetzliche Festlegung von Gewässerrandstreifen:** Die Einführung verbindlicher gesetzlicher Regelungen zu Gewässerrandstreifen kann zum weitergehenden Schutz der oberirdischen Gewässer insbesondere dem Schutz vor Stoffeinträgen beitragen. Ergänzende Regelungen zur Breite und Nutzungsverbote können die eigendynamische Entwicklung und Beschattung der Gewässer unterstützen.
- **Schaffung eines Vorkaufsrechts für Maßnahmen der Gewässerrenaturierung:** Die landesrechtliche Schaffung eines Vorkaufsrechts für Maßnahmen der Gewässerrenaturierung erscheint grundsätzlich sinnvoll. Allerdings ist auch hier die Frage zu beantworten, ob der Nutzen den Aufwand durch die Prüfung einer Vielzahl von Grundstücksverkehrsgeschäften durch die Wasserbehörden überwiegt und inwieweit entsprechende Bestimmungen einen hinreichend konkretisierbaren „Suchraum“ beschreiben können.
- **Schutzgebiete für kälteliebende Bergbach-Lebensgemeinschaften:** Durch die zunehmende Wärmebelastung droht ein Verlust von auf sommerkühle Mittelgebirgs-Fließgewässer spezialisierten Tier- und Pflanzenarten. Hier stellt sich die Frage, ob in bestimmten Regionen z.B. in der Äschen- und Oberen Forellenregion durch Beschattung diese Lebensräume erhalten werden und damit die heimischen Lebensgemeinschaften vor dem Aussterben bewahrt werden können.

### 3.2.3 Anthropogene Wärmeeinleitungen weiter reduzieren

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Wärmebelastung der Gewässer durch den Klimawandel muss der Wärmeeintrag in Flüsse durch Industriebetriebe und Kraftwerke weiter reduziert werden. Maßnahmen in Bezug auf die Minimierung von Wärmeeinleitungen sind z. B. technische Lösungen zur vermehrten Abwärme-Nutzung und ggf. Einschränkungen der zugelassenen Einleitungen.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Handlungs- und Informationskonzept für Wärmeeinleitungen:** Zur Verhinderung dramatischer ökologischer Folgen für die Fließgewässer infolge der eingeleiteten Wärme-fracht aus Industriebetrieben und Kraftwerken bei gleichzeitig starker natürlicher Aufheizung hat die Umweltverwaltung in Zusammenarbeit mit der Industrie das „Handlungs- und Informationskonzept (Stufenplan) bei hohen Wassertemperaturen in rheinland-pfälzischen Fließgewässern“ entwickelt. Das Konzept regelt das Verwaltungshandeln in Abhängigkeit von jeweils vier Temperaturschwellenwerten in den rheinland-pfälzischen Cypriniden- und Salmonidengewässern, beginnend mit einer Phase der verstärkten Temperaturüberwachung der Cyprinidengewässer bei Wassertemperaturen  $>25\text{ °C}$ , gefolgt von den drei Handlungsstufen ( $27\text{ °C}$ ,  $28\text{ °C}$  und  $29\text{ °C}$ ). Für die Salmonidengewässer gelten je nach Gewässerlängszonierung die Temperaturschwellen  $>18,5\text{ °C}$ ,  $20,5\text{ °C}$ ,  $21,2\text{ °C}$  und  $22,5\text{ °C}$ . Die Handlungsfelder der zuständigen Behörden sind hierbei z. B. die Koordination von Maßnahmen mit maßgeblichen Wärmeeinleitern, die Überwachung der ökologischen Auswirkungen sowie die Information der Öffentlichkeit und betroffener Wassernutzer wie Angler, Wasserversorger und die Landwirtschaft. Bei kritischen Wassertemperaturen können gegebenenfalls auch ordnungsrechtliche Maßnahmen zur Verringerung von Wärmeeinleitungen angeordnet werden, die unter Umständen Produktionsdrosselungen zur Folge haben.

- **Klimafolgenfeste Anpassungen von Erlaubnisbescheiden bei Wärmeeinleitungen in abflussschwache Gewässer:** Einleitungszulassungen werden hinsichtlich der Wärmelasten sukzessive an zukünftige Temperatur- und Abflussverhältnisse in den jeweiligen Regionen angepasst.

#### Was muss noch diskutiert werden?

- **Wärmerückgewinnungsmaßnahmen aus kommunalen Kläranlagen sowie industriellen Abwasser- und Kühlwassersystemen:** Mit welchen technischen und organisatorischen Maßnahmen verstärkt Wärmerückgewinnungsmaßnahmen aus kommunalen Kläranlagen und im gewerblich-industriellen Bereich durchgeführt werden können, ist zu diskutieren. Durch die Nutzung der Wärme könnte einer weiteren Steigerung der Temperatur durch Wärmeeinleitungen entgegengewirkt werden (siehe auch Kapitel 3.3.2).

### 3.2.4 Schadstoff- und Nährstoffeinträge weiter verringern

Zur Verhinderung von Sauerstoffmangel und Eutrophierung von Gewässern sowie ökotoxikologischer Wirkungen auf Organismen müssen die Nährstoff- und die Schadstoffeinträge weiter deutlich reduziert werden. Besonders bedeutend sind hier nach wie vor die Stickstoffeinträge aus der Landwirtschaft sowie die Phosphor- und Spurenstoffeinträge aus Kläranlagen. Auch wenn in Rheinland-Pfalz in den letzten Jahren die Gesamtphosphoreinträge (Pges) aus kommunalen Kläranlagen um mehr als die Hälfte reduziert wurden, tragen noch in rund 80 % der Wasserkörper in Rheinland-Pfalz die Einleitungen aus Punktquellen, insbesondere kommunaler Kläranlagen, entscheidend mit dazu bei, dass der gute ökologische Zustand aufgrund der stofflichen Belastung im Einleitgewässer nicht erreicht wird. Gerade in Niedrigwasserphasen ist mit einer Aufkonzentrierung der o. g. Stoffe aufgrund der verminderten Verdünnungswirkung und entsprechenden negativen, teils langfristigen Folgen für die Gewässerlebensgemeinschaften zu rechnen.

Eine dauerhafte Pges-Konzentration von möglichst < 0,1 mg/l im Gewässer ist im Jahresdurchschnitt auch beim Auftreten länger andauernden Trockenwetterphasen einzuhalten, da sie ein wichtiger Einflussfaktor für das Erreichen eines guten ökologischen Zustands im Gewässer ist. Die eutrophierungsrelevante Konzentration von Orthophosphat sollte im Jahresdurchschnitt unterhalb von 0,07 mg/L und in der Vegetationszeit niedriger liegen. Daher ist es oberste Priorität, für ein Optimum aus technischen und betrieblichen Möglichkeiten der Phosphorfällung sowie den Rückhalt von partikulären Stoffen aus Kläranlagen zu sorgen, um die Aufkonzentrierung von Nährstoffen aus Siedlungsabwässern weiter zu verringern.

Für den Bereich der Landwirtschaft sind eine effektivere Düngernutzung, Erosionsminderungsmaßnahmen und Gewässerrandstreifen für den Wasser- und Nährstoffrückhalt zum Schutz der Gewässer vor zu hohen Stofffrachten erforderlich (bezüglich Gewässerrandstreifen siehe Kapitel 3.2.2).

Für Maßnahmen zur Umsetzung der Spurenstoffstrategie wird auf Kapitel 3.3.3 verwiesen.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Programm Gewässerschonende Landwirtschaft inkl. Wasserschutzberatung** im Rahmen der Umsetzung der EG-WRRRL (vgl. Bewirtschaftungsplan Rheinland-Pfalz 2022-2027): Für eine weitergehende Erläuterung wird auf Kapitel 3.1.4 verwiesen.

- **Flankierung des Programms „Gewässerschonende Landwirtschaft durch GAP-Förderung** (siehe Kapitel 3.1.4).
- **Unterstützung der ökologischen Landwirtschaft** (siehe Kapitel 3.1.4).
- **Projekt „Optimierung von Kläranlagen zur Reduzierung der Pges-Einträge zur Erreichung der Ziele nach EG-WRRL“:** Für eine weitergehende Erläuterung wird auf Kapitel 3.3.1 verwiesen.
- **Erstellung von Handlungsempfehlungen in Form eines Best-Practice Leitfadens für kostengünstige Betriebsoptimierungen hinsichtlich der Phosphoremissionsenkung:** Für eine Erläuterung wird auf Kapitel 3.3.1 verwiesen.

#### Was ist geplant?

- **Erstellung von Handlungsempfehlungen hinsichtlich der („klimafolgenfesten“) zulässigen Einleitfracht oder -konzentration von gereinigtem Abwasser für den Niedrigwasserfall:** Für eine Erläuterung wird auf Kapitel 3.3.1 verwiesen.

### 3.2.5 Wasserentnahmen nachhaltig regeln

Neben Wärmeeinleitungen werden die schon durch den Klimawandel mit Abflussrückgängen belasteten Fließgewässer und ihre Lebensgemeinschaften zusätzlich durch Wasserentnahmen beeinträchtigt. Dabei wird unterschieden zwischen zugelassenen Wasserentnahmen zu verschiedenen Zwecken (z. B. landwirtschaftliche Bewässerung, Brauchwasser für Industrie und Gewerbe) und unregelmäßigen Wasserentnahmen im Rahmen des Gemeingebrauchs sowie des Eigentümer- und Anliegergebrauchs. Gewässerökologisch kritische Situationen können insbesondere während langer Hitze- und Trockenwetterperioden entstehen, in denen gleichzeitig der Wasserbedarf steigt. In akuten Niedrigwassersituationen ist es daher sinnvoll oder gar geboten, Entnahmen von Wasser insbesondere aus kleineren, nicht staugeregelten Fließgewässern<sup>6</sup> durch Einschränkung des Anliegergebrauchs bzw. Einschränkung der durch Bescheid erlaubten Wasserentnahmen nach entsprechend vorher festgelegten Kriterien so weit wie möglich zu reduzieren und zu beschränken. Zudem sind besondere Regelungen für sensible Gewässer mit schon natürlicherweise trockenfallenden Abschnitten zu treffen. Darüber hinaus sind bei der Neuerteilung von Wasserrechten mögliche Klimawandeleinflüsse mit zu berücksichtigen.

#### Was ist geplant?

- **Entwicklung eines Leitfadens zur Regelung von Wasserentnahmen und -verteilung aus Fließgewässern bei Niedrigwasser:** Dieser soll die Ausweisung austrocknungsgefährdeter, sensibler Gewässer und eine Handlungshilfe zur Beschränkung des Eigentümer- und Anliegergebrauchs bzw. durch Bescheid erlaubter Wasserentnahmen in akuten Niedrigwasserphasen (inkl. Festlegung gewässerökologischer Kriterien zur Ermittlung der Notwendigkeit und Begründung von Einschränkungen) beinhalten.

<sup>6</sup> Bei den großen oder staugeregelten Gewässern sind die Auswirkungen der Wasserentnahmen während Niedrigwasserphasen anders zu bewerten als an kleinen Gewässern. Hier ist eine Beeinflussung relevanter chemisch-physikalischer Qualitätsparameter aufgrund der größeren Wassermenge bei begrenzten Entnahmen nicht in dem Maße zu befürchten, wie in kleineren Gewässern. Zudem sind die Lebensgemeinschaften i.d.R. weniger anspruchsvoll als in kleineren freifließenden Gewässern. In staugeregelten Gewässern gibt es auch nur geringe Auswirkungen auf den Wasserstand und es ist kein Trockenfallen ganzer Uferbereiche zu befürchten.

- **Anpassung des Wasserentnahmeentgeltgesetzes:** Eine entsprechende Änderung des Wasserentnahmeentgeltgesetzes zur Einführung des Entgeltes für die Oberflächenwasserentnahme  $\geq 20.000 \text{ m}^3/\text{Jahr}$  zu land- und forstwirtschaftlichen Zwecken ist geplant. Die Verwendung der Einnahmen soll zweckgebunden für ressourcenschonende Bewässerungsprojekte erfolgen (siehe Kapitel 3.1.6).

#### Was muss noch diskutiert werden?

- **Anpassung von Oberflächenwasserentnahmegrenzwerten und deren Bezugsabflüsse bei wasserrechtlichen Zulassungen:** Dürreperioden und Hochwasserphasen verlaufen in Bezug auf die Mengen und die Zeit anders als noch vor etwa 25 Jahren. Gewässerabschnitte können so bei Grenzwerten, denen die damaligen Abflussregime zu Grunde liegen, zeitweise trockenfallen.
- **Dynamische Anpassung der Erlaubnisse an aktuelle Abflussdaten:** Um den veränderten Abflussregimen Rechnung zu tragen und auch bei längeren Niedrigwasserphasen eine Mindestwassermenge im Gewässer zu belassen, ist eine dynamische Anpassung der Entnahmen an den aktuellen Abfluss zu diskutieren.
- **Berücksichtigung ökologischer Kriterien bei Wasserentnahmen aus kleineren, nicht staugeregelten Oberflächengewässern:** Ökologische Kriterien müssen bestimmt werden, z. B. als Kennwerte in Abhängigkeit vom Gewässertyp, damit auch der Ökologie und nicht nur der Hydrologie bei der Bemessung von Entnahmemengen berücksichtigt wird.
- **Verbesserung der Kontrolle von tatsächlichen Oberflächenwasserentnahmen:** So könnte die Entnahme kurzfristig an das Abflussregime angepasst werden.
- **Einfluss von Grundwasserentnahmen auf den Trockenwetterabfluss in austrocknungsgefährdeten Gewässern:** Zu analysieren und zu diskutieren ist der Einfluss von Grundwasserentnahmen auf den Trockenwetterabfluss in austrocknungsgefährdeten Gewässern.
- **Erarbeitung eines Konzeptes für die Wasserentnahmen aus dem Rhein und ggf. weiterer Flüsse wie z.B. der Mosel:** Im Rahmen einer länderübergreifenden Abstimmung mit den Rheinanliegern, der Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Rhein bzw. Moselanlieger und der IKSMS ist zu prüfen, ob ein Konzept für Wasserentnahmen aus dem Rhein bzw. der Mosel – analog zum Wärmelastplan – erforderlich ist.

### 3.3 Kommunale und industrielle Abwasserbehandlung & Siedlungsentwässerung

#### Herausforderungen

Die Sicherstellung einer leistungsstarken und effizienten Abwasserbehandlung erfordert kontinuierliche Instandhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen an Kanalnetzen, Entlastungsbauwerken und den Kläranlagen selbst. Die Herausforderungen im Bereich „Abwasser“ sind vielfältig, von lokalen Gegebenheiten geprägt und beeinflussen sich teilweise gegenseitig.

Durch weitere Verbesserungen der Reinigungsleistung hinsichtlich der Nährstoffparameter Stickstoff und Phosphor oder durch die Erweiterung von Kläranlagen um eine vierte Reinigungsstufe zur Reduzierung der Schadstoffbelastung des gereinigten Abwassers werden die Stoffeinträge in die Gewässer weiter reduziert. Die Reduktion der stofflichen Belastung ist ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung des chemischen und biologischen Gewässerzustandes. Die verfahrenstechnische Erweiterung ist jedoch oft mit einem erhöhten Ressourcenverbrauch (Energie, Betriebsmittel, Fläche etc.) der Kläranlagen, die häufig die größten kommunalen Stromverbraucher sind, verbunden. Daher sind sowohl Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen zur Effizienzsteigerung mit Energieeinsparung als auch die Verbesserung der Eigenenergieerzeugung durch den Ausbau Erneuerbarer Energien erforderlich.

Darüber hinaus führen die Folgen des Klimawandels zu Veränderungen von Klimaparametern, die sich auf wasserwirtschaftliche Parameter auswirken und zu Problemen beim Betrieb von Abwasseranlagen führen können. Ein verändertes Niederschlagsregime kann einerseits zu einer erhöhten Empfindlichkeit des Gewässers gegenüber Einleitungen von behandeltem Abwasser aufgrund von Niedrigwassersituationen führen. Andererseits kommt es bei stärkeren Niederschlagsereignissen häufiger zu Mischwasserentlastungen und damit zu hydraulischen sowie stofflichen Belastungen der Gewässer.

Die Funktionsfähigkeit der Abwasserentsorgung als Teil der Kritischen Infrastruktur kann durch verschiedene Bedrohungsszenarien wie technische Störungen oder Sabotage gefährdet werden. Um diesem Gefährdungspotential wirksam zu begegnen, ist es wichtig, Notfallpläne und Schutzmaßnahmen zu entwickeln.

Ein weiterer Handlungsschwerpunkt der Siedlungsentwässerung liegt innerhalb von urbanen Gebieten. Versiegelte und bebaute Flächen sowie die schnelle unterirdische Ableitung von Niederschlagswasser in Kanälen behindern den natürlichen Wasserkreislauf. Die naturnahe Regenwasserbewirtschaftung ist sowohl ein zentraler Baustein, um diese Beeinträchtigungen zu reduzieren, als auch eine Möglichkeit, die bereits spürbaren Folgen des Klimawandels in Siedlungsgebieten abzumildern. Aufgrund von Flächennutzungskonkurrenzen ist die Umsetzung solcher Elemente insbesondere im Bestand eine große Herausforderung.

Zur Erreichung der o. g. Ziele werden wir **vier Maßnahmenschwerpunkte** bearbeiten, die nachfolgend beschrieben sind und deren Umsetzung strukturiert dargestellt wird.

#### Unsere Ziele

- Wir setzen uns für eine leistungsfähige, effiziente und betriebssichere kommunale und industrielle Abwasserreinigung ein, um die Nähr- und Schadstoffbelastung der Gewässer zu reduzieren.
- Wir treiben die energetische Optimierung von Abwasseranlagen weiter voran.

- Wir setzen uns für einen möglichst naturnahen Wasserhaushalt ein, indem die Kommunen und alle anderen Maßnahmenträger die Versickerung, Verdunstung und Speicherung von Niederschlagswasser in bebauten Gebieten nach dem Prinzip der wassersensiblen Siedlungsentwicklung verstärkt betreiben.

### 3.3.1 Abwassertechnische Infrastruktur und deren Betrieb dauerhaft erhalten bzw. fortentwickeln und optimieren

Die kontinuierliche Instandhaltung der abwasserentsorgenden und -reinigenden Infrastruktur sowie deren Anpassung an Niedrig- und Hochwassersituationen, andere klimawandelbedingte Veränderungen und akute Gefährdungslagen (z. B. Cyberangriffe, Blackouts) gehören zu den grundlegenden Aufgaben der Abwasserbeseitigung. Diese dienen den übergeordneten Zielen des vorsorgenden Gewässerschutzes, der Erhöhung der Ressourceneffizienz und der Betriebssicherheit.

Dies umfasst insbesondere:

- Sicherstellung einer geordneten Abwasserentsorgung, die den gesetzlichen Anforderungen und den Regeln der Technik entspricht
- Erhalt und Optimierung der Funktionen von Entwässerungsbauwerken
- Erhalt sowie Optimierung der Reinigungsleistung kommunaler und industrieller Abwasseranlagen (inklusive der Einrichtung oder Optimierung von Vorbehandlungsanlagen)
- Vermehrte Herausnahme von (unbelastetem bis mäßig belastetem) Niederschlagswasser aus dem Kanal; Ausbau von Trennsystemen bzw. modifizierten Mischsystemen, wenn eine zu priorisierende naturnahe Niederschlagswasserbewirtschaftung nicht möglich ist (siehe auch Kapitel 3.3.4)
- Sicherstellung der Phosphorrückgewinnung

Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Finanzielle Förderung von Kommunen für verschiedener Maßnahmen im Zusammenhang mit der öffentlichen Abwasserentsorgung:** Maßnahmen zur Erhöhung der Reinigungsleistung von Kläranlagen hinsichtlich des Nährstoffparameters Phosphor, zur Steigerung der Energieerzeugung und zur Energieeinsparung und der Resilienz der öffentlichen Abwasserbeseitigung (Notstromaggregate, Fernüberwachung, IT-Sicherheit) auch unter dem Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) werden vom Land gefördert.
- **Projekt „Optimierung von Kläranlagen zur Reduzierung der Pges-Einträge zur Erreichung der Ziele nach EG-WRRL“:** Die Kläranlagenbetreiber an Gewässern mit einem schlechten Zustand und hoher Phosphorbelastung sind angehalten, mithilfe einer Optimierung oder Nachrüstung der P-Elimination strengere Emissionsvorgaben zur Phosphorelimination schnellstmöglich zu erreichen, um eine Wirkung im Gewässer zu zeigen. Die Kommunen sind gehalten, die über den Stand der Technik hinausgehenden Maßnahmen zügig umzusetzen.
- **Konkrete Handlungsempfehlungen für kostengünstige Betriebsoptimierungen hinsichtlich der Phosphoremissionssenkung:** Die Handlungsempfehlungen werden Kläranlagenbetreiber dabei unterstützen, kosteneffiziente Maßnahmen zur Phosphorfällung bzw. Fällungsoptimierung zu identifizieren und umzusetzen. Die

Maßnahmen zielen darauf ab, den Eintrag von Phosphor aus Kläranlagen in die Gewässer zu reduzieren und damit die Gefahr der Eutrophierung zu verringern.

- **Benchmarking-Initiative „Gutes Wasser – Klare Preise“:** Die Benchmarking-Initiative ist eine kontinuierlich durchgeführte Vergleichsanalyse von rheinland-pfälzischen Wasser- und Abwasserunternehmen mit dem Ziel die technische und wirtschaftliche Leistung zu optimieren (<https://www.wasserbenchmarking-rp.de/>). Dies dient ebenfalls der Gebührentransparenz. Die Initiative hat einen zusätzlichen, wechselnden Themenblock z. B. zu Kritis/Vulnerabilität oder Notfallvorsorge.
- **Berücksichtigung von Aspekten bezüglich der Hochwasservorsorge von Abwasseranlagen durch das „DWA-Regelwerk M 103 Hochwasserschutz für Abwasseranlagen“:** So sind Abwasseranlagen als Teil der kommunalen Daseinsvorsorge während der Erstellung übergeordneter Vorsorgepläne bzw. Schutzkonzepte mit zu berücksichtigen.
- Verschiedene **Forschungsprojekte:** Hier sind insbesondere Projekte zur Fällungsoptimierung und zur Ermittlung des Einflusses von Mischwasserentlastungen auf stoffliche Belastungen im Gewässer zu nennen (siehe auch <https://bauing.rptu.de/ags/wir/forschung-projekte/projekte-detailansicht/news/p-opt>)

Was ist geplant?

- **Erstellung von Handlungsempfehlungen hinsichtlich der zulässigen („klimafolgenfesten“) Einleitfracht oder -konzentration von gereinigtem Abwasser für den Niedrigwasserfall** unter Berücksichtigung von z. B. der Sauerstoffkonzentration im Gewässer. Die Empfehlungen sollen ebenfalls geeignete Kriterien als Grundlage für evtl. erforderliche Standortentscheidungen enthalten, um beispielsweise die Abwägung zwischen Standortbeibehaltung zur Gewässerstabilisierung mit strengeren Anforderungen oder einer Standortverlegung zu vereinfachen.

Was muss noch diskutiert werden?

- **Überprüfung des vorhandenen Hochwasserschutzes von öffentlichen Abwasseranlagen** und ggf. deren Anpassung an bestehendes Regelwerk: Das DWA-Merkblatt 103 stammt aus dem Jahr 2013. Aufgrund des Alters einzelner Abwasseranlagen könnte eine Überprüfung des Hochwasserschutzes dieser Anlagen sinnvoll sein.
- **KRITIS Abwasser:** Klimawandel, demografische Veränderungen, finanzielle Restriktionen sowie politische Rahmensetzungen stellen die Unternehmen der Siedlungswasserwirtschaft vor neue und immer komplexere Herausforderungen. Für eine sichere, nachhaltige Siedlungswasserwirtschaft ist es wichtig, die potenziellen Risiken auf lokaler Ebene zu kennen und einschätzen zu können. Auch vor dem Hintergrund möglicher weiterer Krisen mit Gas- und Strommangellagen ist es anzustreben, dass alle Betriebe der Abwasserbeseitigung Risiko- und Vulnerabilitätsanalysen durchführen und auf dieser Grundlage erforderliche Maßnahmen ermitteln und ergreifen. Es ist daher angedacht den im August 2023 für den Bereich der Wasserversorgung geschlossenen Pakt auf der Grundlage erster Ergebnisse und nach näherer Prüfung auf die Betriebe der Abwasserbeseitigung auszuweiten.

### 3.3.2 Energetische Optimierung

Unter der energetischen Optimierung von Kläranlagen ist sowohl die Senkung des Energieverbrauchs als auch die Steigerung der Eigenenergieerzeugung zu verstehen. Kommunale Kläranlagen sind große Energieverbraucher. Vor allem bei kleineren Anlagen ist es oft sehr mühsam, den spezifischen Energieverbrauch zu senken. Dennoch gibt es in diesem Sektor weiterhin Optimierungspotenzial. Betriebliche Anpassungen wie der Einbau energiesparender Anlageteile (z. B. Belüftung, Pumpen, Mess-, Steuer- und Regeltechnik) können zu dauerhaften Energieeinsparungen führen und durch die Installation von Photovoltaikanlagen sowie durch die Produktion von Biogas aus Klärschlamm kann die Eigenenergieerzeugung gesteigert werden. Dabei ist zu beachten, dass die Konzepte an die jeweilige Kläranlage angepasst werden und dadurch individuelle Lösungen entstehen, welche nicht zwangsläufig auf andere Kläranlagen übertragbar sind.

Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Förderung von Energieeffizienzmaßnahmen** sowie dazu gehöriger Analysen und Machbarkeitsstudien im Rahmen der Förderrichtlinie der Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz und der Kommunalrichtlinie des Bundes.
- **Steigerung der Produktion von Klärgas** und Verbindung zu den Sektoren Energie, Wasser und Verkehr im Rahmen der Umsetzung des Landesklimaschutzkonzeptes und der Wasserstoffstrategie des Landes

Was muss noch diskutiert werden?

- **Energetische Nutzung der industriellen Abwasser- und Kühlwassersysteme:** Zu diskutieren ist, ob und inwieweit eine Nutzung industrieller Abwasserströme möglich und sinnvoll ist. Kommunale abwasserbeseitigungspflichtige Körperschaften haben z. T. schon energetische Maßnahmen in den Kanälen zur Abwasserableitung durchgeführt. Die energetische Nutzung industrieller Abwasser- und Kühlwasserableitungs-systeme könnte aufgrund der wesentlich höheren Temperaturen der Abwässer deutlich effektiver sein. Durch die Nutzung der Wärme dieser Abwasserströme mittels Wärmetauschern könnte gleichzeitig insbesondere im Sommer bei langanhaltenden Hitzeperioden einer noch steigenden Temperatur im Gewässer durch Wärmeeinleitungen entgegengewirkt werden (siehe auch Kapitel 3.2.3).

### 3.3.3 Spurenstoffstrategie umsetzen

Um den Eintrag von Spurenstoffen in die Gewässer zu reduzieren, wurde im Jahr 2016 auf Bundesebene der Stakeholderdialog „Spurenstoffstrategie“ gestartet. Die Strategie sieht vor allem in der Kombination von quellen- und anwendungsorientierten sowie nachgeschalteten Maßnahmen einen effektiven Lösungsansatz zur Minderung von Spurenstoffeinträgen in die Umwelt. Ein weiteres Ergebnis dieses Dialogs war die Einrichtung des „Spurenstoffzentrums des Bundes“. Dieses soll die Spurenstoffstrategie verstetigen und die Bundesländer bei der Umsetzung der Strategie unterstützen, wobei ein Schwerpunkt des Zentrums die Stoffbewertung ist.

Die rheinland-pfälzische Umsetzung des für Kläranlagen entwickelten Orientierungsrahmens zur Spurenstoffreduzierung des Bundes setzt zusätzliche Schwerpunkte hinsichtlich einer energieeffizienten Umsetzung und der Synergie mit der Phosphorelimination. Es wurden einzelne Kläranlagen in Rheinland-Pfalz identifiziert, bei denen mittel- bis langfristig die Errichtung einer vierten Reinigungsstufe sinnvoll ist. Um ein stufenweises Vorgehen zu gewährleisten, werden die betroffenen Kommunen individuell informiert und bei Bedarf beraten.

### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Machbarkeitsstudien zur vierten Reinigungsstufe:** Für die Kläranlagen Flonheim und Worms wurden Muster-Machbarkeitsstudien erstellt und veröffentlicht. An diesen können sich Kommunen und Planer orientieren, um weitere Machbarkeitsstudien zur vierten Reinigungsstufe für einzelne Kläranlagen anzufertigen, die im Rahmen der Förderrichtlinie der Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz gefördert werden können. Teil der Studien ist ein Spurenstoffscreening im Abwasser.
- **Unterstützung von Forschungsprojekten:** Hier sind u. a. die Erstellung einer Spurenstoffplattform (auch Mikroschadstoffplattform), die Untersuchung verschiedener Verfahrenstechniken hinsichtlich der Eignung zur Spurenstoffelimination auf mittleren Kläranlagen zu nennen. Auch werden die Kenntnisse aus den Projekten CoMinGreat (<https://comingreat.eu/>) und EmiSûre (<http://www.interreg-gr.eu/de/projects/emisure-2/>) genutzt.
- **Öffentlichkeitsarbeit im Zusammenhang mit dem Thema Spurenstoffe:** Im Jahr 2018 wurde das Faltblatt „Gewässer schützen - Einträge von Medikamenten reduzieren“ herausgegeben. Auf den Internetseiten des MKUEM und des LfU sind Informationstexte und weiterführende Links eingestellt. Darüber hinaus finden kontinuierlich Informationsveranstaltungen für Kläranlagenbetreiber statt.
- **Weitere Begleitung der Spurenstoffstrategie des Bundes** mit Fortführung der Bewertung von Stoffen, von Runden Tischen zu einzelnen Stoffen zur Vermeidung von Stoffeinträgen an der Quelle u. a.

### Was ist geplant?

- **Gezielter, energieneutraler Ausbau von kommunalen Kläranlagen um eine vierte Reinigungsstufe** zur effizienten Minderung des Eintrages von Mikroschad- bzw. Spurenstoffen in Gewässer: Die Identifikation von relevanten Kläranlagen nach den Kriterien des Orientierungsrahmens des Bundes (ökologische Wertigkeit und Belastungssituation der Gewässer sowie das Frachtreduzierungspotential von kommunalen Kläranlagen) in Rheinland-Pfalz ist weitestgehend abgeschlossen, danach sollen die Betreiber informiert werden. Bisher sind einige Machbarkeitsstudien in Planung bzw. bereits abgeschlossen und für eine Kläranlage ist eine vierte Reinigungsstufe in der Genehmigungsphase. Da derzeit keine Anforderungen an die Einleitung von Spurenstoffen geregelt sind, ist der Ausbau von Kläranlagen um eine vierte Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination bisher nur im Konsens mit den jeweiligen Kommunen möglich.

Nach Verabschiedung der von der EU beabsichtigten Neuregelungen zur Kommunalabwasser- und zur UQN-Richtlinie wird die vom Land vorgenommene Kläranlagenauswahl fortgeschrieben. Es ist davon auszugehen, dass die getroffene Auswahl bestätigt wird, allerdings durch die Vorgaben der EU weitere Kläranlagen für eine vierte Reinigungsstufe hinzukommen. Die Leistungsfähigkeit von umgesetzten vierten Reinigungsstufen ist mit einem Screening von ausgewählten Spurenstoffen im Betrieb nachzuweisen.

- **Einrichtung einer Beratungsstelle zur Spurenstoffelimination** an der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität Kaiserslautern-Landau (RPTU), sodass sowohl Ingenieurbüros als auch Kommunen fachlich ausgiebig beraten werden können.

### Was muss noch diskutiert werden?

- **Gezielte Spurenstoffreduzierung bei der industriellen Produktion am Ort des Anfalls:** Im Industriebereich können anders als im kommunalen Bereich gezielte Spurenstoffreduzierungen nicht nur im Ablauf der zentralen/vorhandenen Abwasserbehandlungsanlage erreicht werden. Insbesondere am Ort des Abwasseranfalls und am Ort vor der Vermischung mit anderen Abwasserteilströmen ist zu prüfen, ggf. unter freiwilliger Mitwirkung der Betriebe, inwieweit hier effiziente Spurenstoffreduzierungen erreicht werden können. Hierzu gehört beispielsweise auch die Diskussion, ob und inwieweit eine Steigerung der Rückgewinnung von im Produktionsprozess eingesetzten Hilfs-, Produktions- und Rohstoffen möglich ist.

### 3.3.4 Wassersensible Siedlungsentwicklung vorantreiben

Das Prinzip der wassersensiblen Siedlungsentwicklung ist voranzutreiben und deren Umsetzung zu unterstützen. Im Fokus der wassersensiblen Siedlungsentwicklung steht die vermehrte Verdunstung, Speicherung und Versickerung von (nicht bis gering verschmutzen) Niederschlagswasser an Ort und Stelle, um das lokale Mikroklima zu verbessern, den natürlichen Wasserkreislauf im besiedelten Raum zu stärken und einer Überlastung der Kanalisation bei hohen Niederschlägen (Mischwasserüberläufen in Gewässer) vorzubeugen und Überschwemmungen zu verringern. Bei extremem Starkregen sind die Möglichkeiten des innerörtlichen Rückhalts und der Versickerung schnell ausgeschöpft. Größere Starkregenabflüsse müssen daher innerorts gezielt abgeleitet werden.

#### **Exkurs: Maßnahmen zur Realisierung der wassersensiblen Siedlungsentwicklung**

Zu den typischen Maßnahmen der wassersensiblen Siedlungsentwicklung zählen u. a.: multifunktionale Rückhalteflächen (z. B. Parkplätze, Sportanlagen, Grünanlagen), die Entsiegelung befestigter Flächen, Dach- und Fassadenbegrünung, Zisternen zur Regenwasserspeicherung und -nutzung, Retentionsteiche und offene Wasserflächen bzw. die Offenlegung und Reaktivierung von Gewässern und Fließgewässern.

Die Maßnahmen zur Realisierung von wassersensiblen Siedlungen sind vielseitig. Eine interdisziplinäre Herangehensweise bewirkt, dass Konzepte mehreren Nutzungsinteressen entsprechen können.

Trotz der positiven Eigenschaften von Grün- und Wasserflächen innerhalb besiedelter Gebiete kann eine nicht an den Klimawandel angepasste Bewirtschaftung in Konkurrenz zu einem ressourcenschonenden Umgang mit Wasser stehen. Vor diesem Hintergrund kann die Wasserwiederverwendung durch die Versorgung mit hygienisch unbedenklichem Betriebswasser (aufbereitetes Wasser in ausreichender Qualität für den häuslichen und gewerblichen Gebrauch, zur Bewässerung oder zu Reinigungszwecken) eine Möglichkeit zur nachhaltigen Bewirtschaftung blau-grüner Infrastrukturelemente bieten und einen Beitrag zur Klimafolgenanpassung leisten.

Die bei der Umsetzung von Maßnahmen im Bereich der wassersensiblen Siedlungsentwicklung regelmäßig auftretenden Nutzungs- und Zielkonflikte (z. B. Flächennutzungskonkurrenzen) sowie Hemmnisse in Planungsprozessen und entgegenstehende rechtliche Rahmenbedingungen sind zukünftig weiter abzubauen.

### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Finanzielle Förderung** von Maßnahmen zum innerörtlichen Rückhalt von Niederschlagswasser, multifunktionale Rückhalteräume für eine wassersensible

Stadtentwicklung und die Herausnahme von gering belastetem Niederschlagswasser aus der öffentlichen Kanalisation. Neben den Förderrichtlinien der Wasserwirtschaft hat das Kommunale Investitionsprogramm Klimaschutz und Innovation (KIPKI) ebenfalls Maßnahmen aus dem Bereich der wassersensiblen Siedlungsentwicklung auf der Positivliste, wie beispielsweise Maßnahmen für die Begrünung von Dächern und Fassaden von Gebäuden in kommunalem Eigentum. Aber auch Maßnahmen zur Umsetzung kommunaler Förderprogramme zur Klimaanpassung bei privaten Haushalten und gemeinnützigen Organisationen sind möglich. Darüber hinaus gibt es verschiedene weitere Förderprogramme für Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel.

- **Bereitstellung von Informationsmaterialien** zu Best Practice-Beispielen auf der Internetseite des Ministeriums.
- **Entwicklung einer Strategie zur wassersensiblen Siedlungsentwicklung** mit Vertretern verschiedener Bundesländer und des Bundes aus unterschiedlichen Ressorts im Rahmen der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).
- **Einsatz auf Bund-/Länderebene für strengere und verbindlichere Vorgaben im Bauplanungsrecht** (Baugesetzbuch (BauGB)): Von Seiten des MKUEM wird sich für eine wasserbilanzorientierte Planung ggf. auch im Rahmen eines Fachplanungsbeitrags Wasser eingesetzt (siehe auch Kapitel 3.4.9).

### Was ist geplant?

- **Einführung einer landeswassergesetzlichen Regelung zur erlaubnisfreien Benutzung des Grundwassers bei der Niederschlagswasserbeseitigung:** Das schadlose Versickern von Niederschlagswasser soll unter bestimmten noch zu definierenden Voraussetzungen erlaubnisfrei gestellt und außerdem gesetzlich klargestellt werden, unter welchen Bedingungen das Versickern von Niederschlagswasser keine erlaubnispflichtige Benutzung darstellt.

### Was muss noch diskutiert werden?

- **Pflicht zur Erstellung von wasserbilanzierten Planungen:** Der Wasserhaushalt in Siedlungsgebieten soll durch verstärkte Versickerung, Verdunstung und Rückhaltung von Niederschlagswasser unterstützt werden. Bei Bauvorhaben könnte dies aus Sicht der Wasserwirtschaft durch die Erstellung einer Wasserbilanz in der Planungsphase berücksichtigt werden. Daraus könnten Maßnahmen abgeleitet und eingeplant werden, welche die Abweichung vom ursprünglichen Zustand verringern. Dies könnte z. B. auf der Grundlage des Merkblattes DWA M 102-4 „Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers“ erfolgen, ggf. unter Angabe bestimmter Randbedingungen (z. B. Anwendung ab einem gewissen Versiegelungsgrad im Gebiet).
- **Schaffung von Anreizen zum vermehrten dezentralen Rückhalt von Niederschlagswasser am Ort des Anfalls:** Schaffung von o.g. Anreizen durch Änderungen im Kommunalabgabengesetz sind aus Sicht der Wasserwirtschaft zu diskutieren.
- **Wasserwiederverwendung im urbanen Raum:** Der Bedarf bzw. das Interesse der Wasserwiederverwendung für die Versorgung der blauen und grünen Infrastruktur in Siedlungsgebieten und ggf. die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen sind zu prüfen und zu diskutieren. Dabei sind auch Betriebswasserquellen, wie mäßig verschmutztes Niederschlagswasser oder Grauwasser zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang könnte die Wasserversorgung der grünen Infrastruktur während Trockenperioden unter Umständen einen Betriebswasserversorgungsplan erfordern oder

diese Infrastruktur könnte Teil eines solchen Versorgungsplans sein (siehe auch Kapitel 3.1.6).

- **Beratung der Kommunen:** Eine Beratung der Kommunen hinsichtlich möglicher Maßnahmen, der Förderung von Maßnahmen, dem Erstellen kommunaler Förderprogramme für Privatpersonen evtl. mit Hilfe des Kompetenzzentrum Hochwasservorsorge und Hochwasserrisikomanagement (KHH) ist zu überlegen. Dafür könnte die Bereitstellung einer Online-Kartenanwendung als Planungshilfe zur Identifizierung und Priorisierung von geeigneten grün-blauen Maßnahmen, die von Kommunen und Bürgern nutzbar sind (ähnlich einem Solarkataster), hilfreich sein.
- **Schulung/Ausbildung von Architekten und Ingenieuren:** Am wirksamsten wäre die Aufnahme entsprechender Themen wie hochwasserangepasstes Bauen und wassersensible Stadtentwicklung in die Studienordnung der Planer und Architekten.
- **Fördermöglichkeiten für Private und Gewerbetreibende:** Da sich die meisten Flächen innerhalb der Kommunen nicht unbedingt in deren Eigentum befinden, ist die Förderung von Privatpersonen und Gewerbetreibenden eine wichtige Stellschraube, um die wassersensible Siedlungsentwicklung voranzutreiben.
- **Anpassung des Bauordnungsrechts:** Die Anpassung der Landesbauordnung (LBauO) bzgl. eines Begrünungs- und Entsiegelungsgebot, ggf. auch einer Pflicht im Einzelfall bei Neubau oder wesentlicher Änderungen von baulichen Anlagen ist aus Sicht der Wasserwirtschaft wünschenswert.

## 3.4 Hochwasser- und Starkregenvorsorge

### Herausforderungen

In Rheinland-Pfalz besteht an über 2.400 km Gewässerlänge ein signifikantes Hochwasserrisiko durch Flusshochwasser. An einigen dieser Gewässer finden intensive Nutzungen hinter Hochwasserschutzanlagen statt. Bei Versagen oder Überströmen von diesen Anlagen besteht damit ein hohes Schadenspotenzial. Generell ist das Schadenspotenzial an den Gewässern in Rheinland-Pfalz in den letzten Jahrzehnten deutlich angestiegen. Dies ist auf die Verdichtung von Siedlungsstrukturen an Gewässern, eine Steigerung des Versiegelungsgrades sowie die Akkumulation von Werten zurückzuführen.

Für die Zukunft muss zudem mit einer Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenniederschlägen, einschließlich Extremwetterereignissen, und daraus resultierenden Überflutungen im und jenseits der Gewässer gerechnet werden (siehe Kapitel 2.1.2). Diese Überflutungen durch Starkregenereignisse besitzen eine ganz eigene Charakteristik. So weisen sie eine geringe Vorwarnzeit und teilweise hohe Fließgeschwindigkeiten auf. In den Mittelgebirgsläufen besteht die weitere Gefahr durch erhöhten Treibgut- und Geschiebetransport. Überflutungen aus Starkregenereignissen stellen somit eine besondere Herausforderung an die Gefahrenabwehr dar.

Hochwasser und Überflutungen durch Starkregen wirken meist erst schadbringend, wenn sich viel Wasser akkumuliert und auf Gebiete mit Schadenspotenzial trifft. Die Überflutungen haben ihren Ursprung jedoch im gesamten Einzugsgebiet. Wasserrückhalt muss daher im gesamten Einzugsgebiet betrachtet und umgesetzt werden, um langfristig gegen die schadhafte Auswirkung von Überflutungen gewappnet zu sein. Eine ganzheitliche Betrachtung des Landschaftswasserhaushalts muss daher angestrebt werden.

Überflutungen durch Starkregenereignisse, ebenso wie Hochwasser an Flüssen, können nicht verhindert und nur bedingt vorhergesagt werden. Insbesondere Überflutungen durch kleinräumige Starkregenereignisse sind schwierig vorherzusagen. Durch sie entstehende Schäden können aber sehr wohl vermindert werden, auch wenn es einen vollständigen Schutz nicht gibt. Das beste Mittel, um dies zu erreichen, ist die Vorsorge. Diese ist umso wichtiger, als gerade Starkregenereignisse an jedem Ort und sehr kurzfristig auftreten können und ihre genaue Vorhersage fast unmöglich ist.

Eine Möglichkeit der Vorsorge besteht in Rheinland-Pfalz in der Erstellung von örtlichen Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzepten (öHSVK). Die örtlichen Konzepte bilden die Basis zur Gefährdungsanalyse, Maßnahmenentwicklung und Sensibilisierung der Bevölkerung. Die Konzepte werden zu 90 % durch die Wasserwirtschaft gefördert. Durch das Kompetenzzentrum Hochwasservorsorge und Hochwasserrisikomanagement (KHH) bei den Struktur- und Genehmigungsdirektionen findet eine enge Begleitung und Unterstützung durch die Fachverwaltung statt. Die Umsetzung von Maßnahmen aus den öHSVK ist an vielen Stellen bereits gestartet, jedoch bestehen längere zeitliche Vorläufe bei Planung und Umsetzung.

### Unsere Ziele

- Hochwasser kann nicht verhindert werden. Wir arbeiten aber darauf hin, dass die dabei eintretenden Schäden minimiert werden. Dazu vermeiden wir neue Risiken und vermindern bestehende Risiken durch effektive Vorsorge.
- Wir stärken den Landschaftswasserhaushalt.
- Wir fördern das Hochwassergefahrenbewusstsein und unterstützen die Eigenvorsorge.
- Wir stärken die interkommunale Zusammenarbeit.

Zur Erreichung der o. g. Ziele werden wir **zehn Maßnahmenschwerpunkte** bearbeiten, die nachfolgend beschrieben sind und deren Umsetzung strukturiert dargestellt wird.

### 3.4.1 Wasserrückhalt in der Fläche stärken

Hochwasser entsteht in der Fläche, nicht erst im Gewässer. Die menschliche Nutzung der Landschaft, die Art der Land- und Forstwirtschaft, der zunehmende Grad der Versiegelung und die Gewässergestaltung haben Einfluss auf das Abfluss- und damit Hochwassergeschehen. Wasser sollte daher in der freien Landschaft so lange wie möglich in der Fläche gehalten werden. Dieses Element ist gleichzeitig ein wichtiger Baustein zur Stärkung des Landschaftswasserhaushalts. Ein flächenhafter Rückhalt kann durch entsprechend angepasste Bewirtschaftungsmaßnahmen auf landwirtschaftlichen Flächen und im Wald zusammen mit weiteren abflussmindernden Maßnahmen, wie Keyline- und Muldensystemen etc., nicht nur zur Grundwasserneubildung und einer Stärkung des Landschaftswasserhaushalts (siehe Kapitel 3.1.3), sondern auch zu einer Entlastung bei Hochwasser und Minderung schadhafter Starkregenabflüsse beitragen. Bei derartigen Maßnahmen wird das Infiltrationsvermögen des Bodens erhöht und der Abfluss dadurch verzögert bzw. verringert. Im Zusammenhang mit den zunehmend häufiger und intensiver auftretenden Starkregenereignissen wirken entsprechende Maßnahmen als Erosionsvorsorge und dienen somit dem Boden- und Gewässerschutz, sowie der Verringerung von Schäden auf land- und forstwirtschaftlichen Flächen und in Ortslagen. Gleichzeitig fördern sie den Humusaufbau und fungieren so als CO<sub>2</sub>-Speicher.

Das Flächenmanagement und die investiven Maßnahmen der ländlichen Bodenordnung können einen wesentlichen Beitrag zur Realisierung der Maßnahmen zum Wasserrückhalt in der Fläche leisten.

In Ortslagen können durch eine wassersensible Siedlungsentwicklung (bezüglich Maßnahmen siehe Kapitel 3.3.4) Schadenspotenziale reduziert, Notabflusswege geschaffen und zum Wasserrückhalt beigetragen werden.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Einführung eines Beratungsschwerpunktes zum Wasserrückhalt in der Fläche:** Bei der Wasserschutzberatung des Landes wird derzeit ein Aufgaben- und Beratungsschwerpunkt zur Starkregen- und Erosionsvorsorge in der Landwirtschaft etabliert. In diesem Zusammenhang wurde auch die Land-/Forstwirtschaft in die öHSVK integriert. Für nähere Erläuterungen siehe Kapitel 3.1.3.
- **Infopaket Hochwasservorsorge** zeigt Maßnahmen zum Wasserrückhalt auf Flächen und Wasserrückhalt entlang von Gewässern und Auen auf.
- **Fortschreibung der Starkregengefahrenkarten:** Die Starkregengefahrenkarten geben Aufschluss darüber, wo sich schadhafte Abflüsse bündeln und auf Flächen oder in Ortschaften für Schäden sorgen können. Um dem vorzubeugen, müssen bereits im Einzugsgebiet Maßnahmen umgesetzt werden. Mit den neuen, fortgeschriebenen Starkregengefahrenkarten des Landes (siehe Kapitel 3.4.5) können hier noch bessere Grundlagen geliefert werden.
- **Förderung von Maßnahmen zum Wasserrückhalt auf öffentlichen Flächen** über die Förderrichtlinie der Wasserwirtschaftsverwaltung (siehe Kapitel 3.1.3).

- **Förderung von Maßnahmen zum Wasserrückhalt im Kommunal- und Privatwald** durch die Förderrichtlinie „Zuwendung zur Förderung der Waldwirtschaft (Fördergrundsätze Wald)“ der Forstwirtschaft (siehe Kapitel 3.1.3).
- **Sonder-Maßnahmen-Block „Wasserrückhalt im Wald“ für Landeswald** (siehe Kapitel 3.1.3).
- **Berücksichtigung der Thematik Wasserrückhalt im Wald in der Richtlinie „Handbuch Walderschließung“** (siehe Kapitel 3.1.3).
- **Förderung durch die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP):** Im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik ist der Prämienersatz an die Einhaltung bestimmter Auflagen gebunden. U. a. müssen Vorgaben zur Mindestbodenbedeckung und Erosionsschutz eingehalten werden (siehe Kapitel 3.1.3).
- **Pilotprojekte** zu Agroforstsystemen und zum Wasserrückhalt im Staatswald (siehe Kapitel 3.1.3).

#### Was muss noch diskutiert werden?

- **Landesprogramm zur Erosionsvorsorge und zur Unterstützung des Landschaftswasserhaushaltes in der Landwirtschaft z. B. durch Keyline-Design-Projekte:** Zur Flankierung der GAP-Förderung sollte der Landwirtschaft ein gezieltes Förderprogramm zur Reduktion von Abflussgeschwindigkeiten, zum Erosionsschutz, zur Stärkung des Landschaftswasserhaushaltes und gleichzeitig der ökologischen Aufwertung der Landschaft angeboten werden. Über das Programm könnten außerdem richtungsweisende Projekte mit Vorbildcharakter initiiert werden. Dieses könnte z.B. die Planung von professionellen Keyline-Konzepten unterstützen. In diesem Zusammenhang sollte insbesondere auch die Förderung von Heckenstrukturen und Feldgehölzen angestoßen werden. Die Förderung sollte sich auch an private Zuwendungsempfänger richten.

### 3.4.2 Überflutungsflächen wiedergewinnen und Auen renaturieren

Die Speicherfähigkeit des Gewässernetzes ist bei natürlichen Fließgewässern mit ihren Auen wesentlich ausgeprägter als bei ausgebauten Gewässern. Durch eine naturnahe Gewässerentwicklung und Auen wird die Fließgeschwindigkeit verlangsamt und damit der Hochwasserscheitel bei Unterliegern gedämpft. Bachbegleitende Gehölze stabilisieren den Gewässerquerschnitt und bieten ökologische Vorteile. Früher ausgedeckte Flächen sollten, wo immer möglich, zurückgewonnen werden. Neben der Reduktion der Hochwasserspitzen bewirkt der Hochwasserrückhalt in Gewässern und Auen eine Verbesserung des Landschaftswasserhaushaltes und die in vielen Fällen dringend notwendige Verbesserung der Lebensräume in Bächen und Flüssen. Allerdings fehlt bei Gewässern in der freien Feldflur häufig ein Uferstrandstreifen bzw. ein Entwicklungskorridor. Die Gewässer sind eingetieft und begradigt. Die Ackernutzung in der Aue reicht häufig bis an das Gewässer heran. Maßnahmen zur Verbesserung dieser Situation sind die Ausweisung von Gewässerentwicklungskorridoren, eine Sohlenerhebung und Bettverbreiterung, die Erhöhung der Rauigkeit in Auen, die Entwicklung von Auwald und Bachuferwald sowie die Lenkung von Kompensations- und Ökokontomaßnahmen in die Aue, soweit dies mit den Anforderungen an die Kompensation bzw. den Zielen des Naturschutzes konform geht.

Durch den Wiederanschluss von Geländestrukturen mit Retentionspotenzial (z. B. Altarme) bzw. den Rückbau von Deichen und Dämmen können entsprechend auch Überflutungsflächen zurückgewonnen werden.

### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Gewässerrenaturierung und -entwicklung im Rahmen der Aktion Blau Plus:** Im Rahmen der Aktion Blau Plus werden seit 1995 zur Wiederherstellung von naturnahen Gewässerzuständen schwerpunktmäßig Maßnahmen zur Renaturierung von naturfern ausgebauten Gewässern und deren Auen, zur Habitatverbesserung sowie zur Herstellung der Durchgängigkeit durch die Wasserwirtschaftsverwaltung gefördert (siehe Kapitel 3.2.2).
- **Prüfung des Rückbaus von Deichen zur Reaktivierung von Rückhalteflächen:** Bei der Ertüchtigung von Deichen wird immer geprüft, ob eine Rückverlegung der Deichlinie und damit eine Wiedergewinnung von Rückhalteflächen möglich ist.

### Was muss noch diskutiert werden?

- **Gesetzliche Festlegung von Gewässerrandstreifen** (siehe Kapitel 3.2.2).
- **Ausübung des wasserwirtschaftlichen Vorkaufsrechts für Flächen der Hochwasserrückhaltung und hochwasservorsorgenden Gewässerentwicklung:** Bei der Entscheidung, ob zukünftig vom Vorkaufsrecht nach §99a WHG Gebrauch gemacht werden sollte, besteht noch Klärungsbedarf, ob am Ende der Nutzen den Aufwand durch Prüfung einer Vielzahl von Grundstücksverkehrsgeschäften durch die Wasserbehörden. Gleiches gilt für die Frage, ob die Regelung der selbständigen Ausübung des Vorkaufsrechts nach §99a WHG durch die Gemeinden landesrechtlich möglich und sinnvoll ist.

### 3.4.3 Technischer Hochwasserschutz

Wasserrückhalt in der Fläche ist ein wesentlicher Baustein des Hochwasserrisikomanagements. Jedoch wird auch dieses Element stets eine physische Grenze besitzen. Wenn vorhandene höherwertige Nutzungen weiterhin ermöglicht werden sollen, kommt eine Risikominderung durch Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes (u. a. Deiche, Mauern, Hochwasserrückhaltebecken) in Betracht. Dies muss mit einer klaren Kommunikation des Restrisikos, dem Bemessungsziel des Bauwerks, einhergehen. Schäden durch Hochwasser sollen vor allem in besiedelten und bebauten hochwassergefährdeten Gebieten und auf wirtschaftlich genutzten Flächen durch Hochwasserschutzanlagen reduziert oder vermieden werden. In diesem Zusammenhang ist auch der Schutz von KRITIS vor Hochwasser von besonderer Bedeutung

Auch die Instandhaltung, Ergänzung und ggf. die Anpassung der Anlagen an gestiegene Hochwasserrisiken sollte gewährleistet sein. Zur Verstärkung des Rückhalts von Hochwasserereignissen können neue Rückhalteräume an Gewässer angeschlossen bzw. gebaut werden und vorhandene Rückhalteräume unter Umständen optimiert werden. Gesteuerte Flutpolder haben bei gleichem Retentionsvolumen eine effektivere Wirkung auf den Hochwasserscheitel als ungesteuerte Polder.

### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Förderung des örtlichen Hochwasserschutzes:** Gefördert werden kann die Errichtung und Umgestaltung von öffentlichen Hochwasserschutzanlagen an Gewässern zweiter und dritter Ordnung, insbesondere Deiche und Hochwasserschutzmauern einschließlich der wasserwirtschaftlich erforderlichen Nebenanlagen. Maßnahmen zum technischen Hochwasserschutz werden nur gefördert, wenn sich die Notwendigkeit aus einem öHSVK ergibt. Dies soll einer ganzheitlichen Betrachtung der Problematik dienen, um nicht alternative Lösungsmöglichkeiten außen vor zu lassen.

- **Polderbauprogramm:** Zur Wiederherstellung der vor dem Staustufenbau am Oberrhein vorhandenen 200-jährlichen Hochwassersicherheit sollen neben der Ertüchtigung der Deiche insgesamt 287 Millionen m<sup>3</sup> Hochwasserrückhalteraum gemeinsam mit Frankreich und Baden-Württemberg geschaffen werden. Rheinland-Pfalz muss aufgrund internationaler und nationaler Vereinbarungen rund 61 Millionen m<sup>3</sup> Rückhalteraum errichten. Das Hochwasserschutzkonzept des Landes Rheinland-Pfalz sieht an zehn Standorten Hochwasserrückhaltungen vor, wobei es sich weitestgehend um eingedeichte Räume, sogenannte gesteuerte Polder, und um Deichrückverlegungen handelt. Acht von zehn Standorten sind fertiggestellt.
- **Deichertüchtigungsprogramm:** Neben dem Bau der Hochwasserrückhaltungen ist das schon weit fortgeschrittene Programm zur Ertüchtigung der rund 180 km langen Rheinhauptdeichstrecke von der Grenze bei Lauterburg bis nach Bingen sowie der Nachdeiche zwischen Bad Kreuznach und Bingen zweites Standbein des Hochwasserschutzkonzeptes für den Oberrhein. Nach aktuellen Planungen soll die Ertüchtigung der wenigen noch ausstehenden Abschnitte bis zum Jahr 2028 endgültig abgeschlossen sein.
- **Bau zweier Reserveräume für Extremhochwasser:** Aufgrund der Empfehlungen der Enquete-Kommission „Verbesserung des Schutzes vor Hochwassergefahren“ im Jahr 1995, die Hochwasserrückhaltungen am Oberrhein zügig fertig zu stellen und wo immer möglich zusätzlichen Rückhalteraum zu schaffen, wurden in Rheinland-Pfalz zwei geeignete Räume, die Hördter Rheinniederung und der Raum Eich-Guntersblum, ermittelt und dort Planung für den Bau von Reserveräumen erstellt. Für den Bau des Reserveraumes für Extremhochwasser in der Hördter Rheinaue läuft das Planfeststellungsverfahren. Für den Reserveraum Eich-Guntersblum ist die Entwurfs- und Genehmigungsplanung weit fortgeschritten.
- **Berücksichtigung von Aspekten bezüglich der Hochwasservorsorge von Abwasseranlagen durch das „DWA-Regelwerk M 103 Hochwasserschutz für Abwasseranlagen“** (siehe Kapitel 3.3.1).

#### Was muss noch diskutiert werden?

- **Erhöhung der Bemessungskennwerte um einen Klimawandelzuschlag bei allen neuen Hochwasserschutzbauwerken:** Es gibt die Möglichkeit, Bauwerke mit einem Zuschlag zum derzeit gültigen Bemessungswert zu planen oder so zu bauen, dass sie zu einem späteren Zeitpunkt mit geringem Aufwand nachgerüstet werden können.
- **Angepasste Vorgaben und Bemessungsgrundlagen für kritische oder sensible Infrastrukturen:** Für kritische oder sensible Infrastrukturen bzw. Nutzungen sollten innerhalb von Risikogebieten angepasste Vorgaben und Bemessungsgrundlagen entwickelt und dadurch angepasste Schutzniveaus vorgesehen werden.
- **Schutz der Kritischen Infrastruktur Wasserversorgung vor Hochwasser** (siehe Kapitel 3.1.5).
- **Überprüfung des vorhandenen Hochwasserschutzes von öffentlichen Abwasseranlagen** (siehe Kapitel 3.3.1).

#### 3.4.4 Hochwassergefahren- und -risikokarten aktualisieren und Festsetzung von Überschwemmungsgebieten beschleunigen

Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten sind die wirksamste Informationsgrundlage über die hochwassergefährdeten Flächen und das Ausmaß der dort vorhandenen

Risiken. Durch die Bereitstellung dieser Informationen soll erreicht werden, dass die kommunalen Gebietskörperschaften ihre Hochwasservorsorgemaßnahmen verbessern und dass die potenziell betroffene Bevölkerung von vornherein das Schadenspotenzial reduziert oder Schäden ausschließt. Die Karten sind für drei Hochwasserszenarien (HQextrem, HQ100 und HQ10) erstellt worden. Während in den Hochwassergefahrenkarten das Ausmaß von Überschwemmungen (Fläche, Wassertiefe) dargestellt wird, enthalten die Hochwasserrisikokarten (§74 WHG) für jedes Hochwasserszenario Angaben u. a. über die Anzahl der potenziell betroffenen Einwohner, Art der wirtschaftlichen Tätigkeiten und Anlagen mit umweltgefährdenden Stoffen. Im Rahmen eines sich wiederholenden sechsjährlichen Zyklus der Hochwasserrisikomanagementplanung sind die Karten zu überprüfen und ggf. zu aktualisieren.

Gemäß gesetzlicher Vorgabe (§76 Abs. 2 Satz 1 Nr. 1 WHG) sind an den Gewässern mit signifikantem Hochwasserrisiko mindestens jene Gebiete, in denen ein Hochwasserereignis zu erwarten ist, das statistisch einmal in 100 Jahren auftritt, als festgesetzte Überschwemmungsgebiete (ÜSG) festzusetzen. Die amtliche Festsetzung von ÜSG dient der schadlosen Abführung von Hochwasser und sichert die dafür erforderlichen Flächen für den Hochwasserabfluss sowie Retentions- oder Rückhalteräume. Mit der Festsetzung von ÜSG werden die menschlichen Tätigkeiten in diesen Flächen einschränkt. Der verwendete, mindestens 100-jährliche Hochwasserabfluss wird durch statistische Auswertung der homogenen Datenreihen der Pegelaufzeichnungen ermittelt. Die Ereignisse an der Ahr und den anderen im Juli 2021 betroffenen Gewässern haben gezeigt, dass die langjährig etablierten Methoden zur extremwertstatistischen Auswertung der Abflüsse zu optimieren sind. Eine Ursache hierfür liegt in den vergleichsweise kurzen Datenreihen der Pegel. Künftig sollten für die Herleitung sowohl des festgelegten HQ100 sowie des HQextrem zusätzlich zu den langjährigen Messreihen auch historische Hochwasserabflüsse einbezogen werden, soweit diese bekannt und rekonstruierbar sind. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass die zugrundeliegenden hydraulischen Modellierungen für die Hochwassergefahren- und -risikokarten bisher ohne dynamische Effekte (z. B. Verklausungen der Abflussquerschnitte insbesondere an Brücken durch Treibgut) erfolgten. Ein weiteres Problem ist, dass die HQ100-Flächen der Hochwassergefahrenkarten wegen zwischenzeitlicher Änderungen von denen der festgesetzten ÜSG abweichen können, da sich die förmlichen Verfahren zur Festsetzung der ÜSG oftmals über Jahre hinziehen. Diese Diskrepanz soll aufgelöst, Berechnungsmethoden angepasst und die Verfahrensabläufe optimiert und beschleunigt werden.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Aufbau eines landesweiten, IT-gestützten Modellsystems (Visdom):** Mit dem neuen, landesweiten Modell werden im kommenden Zyklus der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) alle Risikogewässer und potenzielle neue Risikogewässer neu berechnet. Das Modell dient auch der zukünftigen schnellen und zeitnahen Neuberechnung von Gewässern(-abschnitten). Die Kommunen werden Ingenieurbüros beauftragen können, die mit Hilfe des Modells eigene Szenarien inklusive Maßnahmen(-planungen) berechnen und Detailvermessungen nachpflegen können (siehe auch Kapitel 3.4.5).
- **Berücksichtigung historischer Hochwasser:** Die als Basis der Hochwassergefahren- und -risikokarten zugrundeliegenden Hochwasserstatistiken werden neben den gemessenen Datengrundlagen zukünftig – sofern vorhanden und auswertbar – Kenntnisse über sogenannte historische Hochwasser berücksichtigen und in der Folge auch auf die Gefahrenkarten übertragen werden.

## Was ist geplant?

- **Berücksichtigung zusätzlicher Szenarien und Informationsangaben:** In Ergänzung zu den aktuellen Hochwassergefahrenkarten sollen zusätzliche Szenarien (HQ5, HQ25, HQ50 etc.) und Informationsangaben (u. a. Fließgeschwindigkeiten, die bislang nicht vorlagen) berechnet und kartographisch vorgehalten werden.
- **Darstellung HQextrem als worst case Szenario:** Außerdem sollen die Randbedingungen so gesetzt werden, dass ein dargestelltes HQextrem auch tatsächlich ein möglichst extremes – auf maximale Vorsorge ausgerichtetes – Ereignis darstellt. So sollen ebenfalls dynamische Effekte (Verklausungen) berücksichtigt werden. Mindestens für das sogenannte seltene Hochwasser (HQ200) oder das extreme Ereignis soll zusätzlich eine Darstellung der Ausdehnungen unter Berücksichtigung von Abflusshindernissen (insbesondere vollständig verlegte Brücken) zur Verfügung stehen, um die Auswirkungen eines prognostizierten Wasserstandes unter Berücksichtigung von Fließhindernissen beurteilen zu können. Dennoch ist in der Risikokommunikation weiterhin darauf hinzuweisen, dass es auch bei Festlegung eines neuen, auf maximale Vorsorge ausgerichteten Extremszenarios, Hochwasserereignisse geben kann, die dieses Szenario übersteigen.
- **Anpassungen der Gefahrenkarten und der Bestimmung der ÜSG an Klimawandelfolgen:** Die Auswirkungen des Klimawandels sollen bei der Erarbeitung der Gefahrenkarten und zukünftig bei der Bestimmung von ÜSG berücksichtigt werden. Inwieweit hierbei ein Klimawandelanpassungsfaktor Anwendung finden kann, wird derzeit geprüft. Wegen der erheblichen Rechtsfolgen im ÜSG (Eigentumsbeschränkungen für Private durch Bauverbot, Beschränkung der kommunalen Planungshoheit für Kommunen durch das Verbot für neue Baugebiete) müssen die Klimafaktoren belastbar und durch Klimaprojektionen bestätigt sein.
- **Neuregelung der ÜSG-Festlegung:** Um die Verfahrensstrukturen zu optimieren und zu beschleunigen, soll eine gesetzliche Grundlage geschaffen werden, wonach die Überschwemmungsflächen der Hochwassergefahrenkarten des mittleren Hochwasserabflusses (mindestens HQ100) zukünftig automatisch als ÜSG gelten, ohne dass es einer gesonderten Festsetzung bedarf. Neben der Verfahrensbeschleunigung ist ein weiterer Vorteil eine automatische, zyklische Überprüfung der Gebiete im Rahmen der Umsetzung der HWRM-RL.
- **Schaffung einer Binnendifferenzierung der Verbote in ÜSG:** Die bisherigen gesetzlichen Bestimmungen im Wasserrecht zu Bau- und Bauplanungsverböten im ÜSG sehen nur eine einheitliche Verbots- und Ausnahmeregelung für das gesamte ÜSG vor. Mit einer am Schutzzweck eines wirksamen Hochwasserschutzes und der Schadensvermeidung orientierten strikteren Binnendifferenzierung (Zonierung) des ÜSG soll die Grundlage für unterschiedlich strenge Verbotsregelungen gelegt werden. Dabei gilt es insbesondere, Bereiche zu identifizieren, in denen aufgrund der Gefährdungslage (ausnahmslos) keine Gebäude mehr errichtet (oder instandgesetzt) werden dürfen.

## Was muss noch diskutiert werden?

- **Automatische Auskunftserteilung zur Lage im Überschwemmungsgebiet bei Bauvoranfragen und Bauanträgen:** Neben der Darstellung der Lage eines Grundstücks bzw. einer Immobilie im Liegenschaftskataster wäre die entsprechende Auskunft bei Bauvoranfragen und Bauanträgen eine sinnvolle Ergänzung der Informationsvermittlung, deren Umsetzung zu diskutieren ist.

- **Gefahrenkarten (und damit ggfs. auch ÜSG) an Gewässern III. Ordnung:** Gerade in kleinen Einzugsgebieten wird die Gefährdung vermehrt durch kurzfristige Hochwässer durch Starkregenereignisse hervorgerufen. Hier ist es insbesondere schwierig, sich als Träger öffentlicher Belange gegen die Bebauung in Auen zu stellen, wenn keine ÜSG-Ausweisung erfolgt ist. Es ist daher zu diskutieren, ob verstärkt in die Ausweisung von ÜSG an Gewässern III. Ordnung eingestiegen werden sollte.

### 3.4.5 Risikokommunikation sowie den Hochwasservorhersagedienst weiterentwickeln

Auch bei verstärkten Bemühungen um optimalen Hochwasserschutz bleibt immer das Risiko einer Überflutung. Wichtig ist daher, dass möglichst viele Bürgerinnen und Bürger, ebenso wie der Bereich des öffentlichen Lebens und der Verwaltung, über potenzielle Gefahren informiert werden, Vorsorge betreiben und dieses Wissen zudem wachgehalten wird. Um das öffentliche Risikobewusstsein zu stärken, ist das Publizieren und Verteilen von gut aufbereitenden Informationen zu aktuellen Hochwasser- und Starkregengeschehen essenziell. In diesem Zusammenhang kommt neben der Aktualisierung der Hochwassergefahren- und -risikokarten der Weiterentwicklung des Hochwasservorhersagedienstes des Landes eine elementare Bedeutung zu.

Der Hochwassermeldedienst für die großen Gewässer (Rhein, Mosel, Nahe, Glan, Lahn, Sieg, Ahr, Wied) und die Hochwasserfrühwarnung für kleinere Gewässer bilden einen zentralen Baustein des Hochwasserrisikomanagements des Landes und sind eine der wichtigsten Informationsquellen für die zuständigen Stellen zur Gefahrenabwehr sowie für die Öffentlichkeit und die Medien. Dort werden sie über die aktuellen Wasserstände und über Vorhersagen der zu erwarteten Wasserstände sowie die daraus resultierende Hochwassergefährdung informiert, um frühzeitig vorsorgende Maßnahmen einleiten zu können.

Hochwassermeldungen müssen verständlich, aktuell und von überall abrufbar sein. Nur so kann garantiert werden, dass sich der Ernst der Lage allen erschließt. Für die Risikokommunikation und eine angepasste Hochwasservorsorge ist es wichtig, die Ausdehnung der Überflutungen in Abhängigkeit der vorhergesagten Pegelstände darzustellen. So können Betroffenheiten und die zu ergreifenden Schutzmaßnahmen besser erkannt werden.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Re-Design der Homepage des Hochwasservorhersagedienstes:** Mit dem Ende Februar 2023 erfolgten Re-Launch des Webauftritts ([www.hochwasser.rlp.de](http://www.hochwasser.rlp.de)) wurden die für eine Risikokommunikation zentralen Darstellungen überarbeitet und hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit modernisiert. Unter anderem werden die vorhergesagten Wasserstände nicht mehr nur als Einzellinie, sondern immer mit einer Bandbreite der wahrscheinlichen Entwicklung dargestellt, womit das Risiko für die Überschreitung kritischer Wasserstände besser erkennbar ist. Ebenso werden zur besseren Einordnung der aktuellen und vorhergesagten Hochwasserereignisse in den pegelspezifischen Grafiken zusätzlich Orientierungswasserstände (aktuell das 2- bis 50-jährliche Hochwasser und – wenn vorhanden – Meldehöhen und Hochwasser-Schifffahrtsmarken) sowie vergangene Hochwasserstände angezeigt. Der neue Webauftritt wird kontinuierlich weiterentwickelt. So werden z. B. mit Expertinnen und Experten für Risikokommunikation unmissverständliche Warntexte für bestimmte Hochwasserereignisse erarbeitet und zusätzliche Warnstufen eingeführt.

- **Ständige Weiterentwicklung der Hochwasservorhersagemodelle:** Die Hochwassermodelle des Hochwasservorhersagedienstes werden fortlaufend aktualisiert und an neue technische Entwicklungen angepasst. Beispielsweise wurden bestehende Modelle mit einem neuen Infiltrationsmodul ergänzt, sodass Starkregenereignisse und daraus resultierende (lokale) Hochwasser zukünftig realistischer abgebildet werden können.
- **Intensivierung der Zusammenarbeit zwischen dem Deutschen Wetterdienst (DWD) und der Hochwasservorhersagezentrale:** Die nutzerorientierte Kommunikation von Wetter- und Hochwasserinformationen im Vorfeld und während kritischer Lagen sowie die Warnkriterien sollen weiterentwickelt und besser aufeinander abgestimmt werden. Hierzu wurde Ende 2022 eine Verwaltungsvereinbarung mit dem DWD abgeschlossen. Das gemeinsame Projekt soll dazu beitragen, den Nutzenden ein besseres Verständnis von mit den Vorhersagen verbundenen Unsicherheiten und bereitgestellten Wahrscheinlichkeitsinformationen zu vermitteln und damit eine verbesserte Entscheidungsgrundlage für zukünftige Hochwasserereignisse zu schaffen.
- **Intensivierung der Zusammenarbeit mit den Vorhersagezentralen der Nachbarstaaten, benachbarten Bundesländer und der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes:** Zur Verbesserung der Hochwasservorhersage in grenzüberschreitenden Einzugsgebieten (Rhein, Mosel, Saar, Sauer, Sieg und Lahn) wurden mit den Vorhersagezentralen der Nachbarstaaten (Luxemburg, Frankreich), der benachbarten Bundesländer und der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes neue Vereinbarungen abgeschlossen oder bestehende Vereinbarungen aktualisiert/fortgeschrieben.
- **Aufbau eines landesweiten, IT-gestützten Modellsystems (Visdom) für Einzelereignisse wie Starkregenniederschläge und Flusshochwasser:** Im Jahr 2021 wurde der erste Auftrag zum Aufbau des Visdom-Starkregenmodells vergeben. Mit Hilfe des Systems werden aktuell die Starkregengefahrenkarten für die ganze Landesfläche neu berechnet – mit mehreren Szenarien und auch innerorts. Es wird eine frei zugängliche Veröffentlichung erfolgen. Im Anschluss werden auch die Hochwassergefahren- und -risikokarten überarbeitet, inkl. zusätzlicher Szenarien (HQ<sub>5</sub>, HQ<sub>25</sub>, HQ<sub>50</sub> etc.). Mit dem neuen Hydro-Zwilling des Landes wird es möglich sein, neben der durch Überflutung betroffenen Fläche auch die Wirkung möglicher Schutzmaßnahmen zu simulieren und zu beurteilen. Diese Informationen können zum Beispiel von Kommunen im Vorfeld für die Aufstellung der Alarm- und Einsatzpläne des Katastrophenschutzes genutzt werden.

#### Was ist geplant?

- **Neuentwicklung der Darstellung einer Überflutungsvorhersage:** Geplant ist die Weiterentwicklung des Visdom-Systems innerhalb eines Forschungsprojekts, um bei einem Ereignis unmittelbar aus den Wasserstands- und Abflussvorhersagen des Hochwasservorhersagedienstes die potenziell betroffenen Flächen zu ermitteln. Hierzu soll Visdom mit den Modellsystemen des Hochwasservorhersagedienstes gekoppelt werden.
- **Schaffung eines verbesserten digitalen Informationsangebots:** Gleichzeitig ist ein verbessertes digitales Informationsangebot für Bürgerinnen und Bürger vorgesehen, aus dem frei verfügbar und ohne vertieftes Fachwissen Informationen zur Hochwasser- und Starkregengefährdung wie z.B. ortsspezifisch die potenziellen Überflutungstiefen für festgelegte Szenarien entnommen werden können. So soll das System umfängliche

Visualisierungsmöglichkeiten für Nicht-Fachleute anbieten, um Starkregen- und Hochwassergefährdung plastisch in einer dreidimensionalen Darstellung zu ermöglichen.

### 3.4.6 Kommunale Zusammenarbeit stärken und verbindlicher machen

Die Hochwasserpartnerschaften (HWP) sind in Rheinland-Pfalz ein etabliertes Instrument, um Hochwasservorsorge über kommunale und zum Teil auch Landesgrenzen hinaus zu denken und zu realisieren. Es existieren 25 solcher Zusammenschlüsse von Gemeinden, Städte, Verbandsgemeinden und Kreise, die an einem von Hochwasser betroffenen Gewässer oder Gewässerabschnitt liegen und gemeinsam die Hochwasservorsorge voranbringen wollen. Die Beteiligung in einer HWP ist allerdings freiwillig und sie zeichnen sich durch eine eher informelle Arbeitsweise aus. Dieses Konstrukt fördert dafür einen offenen Austausch.

Die Erarbeitung und Umsetzung eines gemeinsamen überörtlichen Hochwasservorsorge- und Gewässerentwicklungskonzepts, wie es gerade in der HWP Ahr erstellt wird, wird auch für die anderen Flusssysteme in Rheinland-Pfalz als sinnvolle und notwendige Weiterentwicklung angesehen. Dafür sind konkrete Programme und Umsetzungspläne für gemeinschaftliche Aufgaben und Maßnahmen zu erstellen.

Um derartige, umfängliche Konzepte und insbesondere Maßnahmenplanungen zu erstellen und vor allem auch umzusetzen, sind verbindliche Strukturen für dieses Aufgabenportfolio erforderlich. Eine umfassende Hochwasservorsorge und eine auf die zukünftigen Herausforderungen des Klimawandels angepasste Gewässerunterhaltung benötigt dauerhafte kommunale Zusammenschlüsse, z. B. in Gewässerzweckverbänden (GZV), mit klarer Zuständigkeit für Gewässerausbau und -unterhaltung sowie Hochwasservorsorge.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Unterstützung der Kommunen bei der Bildung von interkommunalen, verbindlichen Zusammenschlüssen** (z. B. Gewässerzweckverbände nach Landesgesetz für kommunale Zusammenarbeit (KomZG)) zur umsetzungsorientierten Zusammenarbeit. Zur Gründung gibt es einen Förderzuschuss gemäß der Förderrichtlinie der Wasserwirtschaftsverwaltung. Gleichzeitig findet eine Beratungsleistung und Begleitung zur Gründung dieser Zusammenschlüsse über die Hochwasserpartnerschaften und die Wasserwirtschaftsverwaltung statt.

### 3.4.7 Neue Fachberatung Wasserwehr etablieren

Die Planung, Vorbereitung und Durchführung notwendiger Einsatzmaßnahmen im Hochwasserfall, insbesondere im Katastrophenfall, obliegt den örtlichen Kräften der Wasserwehren, v. a. also den Kommunen. Die Flutkatastrophe hat jedoch einen gesteigerten Bedarf für eine wasserwirtschaftliche (hydrologische und hydraulische) Fachberatung gezeigt, um die örtliche Einsatzleitung sowie die kommunalen Verwaltungen und die zuständige Landesbehörde für den Katastrophenschutz (derzeit Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion (ADD)) durch Erläuterungen zu den Daten und Informationen der Hochwasserwarnung und -vorhersage zu beraten. Insbesondere in der vorsorgenden Planung, d.h. bei der Erstellung der Alarm- und Einsatzpläne, ist die Bereitstellung von Fachwissen sinnvoll und notwendig. Dies soll helfen, in der Vorbereitung auf mögliche Katastrophenszenarien und im Krisenfall vor Ort jeweils die richtigen Einsatzmaßnahmen zu planen und einzuleiten. Im Einsatzfall müssen die Einsatzkräfte durch Erläuterungen und

Interpretationen der vorliegenden Daten bei der Einschätzung zu den einzuleitenden Gefahrenabwehrmaßnahmen unterstützt werden.

### Was ist geplant?

- **Aufbau einer „Fachberatung Wasserwehr“**, welche bei den Struktur- und Genehmigungsdirektionen (SGD Nord und Süd) angesiedelt sein soll, mit Scharnierfunktion zwischen dem Hochwasservorhersagezentrum des LfU und den bei den kommunalen Verwaltungen angesiedelten Stellen des Katastrophenschutzes sowie der zuständigen Katastrophenschutzbehörde des Landes (ADD). Die Fachberatung soll dabei nicht nur unterstützende Beratung im Ereignisfall leisten, sondern insbesondere zur **regelmäßigen Schulung der Kreise, Städte und den Verantwortlichen** in der für den Katastrophenschutz zuständigen Landesbehörde (ADD) zur Verfügung stehen, um das wasserwirtschaftliche Fachwissen noch stärker bei den zuständigen Stellen des Bevölkerungs- und Katastrophenschutzes in der Fläche zu verankern und einen regelmäßigen Kontakt zwischen den verantwortlichen Stellen sicherzustellen. Ein Erreichbarkeitsdienst wird eingerichtet. Die Unterstützung der Koordinierungsstelle der Landesbehörde für den Katastrophenschutz durch die Fachberatung wird sichergestellt. Bei der SGD Nord werden zeitnah drei Stellen, die als eine Hauptaufgabe die Fachberatung der Wasserwehren leisten sollen, besetzt. Die Stellen der SGD Süd folgen im Haushalt 2025.

### 3.4.8 Pegel und Niederschlagsmessnetz ausweiten und verbessern

Das Verhalten oberirdischer Gewässer wird aus quantitativer Sicht durch die Parameter Wasserstand und Abfluss beschrieben. Zur Messung bzw. Ermittlung dieser Größen wird als Basis in Rheinland-Pfalz ein Pegelnetz mit derzeit 148 Pegeln betrieben.

Die vom Land nach den Hochwassern 2002 und 2013 an Elbe und Donau an den Pegeln des hydrologischen Dienstes des Landes ergriffenen Maßnahmen zur Verbesserung der Ausfallsicherheit (redundante Ausstattung, Höherlegung von Messtechnik, elektrischem Equipment, personelle Aufstockung) haben sich grundsätzlich bewährt. Das Hochwasserereignis vom Juli 2021, bei dem 19 Pegel zerstört oder beschädigt wurden, hat jedoch gezeigt, dass gegen ein extremes Hochwasser die bauliche Sicherheit der Pegel oft nicht gegeben oder nicht ausreichend war. Die Datenübertragung (leitungsgebunden und mobil) war durch Zerstörung der Leitungen und/oder Ausfall der Strom- und Telefon bzw. Mobilfunknetze nicht gegeben.

Das Land betreibt – gemeinsam von Wasserwirtschafts-, Agrar- und Forstverwaltung – ein Niederschlags- und Klimamessnetz. Zusammen mit den Stationen des Deutschen Wetterdienstes verfügt Rheinland-Pfalz damit über eines der dichtesten Messnetze in Deutschland. 2021-2023 wurden beschädigte bzw. zerstörte Stationen ersetzt, sieben neue Stationen eingerichtet und Stationen anderer Betreiber in das Landesmessnetz integriert. Auch wenn sich das Messnetz beim Hochwasser im Juli 2021 grundsätzlich bewährt hat, konnten mit dem bestehenden Messnetz die Niederschlagsmengen nicht vollständig erfasst werden – auch nicht in Kombination mit den Wetterradaren des Deutschen Wetterdienstes. Zur weiteren Verbesserung der Niederschlagserfassung insbesondere bei lokalen Starkregen werden in mehreren Projekten in Zusammenarbeit von Bundesländern und dem Deutschen Wetterdienstes neue Verfahren und Methoden (z.B. Einbindung privater Messstationen) geprüft.

### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Überprüfung aller Pegel in Rheinland-Pfalz**, ob bauliche Anpassungen gegen ein Extremhochwasser oder sogar der Bau eines zweiten, höherliegenden Pegels für diesen Extremfall erforderlich sind.
- **Prüfung hochwasserunabhängige Satellitenkommunikation für die Datenübertragung**
- **Beratung der Kommunen bei der Einrichtung zusätzlicher lokaler (kommunaler) Warnpegel:** Damit die Einsatzleitungen innerhalb einer Frühwarnregion mögliche Einsatzschwerpunkte erkennen können, werden Kommunen bei der Einrichtung lokaler Warnpegel an kleinen Zuflüssen beraten.

### Was ist geplant?

- **Integration kommunaler Pegel in das Landeswebangebot:** Die Daten (Wasserstände) kommunaler Pegel werden auf Wunsch der Gefahrenabwehr zukünftig im Webangebot des Hochwasservorhersagedienstes dargestellt. Weiterhin ist eine Einbindung in der App „[MeinePegel](#)“ möglich. Die Ausstattung der kommunalen Pegel, die Schnittstellen zum Landesangebot, die Datenhaltung und -flüsse werden zwischen Land (SGD, LfU) und den kommunalen Betreibern abgestimmt.

### 3.4.9 Starkregen und Hochwasservorsorge in der kommunalen Bauleitplanung und in Verfahren der Baugenehmigung stärken

Die kommunale Bauleitplanung stellt einen wesentlichen Ansatzpunkt für die Hochwasser- und Starkregenvorsorge sowie für die Resilienz gegenüber Klimawandelfolgen insgesamt dar. Der heute geplante, gebaute oder sanierte Gebäudebestand muss in den nächsten Jahrzehnten den Folgen des Klimawandels begegnen. Je später die kommunale Bauleitplanung auf den Klimawandel und dessen Folgen ausgerichtet wird, desto größer wird – ungeachtet gesundheitsrelevanter Aspekte – künftig der volkswirtschaftliche Schaden durch Klimaveränderungen und Extremwetterereignisse am Gebäudebestand sein (siehe auch Kapitel 3.3.4).

Die Hochwasser- und Starkregengefährdung wird unter anderem in den Hochwassergefahren- und -risikokarten sowie den Starkregengefahrenkarten dargestellt, welche eine der Grundlagen für die Stellungnahmen der Wasserwirtschaft in den Verfahren der kommunalen Bauleitplanung und zu Bauanträgen bilden. Es ist daher äußerst wichtig, dass diesen Belangen in den entsprechenden Entscheidungs- und Abwägungsprozessen auf planerischer Ebene verstärkt Bedeutung zugemessen wird. Denn nur, wenn Gefahren und Vulnerabilitäten schon bei Beginn des Planungsprozesses bekannt und beurteilt sind, können Planung und Bauausführung klimaangepasst erfolgen.

### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Verbesserung der wasserwirtschaftlichen Stellungnahmen zur Stärkung der Wahrnehmung:** Den wasserwirtschaftlichen Stellungnahmen werden neben den textlichen Erläuterungen großmaßstäbliche Ausschnitte der Hochwassergefahren- und -risikokarten mit Angabe der Wassertiefen bei HQextrem beziehungsweise Ausschnitte der Starkregengefahrenkarten beigelegt. So sind die potenziellen Gefahren und Risiken für die Prozessbeteiligten noch deutlicher wahrnehmbar.
- **Einsatz für die stärkere Integration der Hochwasserbelange während der Planung:** Bei raumbedeutsamen Planungen sollten die Belange des Hochwasserschutzes, der Hochwasservorsorge und der Vorsorge gegen Überschwemmungen durch

Starkregenniederschläge ermittelt und in der Abwägung verbindlicher berücksichtigt werden, soweit sie nicht durch einschlägige Ziele der Raumordnung oder der Festsetzung von Vorranggebieten schon verbindlich sind. Eine aus wasserwirtschaftlicher Sicht umfassende Prüfung der Auswirkungen der Planung auf diese Belange ist jedoch noch nicht ausreichend gesetzlich vorgeschrieben. Die dafür erforderlichen gesetzlichen Regelungen im WHG und BauGB müssten insofern ergänzt werden, wofür sich das MKUEM einsetzt (siehe auch Kapitel 3.3.4). In der Praxis mangelt es sehr häufig sowohl an der sorgfältigen Ermittlung und Dokumentation der genannten Belange, als auch an der angemessenen Bewertung nachteiliger Auswirkungen auf Hochwasser- und Starkregenschutz. Wie diese Probleme in der Praxis zukünftig bewältigt werden können, beispielsweise durch die Einführung eines Fachplanungsbeitrags Wasserwirtschaft, der auch entsprechende konkrete Maßnahmen oder Handlungsempfehlungen für die Behörden enthalten könnte, ist auf Landesebene noch zu prüfen.

#### Was muss noch diskutiert werden?

- **Anpassung des Bauordnungsrechts** (Landesbauordnung bzw. Musterbauordnung): Insbesondere die Pflicht zur Gefährdungsbeurteilung im Rahmen von Baugenehmigungsverfahren für bauliche Anlagen hinsichtlich deren Standsicherheit bei Extremwetterereignissen sowie Nutzungsverbote für hochwasser- und starkregenbedrohte bzw. betroffene, stark beschädigte Anlagen werden von Seiten des MKUEM als sehr wichtig erachtet. Zusätzlich sollte in diesem Rahmen eine potenzielle Exposition des Gebäudes bzw. der Nutzenden durch weitere klimawandelbedingte Veränderungen (z.B. Hitze, Trockenheit) überprüft werden. Hierfür setzt sich das MKUEM ein.
- **Verbesserung des Schulungsangebots zum hochwasserangepassten Bauen:** Durch Bereitstellung von Informationen bereits in der Ausbildung der Bauingenieure und Architekten müssen die Planenden für dieses Themenfeld stärker sensibilisiert werden.

#### 3.4.10 Starkregen im Hochwasserrisikomanagement berücksichtigen

Aufgabe des Hochwasserrisikomanagements ist es, die nachteiligen Auswirkungen von Hochwasserereignissen auf die vier Schutzgüter menschliche Gesundheit, wirtschaftliche Tätigkeit, Umwelt und Kulturerbe zu bewerten. Hierbei sind betroffene Personen, Sachwerte in Siedlungs- und Gewerbeflächen, Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, Schutzgebiete sowie Kulturgüter in die Bewertung einzubeziehen, für die durch geeignete Maßnahmen hochwasserbedingte nachteilige Folgen verringert werden sollen. Die in Deutschland betrachteten Hochwasserarten berücksichtigen jedoch bisher keine Überflutungen jenseits der Gewässer, wie sie beispielsweise aus lokalen Starkregenereignissen entstehen. Die Bund-/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) hat festgestellt, dass die Überflutung aus Starkregenereignissen auch jenseits der Gewässer unter dem Begriff „Hochwasser“ des WHG und damit auch der Landeswassergesetze zu subsumieren sind. Die aktuellen gesetzlichen Regelungen bilden diese Differenzierung jedoch nicht ab. Es ist daher notwendig, für das Starkregenrisikomanagement spezifische Ausformulierungen in den Gesetzen vorzusehen, damit zukünftig die Starkregengefährdung im Hochwasserrisikomanagement berücksichtigt wird.

Starkregenrisikomanagement bedarf einer Analyse der örtlichen Begebenheiten sowie vergangener Ereignisse. Dadurch werden potenzielle Gefährdungen ermittelt und basierend darauf Maßnahmen zur Vorsorge und zum Schutz entwickelt. Daher bleiben die örtlichen

Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzepte einer der wichtigsten Bausteine für eine flächendeckende Vorsorge im ganzen Land. In Rheinland-Pfalz erstellen bereits mehr als 1600 Kommunen derartige Konzepte bzw. diese sind bereits fertiggestellt. Dieser Prozess wurde inzwischen durch zusätzliche Mitarbeiter\*innen bei den SGDen und dem LfU, gebündelt durch das Kompetenzzentrum Hochwasservorsorge und Hochwasserrisikomanagement, verstetigt. An dieser Stelle besteht die Herausforderung, die örtlichen Maßnahmen mit den überörtlichen Planungen zu verknüpfen und die Umsetzung dieser Maßnahmen voranzutreiben. Dies kann einerseits durch eine Begleitung des Umsetzungsprozesses durch die Wasserwirtschaft wie auch durch eine Stärkung der Verbindlichkeit der entwickelten Maßnahmen geschehen.

### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Erstellung örtlicher Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzepte** in ganz Rheinland-Pfalz wird unterstützt und fachlich begleitet.

### Was ist geplant?

- **Gesetzliche Etablierung eines Starkregenrisikomanagements:** Die gesetzlichen Instrumente des Hochwasserrisikomanagements gemäß §§ 73 ff. WHG sind auf Starkregenereignisse entweder ausdrücklich nicht anwendbar (z. B. bezüglich der Festsetzung von Überschwemmungsgebieten) oder sind für die besonderen Anforderungen an ein Starkregenrisikomanagement nicht geeignet. Daher müssen die gesetzlichen Regelungen zum Hochwasserrisikomanagement insoweit überarbeitet werden. Dazu gehört in einem ersten Schritt die Ausarbeitung und Festlegung der rechtlichen Anforderungen für Starkregengefährdungsgebiete im WHG, wofür sich das MKUEM einsetzt.
- **Verpflichtende Einführung von Starkregengefahrenkarten:** Im Wasserhaushalts- und Landeswassergesetz sollen die Grundlagen geschaffen werden, Starkregengefahrenkarten verpflichtend zu erstellen und sämtliche Starkregengefahren- und -hinweiskarten, auch auf kommunaler Ebene, in Vereinbarkeit mit dem Datenschutz zu veröffentlichen.
- **Verpflichtende Erstellung von örtlichen Hochwasservorsorge- und Starkregenkonzepten:** Die Pflicht zur Erstellung örtlicher Hochwasservorsorge- und Starkregenvorsorgekonzepten soll gesetzlich geregelt werden.

### Was muss noch diskutiert werden?

- **Verstetigung des Prozesses der Erstellung (Stichwort: Fortschreibung) und Umsetzung der örtlichen Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzepte**

## 3.5 Niedrigwassermanagement

### Herausforderungen

Vor dem Hintergrund des Klimawandels müssen wir damit rechnen, dass Dürre und Trockenheit weiter zunehmen werden. Spätestens seit den Dürreereignissen in den Sommermonaten 2015, 2018, 2019, 2020 und 2022 ist auch in Deutschland und Rheinland-Pfalz das Thema Niedrigwasser in Grundwasser und Oberflächengewässer in den Fokus der öffentlichen Wahrnehmung gerückt.

Die Ereignisse der letzten Jahre haben deutlich gemacht, dass durch Trockenheit induzierte Auswirkungen auf Grundwasserstände, Bodenwasser und Niedrigwasser in Oberflächengewässern hinsichtlich ihrer Signifikanz neu bewertet werden müssen. Die beobachtete Trockenheit erreichte in weiten Teilen Deutschlands, wie auch in Rheinland-Pfalz, besorgniserregende Ausmaße. Trockenfallende Gewässer, Fischsterben, Waldkalamitäten, lokale Trinkwasserversorgungsengpässe, Ernteausfälle in der Landwirtschaft, geringere Holzproduktion, eingeschränkte Energieproduktion und gedrosselte industrielle Prozesse sowie Einschränkungen in der Schifffahrt führten zu hohen Schäden in Natur und Wirtschaft.

Mit Dürre und Trockenheit gehen auch zunehmende konkurrierende Ansprüche an die Wasserverfügbarkeit bzw. Wassernutzung unterschiedlicher Sektoren wie Wasserversorgung, Bewässerung, Fischerei, Abwasserbeseitigung, Energiegewinnung, Kühlung und industrielle Produktion, Schifffahrt, Tourismus und Freizeit einher. So haben in Rheinland-Pfalz 2022 bereits erste Gemeinden den Trinkwassergebrauch eingeschränkt. Die große Herausforderung wird sein, das Wassermanagement bei sich verschärfenden Nutzungskonflikten fair und rechtssicher zu regeln.

Dies ist keine einfache Aufgabe bei den vielfältigen Nutzungsansprüchen und dem steigenden Nutzungsdruck, insbesondere durch die sich verringernde Verfügbarkeit von Wasser während dieser Trockenperioden.

### Unsere Ziele

- Wir vermindern Risiken und Konflikte bei Niedrigwasser und Wassermangel.
- Wir sorgen vor, um auf Auswirkungen von Niedrigwasser und Wassermangel vorbereitet zu sein und managen operativ akute Niedrigwassersituationen, um Schäden abzumildern.
- Wir schaffen eine rechtssichere Verteilung bei Wassermangel.

Zur Erreichung der Ziele im Handlungsbereich Niedrigwassermanagement werden wir acht Maßnahmenswerpunkte bearbeiten, die nachfolgend beschrieben werden und deren Umsetzung strukturiert dargestellt wird. Da Niedrigwassermanagement in Grundwasser und Oberflächengewässer eine **Querschnittsaufgabe** unterschiedlicher Bereiche darstellt, beinhaltet das Kapitel auch die Maßnahmenswerpunkte und Maßnahmen der vorgenannten Handlungsbereiche in Bezug auf Niedrigwasser.

### 3.5.1 Daten und Monitoring verbessern

Grundlage für gezielte Niedrigwasservorsorge und -management ist die Verbesserung der Datengrundlage und des Monitorings. Hierfür sind zuverlässige Wasserstands- und Durchflussdaten notwendig. Gerade bei niedrigen Abflüssen und geringen Wasserständen bestehen häufig Unsicherheiten in den Messdaten. Im Niedrigwasserfall ist ein umfangreiches Niedrigwasser-Monitoring nötig, was nicht nur Abflussmengen, sondern auch weitere

Parameter der Gewässergüte, wie Wasserqualität und Wassertemperatur, einschließt. Darüber hinaus sind die Bilanzierung der aktuellen und zukünftigen nutzbaren regionalen Wasserdargebote mit Hilfe von Wasserhaushalts-/ Bodenwasserhaushaltsmodellen sowie Wasserbedarfsprognosen als Entscheidungsgrundlagen notwendig, um zukünftige Grundwassererschließungen, Oberflächengewässer und Grundwassergebiete mit erhöhten Niedrigwasserrisiko zu identifizieren, Grundwasserentnahmen und Wasserrechtsverfahren zu beurteilen sowie belastbare Konflikt- und Lösungsanalysen durchführen zu können. Nicht zuletzt sind hierfür verlässliche und flächendeckende Daten zu tatsächlichen Wasserentnahmen erforderlich.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Pilotprojekt „Monitoring von Beregnungsbrunnen“:** Landwirtschaftlich genutzte Grundwasserbrunnen im Raum Hochstadt-Zeiskam wurden mit digitaler Messtechnik und Datenübertragung zur Messung der entnommenen Grundwassermengen und zur Erfassung des Grundwasserspiegels ausgerüstet. Zusätzlich lässt die SGD Süd in 2023 ein Umsetzungskonzept zur digitalen Mengenerfassung an landwirtschaftlichen Bewässerungsbrunnen in den Pilotgebieten Ludwigshafen-Süd und Worms-Ibersheim entwickeln (siehe auch Kapitel 3.1.1).
- **Bodenwasserhaushaltsmodellierungen** zur Bestimmung des aktuell nutzbaren regionalen Wasserdargebots und zur Prognose des zukünftig nutzbaren regionalen Wasserdargebots bis 2100 (siehe Kapitel 3.1.1)
- **Ausstattung von Grundwassermessstellen mit Datenfernübertragung (Überwachung der Grundwassermenge):** um zeitnahe zuverlässige Daten zur Entwicklung der Grundwasserstände zu erheben (siehe Kapitel 3.1.1)
- **Ausbau des Grundwassermessnetzes (Überwachung der Grundwasserqualität)** (siehe Kapitel 3.1.1 und 3.1.4)
- **Durchführung von Stresstests** im Rahmen der Aufstellung des Wasserversorgungsplans Teil 2 „Sensitivitätsanalyse“ (siehe Kapitel 3.1.1), um Bedarfe und Dargebote unter Berücksichtigung klimatischer und demografischer Parameter prognostizieren zu können. Zu diesen „Stressfaktoren“ gehören ein weiterer Rückgang der Grundwasserneubildung, eine Zunahme des Pro-Kopf-Verbrauchs und eine zunehmende Bevölkerungsentwicklung.
- **Messprogramm Gewässerökologisches Klimafolgenmonitoring** (siehe Kapitel 3.2.1).
- **Anpassung der Umweltüberwachung, Blaualgenmonitoring** (siehe Kapitel 3.2.1).

#### Was ist geplant?

- **Verbesserung der Datenlage für kleine Oberflächengewässer über Gewässerwarte** (siehe Kapitel 3.2.1).
- **Integration moderner Messtechnik (z.B. IoT-Sensoren, autonomes Messboot) in das Überwachungsprogramm der Oberflächengewässer** (siehe Kapitel 3.2.1).
- **Bauliche Anpassung Pegel und vermehrte Abflussmessung:** Die hydrologischen Pegel werden baulich sukzessive an Extremereignisse (Hoch- und Niedrigwasser) angepasst, damit sie auch bei solchen Ereignissen zuverlässig Daten liefern. Zudem wird die Aussagekraft der Daten durch vermehrte Abflussmessungen auch bei Niedrigwasser verbessert (siehe auch Kapitel 3.4.8).

- **Regionalisierung der Temperatur- und Abflussentwicklung von Oberflächengewässern in der nahen, mittleren und fernen Zukunft** (siehe Kapitel 3.2.1).
- **Erstellung eines Konzeptes zur Überwachung der Grundwasserentnahmen für die landwirtschaftliche Bewässerung** (siehe Kapitel 3.1.1).

#### Was muss noch diskutiert werden?

- **Flächendeckende Bereitstellung von Rohwasserdaten durch die Wasserversorger:** Eine Bereitstellung der Analysedaten aus der qualitativen und quantitativen Überwachung für die Wasserwirtschaftsverwaltung würde die allgemeine Datenlage sowie die Basis für gemeinsame Problemlösungsansätze für Wasserversorger und Behörden deutlich verbessern. (siehe Kapitel 3.1.1).
- **Vervollständigung des bestehenden behördlichen Datenbestandes zur lückenlosen Erfassung der zugelassenen und tatsächlichen Entnahmen zur landwirtschaftlichen Bewässerung** (siehe Kapitel 3.1.1).
- **Verbesserung der Kontrolle von tatsächlichen Oberflächenwasserentnahmen** (siehe Kapitel 3.2.5).

### 3.5.2 Informationen bereitstellen und einordnen

Informationen zu Niedrigwassersituationen sind für alle Wassernutzungen und damit verbundenen Akteure, aber auch für die Öffentlichkeit, maßgebend. Nur mit Hilfe der Bereitstellung von qualifizierten grundlegenden Informationen kann die Lage beurteilt, Entscheidungshilfen für Behörden zur Verfügung gestellt und die Öffentlichkeit entsprechend sensibilisiert werden. Um auf kritische Niedrigwassersituationen vorbereitet zu sein und rechtzeitig reagieren zu können, spielen die Einordnung der gegenwärtigen hydrologischen Situation und die Prognosen über die kommende Entwicklung eine wichtige Rolle. Niedrigwasservorhersagen erfordern allerdings andere Zeiträume als Hochwasservorhersagen, da sich Niedrigwasser im Gegensatz zu Hochwasserlagen viel langsamer aufbauen und länger andauern.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Niedrigwasserinformation für das Mosel-Saar-Einzugsgebiet:** Die Niedrigwasserereignisse in den Jahren 2003 und 2011 veranlassten die Internationale Kommissionen zum Schutze der Mosel und der Saar (IKSMS) 2014 dazu ein gemeinsames Niedrigwassermessnetz für das Mosel-Saar-Einzugsgebiet einzurichten. Dieses Netz setzt sich aus ausgewählten Abflussmessstellen der beteiligten Delegationen zusammen. Nach einem zweijährigen Probelauf (2015 und 2016) wurde das Überwachungsinstrument dauerhaft eingerichtet und die Ergebnisse werden im Internet zur Verfügung gestellt. Im Einzugsgebiet von Mosel und Saar veröffentlicht die IKSMS seit Juni 2022 ergänzend zu den rückblickenden wöchentlichen Ergebnissen auch die aktuellen wöchentlichen Ergebnisse.
- **Aufbau eines Niedrigwasserinformationssystems:** Im Rahmen der Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser wird unter der Leitung der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) ein bundesweites Niedrigwasserinformationssystem aufgebaut, mit dem Ziel Informationen zum Niedrigwasser in Oberflächengewässern und Wasserspeichern in der Landschaft (Bodenfeuchte, Grundwasser, Schneedecke) bundeseinheitlich darzustellen und analysierbar zu machen. Anhand verschiedener Parameter wie Wasserstand, Abfluss, Grundwasserständen und Niederschlag sowie mit

Hilfe eines Klassifikationssystems soll das Thema Niedrigwasser veranschaulicht und greifbar gemacht werden.

#### Was ist geplant?

- **Regionsbezogene Niedrigwasserklassifizierung:** Um flächendeckende Aussagen auch für kleine Einzugsgebiete, die keine Messstellen haben, zu generieren, müssen Methoden entwickelt werden, mit deren Hilfe eine Regionalisierung der ökohydrologischen und hydrogeologischen Kennwerte umgesetzt werden können.
- **Aufbau eines Auskunftssystems zur Darstellung der aktuellen Grundwasserstände und der jeweils aktuellen Grundwassermodellierung** auf Basis des Bodenwasserhaushaltsmodells (GWN-BW) (siehe auch Kapitel 3.1.1).
- **Erstellung einer landesweiten Karte austrocknungsgefährdeter und temperatursensibler Gewässer** (siehe Kapitel 3.2.1).

#### Was muss noch diskutiert werden?

- **Stufenweises Niedrigwasserhandlungskonzept (Niedrigwasserampel)** zur Steigerung der öffentlichen Wahrnehmung und für die Ableitung von Maßnahmen: Schwellenwerte könnten beispielsweise auf ökohydrologischen Parametern (Abfluss, Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt) und hydrogeologischer Prägung (Neigung zur schnellen Austrocknung) basieren.

### 3.5.3 (Landschafts-)Wasserhaushalt stärken

Ein naturnaher Wasserhaushalt trägt zur Resilienz im Niedrigwasserfall bei und stärkt gleichzeitig die Hochwasser- und Starkregenvorsorge (siehe Kapitel 3.4.1). Der natürliche Wasserhaushalt ist im städtischen und ländlichen Raum durch intensive Nutzung der Landschaft, Gewässerausbau, Landnutzungsänderungen, Wasserentnahmen stark beeinflusst und verändert. Daher sind alle Maßnahmen zu fördern, die zur Abflussverzögerung, zum Wasserrückhalt, zur Wasserspeicherung und zur Grundwasserneubildung beitragen und damit den Landschaftswasserhaushalt stärken. Dazu zählen Maßnahmen zum Wasserrückhalt in der Forst- und Landwirtschaft, Maßnahmen zur Anreicherung der Grundwasservorräte und Maßnahmen der dezentralen Bewirtschaftung von Regenwasser in Siedlungen (siehe auch Kapitel 3.3.4). Bezüglich der Maßnahmen zur Renaturierung von Gewässern und Auen wird auf den nachfolgenden Maßnahmenswerpunkt verwiesen.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Einführung eines Beratungsschwerpunktes zum Wasserrückhalt in der Fläche:** Bei der Wasserschutzberatung des Landes wurde ein weiterer Aufgaben- und Beratungsschwerpunkt zu Wasserrückhalt bzw. zur Starkregen- und Erosionsvorsorge in der Landwirtschaft etabliert. Darüber wurde auch die Thematik des Wasserrückhalts bzw. der Erosions- und Starkregenvorsorge in Land- und Forstwirtschaft in die örtlichen Hochwasservorsorge- und Starkregenkonzepte integriert (siehe auch Kapitel 3.1.3 und 3.4.1).
- **Förderung von Maßnahmen zum Wasserrückhalt auf öffentlichen Flächen** über die Förderrichtlinie der Wasserwirtschaftsverwaltung (siehe Kapitel 3.1.3)
- **Förderung von Maßnahmen zur wassersensiblen Siedlungsentwicklung** (siehe Kapitel 3.3.4).

- **Förderung von Maßnahmen zum Wasserrückhalt im Kommunal- und Privatwald** über die Förderrichtlinie „Zuwendung zur Förderung der Waldwirtschaft (Fördergrundsätze Wald)“ der Forstwirtschaft (siehe Kapitel 3.1.3)
- **Sonder-Maßnahmen-Block „Wasserrückhalt im Wald“ für Landeswald** (siehe Kapitel 3.1.3).
- **Berücksichtigung der Thematik Wasserrückhalt im Wald in der Richtlinie „Handbuch Walderschließung“** (siehe Kapitel 3.1.3).
- **Förderung durch die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP):** Im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik ist der Prämienersatz an die Einhaltung bestimmter Auflagen gebunden. U. a. müssen Vorgaben zur Mindestbodenbedeckung und Erosionsschutz eingehalten werden (siehe Kapitel 3.1.3).
- **Durchführung von Pilotprojekten** zum Wasserrückhalt im Wald und in der Landwirtschaft (siehe Kapitel 3.1.3)
- **Bereitstellung von Informationsmaterialien zu Best Practice-Beispielen** auf der Internetseite des Ministeriums zur wassersensiblen Siedlungsentwicklung (siehe Kapitel 3.3.4).
- **Entwicklung einer Strategie zur wassersensiblen Siedlungsentwicklung** (siehe Kapitel 3.3.4).
- **Einsatz auf Bund-/Länderebene für strengere und verbindlichere Vorgaben im Bauplanungsrecht (BauGB)** hinsichtlich einer wasserbilanzorientierten Planung, ggf. auch im Rahmen eines Fachplanungsbeitrags Wasser (siehe Kapitel 3.3.4 und 3.4.9).

#### Was ist geplant?

- **Managed Aquifer Recharge** - Prüfung hydrogeologisch geeigneter Gebiete zur gezielten Infiltration von Oberflächenwasser in Grundwasserleiter und geeigneter Oberflächengewässer als Wasserlieferanten sowie Erarbeitung eines entsprechenden Konzeptes zur Nutzung des MAR-Prinzips in Rheinland-Pfalz (siehe Kapitel 3.1.3).
- **Einführung einer landeswassergesetzlichen Regelung zur erlaubnisfreien Benutzung des Grundwassers bei der Niederschlagswasserbeseitigung** (siehe Kapitel 3.3.4).

#### Was muss noch diskutiert werden?

- **Landesprogramm zur Erosionsvorsorge und zur Unterstützung des Landschaftswasserhaushaltes z. B. durch Keyline-Design-Projekte in der Landwirtschaft** (siehe Kapitel 3.4.1)
- **Pflicht zur Erstellung von wasserbilanzierten Planungen** (siehe Kapitel 3.3.4).
- **Schaffung von Anreizen zum vermehrten dezentralen Rückhalt von Niederschlagswasser** am Ort des Anfalls bspw. durch Änderungen im Kommunalabgabengesetz (siehe Kapitel 3.3.4)
- **Beratung der Kommunen bezüglich Maßnahmen zur wassersensiblen Siedlungsentwicklung** (siehe Kapitel 3.3.4).
- **Schulung/Ausbildung von Architekten und Ingenieuren zur wassersensiblen Siedlungsentwicklung** (siehe Kapitel 3.3.4).
- **Fördermöglichkeiten für Private und Gewerbetreibende bezüglich Maßnahmen zur wassersensiblen Siedlungsentwicklung** (siehe Kapitel 3.3.4).

- **Anpassung des Bauordnungsrechts (LBauO), u.a. bezüglich eines Begrünungs- und Entsiegelungsgebots** (siehe Kapitel 3.3.4).

### 3.5.4 Resilienz der Gewässerökosysteme stärken

Lebendige, durchgängige und strukturreiche Gewässer mit intakten Auen sind widerstandsfähiger gegenüber Einflüssen des Klimawandels und bieten in Hitzesommern und Niedrigwasserphasen Rückzugsräume für die Gewässerlebewesen. Hierbei ist die ausreichende Beschattung durch Gehölze ein wichtiger Faktor, um steigende Wassertemperaturen und die Verdunstung zu verringern. Gewässernahe Gehölze sorgen besonders im Sommer durch die Beschattung für einen Temperatenausgleich und bieten zusätzliche Lebensraumstrukturen. Durch die Wiedergewinnung und Renaturierung von Auen an Flüssen und Bächen kann bei höheren Wasserständen das Wasser langsamer abfließen und so vor Ort versickern. Der Wasserrückhalt wird so gefördert. Bei fehlenden Niederschlägen und Niedrigwasser im Gewässer ist so länger Wasser im Boden verfügbar.

Zur Erhöhung der Resilienz der Oberflächengewässer bei Niedrigwasser tragen außerdem Maßnahmen zur qualitativen Verbesserung der Abwassereinleitungen bei (für konkrete Maßnahmen siehe Kapitel 3.3.1 und 3.3.3).

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Gewässerrenaturierung und -entwicklung im Rahmen der Aktion Blau Plus:** Im Rahmen der Aktion Blau Plus werden seit 1995 zur Wiederherstellung von naturnahen Gewässerzuständen schwerpunktmäßig Maßnahmen zur Renaturierung von naturfern ausgebauten Gewässern und deren Auen, zur Habitatverbesserung sowie zur Herstellung der Durchgängigkeit durch die Wasserwirtschaftsverwaltung gefördert (siehe Kapitel 3.2.2).
- **Projekt „2 Grad Ziel für unsere Bäche – Wassertemperatur und Beschattung“** zur Untersuchung der Eignung zusätzlicher Ufervegetation als Anpassungsmaßnahme gegen die Zunahme der Fließgewässertemperaturen (siehe Kapitel 3.2.2).
- **Prüfung des Rückbaus von Deichen zur Reaktivierung von Rückhalteflächen** (siehe Kapitel 3.4.2).

#### Was ist geplant?

- **Projekt zur Beschattung von Oberflächengewässern als Grundlage für ein landesweites Beschattungsprogramm** (siehe Kapitel 3.2.2).

#### Was muss noch diskutiert werden?

- **„Klimagerechte“ Renaturierungsplanung** (siehe Kapitel 3.2.2).
- **Gesetzliche Festlegung von Gewässerrandstreifen:** (siehe Kapitel 3.2.2).
- **Schaffung eines Vorkaufsrechts für Maßnahmen der Gewässerrenaturierung** (siehe Kapitel 3.2.2).
- **Ausübung des wasserwirtschaftlichen Vorkaufsrechts für Flächen der Hochwasserrückhaltung und hochwasservorsorgenden Gewässerentwicklung** (siehe Kapitel 3.4.2).
- **Schutzgebiete für kälteliebende Bergbach-Lebensgemeinschaften** (siehe Kapitel 3.2.2).

### 3.5.5 Wassernutzungen nachhaltig bewirtschaften und steuern

Die nachhaltige Bewirtschaftung und Steuerung der Wassernutzungen hilft dabei Wasserknappheit vorzubeugen. Die Regulierung der Entnahmen aus Oberflächen- und Grundwasser sowie der Wärmeeinleitungen in Oberflächengewässer stellen hierbei den wichtigsten Baustein dar. Bei Neuerteilung müssen die Wasserrechte die reduzierte Grundwasserneubildung bzw. die Zunahme an Niedrigwasserabflüssen berücksichtigen. Bestehende wasserrechtliche Zulassungen sind zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Erteilung gehobener Erlaubnisse anstatt der Bewilligung von Wasserrechten** (siehe Kapitel 3.1.2).
- **Neuorientierung der Wasserrechte am nutzbaren Grundwasserdargebot in Trockenzeiten** (siehe Kapitel 3.1.2)
- **Schutz tiefer Grundwasserstockwerke:** Tiefere stockwerksgegliederte Grundwasserleiter bleiben bei künftigen wasserrechtlichen Zulassungen ausschließlich der öffentlichen Wasserversorgung vorbehalten (siehe Kapitel 3.1.2).
- **Klimafolgenfeste Anpassungen von Erlaubnisbescheiden bei Wärmeeinleitungen in abflussschwache Gewässer** (siehe Kapitel 3.2.3).

Was ist geplant?

- **Prüfung der Einsatzmöglichkeiten von Künstlicher Intelligenz (KI) zur Entwicklung von Steuerungsinstrumenten für die Grundwasserbewirtschaftung** (siehe Kapitel 3.1.2).

Was muss noch diskutiert werden?

- **Wärmerückgewinnungsmaßnahmen aus kommunalen Kläranlagen sowie aus gewerblich-industriellen Abwasser- und Kühlwassersystemen** (siehe Kapitel 3.2.3 und 3.3.2)
- **Anpassung von Oberflächenwasserentnahmegrenzwerten und deren Bezugsabflüsse bei wasserrechtlichen Zulassungen** (siehe Kapitel 3.2.5).
- **Dynamische Anpassung der Erlaubnisse an aktuelle Abflussdaten** (siehe Kapitel 3.2.5).
- **Berücksichtigung ökologischer Kriterien bei Wasserentnahmen aus kleineren, nicht staugeregelten Oberflächengewässern** (siehe Kapitel 3.2.5).

### 3.5.6 Sicherstellung der Wasserversorgung

Um die (Trink-)Wasserversorgung mittel- und langfristig sicherzustellen, sind Instrumente der Raumplanung sowie die Wasserversorgungsplanung als wichtige Grundlage für die unterschiedlichen Wassernutzungen anzuwenden. Auch muss die Wasserversorgungsinfrastruktur ggf. angepasst und neue Ressourcen erschlossen werden. Verbundleitungen können beispielsweise als zweites Standbein zur Überbrückung zukünftiger Engpässe dienen.

Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Fortschreibung des Wasserversorgungsplans** als Grundlage für eine nachhaltige und langfristige Sicherstellung der öffentlichen Wasserversorgung unter Berücksichtigung klimatischer Änderungen (siehe auch Kapitel 3.1.1).

- **Erarbeitung eines Wasserversorgungsplans Landwirtschaft** als Grundlage für die Planung und Realisierung regionaler Bewässerungsmaßnahmen (siehe Kapitel 3.1.1).
- **Förderung von Verbundleitungen** (siehe Kapitel 3.1.5).
- **Förderung baulicher Infrastruktur** wie künstlicher Speicherbecken über die Förderrichtlinie der Wasserwirtschaftsverwaltung (siehe Kapitel 3.1.5).
- **Nutzung von Flurbereinigungsverfahren zur Planung von Bewässerungsinfrastruktur und Wasserrückhaltmaßnahmen in der Landwirtschaft und im Weinbau** (siehe Kapitel 3.1.5)

#### Was ist geplant?

- **Gutachterliche Untersuchungen zur Identifizierung potenzieller Standorte von Gewinnungsanlagen** (siehe Kapitel 3.1.5).
- **Prüfung neuer und erweiterter Talsperrenstandorte zur Trinkwasserversorgung** (siehe Kapitel 3.1.5).
- **Beschleunigung von Festsetzungsverfahren für Wasserschutzgebiete** (siehe Kapitel 3.1.5).
- **Erarbeitung eines wasserwirtschaftlichen Fachbeitrages im Rahmen der Fortschreibung des Landesentwicklungsprogramms:** Entsprechend ihrer regionalen Bedeutung für die Sicherstellung der öffentlichen Trinkwasserversorgung soll die Festlegung von Vorbehalts- oder Vorranggebieten, in denen Neuerschließungen von Grundwasser stattfinden können, in der Landesplanung durch einen Fachbeitrag konkretisiert werden (siehe auch Kapitel 3.1.1).

### 3.5.7 Operative Steuerung im Niedrigwasserfall

Für den Niedrigwasserfall sind vordefinierte Abläufe, Schutzmaßnahmen und Eingriffsmöglichkeiten in das bestehende Wasserrecht erforderlich, die für verschiedene Nutzungen sowie ökologische Anforderungen der Gewässer definiert sein müssen, um Entscheidungen und Prozesse in der Niedrigwassersituation zu verbessern. In diesem Zusammenhang ist auch eine Priorisierung von Wassernutzungen erforderlich.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Handlungs- und Informationskonzept für Wärmeeinleitungen bei hohen Wassertemperaturen in Fließgewässer** zur Verhinderung dramatischer ökologischer Folgen in den Einleitengewässern infolge der eingeleiteten Wärmefracht aus Industriebetrieben und Kraftwerken bei gleichzeitig starker natürlicher Aufheizung (siehe auch Kapitel 3.2.3).

#### Was ist geplant?

- **Erstellung von Handlungsempfehlungen hinsichtlich der zulässigen („klimafolgenfesten“) Einleitfracht oder -konzentration von gereinigtem Abwasser für den Niedrigwasserfall** (siehe Kapitel 3.3.1).
- **Entwicklung eines Leitfadens zur Regelung von Wasserentnahmen und -verteilung aus Fließgewässern bei Niedrigwasser** (siehe Kapitel 3.2.5).
- **Aufstellung von Niedrigwasserbewirtschaftungskonzepten für Gewässereinzugsgebiete:** Insbesondere die Gewässer im südlichen Rheinland-Pfalz waren während der Dürreperioden der vergangenen Jahre mehrfach stark von

Wassermangel, geringem Abfluss und teilweise Trockenfallen betroffen. Vielfältige Nutzungsansprüche (Gewässerökologie, Naturschutz, Landwirtschaft, Naherholung usw.) konkurrieren um die knapper werdende Ressource Wasser. Unter Beteiligung der zuständigen Behörden und regionaler Akteure sollen Lösungsansätze für die Wasserverteilung bei geringer Wasserführung erarbeitet werden. Dabei muss auch entschieden werden, ob Volumenstützung oder Verhinderung der Einleitung von geklärtem Abwasser im Niedrigwasserfall ökologisch vertretbar ist. Für den Rehbach-Speyerbach-Schwemmfächer und die Bruchbach-Otterbach-Niederung werden bereits Daten erhoben und das vorhandene hydraulische Modell verfeinert und angepasst.

#### Was muss noch diskutiert werden?

- **Wassermanagement bei begrenzter Verfügbarkeit:** Aufgrund zunehmender sommerlicher Hitze- und Trockenperioden steigt der Wasserbedarf bei gleichzeitig sinkender Grundwasserneubildung. Regional kann sich daraus eine sich zuspitzende Konkurrenz zwischen den verschiedenen Nutzungsbereichen um die begrenzte Ressource Wasser ergeben. Mit dem Ziel einer transparenten und möglichst konfliktarmen Bewirtschaftung und einer bedarfsgerechten Verteilung des verfügbaren Wassers sind Lösungsstrategien zu erarbeiten und im Dialog den beteiligten Behörden, Wasserversorgern sowie anderen Nutzern zu vermitteln. Die öffentliche Wasserversorgung hat dabei immer grundsätzlich Vorrang. In der LAWA ist die Entwicklung von Leitlinien zur Priorisierung von Wassernutzungen in Wassermangelzeiten und zum Umgang mit Nutzungskonkurrenzen geplant.
- **Erarbeitung eines Konzeptes für die Wasserentnahmen aus dem Rhein und ggf. weiterer Flüsse wie z. B. der Mosel** analog zum Wärmelastplan (siehe Kapitel 3.2.5).

### 3.5.8 Wasser effizient nutzen, Wasser wiederverwenden

Der sorgsame Umgang mit der Ressource Wasser stellt einen weiteren wichtigen Baustein im Umgang mit Niedrigwasser dar. Maßnahmen zur Wasserwiederverwendung und zur Steigerung der Effizienz sind zukünftig verstärkt zu verfolgen. Hierbei sind insbesondere auch Anreize bzw. Lenkungsinstrumente zur sparsamen Verwendung von Trink- und Brauchwasser sowie Potenziale der Mehrfach-Wiederverwendung von Wasser zu berücksichtigen. Die Abwasserwiederverwendung kann als zusätzliche Wasserressource den Nutzungsdruck auf die Grundwasserressourcen verringern. Allerdings ist zu beachten, dass die Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser zur Verschärfung von Niedrigwasser in Oberflächengewässer führen kann, da diese in Niedrigwasserphasen mitunter nur durch Kläranlagenabflüsse gespeist werden. Für eine ausführlichere Darstellung wird auch auf die Kapitel 3.1.6 und 3.3.4 verwiesen.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Förderung von energie- und wassersparender Bewässerungsinfrastruktur:** (siehe Kapitel 3.1.6).
- **Förderung von Wasserverlustanalysen und Sanierungsmaßnahmen der Wasserversorgungsinfrastruktur zur Reduzierung von Rohrnetzverlusten** über die Förderrichtlinie der Wasserwirtschaftsverwaltung (siehe Kapitel 3.1.6).
- **Prüfung von Einsparpotenzialen für Beregnungswasser** über technische Verteilersysteme und digitale Steuerung sowie wassersparende Bewirtschaftungsverfahren im Rahmen der Erarbeitung des Wasserversorgungsplans Landwirtschaft (siehe Kapitel 3.1.1 und 3.1.6).

### Was ist geplant?

- **Anpassung des Wasserentnahmeentgeltgesetzes** hinsichtlich der Einführung des Entgeltes für die Grundwasserentnahme  $\geq 10.000 \text{ m}^3/\text{Jahr}$  und die Oberflächenwasserentnahme  $\geq 20.000 \text{ m}^3/\text{Jahr}$  zu land- und forstwirtschaftlichen Zwecken (siehe Kapitel 3.1.6 und 3.2.5).

### Was muss noch diskutiert werden?

- **Optionen und Risiken bei der Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser in der Landwirtschaft (Water Reuse) und in weiteren Bereichen** (siehe Kapitel 3.1.6).
- **Wasserwiederverwendung im urbanen Raum** für die Versorgung der blauen und grünen Infrastruktur in Siedlungsgebieten (siehe Kapitel 3.3.4).
- **Erstellung von Betriebswasserversorgungsplänen:** Die Wasserversorgung von Industrie, Landwirtschaft, der grünen Infrastruktur während Trockenperioden und anderer Nutzer könnte unter Umständen einen Betriebswasserversorgungsplan erfordern oder diese Nutzer könnte Teil eines solchen Versorgungsplans sein. Für weitergehende Erläuterung siehe Kapitel 3.1.6.
- **Flexible Wasserpreismodelle** als Anreiz für sparsamere bzw. gezieltere Wassernutzung (siehe Kapitel 3.1.6).

ENTWURF

## 3.6 Querschnittshemen

### 3.6.1 Verwaltung stärken

Fachkräftemangel und Stelleneinsparungen haben in der Vergangenheit zu einer eingeschränkten Leistungsfähigkeit der Verwaltung geführt. Voraussetzung für die Umsetzung der meisten Maßnahmen des Zukunftsplans bilden neben den entsprechenden Finanzvolumen auch adäquate Personalkapazitäten auf allen Umsetzungsebenen. Eine leistungsfähige und effiziente Verwaltung ist daher von zentraler Bedeutung bei der Bewältigung der zukünftigen Herausforderungen und Aufgaben.

Um dem Fachkräftemangel auf allen Umsetzungsebenen (Wasserbehörden, Ingenieurbüros, Baufirmen) zu begegnen, muss die Attraktivität der Wasserwirtschaft in der Konkurrenz zu anderen Branchen herausgehoben werden. Die "Zukunftsaufgabe Wasser" muss insbesondere für junge Fachkräfte erfahrbar werden.

#### Unsere Ziele

- Wir setzen uns für eine leistungsfähige und effiziente Verwaltung ein, die mit spannenden Aufgaben und guten Rahmenbedingungen attraktive Arbeitsplätze anbietet.
- Wir definieren Klimaanpassung als zentrale Zukunftsaufgabe.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Überprüfung der Geschäftsprozesse:** Die Wasserwirtschaftsverwaltung überprüft seit vielen Jahren kontinuierlich ihre Geschäftsprozesse und hat den workflow wichtiger Vollzugsaufgaben (Abwasserabgabe, Wasserent; Wasserbuch, Förderung) erfolgreich digitalisiert. Im Zuge des OZG werden weitere Prozesse digital umgestellt. Es ist aber nicht zu erwarten, dass dem kontinuierlichen Aufgabenzuwachs durch weitere Effizienzsteigerungen adäquat begegnet werden kann und insoweit ein Abbau der ohnehin schon bestehenden Vollzugsdefizite erfolgen kann.
- **Steigerung der Attraktivität der Wasserwirtschaft als Arbeitgeber:** Für technische Fachkräfte muss die Umweltverwaltung ein attraktiver Arbeitgeber sein. Ein spannendes Aufgabenfeld, Vereinbarkeit von Familie und Beruf, Sicherheit des Arbeitsplatzes, flexibles Arbeiten im Team etc. sind herauszustellende Argumente in der Konkurrenz zu höheren Vergütungen in der Wirtschaft.

#### Was ist geplant?

- **Konsequente Fortführung und Verstärkung der Weiterbildungsangebote** an das Personal.
- **Erhöhung der Personalkapazitäten** im Rahmen der gegebenen haushaltsrechtlichen Gestaltungsmöglichkeiten.
- **neue Priorisierung und Überprüfung der Aufgaben**, ausgerichtet an den Aufgaben des Zukunftsplans („Erfolgscontrolling“).
- **Fortführung und Weiterentwicklung der Kooperationen mit wissenschaftlichen Einrichtungen und Hochschulen** mit der Zielstellung konkrete Transferergebnisse für die Praxis zu erreichen.
- **Verbesserung der Kommunikation für ein abgestimmtes und integriertes Handeln der Verwaltung und beteiligter Akteure** (vernetzte, lokale Strukturen für die Erarbeitung von Lösungsstrategien z. B. Wasserbeiräte, Wassernetzwerke)
- **Konkretisierung des Praxis-Transfers von Wissenschaft zur Verwaltung**

- **Interkommunale Zusammenarbeit fördern und einfordern**, um Synergien zu heben.

#### Was muss noch diskutiert werden?

- **Prüfung möglicher weiterer Aufgabenentlastung durch Beauftragung geeigneter Dritte:** Die haushaltsrechtlichen Rahmenbedingungen lassen es nicht zu, dass die Personalbedarfe vollständig durch erhöhte Stellenzuweisungen auszugleichen sind. Neben der Aufgabenpriorisierung und Effizienzverbesserung erscheint eine Prüfung möglicher weiterer Aufgabenentlastung durch Beauftragung geeigneter Dritter für bestimmte Aufgabenstellungen unumgänglich.
- **Fachkräftegewinnung durch bezahlte Praktika, Duale Studiengänge:** Mit praxisbegleitenden Studiengängen oder bezahlten Praktika könnte eine frühzeitige Bindung aufgebaut werden.

### 3.6.2 Bewusstsein für Ressource Wasser stärken

Angesichts der drastischen Klimaänderungen und des dadurch resultierenden steigenden Wasserbedarfs und der Belastung von Gewässerökosystemen ist ein sorgsamere Umgang mit der Ressource Wasser und der Gewässer einzufordern. Die Bevölkerung muss über die Auswirkungen des eigenen Verhaltens und Konsums auf Gewässer und die verfügbaren Wasserressourcen aufgeklärt werden. Die Themenbereiche Trinkwasserversorgung, Abwasserentsorgung und der Lebensraum der Gewässer müssen für die Gesellschaft erfassbar und schützenswert werden. Die Bedeutsamkeit der Ressource Wasser muss im gesellschaftlichen und politischen Bewusstsein allgegenwärtig werden. Die Herausforderung ist, die Bedeutung der Ressource Wasser und der Gewässerökosysteme aufzuzeigen und das Problembewusstsein der Gesellschaft zu stärken, um das nötige Handeln für den erforderlichen Schutz dieser Ressource zu erhalten.

#### Unsere Ziele

- Wir machen Wasser erlebbar.
- Wir stärken das Bewusstsein für die Ressource Wasser und dessen Schutz in allen Nutzungsbereichen.
- Wir fördern die Bildung zur nachhaltigen Nutzung der Ressource Wasser und einen umweltgerechten Umgang mit Wasser.
- Wie führen Bewusstseinsbildungsmaßnahmen zu den Leistungen durch, die Gewässer für den Menschen erbringen.

#### Was wird bereits gemacht bzw. ist schon umgesetzt?

- **Citizen Science-Projekt zur Gewässerqualität und -entwicklung** im NatureLab bei der Anlage Eußerthal: In dem Projekt „QueichNet“ werden die Teilnehmenden in Forschungsarbeiten eingebunden und erlangen so einen Einblick in den gewässerkundlichen Arbeitsbereich und neue Erkenntnisse. Das Projekt untersucht zudem die Auswirkungen von Partizipation, mit dem Ziel die Bildungsprozesse der Teilnehmenden, aber auch die Qualität der gewonnenen wissenschaftlichen Daten zu berücksichtigen.
- **Umweltbildungseinrichtung Mosellum:** Das Mosellum ist ein außerschulischer Erlebnis- und Lernort in Koblenz an der Mosel mit den Themenschwerpunkten Fischwanderung im Moseltal, Schifffahrt und Stromerzeugung, aufgeteilt auf drei Ausstellungsebenen. Weiterhin befindet sich dort ein Virtual Reality-Spiel, das über Mikroplastik in Gewässern aufklärt. Des Weiteren werden kostenlose Workshops zu Gewässerökologie und Mikroplastik angeboten.

- **Umweltbildungseinrichtung WasserWissensWerk:** Das WasserWissensWerk ist ein außerschulischer Erlebnis- und Lernort an der Steinbachtalsperre in Kempfeld im Nationalpark Hunsrück-Hochwald mit dem Themenkomplex „Wasser als begrenzte und wertvolle Ressource“ sowie die aufwendige Aufbereitung des Trinkwassers. In der interaktiven Ausstellung erfährt die Besuchsperson auf einem Rundgang alle wissenswerten Informationen zu den Themen der Wassergewinnung und -aufbereitung sowie der Wasserverteilung in der Region.
- **Integration von Wasserthemen in Schulbildung:** Mit Hilfe von praktischen, interaktiven Lernmodulen wie Gewässer-Erlebnis-Parcours, Wasser-Erlebnis-Koffer oder die Forscherkiste werden auf spannende und spielerische Art und Weise die Vielfalt der Aspekte rund um die Themen Wasser und Fließgewässer in die Schulen gebracht und vermittelt.

#### Was ist geplant?

- **Weiterentwicklung des Mosellums um eine Klimawandelebene:** Aspekte des Klimawandels sollen bis Ende des Jahres 2024 umweltpädagogisch und zielgruppengerecht aufgearbeitet und als neue Ausstellung im Mosellum integriert werden. Dabei sind insbesondere die sich aus dem Klimawandel ergebenden neuen wasserwirtschaftlichen Themenstellungen einzubeziehen: Ursachen und Folgen des Klimawandels (Starkregenereignisse & Hochwasser, Trockenwetterphasen, Niedrigwasserabflüsse & Trockenheit, Auswirkungen auf Gewässerökologie und Ökosysteme) sowie Maßnahmen und Wasserkraft als Teil der Energiewende.
- **Entwicklung eines Themenpfades Wasser am Köhlerpfad mit Einbezug der Großthematik des Klimawandels:** Auf einer Strecke von rund 2 km an der Steinbachtalsperre in Kempfeld soll ein Themenpfad zur Ressource Wasser und zum Klimawandel entwickelt werden. Dabei sollen auditive und visuelle Komponenten zum Einsatz kommen.
- **Konzeption zur Kommunikation und Sensibilisierung zum Thema Wasser und Klimawandel:** Es soll ein Gemeinschaftsprojekt mit der Landeszentrale für Umweltaufklärung (LZU) entwickelt werden, um u. a. Lehrkräfte oder auch Firmen zum Thema Wasser zu sensibilisieren.

## 4 Zusammenfassung: Arbeitsprogramm

Die in der folgenden Übersicht zusammengefassten Maßnahmen aus den sechs Handlungsbereichen sollen der Operationalisierung des Zukunftsplans Wasser dienen. Neben den bereits laufenden und in Umsetzung befindlichen Maßnahmen sollen die geplanten Maßnahmen schrittweise (kurz-, mittel- und langfristig) umgesetzt werden. Die Maßnahmen sprechen dabei unterschiedliche Akteure an. Für die Umsetzung dieser Maßnahmen sind weitere Abstimmungen und Verständigungen über die Prioritäten, die Verantwortlichkeiten und die jeweilige Finanzierung notwendig.

Das Arbeitsprogramm enthält neben allen laufenden, in Umsetzung befindlichen und geplanten Maßnahmen aus den Handlungsbereichen auch die noch zu diskutierenden Themen. Maßnahmen die in verschiedenen Handlungsbereichen angesprochen wurden, werden in der tabellarischen Übersicht nur einmal aufgelistet mit entsprechendem Hinweis auf die anderen Handlungsbereiche.

### Erläuterung Abkürzungen:

- GW Grundwasserschutz und Wasserversorgung
- OG Schutz und Bewirtschaftung von oberirdischen Gewässern
- AW Kommunale und industrielle Abwasserbehandlung & Siedlungsentwässerung
- HW Hochwasser- und Starkregenvorsorge
- NW Niedrigwassermanagement
- D** Maßnahme noch zu diskutieren
- \* Betrifft nur industrielle Kläranlagen/Abwasser

### Erläuterung Zeithorizont:

- laufend/Daueraufgabe in Umsetzung
- Kurzfristig bis 2026
- Mittelfristig 2027-2030
- Langfristig nach 2030

Nr.	Maßnahme	Beteiligte	Zeithorizont	<u>auch</u> thematisiert im Handlungsbereich				
				GW	OG	AW	HW	NW
<b>Grundwasserschutz und Wasserversorgung</b>								
1	Bodenwasserhaushaltsmodellierungen zur Bestimmung des aktuell nutzbaren regionalen Wasserdargebots und zur Prognose des zukünftig nutzbaren regionalen Wasserdargebots bis 2100	LfU	laufend					X
2	Ausstattung von Grundwassermessstellen mit Datenfernübertragung (Überwachung der Grundwassermenge)	LfU, SGDen	in Umsetzung (Fertigstellung kurz-mittelfristig)					X
3	Fortschreibung des Wasserversorgungsplans Teil 2	MKUEM, LfU	in Umsetzung (Fertigstellung kurzfristig)					X

Nr.	Maßnahme	Beteiligte	Zeithorizont	<u>auch thematisiert im Handlungsbereich</u>				
				GW	OG	AW	HW	NW
4	Erarbeitung eines Wasserversorgungsplans Landwirtschaft	MKUEM, MWVLW, LfU	in Umsetzung (Fertigstellung kurzfristig)					X
5	Pilotprojekt „Monitoring von Beregnungsbrunnen“ sowie Studie für ein Konzept zur Überwachung der Grundwasserentnahmen (Pilotgebiete Ludwigshafen-Süd und Worms-Ibersheim)	SGD Süd	in Umsetzung (Fertigstellung kurzfristig)					X
6	Aktualisierung eines Spurenstoffmonitorings	LfU	in Umsetzung (Fertigstellung kurzfristig)					
7	Ausbau des Grundwassermessnetzes bzw. Ausweisungsmessnetzes (Überwachung der Grundwasserqualität)	LfU, MKUEM	in Umsetzung (Fertigstellung mittelfristig)					X
8	Anwendung des Nährstoffmodells AGRUM RP	MKUEM, MWVLW, LfU, LGB	laufend					
9	Vervollständigung des bestehenden behördlichen Datenbestandes zur lückenlosen Erfassung der zugelassenen und tatsächlichen Entnahmen zur landwirtschaftlichen Bewässerung	MKUEM, SGDen, LfU	laufend					X
10	Aufbau eines Auskunftssystems zur Darstellung der aktuellen Grundwasserstände und aktuellen Grundwassermodellierung	LfU	kurzfristig					X
11	Erstellung eines Konzeptes zur Überwachung der Grundwasserentnahmen für die landwirtschaftliche Bewässerung	MKUEM, SGDen, ggf. Landesverband der Wasser- und Bodenverbände Rheinland-Pfalz, Bauern- und Winzerverbände	kurzfristig					X
12	Erarbeitung eines wasserwirtschaftlichen Fachbeitrages im Rahmen der Fortschreibung des Landesentwicklungsprogramms	MKUEM, LfU	mittelfristig					X
13	Fortschreibung des Nährstoffmodells AGRUM RP	MKUEM, MWVLW, LfU, LGB	kurzfristig					
14	Erteilung gehobener Erlaubnisse anstatt der Bewilligung von Wasserrechten	SGDen	Daueraufgabe					X
15	Neuorientierung der Wasserrechte am nutzbaren Grundwasserdargebot in Trockenzeiten	SGDen, LfU	Daueraufgabe					X
16	Schutz tiefer Grundwasserstockwerke	SGDen, LfU	Daueraufgabe					X
17	Prüfung der Einsatzmöglichkeiten von Künstlicher Intelligenz (KI) zur Entwicklung von	MKUEM, Landwerke Eifel (LWE AöR), SGD Nord	kurzfristig					X

Nr.	Maßnahme	Beteiligte	Zeithorizont	<u>auch thematisiert im Handlungsbereich</u>				
				GW	OG	AW	HW	NW
	Steuerungsinstrumenten für die Grundwasserbewirtschaftung							
18	Einführung eines Beratungsschwerpunktes zum Wasserrückhalt in der Fläche (über Wasserschutzberatung und Integration in örtlichen Hochwasservorsorge- und Starkregenkonzepten)	MKUEM, MWVLW, DLR, SGDen, KHH, IBH	in Umsetzung (Fertigstellung kurzfristig)				X	X
19	Förderung von Maßnahmen zum Wasserrückhalt auf öffentlichen Flächen	MKUEM (Wasserwirtschaft)	laufend			-	X	X
20	Förderung von Maßnahmen zum Wasserrückhalt im Kommunal- und Privatwald	MKUEM (Landesforsten)	laufend				X	X
21	Sonder-Maßnahmen-Block „Wasserrückhalt im Wald“ für Landeswald	Landesforsten	laufend				X	X
22	Berücksichtigung der Thematik Wasserrückhalt im Wald in der Richtlinie „Handbuch Walderschließung“	Landesforsten	laufend				X	X
23	Förderung durch die Gemeinsame Agrarpolitik (Kopplung GAP-Förderung an Mindestbodenbedeckung und Erosionsschutz)	MWVLW	laufend				X	X
24	Durchführung von Pilotprojekten zu Agroforstsysteme und Wasserrückhalt im Wald	MKUEM, Landesforsten, IfaS	in Umsetzung (Fertigstellung kurz-mittelfristig)				X	X
25	Managed Aquifer Recharge [MAR] (Prüfung hydrogeologisch geeigneter Gebiete zur gezielten Infiltration von Oberflächenwasser in Grundwasserleiter und geeigneter Oberflächengewässer als Wasserlieferanten; Erarbeitung eines entsprechenden Konzeptes zur Nutzung des MAR-Prinzips in RP)	MKUEM, LfU, LGB	mittelfristig					X
26	Umsetzung von Maßnahmen aus EG-WRRL-Bewirtschaftungsplan zur Reduzierung von Nähr- und Schadstoffen (landwirtschaftliche Maßnahmen)	MKUEM, MWVLW	laufend					
27	Programm „Gewässerschonende Landwirtschaft“ inkl. Wasserschutzberatung	MKUEM, MWVLW, DLR	laufend		X			
28	Flankierung des Programms „Gewässerschonende Landwirtschaft durch GAP-Förderung	MWVLW	laufend		X			
29	Unterstützung der ökologischen Landwirtschaft	MWVLW, MKUEM	laufend		X			
30	Förderung von Verbundleitungen	MKUEM	laufend					X

Nr.	Maßnahme	Beteiligte	Zeithorizont	auch thematisiert im Handlungsbereich				
				GW	OG	AW	HW	NW
31	Förderung baulicher Infrastruktur (Speicherbecken)	MKUEM	laufend					X
32	Nutzung von Flurbereinigungsverfahren zur Planung von Bewässerungsinfrastruktur und Wasserrückhaltemaßnahmen in der Landwirtschaft und im Weinbau	MWVLW, MKUEM, DLR	laufend					X
33	Förderung von Energieeffizienzmaßnahmen	MKUEM	laufend					
34	Benchmarking-Initiative „Gutes Wasser – Klare Preise“	MKUEM, Wasserversorger	laufend					
35	Pakt „Resiliente Wasserversorgung“	MKUEM, kommunale Spitzenverbände, Wasserversorger	laufend					
36	Bonusförderung von Maßnahmen zur Erhöhung der Resilienz der Kritischen Infrastruktur Wasserversorgung	MKUEM	laufend					
37	Gutachterliche Untersuchungen zur Identifizierung potenzieller Standorte von Gewinnungsanlagen	MKUEM, LfU, LGB, Kommunen, Wasserversorger	mittelfristig					X
38	Prüfung neuer und erweiterter Talsperrenstandorte für Trinkwasserversorgung	LfU, SGDen	mittelfristig					X
39	Beschleunigung von Festsetzungsverfahren für Wasserschutzgebiete	MKUEM, SGDen	kurzfristig					X
40	Förderung von energie- und wassersparender Bewässerungsinfrastruktur	MKUEM, MWVLW	laufend					X
41	Förderung von Wasserverlustanalysen und Sanierungsmaßnahmen der Wasserversorgungsinfrastruktur zur Verringerung von Rohrnetzverlusten	MKUEM	laufend					X
42	Anpassung des Wasserentnahmeentgeltgesetzes (Einführung Entgelt für die land- und forstwirtschaftliche Bewässerung)	MKUEM (FF)	kurzfristig		X			X
D1	Flächendeckende Bereitstellung von Rohwasserdaten durch die Wasserversorger							X
D2	Schutz der Kritischen Infrastruktur Wasserversorgung vor Hochwasser						X	
D3	Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser in der Landwirtschaft (Water Reuse)							X
D4	Wasserwiederverwendung von gereinigtem Abwasser in weiteren Bereichen							X

Nr.	Maßnahme	Beteiligte	Zeithorizont	<u>auch thematisiert im Handlungsbereich</u>				
				GW	OG	AW	HW	NW
D5	Erstellung von Betriebswasserversorgungsplänen							X
D6	Flexible Wasserpreismodelle							X
<b>Schutz und Bewirtschaftung von oberirdischen Gewässern</b>								
43	Messprogramm Gewässerökologisches Klimafolgenmonitoring	LfU	laufend					X
44	Anpassung der Umweltüberwachung, Blaualgenmonitoring	LfU	laufend					X
45	Einbezug und Förderung ehrenamtlicher Gewässerwarte(kurs) in Hege und Überwachung ihrer eigenen Gewässer	Fischereiverbände, privatwirtschaftliche Dienstleister in Zusammenarbeit mit Universität Landau	laufend					
46	Verbesserung der Datenlage für kleine Gewässer über Gewässerwarte	Fischereiverbände in Zusammenarbeit mit Universität Landau	mittelfristig					X
47	Integration moderner Messtechnik (z.B. IoT-Sensoren, autonomes Messboot) in das Überwachungsprogramm	MKUEM, LfU, SGDen	kurzfristig					X
48	Erstellung einer landesweiten Karte austrocknungsgefährdeter und temperatursensibler Gewässer	LfU	kurzfristig					X
49	Regionalisierung der Temperatur- und Abflussentwicklung in der nahen, mittleren und fernen Zukunft	LfU	mittelfristig					X
50	Gewässerrenaturierung und -entwicklung im Rahmen der Aktion Blau Plus	MKUEM, Unterhaltspflichtige Gebietskörperschaften	laufend				X	X
51	Finanzielle Förderung interkommunaler Zusammenschlüsse für einzugsgebietsbezogene Gewässerentwicklungsplanung	MKUEM	laufend					
52	Flächendeckendes Fortbildungs- und Schulungsprogramm – Gewässernachbarschaften	GFG mbH, MKUEM, Nachbarländer	laufend					
53	Einbinden von ehrenamtlich tätigen Gesellschaftsgruppen durch Bachpatenschaften	GFG mbH, Land, LfU, Nachbarländer	laufend					
54	Projekt zur Beschattung von Oberflächengewässern als Grundlage für landesweites Beschattungsprogramm	MKUEM, LfU	kurzfristig					X

Nr.	Maßnahme	Beteiligte	Zeithorizont	auch thematisiert im Handlungsbereich				
				GW	OG	AW	HW	NW
55	Umsetzung Handlungs- und Informationskonzept für Wärmeinleitungen bei hohen Wassertemperaturen	MKUEM, SGDen, LfU	laufend					X
56	Klimafolgenfeste Anpassungen von Erlaubnisbescheiden bei Wärmeinleitungen in abflussschwache Gewässer	LfU, SGDen	laufend					X
57	Entwicklung eines Leitfadens zur Regelung von Wasserentnahmen und -verteilung aus Fließgewässern bei Niedrigwasser	LfU, SGDen	kurzfristig					X
D7	„Klimagerechte“ Renaturierungsplanung							X
D8	Gesetzliche Festlegung von Gewässerrandstreifen						X	X
D9	Schaffung eines Vorkaufsrechts für Maßnahmen der Gewässerrenaturierung							X
D10	Schutzgebiete für kälteliebende Bergbach-Lebensgemeinschaften							X
D11	Wärmerückgewinnungsmaßnahmen aus kommunalen Kläranlagen sowie aus gewerblich-industriellen Abwasser- und Kühlwassersystemen					X		X
D12	Anpassung von Oberflächenwasserentnahmegrenzwerten und deren Bezugsabflüsse bei wasserrechtlichen Zulassungen							X
D13	Dynamische Anpassung der Erlaubnisse an aktuelle Abflussdaten							X
D14	Berücksichtigung ökologischer Kriterien bei Wasserentnahmen aus kleineren, nicht staugeregelten Oberflächengewässern							X
D15	Verbesserung der Kontrolle von tatsächlichen Oberflächenwasserentnahmen							X
D16	Einfluss von GW-Entnahmen auf den Trockenwetterabfluss in austrocknungsgefährdeten Gewässern							X
D17	Erarbeitung eines Konzeptes für die Wasserentnahmen aus dem Rhein und ggf. weiterer Flüsse wie z. B. der Mosel							X

Nr.	Maßnahme	Beteiligte	Zeithorizont	auch thematisiert im Handlungsbereich				
				GW	OG	AW	HW	NW
<b>Kommunale und industrielle Abwasserbehandlung &amp; Siedlungsentwässerung</b>								
58	Finanzielle Förderung von Kommunen für verschiedene Maßnahmen im Zusammenhang mit der öffentlichen Abwasserentsorgung	MKUEM	laufend					
59	Projekt „Optimierung von Kläranlagen zur Reduzierung der Pges-Einträge zur Erreichung der Ziele nach EG-WRRL“	MKUEM, LfU, RPTU	laufend		X			
60	Handlungsempfehlungen für Betriebsoptimierungen hinsichtlich der Phosphoremissionssenkung	MKUEM, LfU, RPTU	in Umsetzung (Fertigstellung kurzfristig)		X			
61	Benchmarking-Initiative „Gutes Wasser – Klare Preise“	MKUEM, Abwasserbeseitigungspflichtige, Fach- und Kommunalverbände	laufend					
62	Berücksichtigung von Aspekten bezüglich der Hochwasservorsorge von Abwasseranlagen durch das „DWA-Regelwerk M 103 Hochwasserschutz für Abwasseranlagen“	Abwasserbeseitigungspflichtige	laufend				X	
63	Erstellung von Handlungsempfehlungen hinsichtlich der zulässigen („klimafolgenfesten“) Einleitfracht oder -konzentration von gereinigtem Abwasser für den Niedrigwasserfall	MKUEM, SGDen, LfU	mittelfristig		X			X
64	Förderung von Energieeffizienzmaßnahmen sowie dazu gehöriger Analysen und Machbarkeitsstudien	MKUEM, Bund	laufend					
65	Steigerung der Produktion von Klärgas und Verbindung zu den Sektoren Energie, Wasser und Verkehr im Rahmen der Umsetzung des Landesklimaschutzkonzeptes und der Wasserstoffstrategie des Landes	MKUEM, SGDen, LfU, Abwasserbeseitigungspflichtige	laufend					
66	Förderung von Machbarkeitsstudien zur vierten Reinigungsstufe	MKUEM	laufend					
67	Unterstützung von Forschungsprojekten, bspw. die Erstellung einer Mikroschadstoffplattform, die Untersuchung verschiedener Verfahrenstechniken hinsichtlich der Eignung zur Spurenstoffelimination auf mittleren Kläranlagen und die Ermittlung des Einflusses	MKUEM, LfU, Universitäten und andere Partner	laufend					

Nr.	Maßnahme	Beteiligte	Zeithorizont	<u>auch</u> thematisiert im Handlungsbereich				
				GW	OG	AW	HW	NW
	von Mischwasserentlastungen auf stoffliche Belastungen in Gewässer							
68	Öffentlichkeitsarbeit im Zusammenhang mit dem Thema Spurenstoffe	MKUEM, LfU, SGDen, RPTU, Bund	laufend					
69	Weitere Begleitung der Spurenstoffstrategie des Bundes	MKUEM	laufend					
70	Gezielter, energieneutraler Ausbau von Kläranlagen um eine vierte Reinigungsstufe	MKUEM, SGDen, LfU, Abwasserbeseitigungspflichtige	mittel-langfristig					
71	Einrichtung einer Beratungsstelle zur Spurenstoffelimination an der RPTU Kaiserslautern-Landau	MKUEM, RPTU Kaiserslautern-Landau	kurz-mittelfristig					
72	Finanzielle Förderung von Maßnahmen zur wassersensiblen Siedlungsentwicklung	MKUEM	laufend					X
73	Bereitstellung von Informationsmaterialien zu Best Practice-Beispielen zur wassersensiblen Stadtentwicklung auf der Internetseite des Ministeriums	MKUEM, LfU	laufend					X
74	Entwicklung einer Strategie zur wassersensiblen Siedlungsentwicklung	MKUEM, LAWA	in Umsetzung (Fertigstellung kurzfristig)					X
75	Einsatz auf Bund-/Länderebene für strengere und verbindlichere Vorgaben im Bauplanungsrecht (BauGB)	MKUEM	laufend					X
76	Einführung einer landeswassergesetzlichen Regelung zur erlaubnisfreien Benutzung des Grundwassers bei der Niederschlagswasserbeseitigung	MKUEM (FF)	kurz-mittelfristig					X
D18	Überprüfung des vorhandenen Hochwasserschutzes von öffentlichen Abwasseranlagen						X	
D19	KRITIS Abwasser (Vereinbarung mit Abwasserbeseitigungspflichtigen zur Durchführung von Vulnerabilitäts- und Risikoanalysen und Ergreifung entsprechender Maßnahmen)							
D20	Energetische Nutzung der industriellen Abwasser- und Kühlwassersysteme *				X			
D21	Gezielte Spurenstoffreduzierung bei der industriellen Produktion am Ort des Anfalls *							

Nr.	Maßnahme	Beteiligte	Zeithorizont	<u>auch</u> thematisiert im Handlungsbereich				
				GW	OG	AW	HW	NW
<b>D22</b>	Pflicht zur Erstellung von wasserbilanzierten Planungen							X
<b>D23</b>	Schaffung von Anreizen zum vermehrten dezentralen Rückhalt von Niederschlagswasser am Ort des Anfalls (bspw. durch Änderungen im Kommunalabgabengesetz)							X
<b>D24</b>	Wasserwiederverwendung im urbanen Raum							X
<b>D25</b>	Beratung der Kommunen zur wassersensiblen Stadtentwicklung							X
<b>D26</b>	Schulung/Ausbildung von Architekten, Ingenieuren zu wassersensiblen Siedlungsentwicklung							X
<b>D27</b>	Fördermöglichkeiten für Private und Gewerbetreibende für wassersensible Siedlungsentwicklung							X
<b>D28</b>	Anpassung des Bauordnungsrechts (LBauO) bezüglich eines Begrünungs- und Entsiegelungsgebots							X
<b>Hochwasser- und Starkregenvorsorge</b>								
<b>77</b>	Fortschreibung der Starkregengefahrenkarten	LfU	in Umsetzung (Fertigstellung kurzfristig)					
<b>78</b>	Prüfung des Rückbaus von Deichen zur Reaktivierung von Rückhalteflächen	SGDen	laufend					X
<b>79</b>	Förderung des örtlichen Hochwasserschutzes	MKUEM	laufend					
<b>80</b>	Komplettierung der technischen Hochwasserschutzmaßnahmen, der Reserveräume sowie des Polders- und des Deichertüchtigungsprogramms	Land unter intensiver Einbindung der jeweiligen Region	in Umsetzung (Fertigstellung mittel- langfristig)					
<b>81</b>	Aufbau eines landesweiten, IT-gestützten Modellsystems (Visdom) für Einzelereignisse wie Starkregenniederschläge und Flusshochwasser	LfU, MKUEM	in Umsetzung (Fertigstellung kurz- mittelfristig)					
<b>82</b>	Aktualisierung/Fortschreibung der Hochwassergefahren- und -risikokarten (Berücksichtigung historischer Hochwasser, zusätzlicher Szenarien und Informationsangaben sowie Darstellung HQextrem als worst case Szenario)	LfU unter Mitwirkung MKUEM, SGDen, untere Wasserbehörden (HWP)	kurzfristig					
<b>83</b>	Anpassungen der Gefahrenkarten und der Bestimmung der ÜSG an Klimawandelfolgen	MKUEM, LfU, SGDen	kurz-mittelfristig					

Nr.	Maßnahme	Beteiligte	Zeithorizont	<u>auch thematisiert im Handlungsbereich</u>				
				GW	OG	AW	HW	NW
84	Neuregelung der ÜSG-Festlegung	MKUEM (FF)	kurz-mittelfristig					
85	Schaffung einer Binnendifferenzierung der Verbote in ÜSG	MKUEM, Bund	Kurz-mittelfristig					
86	Weiterentwicklung des neuen Homepage des Hochwasservorsorgedienstes	LfU	laufend					
87	Ständige Weiterentwicklung der Hochwasservorhersagemodelle	LfU	Daueraufgabe					
88	Intensivierung der Zusammenarbeit zwischen dem DWD und der Hochwasservorhersagezentrale	LfU, DWD	laufend					
89	Intensivierung der Zusammenarbeit mit den Vorhersagezentralen der Nachbarstaaten, benachbarten Bundesländer und der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes	Nachbarstaaten, -länder, WSA	Daueraufgabe					
90	Neuentwicklung der Darstellung einer Überflutungsvorhersage	LfU, MKUEM	mittel-langfristig					
91	Schaffung eines verbesserten, digitalen Informationsangebots zur Hochwasser- und Starkregengefährdung	MKUEM, LfU	kurzfristig					
92	Unterstützung der Kommunen bei der Bildung von interkommunalen, verbindlichen Zusammenschlüssen	MKUEM, IBH	laufend					
93	Aufbau einer „Fachberatung Wasserwehr“	MKUEM, SGDen	kurzfristig					
94	Überprüfung aller Pegel in Rheinland-Pfalz bezüglich baulicher Anpassungen	SGDen, LfU	in Umsetzung (Fertigstellung kurzfristig)					
95	Prüfung hochwasserunabhängige Satellitenkommunikation für die Datenübertragung (Testbetrieb)	SGDen, LfU	in Umsetzung (Fertigstellung kurzfristig)					
96	Beratung der Kommunen bei der Einrichtung zusätzlicher lokaler (kommunaler) Warnpegel	IBH, KHH, SGDen	in Umsetzung					
97	Integration kommunaler Pegel in das Landeswebangebot	SGDen, LfU	kurzfristig					
98	Verbesserung der wasserwirtschaftlichen Stellungnahmen zur Stärkung der Wahrnehmung	SGDen, MKUEM	laufend					
99	Einsatz für die stärkere Integration der Hochwasserbelange während der Planung	MKUEM, LAWA	laufend					

Nr.	Maßnahme	Beteiligte	Zeithorizont	auch thematisiert im Handlungsbereich				
				GW	OG	AW	HW	NW
100	Erstellung örtlicher Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzepte	SGDen, KHH, Kommunen	laufend					
101	Gesetzliche Etablierung eines Starkregenrisikomanagements	MKUEM (FF), Bund	kurz-mittelfristig					
102	Verpflichtende Einführung Starkregengefahrenkarten	MKUEM (FF), Bund	kurz-mittelfristig					
103	Verpflichtende Erstellung von örtlichen Hochwasservorsorge- und Starkregenkonzepten	MKUEM (FF), Bund	kurz-mittelfristig					
D29	Landesprogramm zur Erosionsvorsorge und zur Unterstützung des Landschaftswasserhaushaltes in der Landwirtschaft z. B. durch Keyline-Design-Projekte			X				X
D30	Ausübung des wasserwirtschaftlichen Vorkaufsrechts für Flächen der Hochwasserrückhaltung und hochwasservorsorgenden Gewässerentwicklung							X
D31	Erhöhung der Bemessungskennwerte um einen Klimawandelzuschlag bei allen neuen Hochwasserschutzbauwerken							
D32	Angepasste Vorgaben und Bemessungsgrundlagen für kritische oder sensible Infrastrukturen							
D33	Automatische Auskunftserteilung zur Lage im Überschwemmungsgebiet bei Bauvoranfragen und Bauanträgen							
D34	Gefahrenkarten (und damit ggfs. auch ÜSG) an Gewässern III. Ordnung							
D35	Anpassung Bauordnungsrecht (LBauO) u. a. bezüglich Pflicht zur Gefährdungsbeurteilung							
D36	Verbesserung des Schulungsangebots zum hochwasserangepassten Bauen							
D37	Verstetigung des Prozesses der Erstellung (Stichwort: Fortschreibung) und Umsetzung der örtlichen Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzepte							
<b>Niedrigwassermanagement</b>								
104	Bauliche Anpassung Pegel und vermehrte Abflussmessung	SGDen, LfU	mittelfristig					
105	Niedrigwasserinformation für das Mosel-Saar-Einzugsgebiet	IKSMS	laufend					

Nr.	Maßnahme	Beteiligte	Zeithorizont	<u>auch</u> thematisiert im Handlungsbereich				
				GW	OG	AW	HW	NW
106	Aufbau eines Niedrigwasserinformationssystems	BfG, LAWA, MKUEM, LfU	in Umsetzung (Fertigstellung kurzfristig)					
107	Regionsbezogene Niedrigwasserklassifizierung	LfU	mittelfristig					
108	Aufstellung von Niedrigwasserbewirtschaftungskonzepten für Gewässereinzugsgebiete	SGD Süd, GZV Rehbach-Speyerbach	kurzfristig		X			
D38	Stufenweises Niedrigwasserhandlungskonzept (Niedrigwasserampel)							
D39	Wassermanagement bei begrenzter Verfügbarkeit			X				
<b>Verwaltung stärken</b>								
109	Überprüfung der Geschäftsprozesse	Wasserwirtschaftsverwaltung	Daueraufgabe					
110	Steigerung der Attraktivität der Wasserwirtschaft als Arbeitgeber	Wasserwirtschaftsverwaltung	Daueraufgabe					
111	Konsequente Fortführung und Verstärkung der Weiterbildungsangebote an das Personal	Wasserwirtschaftsverwaltung	laufend					
112	Erhöhung der Personalkapazitäten im Rahmen der von der Landesregierung gegebenen haushaltsrechtlichen Gestaltungsmöglichkeiten	Wasserwirtschaftsverwaltung	laufend					
113	Neue Priorisierung und Überprüfung der Aufgaben	Wasserwirtschaftsverwaltung	laufend					
114	Fortführung und Weiterentwicklung der Kooperationen mit wissenschaftlichen Einrichtungen und Hochschulen	Wasserwirtschaftsverwaltung	laufend					
115	Verbesserung der Kommunikation für ein abgestimmtes und integriertes Handeln der Verwaltung und beteiligter Akteure	Wasserwirtschaftsverwaltung, Partner	laufend					
116	Konkretisierung des Praxis-Transfers von Wissenschaft zur Verwaltung	Wasserwirtschaftsverwaltung, Hochschulen	laufend					
117	Interkommunale Zusammenarbeit fördern und einfordern	Wasserwirtschaftsverwaltung, Kommunen	laufend					
D40	Prüfung möglicher weiterer Aufgabenentlastung durch Beauftragung geeigneter Dritte							
D41	Fachkräftegewinnung durch bezahlte Praktika, Duale Studiengänge							
<b>Bewusstsein für Ressource Wasser stärken</b>								
118	Citizen Science-Projekt zur Gewässerqualität und -entwicklung	MKUEM, Uni Koblenz-Landau	in Umsetzung (Fertigstellung kurzfristig)					

Nr.	Maßnahme	Beteiligte	Zeithorizont	<u>auch thematisiert im Handlungsbereich</u>				
				GW	OG	AW	HW	NW
119	Umweltbildungseinrichtung Mosellum	MKUEM, Bund	Daueraufgabe					
120	Umweltbildungseinrichtung WasserWissensWerk	MKUEM, Wasserzweckverband	Daueraufgabe					
121	Integration von Wasserthemen in Schulbildung	MKUEM, LfU	Daueraufgabe					
122	Weiterentwicklung des Mosellums um eine Klimawandelebene	MKUEM, Bund	kurzfristig					
123	Entwicklung eines Themenpfads Wasser am Köhlerpfad	MKUEM, Wasserzweckverband	kurzfristig					
124	Konzeption zur Kommunikation und Sensibilisierung zum Thema Wasser und Klimawandel	LZU	kurzfristig					

Entwurf

## Literatur- und Quellenverzeichnis

BLE [Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung] (2022): GAP kompakt 2023.

BMEL [Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft] (2022): Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausweisung von mit Nitrat belasteten und eutrophierten Gebieten (AVV Gebietsausweisung - AVV GeA).

BMUV [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz] (2017): Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung. Klärschlammverordnung. URL: <https://www.bmu.de/gesetz/verordnung-zur-neuordnung-der-klarschlammverwertung> (Stand 24.05.2023).

BMUV [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz] (2023): Nationale Wasserstrategie.

BMWK [Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz] (2023): Kommunalrichtlinie. URL: <https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie> (Stand: 24.05.2023).

DIN 4049-3:1994-10. Hydrologie - Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie.

DWA (2013): DWA-M 103: Hochwasserschutz für Abwasseranlagen. URL: <https://de.dwa.de/de/regelwerk-news-volltext/neuerscheinung-hochwasserschutz-fuer-abwasseranlagen.html> (Stand: 24.05.2023).

DWA (2021): DWA-Positionen. Wasserbewusste Entwicklung unserer Städte.

Eawag - Das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs (2021): Factsheet Grauwasser. URL: [https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Beratung/Beratung\\_Wissenstransfer/Publ\\_Praxis/Faktenblaetter/fb\\_grauwasser\\_0221.pdf](https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Beratung/Beratung_Wissenstransfer/Publ_Praxis/Faktenblaetter/fb_grauwasser_0221.pdf) (Stand: 08.09.2023)

Flaute, M., Reuschel, S., Stöver, B. (2022): Volkswirtschaftliche Folgekosten durch Klimawandel: Szenarioanalyse bis 2050. GWS Research Report 2022/02, Osnabrück.

Fraunhofer ISI (n. d.): Stakeholder-Dialog Spurenstoffstrategie des Bundes. URL: <https://dialog-spurenstoffstrategie.de/spurenstoffe/index.php> (Stand: 26.05.2023).

Haag, I., Teltcher, K., Regenauer, J. & Aigner, D. (2022): Zwei-Grad-Ziel für unsere Bäche – Wassertemperatur und Beschattung, Projektabschlussbericht im Auftrag des KLIWA Konsortiums, noch nicht veröffentlicht.

Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2022): Zukunftsplan Wasser - Wasserwirtschaftlicher Fachplan Hessen.

IBH (2022): Einbindung der Landwirtschaft zur Erosionsvorsorge in die örtlichen Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzepte. Empfehlungen zur Vorgehensweise für Kommunen und Ingenieurbüros.

IKSR (2013): Darstellung der Entwicklung der Rheinwassertemperaturen auf der Basis validierter Temperaturmessungen von 1978 bis 2011.- Bericht 209, IKSR, Koblenz, 28 S.

IWW [Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung] (2019): Umgang mit Zielkonflikten bei der Anpassung der Wasserwirtschaft an den Klimawandel – Abschlussbericht. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).

KLIWA (2018): Niedrigwasser in Süddeutschland. Analysen, Szenarien und Handlungsempfehlungen. KLIWA-Berichte. Heft 23.

KLIWA (2021): Faktenblatt Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserversorgung. Zur internen Nutzung in den Wasserwirtschaftsverwaltungen der Länder Baden-Württemberg, Bayern, Hessen und Rheinland-Pfalz.

KomS [Kompetenzzentrum Spurenstoffe Baden-Württemberg] (n. d.): Kompetenzzentrum Spurenstoffe BW. URL: <https://koms-bw.de/> (Stand: 24.05.2023).

Kreienkamp, F. et al. (2021): Rapid attribution of heavy rainfall events leading to the severe flooding in Western Europe during July 2021, World Weather Attribution, published online at <https://www.worldweatherattribution.org/heavy-rainfall-which-led-to-severe-flooding-in-western-europe-made-more-likely-by-climate-change/> (Stand: 19.06.2023).

Landesforsten RP (2018): Handbuch Walderschließung (2022 überarbeitet).

LAWA (1995): Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz. Hochwasser – Ursachen und Konsequenzen.

LAWA (2007): Leitlinien für ein nachhaltiges Niedrigwassermanagement – Materialien.

LAWA (2020): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft – Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder 2020 (Kurztitel: LAWA Klimawandel-Bericht 2020).

LAWA (2021): Auf dem Weg zur wassersensiblen Stadtentwicklung – Erfordernisse aus Sicht der Wasserwirtschaft. Positionspapier.

LAWA (2022): Endbericht der LAWA-Ad hoc AG/KG Water Reuse an die 163. LAWA-Vollversammlung. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).

LAWA (2023): Positionspapier zum Umgang mit Zielkonflikten bei der Anpassung der Wasserwirtschaft an den Klimawandel - Fokus: Konflikte im Nexus Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und Forstwirtschaft.

LfU (2018): Gewässerschutz und Luftschadstoffe. 30 Jahre Monitoring versauerter Waldbäche in Rheinland-Pfalz.- LfU-Bericht 2018, 114 S.

LfU (2019): Der Sommer 2018 in Rheinland-Pfalz – Ein wasserwirtschaftlicher Bericht.

LfU (n. d.): Strategie zur Verringerung von Spurenstoffeinträgen in Gewässer - Betrachtungsweise für Rheinland-Pfalz. URL: <https://lfu.rlp.de/de/unsere-amt-service/unsere-jahresberichte/2019/gewaesserschutz/spurenstoffstrategie/> (Stand: 24.05.2023).

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2022): Strategie zum Umgang mit Wassermangel in Baden-Württemberg – Erfordernisse zur Verringerung von Risiken und Nutzungskonflikten bei Niedrigwasser und abnehmenden Grundwasserreserven.

MKUEM (2018): Auswirkungen des Klimawandels auf die Trinkwasserversorgung – Anpassungsstrategien zur Daseinsvorsorge.

MKUEM (2021): Förderrichtlinien der Wasserwirtschaftsverwaltung – FöRiWWV.

MKUEM (2021): Rheinland-pfälzischer Bewirtschaftungsplan 2022 – 2027.

MKUEM (2022): Wasserversorgungsplan Rheinland-Pfalz 2022 – Teil 1 Bestandsaufnahme.

MKUEM (n. d.): Niederschlagswasserbewirtschaftung – wassersensible Siedlungsentwicklung. URL: <https://wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/1127/> (Stand: 24.05.2023).

MKUEM (n. d.): Was ist KIPKI? URL: <https://kipki.rlp.de/was-ist-kipki> (Stand: 24.05.2023).

MUEEF [Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz] (2017): Wasser und Klimawandel in Rheinland-Pfalz. Erkennen – Handeln – Anpassen. Informationen und Handlungsempfehlungen für die Bürgerinnen, Bürger und kommunalen Gebietskörperschaften unseres Landes.

MUEEF (2020): Handlungs- und Informationskonzept (Stufenplan) bei hohen Wassertemperaturen in rheinland-pfälzischen Fließgewässern. URL: [https://wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/1214/MUEEF%20-%20Handlungskonzept%20W%C3%A4rmeeinleitungen%20\(Stand%20Juli%202020\).pdf?command=downloadContent&filename=MUEEF%20-%20Handlungskonzept%20W%E4rmeeinleitungen%20\(Stand%20Juli%202020\).pdf](https://wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/1214/MUEEF%20-%20Handlungskonzept%20W%C3%A4rmeeinleitungen%20(Stand%20Juli%202020).pdf?command=downloadContent&filename=MUEEF%20-%20Handlungskonzept%20W%E4rmeeinleitungen%20(Stand%20Juli%202020).pdf) (Stand: 22.05.2023).

MKUEM (2021): Fortschreibung des Klimaschutzkonzeptes des Landes Rheinland-Pfalz.

RPTU [Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau] (2020): P-Opt. URL: <https://bauing.rptu.de/ags/wir/forschung-projekte/projekte-detailansicht/news/p-opt> (Stand: 24.05.2023).

StMUV [Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz] (2020): Wassersensible Siedlungsentwicklung – Empfehlungen für ein zukunftsfähiges und klimaangepasstes Regenwassermanagement in Bayern.

Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (2022): Thüringer Niedrigwasserstrategie – Ergänzungsband zum Landesprogramm Gewässerschutz.

Verordnung (EU) 2020/741 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Mai 2020 über Mindestanforderungen an die Wasserwiederverwendung, ABI L 177/32.

Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität vom 6. Juli 2021: Förderrichtlinie Forstwirtschaft RLP. Zuwendungen zur Förderung der Waldwirtschaft (Fördergrundsätze Wald). MinBl. 2021, Nr. 6, S. 69ff.