



Trinkwasserversorgungskonzeption des Landes Mecklenburg-Vorpommern

Teil 2: Grundsatzplan Wasserversorgung 2040

Trinkwasserversorgungskonzeption des Landes Mecklenburg-Vorpommern

Teil 2: Grundsatzplan Wasserversorgung 2040

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

Leonardo da Vinci formulierte schon im 15. Jahrhundert treffend:
"Wasser ist die treibende Kraft der gesamten Natur."

Die Versorgung der Bevölkerung mit einwandfreiem Trinkwasser zählt zu den elementaren Aufgaben der Daseinsvorsorge und hat für die Landesregierung von Mecklenburg-Vorpommern höchste Priorität.

Das Wasser spielt nicht nur als Lebenselixier, sondern auch für Wirtschaft, Landwirtschaft und unsere einzigartige Natur eine entscheidende Rolle.

Nachdem im März 2019 der erste Teil der Trinkwasserversorgungskonzeption Mecklenburg-Vorpommern „Statusbericht“ erschienen ist, in dem vor allem die allgemeine Situation der Wasserversorgung dargestellt wurde, werden im vorliegenden zweiten Teil der Trinkwasserversorgungskonzeption „Grundsatzplan Wasserversorgung 2040“ die zukünftigen Herausforderungen und daraus ableitend der zukünftige Handlungsbedarf für den Schutz der Trinkwasserressourcen dargestellt. Dies erfolgte auf Basis der Auswertung der regionalen Versorgungskonzepte der Wasserversorgungsunternehmen des Landes.

Die Wasserwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern steht vor großen Herausforderungen bei der Anpassung ihrer Infrastrukturen und beim Gewässerschutz.

Hierzu zählen z. B. die Wasserbedarfsänderungen durch den demografischen Wandel, den Tourismus und die landwirtschaftliche Bewässerung, aber auch die klimatischen Änderungen mit Auswirkungen auf das Wasserdargebot, den Wasserbedarf und die Trinkwasserverteilung und insbesondere die potentielle Entwicklung der Rohwasserqualität. Es werden leider zunehmend anthropogen eingetragene Stoffe im Grundwasser gefunden.

Aufgrund dieser Herausforderungen wurden Handlungsbedarf und Handlungsoptionen herausgearbeitet. Ein entwickelter Maßnahmenplan mit 25 konkreten Maßnahmen enthält insbesondere Orientierungen für Wasserversorgungsunternehmen, wasserwirtschaftliche Behörden und weitere Akteure.

Die Maßnahmenvorschläge sollen in den nächsten Jahren als Leitlinie für wasserwirtschaftliches Handeln dienen.

Die Umsetzung der Maßnahmen erfordert die enge Zusammenarbeit aller Akteure: von der Politik über die kommunale Ebene bis hin zu den Wasserversorgungsunternehmen, der Landwirtschaft und den Bürgerinnen und Bürgern. Nur gemeinsam können wir Problembewusstsein schaffen und sicherstellen, dass Mecklenburg-Vorpommern eine resiliente, moderne und zukunftsfähige Wasserversorgung besitzt, die den Bedürfnissen der Menschen ebenso gerecht wird wie dem Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen.

Lassen Sie uns gemeinsam dafür Sorge tragen, dass unser Umgang mit Wasser auch weiterhin geprägt ist von Achtsamkeit, Respekt und Verantwortung.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Till Backhaus

Minister für Klimaschutz, Landwirtschaft,
ländliche Räume und Umwelt
Mecklenburg-Vorpommern



Mecklenburg-Vorpommern
Ministerium für Klimaschutz,
Landwirtschaft, ländliche
Räume und Umwelt



Till Backhaus

Minister für Klimaschutz,
Landwirtschaft, ländliche
Räume und Umwelt

1	Einführung.....	9
2	Die Wasserversorgungsunternehmen in Mecklenburg-Vorpommern	10
2.1	Wassergewinnung und -aufbereitung.....	11
2.1.1	Grundwasser – Die wichtigste Trinkwasserquelle in Mecklenburg-Vorpommern	11
2.1.2	Erweiterte Grundwasseraufbereitung in Stralsund.....	12
2.1.3	Oberflächenwassernutzung in Rostock.....	12
2.2	Wasserentnahmen	15
2.3	Versorgungssicherheit.....	19
2.4	Investitionen.....	22
2.5	Wasserschutzgebiete.....	23
2.6	Monitoring	24
2.7	Meinungsbild der Wasserversorgungsunternehmen.....	25
2.7.1	Gefahrenpotenziale für die Trinkwasserbereitstellung.....	25
2.7.2	Fachkräfte.....	26
2.7.3	Unterstützungsbedarf durch die Landesregierung	27
3	Zukünftige Herausforderungen	28
3.1	Bedarfsänderungen	28
3.1.1	Demografie	28
3.1.2	Tourismus.....	30
3.1.3	Landwirtschaftliche Bewässerung.....	34
3.1.4	Zusammenfassung Bedarfsänderungen	36
3.2	Klimatische Änderungen	37
3.2.1	Auswirkungen auf das Wasserdargebot.....	37
3.2.2	Auswirkungen auf den Wasserbedarf und die Trinkwasserverteilung.....	40
3.3	Entwicklung der Rohwasserqualität	40
3.3.1	Datengrundlage und Methodik.....	40
3.3.2	Hauptinhaltsstoffe.....	42
3.3.3	Spurenelemente.....	49
3.3.4	Zusammenfassung Rohwasserqualität.....	53
4	Handlungsbedarf	54
5	Handlungsoptionen	56
5.1	Herausforderung Rohwasserqualität.....	56
5.1.1	Präventive Maßnahmen	56
5.1.2	Reaktive Maßnahmen	61
5.2	Herausforderung Tourismus.....	63
5.3	Herausforderung landwirtschaftlicher Beregnungsbedarf	65
5.4	Herausforderung Dargebotsminderung aufgrund klimatischer Einflüsse	66

6	Maßnahmenplan.....	70
6.1	Erläuterungen zu den Maßnahmen.....	71
6.1.1	Trinkwasserversorgungskonzepte der Wasserversorgungsunternehmen.....	71
6.1.2	Monitoring aller Wassernutzungen hinsichtlich Menge und Güte	71
6.1.3	Ausweisung von Wasserschutzgebieten.....	72
6.1.4	Strukturelle Anpassung des Festsetzungsverfahrens für Wasserschutzgebiete.....	72
6.1.5	Differenzierte Nutzungsbeschränkungen in Wasserschutzgebieten	72
6.1.6	Personalausstattung der Wasserbehörden.....	72
6.1.7	Ökolandbau in Wasserschutzgebieten	73
6.1.8	Weitere wasserschonende Bewirtschaftung von Flächen in Wasserschutzgebieten	73
6.1.9	Kooperationen zwischen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft	73
6.1.10	Flächenerwerb in Wasserschutzgebieten durch Wasserversorgungsunternehmen	73
6.1.11	Moorwiedervernässung.....	73
6.1.12	Waldmehrung in Wasserschutzgebieten	74
6.1.13	Waldumbau.....	74
6.1.14	Land- und forstwirtschaftliche Beratung	74
6.1.15	Ausweisung von Vorranggebieten Trinkwassersicherung	74
6.1.16	Rückhaltung der tiefen Grundwasserleiter für die Trinkwasserversorgung.....	74
6.1.17	Monitoring der Wasserrechte.....	75
6.1.18	Lenkung der Tourismusentwicklung	75
6.1.19	Gebühren- und Entgeltstruktur.....	75
6.1.20	Klimaangepasste Landnutzung und Optimierung der landwirtschaftlichen Bewässerung/Beregnung.....	76
6.1.21	Wasserspeichermöglichkeiten für die landwirtschaftliche Beregnung	76
6.1.22	Wasserentnahmeentgelt	76
6.1.23	Steuerung der Grabenentwässerung und Paludikultur.....	76
6.1.24	Kontrollierte Dränung	76
6.1.25	Transparenz wasserwirtschaftlich relevanter Daten zur Landnutzung	77
6.2	Aufgaben der Handlungsakteure.....	77
6.2.1	Wasserversorgungsunternehmen	77
6.2.2	Kommunen.....	78
6.2.3	Untere Wasserbehörden	78
6.2.4	Staatliche Ämter für Landwirtschaft und Umwelt	78
6.2.5	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie	78
6.2.6	Land, Landesministerien	79
6.2.7	Landwirtschaft	80
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	81
7.1	Verzeichnis der Abkürzungen.....	82
7.2	Quellenverzeichnis	84

Anhang I Steckbriefe der Wasserversorgungsunternehmen in Mecklenburg-Vorpommern	90
Anhang II Abschätzung zukünftiger Bedarfsänderungen	144
II. 1 Einführung	145
II. 2 Demografisch bedingte Bedarfsänderungen	145
II. 3 Touristisch bedingte Bedarfsänderungen	147
II. 4 Landwirtschaftlicher Beregnungsbedarf	152
II. 5 Quellenverzeichnis	153
Anhang III Einfluss von Klimaänderungen auf das Grundwasserdargebot	154
III. 1 Methodik	155
III. 2 Ergebnisse	157
III. 3 Quellenverzeichnis	159
Anhang IV Datenauswertung Rohwasserbeschaffenheit	160
IV. 1 Datengrundlage und Methodik	161
IV. 1.1 Datenaufbereitung	162
IV. 1.2 Berechnung statistischer Kennwerte für zensierte Daten	163
IV. 1.3 Auswertung der Hauptelemente	164
IV. 1.4 Auswertung der Spurenelemente	166
IV. 1.5 Abschätzung des Nitratabbauvermögens	167
IV. 2 Zusätzliche Auswertungsergebnisse	168
IV. 2.1 Kalium	168
IV. 2.2 Ammonium	170
IV. 2.3 Sulfat	171
IV. 2.4 Schwermetalle	171
IV. 2.5 Pflanzenschutzmittel und relevante Metaboliten	172
IV. 2.6 Nicht relevante Metaboliten	172
IV. 2.7 Abwassermarker	173
IV. 2.8 Quellenverzeichnis	174
Anhang V Vorbehaltsgebiete zur Sicherung der langfristigen Trinkwasserversorgung	176
V. 1 Einführung und Kurzfassung	177
V. 2 Entwicklung einer Methodik zur Bewertung der Eignung von Brunnenstandorten sowie zur Ausweisung von Vorbehaltsgebieten zur Sicherung der langfristigen Trinkwasserversorgung	178
V. 3 Zusammenfassung	192
Anhang VI Maßnahmenplan	194
Anhang VII Anforderungen an Trinkwasserversorgungskonzepte der Wasserversorgungsunternehmen. 200	
VII. 1 Überblick	201
VII. 2 Bedarfsprognose	201
VII. 3 Aufzeigen von Problembereichen, von Möglichkeiten zur Optimierung der technischen Infrastruktur sowie Betrachtungen zum Risiko- und Krisenmanagement	203
VII. 4 Prüfung weiterer Möglichkeiten zur Trinkwasserbereitstellung	204
VII. 5 Ausarbeitung und Vergleich möglicher Lösungsvarianten	206

1 Einführung

Mecklenburg-Vorpommern (M-V) ist ein wasserreiches Land. Für die Trinkwassergewinnung wird überwiegend Grundwasser genutzt, das gut gegen Verschmutzungen geschützt ist und dessen hervorragende hydrochemische Qualität keine größere technische Aufbereitung erfordert. Somit kommt in den meisten Regionen von M-V ein weitgehend natürliches Lebensmittel aus dem Wasserhahn. Die wasserwirtschaftlichen Anlagen zur Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung sind in einem guten Zustand, Havarien sind selten und die Versorgungssicherheit ist hoch.

Das alles trifft zu, doch selbstverständlich ist es nicht. Um den exzellenten Stand der Trinkwasserversorgung in M-V zu sichern, muss die Wasserwirtschaft fortwährend an sich ändernde Rahmenbedingungen angepasst werden. Allmähliche landesweite Entwicklungen, die in den letzten Jahrzehnten beobachtet wurden, betreffen den abnehmenden Wasserbedarf der Bevölkerung und den steigenden Bedarf der Landwirtschaft sowie die Verschlechterung der Rohwasserqualität (MLU 2019b). Andererseits sind sehr dynamische Bedarfssteigerungen in Regionen zu verzeichnen, die ein anhaltend starkes Wachstum der Tourismusbranche aufweisen. Darüber hinaus sollte man sich landesweit auf ein abnehmendes Wasserdargebot infolge klimatischer Veränderungen einstellen.

Eine vorausschauende Wasserwirtschaft muss Entwicklungen möglichst frühzeitig erkennen, sie nach Möglichkeit gestalten bzw. Anpassungsmaßnahmen einleiten. Auf lokaler Ebene bilden die Trinkwasserversorgungskonzepte der Wasserversorgungsunternehmen (WVU) die Basis für Investitionsplanungen. So kann es erforderlich sein, neue Wasserfassungen zu erschließen, Aufbereitungsanlagen zu erweitern oder Verbundnetze auszubauen. Überregionale Entwicklungen hingegen müssen in einer landesweiten Konzeption analysiert werden, die hier vorgelegt wird und einen Baustein zur Umsetzung der EU-Trinkwasserrichtlinie (2020) darstellt.

Die Trinkwasserversorgungskonzeption des Landes besteht aus zwei Teilen. Im 2018 fertiggestellten ersten Teil, dem Statusbericht, wurden die naturräumlichen Grundlagen der Wasserversorgung und allgemeine Maßnahmen zum Schutz der Rohwasserqualität umfassend dargestellt (MLU 2019b). Im vorliegenden zweiten Teil, dem Grundsatzplan Wasserversorgung 2040, wird die aktuelle Trinkwasserversorgungssituation dargestellt und es werden zukünftige Problemfelder benannt und Lösungsansätze aufgezeigt. Die Erstellung des Grundsatzplanes Wasserversorgung 2040 wurde von einer Arbeitsgruppe begleitet, die sich aus Vertretern der WVU sowie aus Mitarbeitenden von Wasser- und Gesundheitsbehörden zusammensetzte. Gemeinsam wurden 25 konkrete Maßnahmen herausgearbeitet, die in den nächsten Jahren als Leitlinie für wasserwirtschaftliche Entscheidungen dienen sollen.

Der Entwurf dieser Ausarbeitung wurde von einem Ingenieurbüro textlich gefasst und ist Grundlage für die hier vorgelegte Fassung des Grundsatzplanes.

2 Die Wasserversorgungsunternehmen in Mecklenburg-Vorpommern

In M-V nehmen 49 öffentlich-rechtlich oder privatrechtlich organisierte Unternehmen die Aufgaben der öffentlichen Trinkwasserversorgung wahr, wobei die Größe der Versorgungsräume stark variiert (Abbildung 1). Abhängig von der Größe und Struktur der Versorgungsräume stehen die WVU vor sehr unterschiedlichen Herausforderungen und weisen somit spezifische Charakteristiken auf. Um die Bandbreite der WVU darzustellen, enthält der Anhang 1 steckbriefartige Kurzdarstellungen aller Versorgungsunternehmen. Sie basieren auf Befragungen der WVU. Eine regionale Zuordnung der Steckbriefe ist anhand der in der Abbildung 1 angegebenen dreistelligen Identifikationsnummer (VID) möglich. Im Weiteren wird die Wasserversorgungssituation in M-V dargestellt.

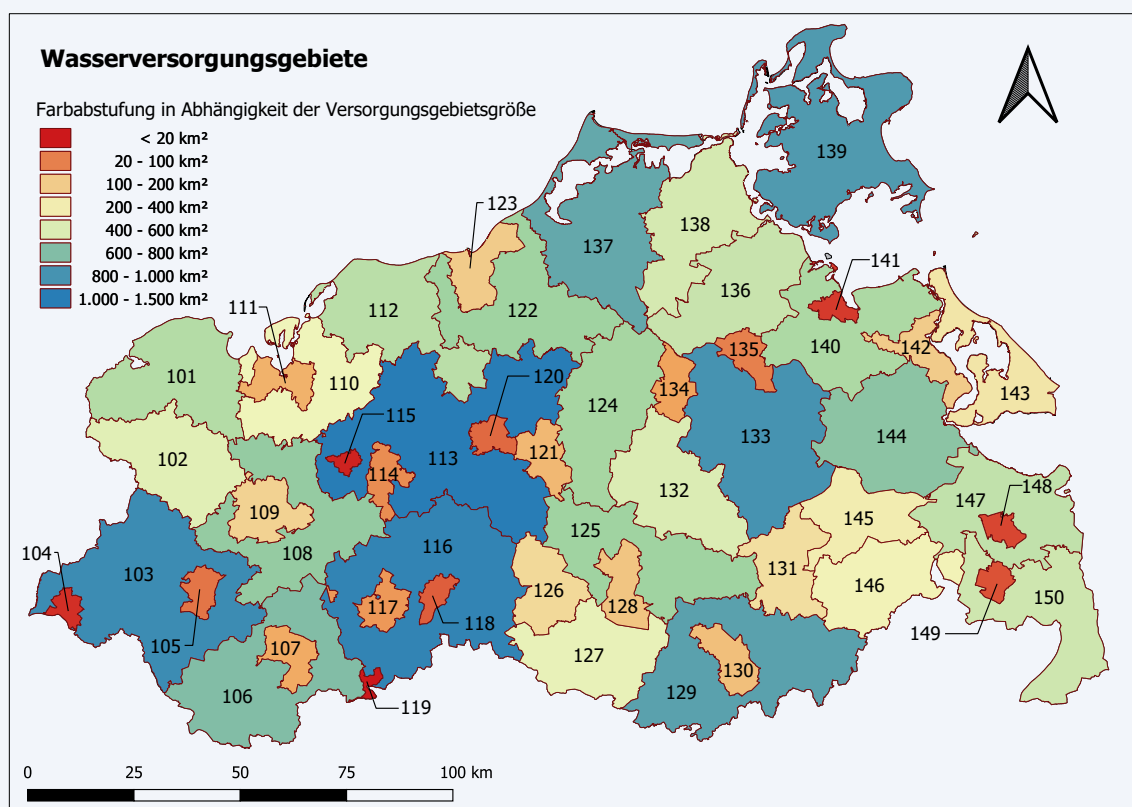


Abbildung 1: Wasserversorgungsunternehmen in Mecklenburg-Vorpommern¹
(farbliche Darstellung nach Flächengröße und Bezeichnung nach Identifikationsnummer der Steckbriefe)

¹ Der WWAV ist sowohl für die Wasserversorgung der Stadt Rostock als auch des weiteren Umlandes zuständig. Da sich die Versorgungsstruktur und die Technologie der Wasserbereitstellung für beide Räume deutlich unterscheiden, ist hier eine Zweiteilung vorgenommen worden (ID 122 und 123).

2.1 Wassergewinnung und -aufbereitung

2.1.1 Grundwasser – Die wichtigste Trinkwasserquelle in Mecklenburg-Vorpommern

M-V verfügt über ausgedehnte Grundwasserleiter, die für die Trinkwasserversorgung genutzt werden. Einzige Ausnahme ist die Hanse- und Universitätsstadt Rostock, die Rohwasser aus der Warnow gewinnt (siehe Kapitel 2.1.3).

Das Grundwasser wird über Brunnen aus Tiefen zwischen ca. 20 m und größer 100 m entnommen. Durch die natürliche Reinigungswirkung der Deckschichten ist Grundwasser in der Regel frei von schädlichen chemischen Verbindungen und mikrobiologischen Belastungen, so dass keine aufwendige Wasseraufbereitung erforderlich ist (MLU 2019b). In den meisten Wasserwerken von M-V erfolgen lediglich eine Belüftung und eine Filtration über Quarzsand, um natürlicherweise vorhandene Eisen- und Manganverbindungen zu entfernen (Abbildung 2). Eine Chlorung ist in der Regel nicht erforderlich.



Abbildung 2: Filter im Wasserwerk Güstrow

2.1.2 Erweiterte Grundwasseraufbereitung in Stralsund

Die Hansestadt Stralsund wird über drei Wasserwerke versorgt, wobei das größte das Wasserwerk Lüssow ist. Das in der zugehörigen Wasserfassung gewonnene Grundwasser ist durch sehr hohe Sulfatgehalte gekennzeichnet, die auf oberflächennahe Freisetzungsprozesse infolge des Eintrages von Nitrat zurückzuführen sind (Malik 2020). Mögliche Nitratquellen sind die landwirtschaftliche Düngung und die Torfmineralisierung in einer nahegelegenen Senke. Um die Grenzwerte der Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV) einzuhalten, wurde das Wasserwerk als bisher einzige Anlage in M-V im Jahr 2015 um eine Niederdruckumkehrosmoseanlage erweitert (siehe Abbildung 3). Ein Teilstrom des zuvor konventionell aufbereiteten Grundwassers wird über die Umkehrosmoseanlage geleitet. Das produzierte Permeat (Reinstwasser) wird dem restlichen Teilstrom beigemischt und gemeinsam über Flachbettbelüfter entsäuert. Eine separate Abwasserdruckrohrleitung nimmt das bei dem Aufbereitungsverfahren anfallende Konzentrat auf und führt dieses zum Ablauf der Kläranlage Stralsund, der in den Strelasund mündet.

Gegenüber der konventionellen Enteisung und Entmanganung bedeutet die Anwendung des Umkehrosmoseverfahrens in der Grundwasseraufbereitung deutliche Steigerungen im Energiebedarf, Personalaufwand und Betriebsmitteleinsatz.



Abbildung 3: Umkehrosmoseanlage im Wasserwerk Lüssow

2.1.3 Oberflächenwassernutzung in Rostock

In der Hanse- und Universitätsstadt Rostock wird ausschließlich Oberflächenwasser für die Trinkwasserversorgung genutzt (MLU 2019b). Angeschlossen sind rund 209.000 Einwohnerinnen und Einwohner (EW) der Stadt Rostock sowie ca. 32.000 EW der Umlandgemeinden. Damit versorgt das Wasserwerk Rostock etwa 15 % der EW von M-V mit Trinkwasser.

Die Rohwasserentnahme erfolgt über zwei Entnahmebauwerke aus der Warnow (Abbildung 4). Um einen Brackwassereinfluss aus der Ostsee auszuschließen, wird die Warnow mit einem ausreichenden Freibord oberhalb des mittleren Ostseewasserspiegels eingestaut und bei Außenhochwasser temporär weiter angehoben.

Wegen der im Vergleich zum Grundwasser höheren organischen Belastung ist eine komplexe und aufwendige Technologie zur Trinkwasseraufbereitung erforderlich. Die Verfahrensschritte umfassen

- eine Vorozonung,
- die Flockung und Sedimentation absetzbarer Stoffe,
- die Filtration von Schwebstoffen,
- die Ozonung zur Entkeimung, Desinfektion und Oxidation von organischen Wasserinhaltsstoffen sowie
- die Filtration über Aktivkohle zur Reduzierung organischer Spurenstoffe.

Anschließend erfolgt eine Sicherheitschlorung, um ein Aufkeimen im Rohrnetz zu verhindern.



Abbildung 4: Entnahmebauwerk an der Warnow

Aufgrund der besonderen Dynamik von Oberflächenwasser, dessen Mengenverfügbarkeit und Wasserqualität sich zum Teil sehr schnell, aber zumindest periodisch ändert, erfordert die Nutzung ein aufwendiges Wassermengen- und Qualitätsmonitoring. Um angemessen auf Extremereignisse, wie außergewöhnlich trockene Sommer, reagieren zu können, wurden detaillierte Managementmaßnahmen erarbeitet.

Eine langfristige Gefährdung wird in einer möglichen Verschlechterung der Wasserqualität der Warnow (Pflanzenschutzmittel, Arzneimittel, Huminstoffe) sowie in einer Verringerung des sommerlichen Durchflusses infolge klimatischer Änderungen gesehen. Um die Trinkwasserversorgung auch unter geänderten Rahmenbedingungen sicherzustellen, wurden im Trinkwasserver- und Abwasserentsorgungskonzept VEK 2040) des WWAV Alternativen zur derzeitigen Wasserversorgung erarbeitet und verglichen. Die geprüften Alternativen sind

- eine zusätzliche Aufbereitungsstufe (Membranfiltration) für das Warnow-Wasser,
- die Entsalzung von Ostseewasser und
- die Fernwasserversorgung aus Grundwasservorkommen im Gebiet der Mecklenburgischen Seenplatte.

Dabei zeigte sich, dass die Weiternutzung des Oberflächenwassers der Warnow langfristig auch unter Berücksichtigung einer zusätzlichen Aufbereitungsstufe eine qualitätsgerechte und im Vergleich zu den Alternativen, die kostengünstigste Variante ist. Sie steht aber unter der Voraussetzung, dass zukünftige klimatische Änderungen keine drastische Verminderung des sommerlichen Wasserdargebotes und keine Erhöhung der Wassertemperatur bewirken. Darüber hinaus ist zu beachten, dass bei einem durch den Klimawandel verursachten Meeresspiegelanstieg und einer Häufung von Extremwasserständen das Einstauziel und ggf. auch das Freibord erhöht werden müssten. Hierdurch würden sich Auswirkungen auf die Land- und Ufernutzung sowie auf querende Infrastruktur im Einstaubereich bis zum Pegel Bützow ergeben.

Eine Entsalzung von Ostseewasser ist aufgrund hoher Investitions- und Betriebskosten die aus heutiger Sicht am wenigsten geeignete Variante. Für den Fall, dass eine Weiternutzung des Warnow-Wassers infolge klimatischer Änderungen nicht mehr möglich ist, wird daher die Fernwasserversorgung in Betracht gezogen. Steigende Anforderungen an den Wasserbedarf der Industrie und die nachhaltige und kostengünstigere Erzeugung von Energie könnten künftig aber auch eine Meerwasserentsalzung in den Fokus rücken lassen.

2.2 Wasserentnahmen

Die durchschnittliche Rohwasserentnahme in M-V beträgt ca. 267.000 m³/d. Davon entfallen etwa 233.000 m³/d auf Grundwasser und 34.000 m³/d auf Oberflächenwasser.

In der Abbildung 5 sind die durchschnittlichen Wasserentnahmen der einzelnen Versorger für den Zeitraum 2016 bis 2018 visualisiert. Dieser Zeitraum umfasst sowohl trockene Jahre als auch ein relativ feuchtes Jahr. Tendenziell sind in den Ballungsräumen der Städte sowie in den Tourismusregionen erwartungsgemäß höhere Wasserentnahmen zu beobachten als in den übrigen Gebieten. Auf der Insel Usedom kann der sommerliche Bedarf nicht aus eigenen Ressourcen gedeckt werden, so dass Reinwasser vom Festland übergeleitet wird – derzeit ca. 2.350 m³/d im Jahresdurchschnitt und bis zu 4.500 m³/d im Sommer. Der Reinwasserabsatz auf der Insel ist somit entsprechend höher als die in der Abbildung dargestellte Grundwasserentnahme.

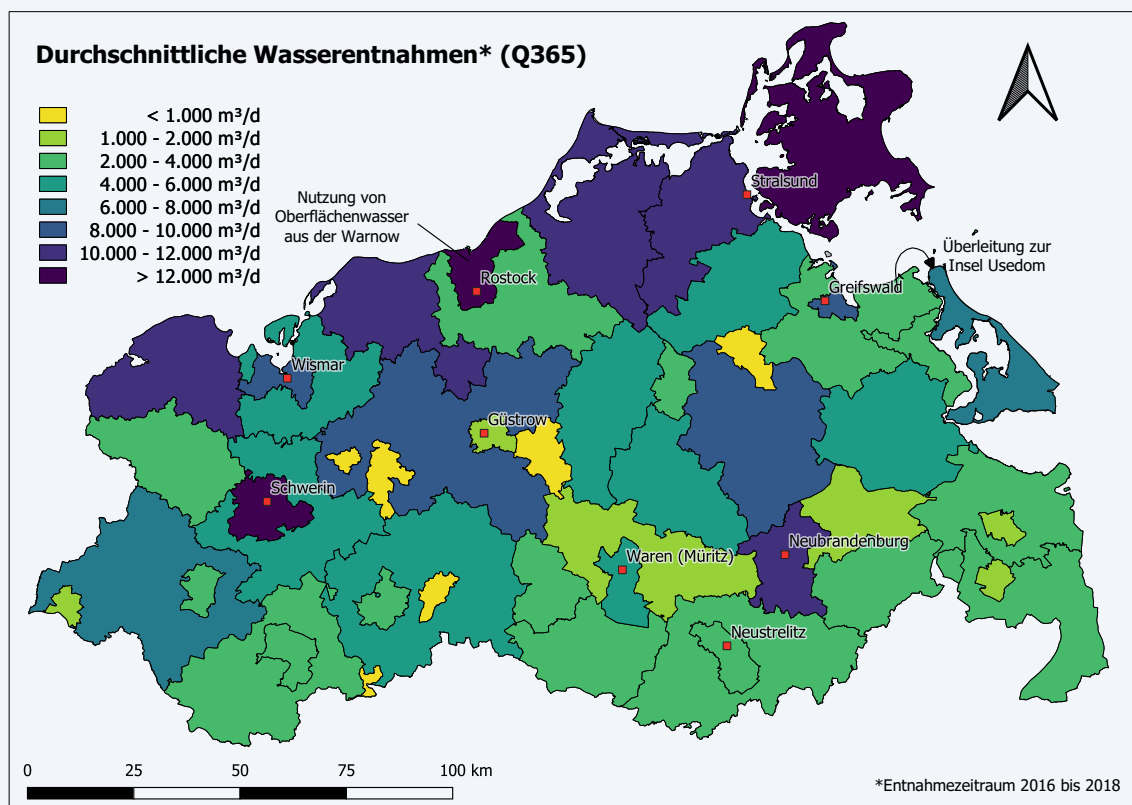


Abbildung 5: Durchschnittliche Wasserentnahmen der Wasserversorgungsunternehmen (2016 bis 2018)

Generell sind der Wasserbedarf und damit die Grundwasserentnahme saisonalen Schwankungen unterworfen. In den meisten Regionen von M-V liegt die sommerliche Entnahme (Q₃₀ = Mittelwert des Monats mit der höchsten Entnahme) bis zu 30 % über dem Jahresmittel (Q₃₆₅). Die Abbildung 6 zeigt das Verhältnis zwischen saisonaler und mittlerer Entnahme für die einzelnen Versorgungsbereiche.

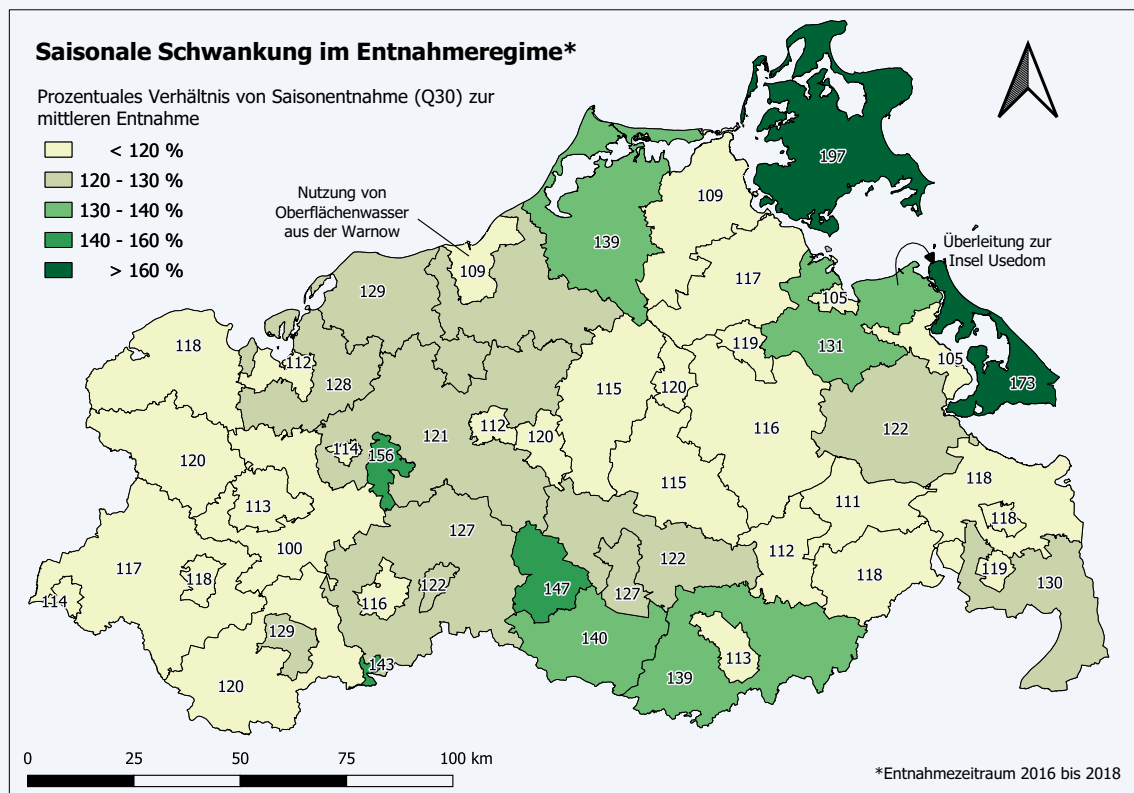


Abbildung 6: Saisonale Schwankung im Entnahmeregime (2016 bis 2018)

Auf den Ostseeinseln Rügen und Usedom ist die sommerliche Entnahme² nahezu doppelt so hoch wie die mittlere Entnahme und gegenüber den winterlichen Werten sogar teilweise um mehr als das Dreifache erhöht. Ähnliche saisonale Bedarfsschwankungen sind auch für die Halbinsel Fischland-Darß-Zingst und die westlichen Ostseeküstenabschnitte zu erwarten. Da die Versorgungsgebiete hier auch einen großen Anteil ländlich geprägter Regionen mit einem sehr ausgeglichenen Bedarf umfassen, spiegeln sich die Bedarfsschwankungen nur gedämpft in den Grundwasserentnahmen der Versorgungsbereiche wider. Darüber hinaus weisen z. B. auch die Versorgungsgebiete der Stadtwerke Malchow und Sternberg hohe saisonale Schwankungen auf.

Eine starke Saisonalität der Bedarfe stellt die WVU vor besondere Herausforderungen. Die wasserwirtschaftlichen Anlagen zur Gewinnung, Aufbereitung, Speicherung und Verteilung des Wassers müssen für die hohen sommerlichen Verbräuche ausgelegt sein, hohe Fixkosten sind die Folge. Bei den geringen winterlichen Abnahmen hingegen laufen die Anlagen außerhalb ihres Betriebsoptimums, das betrifft sowohl die Betriebszeiten/Schaltheufigkeiten der Brunnen als auch die erforderlichen Fließgeschwindigkeiten in den Filtern der Wasseraufbereitung und im Rohrnetz. Um Aufkeimungen infolge längerer Standzeiten zu vermeiden, müssen Anlagen teilweise außer Betrieb genommen oder häufiger gespült werden, wodurch sich wiederum die Fixkosten erhöhen. Eine hohe Saisonalität des Wasserbedarfs bewirkt damit (bei sonst gleichen Rahmenbedingungen) auch höhere Kosten.

Darüber hinaus sind saisonal stark wechselnde Grundwasserentnahmen auch aus hydrogeologischer und hydrochemischer Sicht ungünstig. Sie verstärken die natürlichen Grundwasserstandsschwankungen, die daraus resultieren, dass die Grundwasserneubildung hauptsächlich im Winterhalbjahr stattfindet. Bei den räumlich begrenzten Grundwasserleitern der Ostseeinseln kann sich dadurch die Gefahr einer Brackwasserintrusion aus der Ostsee erhöhen. Ferner bewirken Grundwasserstandsschwankungen eine verstärkte Belüftung grundwasserführender Schichten, was wiederum zu einer Mobilisierung von geogen gebundenen Stoffen (z. B. Schwermetallen) führen kann.

² Die 173 % für Usedom (Abbildung 6) beziehen sich auf die Grundwasserentnahme auf der Insel, unter Berücksichtigung der Überleitung ergäbe sich ein Wert von ca. 180 %.

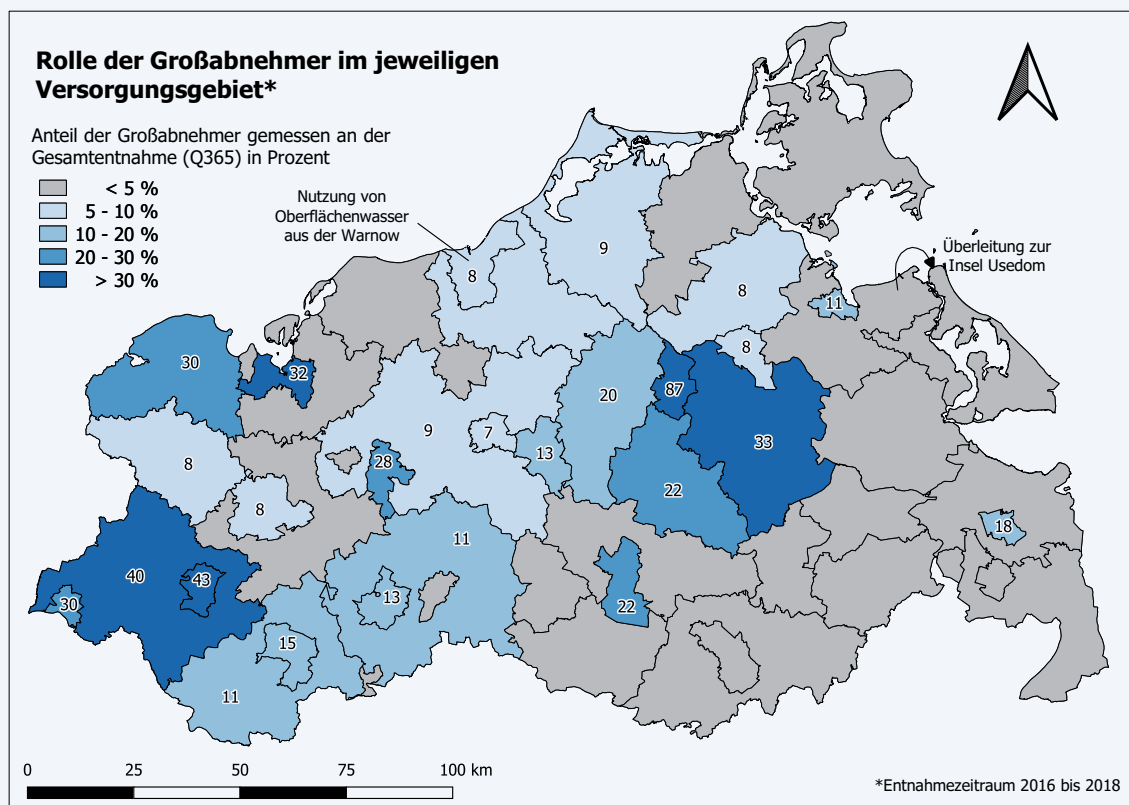


Abbildung 7: Rolle der Großabnehmer im jeweiligen Versorgungsgebiet (2016 bis 2018)

Während eine touristische Infrastruktur innerjährliche Bedarfsschwankungen verstärkt, wirken Großabnehmer in der Regel ausgleichend auf den Wasserbedarf. Viele Großabnehmer in M-V sind der Lebensmittelindustrie zuzuordnen. In der Abbildung 7 ist der Anteil der Wasserabgaben an Großabnehmer, bezogen auf die Gesamtentnahme (Q365) dargestellt. Besonders hoch ist deren Anteil in den Gebieten Grevesmühlen, Wismar, Demmin, Hagenow, Boizenburg und Sude-Schaale. Eine Sonderstellung nimmt die Stadt Dargun ein, die hauptsächlich zwei Betriebe der Lebensmittelindustrie mit Trinkwasser und Rohwasser versorgt. Der Großabnehmeranteil beträgt hier fast 85 %.

Teilweise wird auch Löschwasser über das öffentliche Trinkwassernetz bereitgestellt. Für die Sicherung des Löschwasserbedarfes sind allerdings grundsätzlich nicht die WVU, sondern stets die Gemeinden zuständig (§2 Abs. 1 BrSchG M-V 2015). Bei vorhandenen Kapazitäten können sie mit den örtlichen WVU die Lieferung von Löschwasser aus dem Trinkwasserversorgungsnetz vereinbaren. Während es in urbanen Räumen mit einem ohnehin hohen Wasserbedarf für die WVU in der Regel möglich ist, hohe kurzfristige Löschwasseranforderungen zu bedienen, kann dies im Randbereich der Städte und in ländlichen Regionen oftmals nicht gewährleistet werden. Hier sind die Leitungsquerschnitte meist kleiner dimensioniert, um bei dem geringen Bedarf Standzeiten im Leitungsnetz zu vermindern. Eine kurzfristig hohe Löschwasserentnahme kann dann zu einer Überlastung führen, so dass separate Löschwasserbrunnen oder Löschwasserspeicher oft die besseren Alternativen sind.

Für die Nutzung der natürlichen Wasserressourcen ist grundsätzlich eine wasserrechtliche Erlaubnis oder Bewilligung erforderlich. In dieser wird von den unteren Wasserbehörden unter Beachtung der natürlichen Gegebenheiten festgelegt, in welchen Grenzen eine Wasserentnahme zulässig ist. Neue/aktualisierte Wasserrechte werden auf der Grundlage von Dargebotsbewertungen und unter Hinzuziehung der Grundwasserressourcenkarte³ (LUNG 2012) erteilt; bei größeren oder eventuell konkurrierenden Entnahmen ist zusätzlich die Erstellung standortspezifischer Fachgutachten erforderlich.

3 Kartenportal Umwelt Mecklenburg-Vorpommern, Themenordner "Grundwasser"

Die beantragten Wasserrechte in der wasserrechtlichen Erlaubnis oder Bewilligung sollten auf einer aktuellen Wasserbedarfsanalyse und -prognose beruhen. Um auch kurzfristige Bedarfssteigerungen befriedigen zu können, streben die WVU in der Regel einen Ausnutzungsgrad von etwa 80 % an. Dieser Spielraum berücksichtigt die verschiedenen Entwicklungspotenziale wie zusätzliche Großabnehmer, Tourismus- und Demografieentwicklung und wird bei entsprechender Begründung von den unteren Wasserbehörden meist akzeptiert. Die Abbildung 8 zeigt die Ausnutzung der bestehenden wasserrechtlichen Erlaubnisse in den Jahren 2016–2018 für die einzelnen Versorgungsgebiete.

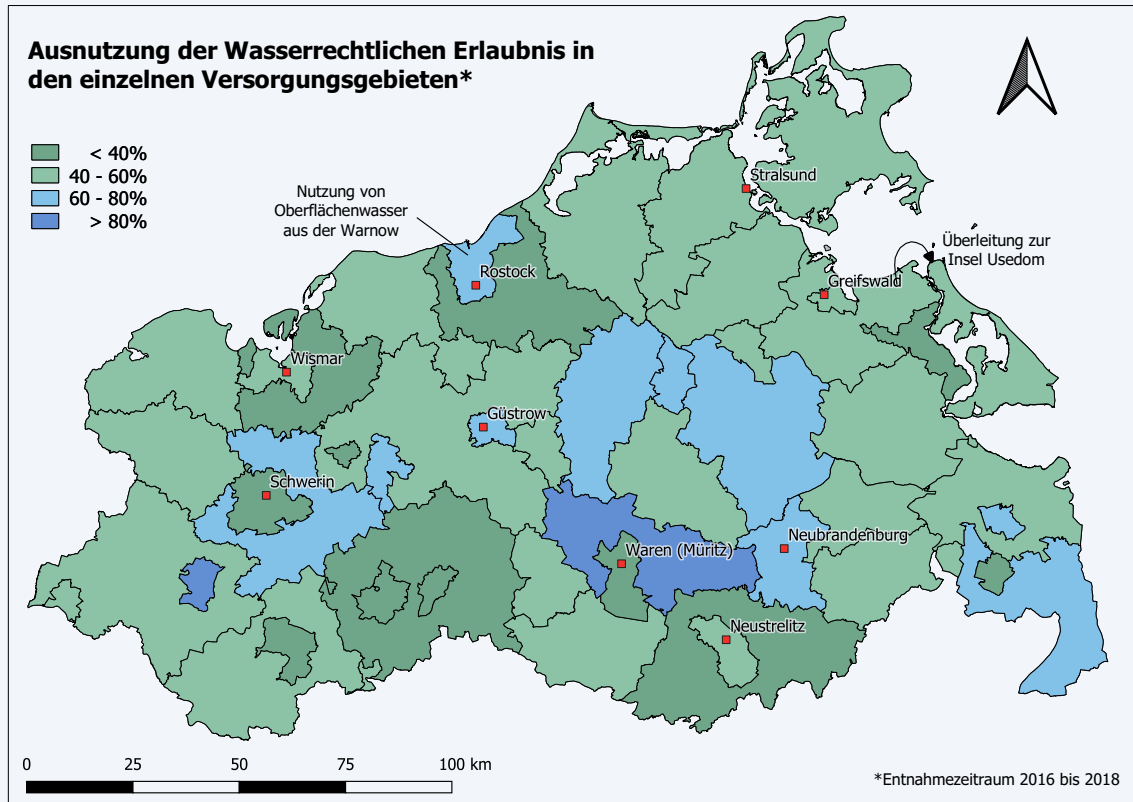


Abbildung 8: Ausnutzung der wasserrechtlichen Erlaubnis durch die Wasserversorgungsunternehmen (bezogen auf die mittlere Entnahme Q_{365} in den Jahren 2016 bis 2018)

Überwiegend betrug die tatsächliche Entnahme etwa 50 % der wasserrechtlich erlaubten Menge, so dass generell noch ausreichende Reserven für Entnahmesteigerungen der öffentlichen Wasserversorgung vorhanden sind. Nur in den Versorgungsbereichen des Müritz-Wasser-Abwasserzweckverbandes und der Stadtwerke Hagenow GmbH liegt der Ausnutzungsgrad geringfügig über 80 %. Bei der Interpretation der Abbildung muss beachtet werden, dass durch die vorgenommene zeitliche und räumliche Mittelung (Mittelwerte der Jahre 2016 bis 2018 über alle Wasserfassungen eines Versorgungsgebietes) temporäre und lokale Problembereiche überdeckt werden. So gibt es durchaus Wasserfassungen, an denen die wasserrechtliche Erlaubnis vollständig ausgeschöpft oder zeitweilig sogar leicht überschritten wird. Eine Überschreitung des Wasserrechts ist eine nicht zugelassene Gewässerbenutzung, für die grundsätzlich der zweifache Betrag des Wasserentnahmeentgeltes zu bezahlen ist (vgl. § 16 Absatz 3 Wassergesetz des Landes M-V (LWaG)). Kurzzeitige Mengenüberschreitungen und die Anpassung solcher Wasserrechte sollten daher rechtzeitig zwischen WVU und Wasserbehörde abgestimmt werden, um eine ordnungsgemäße Mengenbewirtschaftung sicher zu stellen und Sanktionen zu vermeiden.

Andererseits spiegeln die wasserrechtlichen Erlaubnisse nicht immer die aktuellen Rahmenbedingungen wider, beispielsweise, weil sie vor Jahrzehnten unter anderen Prämissen und auf einem anderen hydrogeologischen Kenntnisstand erteilt worden sind. Eine vollständige Ausschöpfung dieser Erlaubnisse könnte das Grundwasserdargebot überlasten. Es ist daher unbedingt geboten, wasserrechtliche Erlaubnisse regelmäßig zu überprüfen und an die aktuellen Gegebenheiten und hydrogeologischen Erkenntnisse anzupassen.

2.3 Versorgungssicherheit

Das Ziel, alle Anschlussnehmer zu jeder Zeit mit qualitätsgerechtem Trinkwasser zu versorgen, wird in M-V in hohem Maße erreicht.

Jedoch kann es unter bestimmten Umständen zu einer Gefährdung der kontinuierlichen Wasserversorgung kommen. Gefährdungen bestehen z. B.

- bei einer Unterbrechung der Stromversorgung oder der IT-Strukturen,
- beim Ausfall von Brunnen,
- bei Beeinträchtigungen der Wasseraufbereitung und Verteilung (z. B. Verkeimungen) oder
- bei einer Überlastung des Grundwasserdargebotes durch extreme Bedarfsanforderungen (z. B. im Sommer).

Die meisten WVU verfügen über detaillierte Notfallpläne, um die Versorgung auch bei Havarien sicherzustellen bzw. kurzfristig wieder aufnehmen zu können. Eine höhere Versorgungssicherheit ist grundsätzlich gegeben, wenn Reinwasserspeicherkapazität zur Verfügung steht und wenn Wasserfassungen und Wasserwerke im Verbund betrieben werden, so dass bei Ausfall einer Anlage Wasser übergeleitet werden kann.

Im Mittel verfügen die WVU in M-V über eine Speicherkapazität von etwa einem Tag bezogen auf die Saisonentnahme (Q_{30} = Mittelwert des Monats mit der höchsten Entnahme). Die Abbildung 9 und die Abbildung 10 zeigen, dass dabei regional deutliche Unterschiede zu verzeichnen sind. Besonders hoch ist die Speicherkapazität z. B. auf der Insel Usedom, da während der Sommersaison hohe Bedarfsschwankungen gepuffert werden müssen. Für die anderen touristisch geprägten Versorgungsbereiche ergeben sich niedrigere Werte, weil sie auch ländlich geprägte Regionen mit geringerem Speicherbedarf umfassen und sich die in der Abbildung dargestellte Speicherkapazität jeweils auf den gesamten Versorgungsbereich bezieht.

Auch bei einer geringen Speicherkapazität kann eine hohe Versorgungssicherheit gewährleistet sein. So verfügt z. B. die Stadt Waren zwar nur über ein Speichervolumen für die Versorgung über ca. fünf Stunden – die Stadtwerke Waren GmbH betreiben aber zwei Wasserwerke mit einer hohen Pumpenleistung im Verbund, so dass im Havariefall die Versorgung auch über nur ein Wasserwerk sichergestellt werden könnte.

Im Zusammenhang mit dem Russland-Ukraine-Krieg und dessen möglichen Folgen für die Energieversorgung in Deutschland haben die WVU ihre Notfallplanungen intensiviert und mehrere vom Bund geförderte Härtingsmaßnahmen für die öffentliche Wasserversorgung umgesetzt.

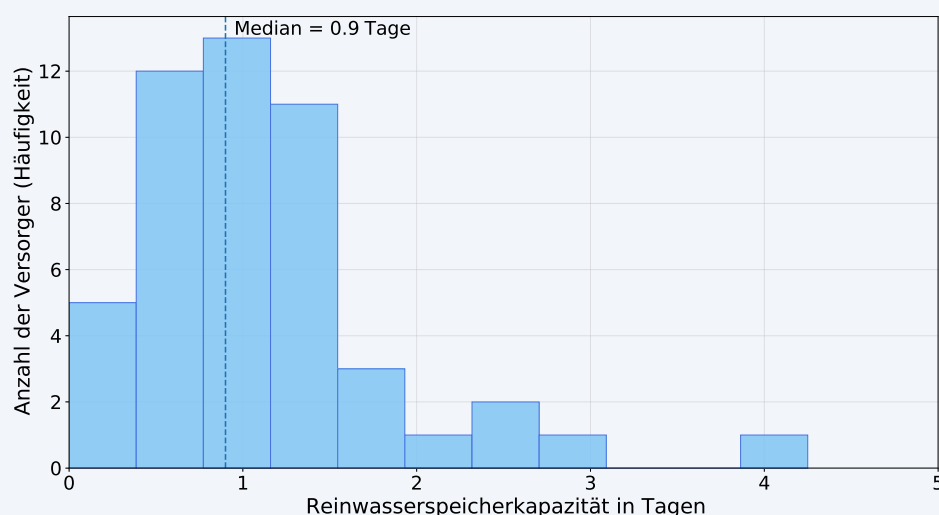


Abbildung 9: Reinwasserspeicherkapazität – Häufigkeitsdiagramm

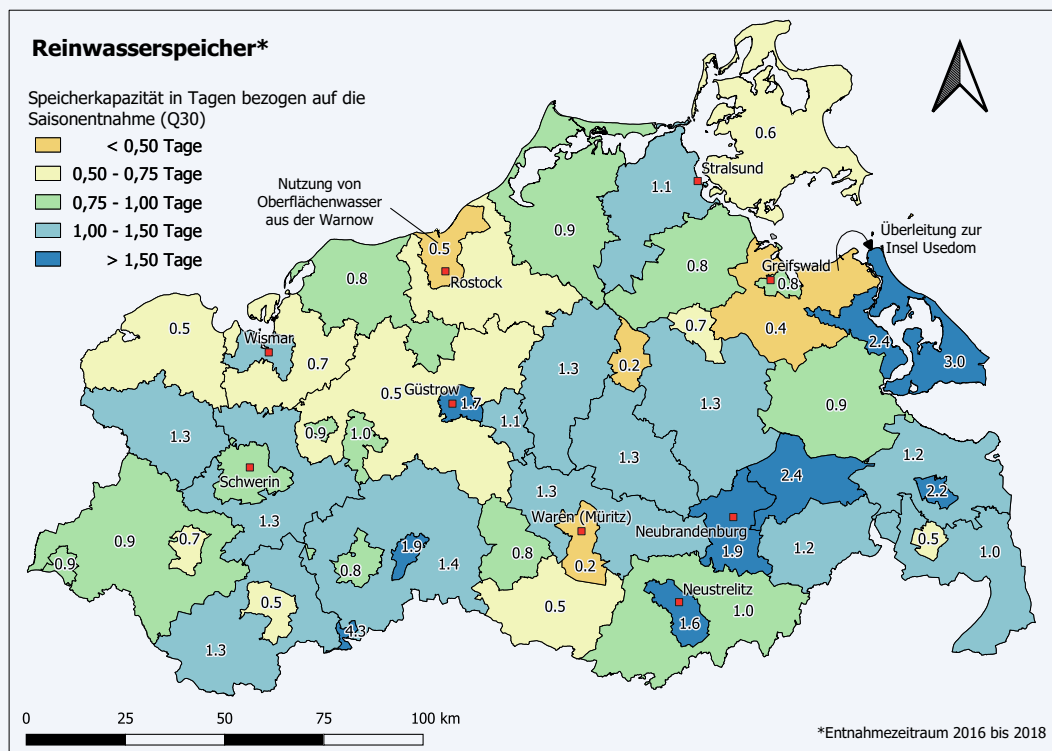


Abbildung 10: Reinwasserspeicherkapazität – regionale Verteilung (Stand 2020)

Ein Verbund von Wasserwerken ist bei einem hohen, eventuell auch stark schwankenden Wasserbedarf und in Regionen mit einer hohen Dichte von Abnehmern sinnvoll. In ländlichen Bereichen sind Verbundsysteme hingegen meist nicht wirtschaftlich. Das betrifft nicht nur den Bau, sondern auch deren Betrieb. In den dann erforderlichen langen Leitungssystemen wäre nur ein geringer Wasseraustausch gegeben, der häufige Rohrnetzspülungen notwendig machen würde, um Aufkeimungen zu vermeiden. Daher weisen ländliche, dünn besiedelte Regionen in M-V eine hohe Zahl isoliert betriebener Wasserwerke auf (Wasserwerke, die nicht mit mindestens einem weiteren Wasserwerk verbunden sind). In der Abbildung 11 ist deren Anzahl je Versorgungsgebiet dokumentiert. Die Farbschattierung veranschaulicht den relativen Anteil an der Gesamtzahl der im Versorgungsgebiet befindlichen Wasserwerke. Beim Wasserversorgungs- und Abwasserzweckverband Güstrow-Bützow-Sternberg (WAZ) werden beispielsweise alle 45 Wasserwerke isoliert genutzt, wohingegen z. B. auf der Insel Usedom alle sechs Wasserwerke im Verbund betrieben werden.

Im Norden und Westen ist der Anteil isolierter Wasserwerke eher gering und nimmt tendenziell nach Süden und Osten zu. Während in den meisten Tourismusregionen nahezu alle Wasserwerke im Verbund betrieben werden, um die Versorgungssicherheit in den Sommermonaten zu gewährleisten⁴, existieren in vielen ländlichen Regionen keine Verbundsysteme.

Die Abbildung 12 zeigt die perspektivische Entwicklung der Verbundsysteme. Vergleicht man sie mit der Abbildung 11 wird deutlich, dass ein weiterer Ausbau vor allem in den Versorgungsbereichen geplant ist, in denen ohnehin schon ein Verbundnetz vorhanden ist. Die Planungen umfassen dabei nicht nur den verstärkten Verbund innerhalb eines Versorgungsbereiches, sondern beinhalten häufig auch die Kooperation mit benachbarten WVU.

⁴ Die 18 isolierten Wasserwerke auf der Insel Rügen befinden sich außerhalb der Tourismusregionen.

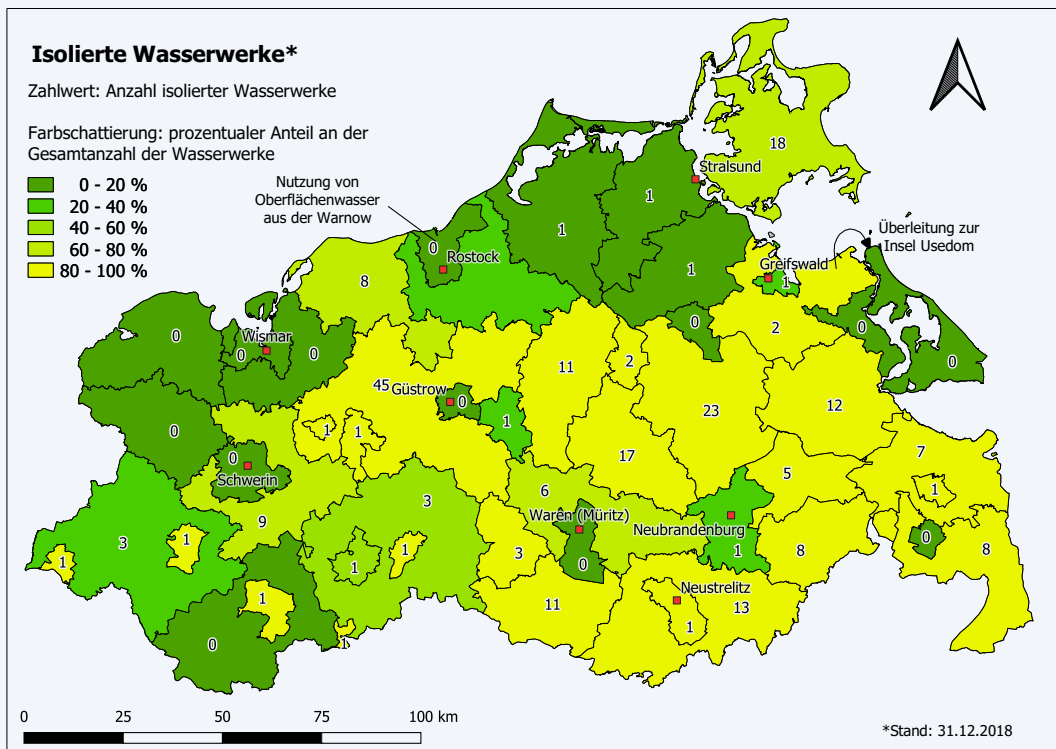


Abbildung 11: Isoliert betriebene Wasserwerke (ohne Verbund mit einem weiteren Wasserwerk), Stand 2020

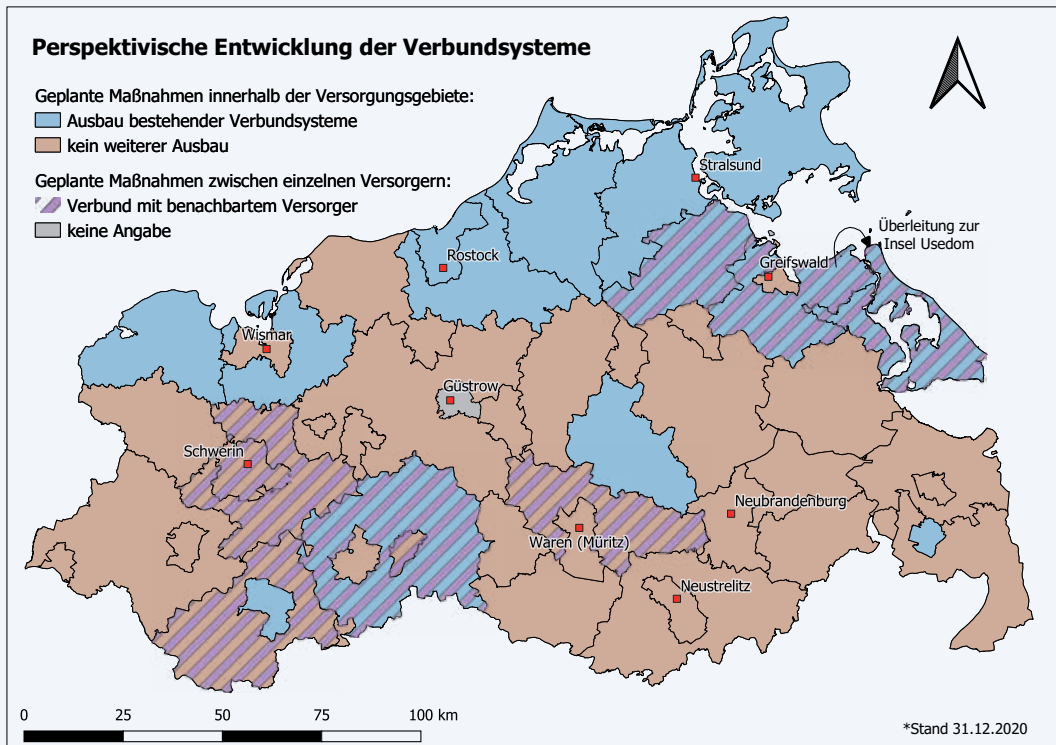


Abbildung 12: Perspektivische Entwicklung der Verbundsysteme (Planungsstand 2020)

2.4 Investitionen

Um die Trinkwasserversorgung langfristig zu sichern, sind regelmäßig Erhaltungs- bzw. Ersatzinvestitionen in die wasserwirtschaftliche Infrastruktur erforderlich. Diese umfassen z. B. die Erneuerung der Rohrnetze, die Sanierung oder den Neubau von Reinwasserbehältern, die Sanierung von Wasserwerken sowie die Regenerierung oder den Ersatzneubau von Brunnen. Zusätzliche Investitionen sind erforderlich, wenn beispielsweise das Verbundnetz ausgebaut werden soll oder wenn die Wasseraufbereitung an eine sich verschlechternde Rohwasserqualität angepasst werden muss. In der Abbildung 13 sind die Investitionen der WVU dargestellt. Das linke Diagramm zeigt die bis 2025 geplanten Gesamtinvestitionen, im rechten Diagramm sind die durchschnittlichen Erhaltungs- und Ersatzinvestitionen auf die Rohwassermenge bezogen worden.

Bei etwa der Hälfte der Versorger liegen z. B. die bis 2025 geplanten Investitionen unter 3 Mio. Euro. Die besonders hohen Investitionsplanungen des Warnow-Wasser- und Abwasserverbandes (WWAV) und des Zweckverbandes Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Rügen spiegeln vor allem die Größe der beiden Versorgungsunternehmen wider.

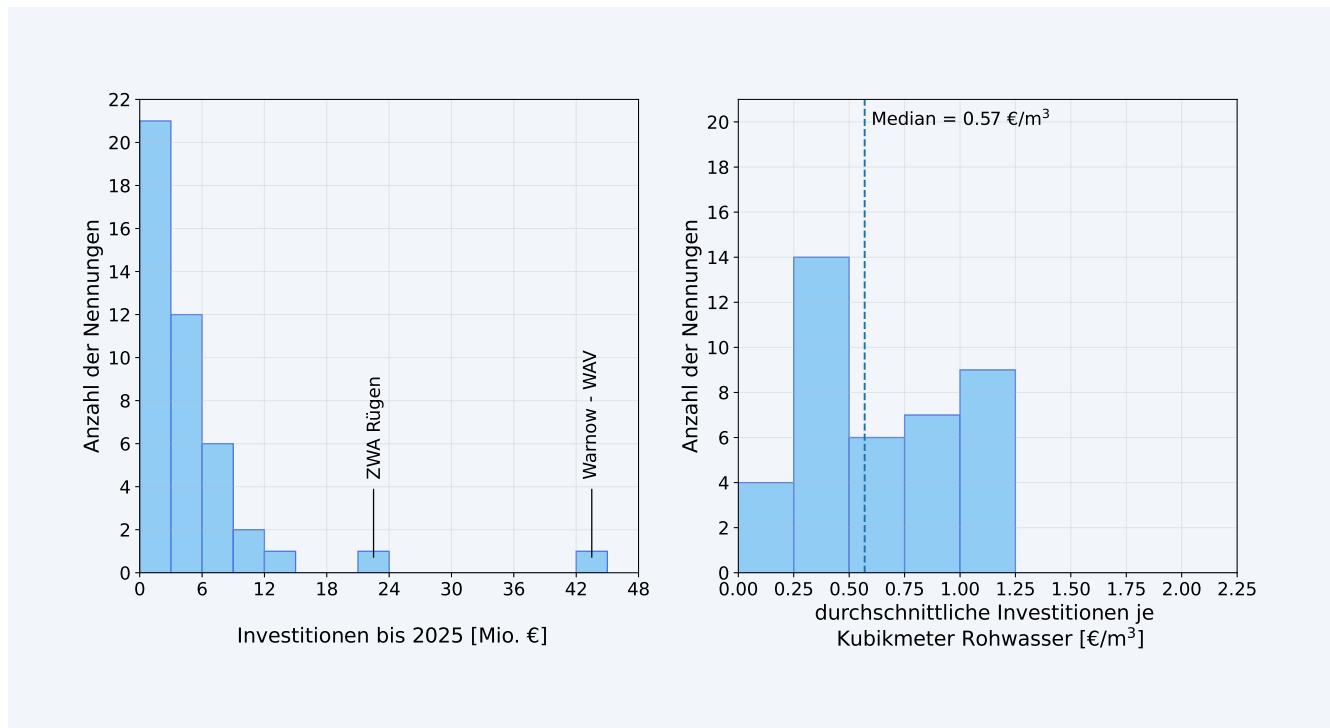


Abbildung 13: Investitionen der Wasserversorgungsunternehmen

Die gewöhnlichen Erhaltungs- und Ersatzinvestitionen, die im rechten Diagramm bezogen auf die Rohwassermenge dargestellt sind, schwanken überwiegend zwischen $0,25 \text{ €/m}^3$ und $1,25 \text{ €/m}^3$, der Median liegt bei $0,57 \text{ €/m}^3$. Vergleicht man die Investitionen mit dem durchschnittlichen Trinkwasserpreis in M-V (inklusive Grundgebühr) von unter 3 €/m^3 (Destatis 2020) wird deutlich, welche große Bedeutung einer qualitativ hochwertigen wasserwirtschaftlichen Infrastruktur beigemessen wird. Sie gewährleistet eine nahezu flächendeckende und in der Regel unterbrechungsfreie Versorgung mit qualitätsgerechtem Trinkwasser.

Die erheblichen Kostensteigerungen der letzten Jahre lassen einen höheren Investitionsbedarf erwarten, oft verbunden mit erforderlichen Preisanpassungen. Andererseits ist dafür Sorge zu tragen, dass die Erneuerungsrate der Anlagenabnutzung im ausreichenden Maße entgegengewirkt.

2.5 Wasserschutzgebiete

Eine gute Qualität des Rohwassers ist die Voraussetzung dafür, dass eine kostengünstige konventionelle Aufbereitung ausreichend ist und ein weitgehend natürliches Wasser als Trinkwasser zur Verfügung gestellt werden kann. Um das Grundwasser – und im Fall von Rostock das Oberflächenwasser der Warnow – vor anthropogenen Stoffeinträgen zu schützen, wurden und werden Wasserschutzgebiete (WSG) ausgewiesen. Umfassende Ausführungen zum Festsetzungsverfahren, zu den Verboten und Nutzungsbeschränkungen innerhalb der Schutzgebiete sowie zum Entschädigungs- und Ausgleichsanspruch enthält der erste Teil der Trinkwasserversorgungskonzeption des Landes Mecklenburg-Vorpommern (MLU 2019b).

Um einen wirkungsvollen Schutz des Grundwassers durchsetzen zu können, sollten die WSG den aktuellen fachlichen und rechtlichen Anforderungen entsprechen. Von den ca. 340 WSG wurden nach 1990 insgesamt 61 neu festgesetzt, die übrigen WSG basieren auf Verfahren nach dem Wasserrecht der DDR und wurden durch das LWaG in ihrer Gültigkeit bestätigt. Um einen rechtssicheren Schutz der Einzugsgebiete unter Berücksichtigung der aktuellen wasserwirtschaftlichen und naturräumlichen Rahmenbedingungen zu gewährleisten, wird eine Neufestsetzung aller WSG angestrebt (MLU 2019b).

In der Abbildung 14 ist der Stand der Wasserschutzgebietsausweisung visualisiert. Sie zeigt die festgesetzten bzw. derzeit in Bearbeitung befindlichen WSG (erste und zweite Zahl) bezogen auf die Gesamtzahl der Wasserfassungen eines Versorgungsbereiches (dritte Zahl). Die Farbschattierung spiegelt den prozentualen Anteil wider. Es wird deutlich, dass in den kommenden Jahren große Anstrengungen der WVU und der wasserwirtschaftlichen Behörden notwendig sind, um zumindest für die wichtigsten Wasserfassungen aktuelle Wasserschutzzonen festzusetzen. Viele WVU äußerten in den durchgeführten Interviews den Wunsch nach einer stärkeren Unterstützung durch die Landesbehörden vor allem im organisatorisch-administrativen Bereich. Die staatliche Wasserwirtschaftsverwaltung wird sich dieser Herausforderung in den kommenden Jahren daher weiter stellen müssen, insbesondere benötigt sie hierfür ausreichend finanzielle Mittel und qualifiziertes Personal.

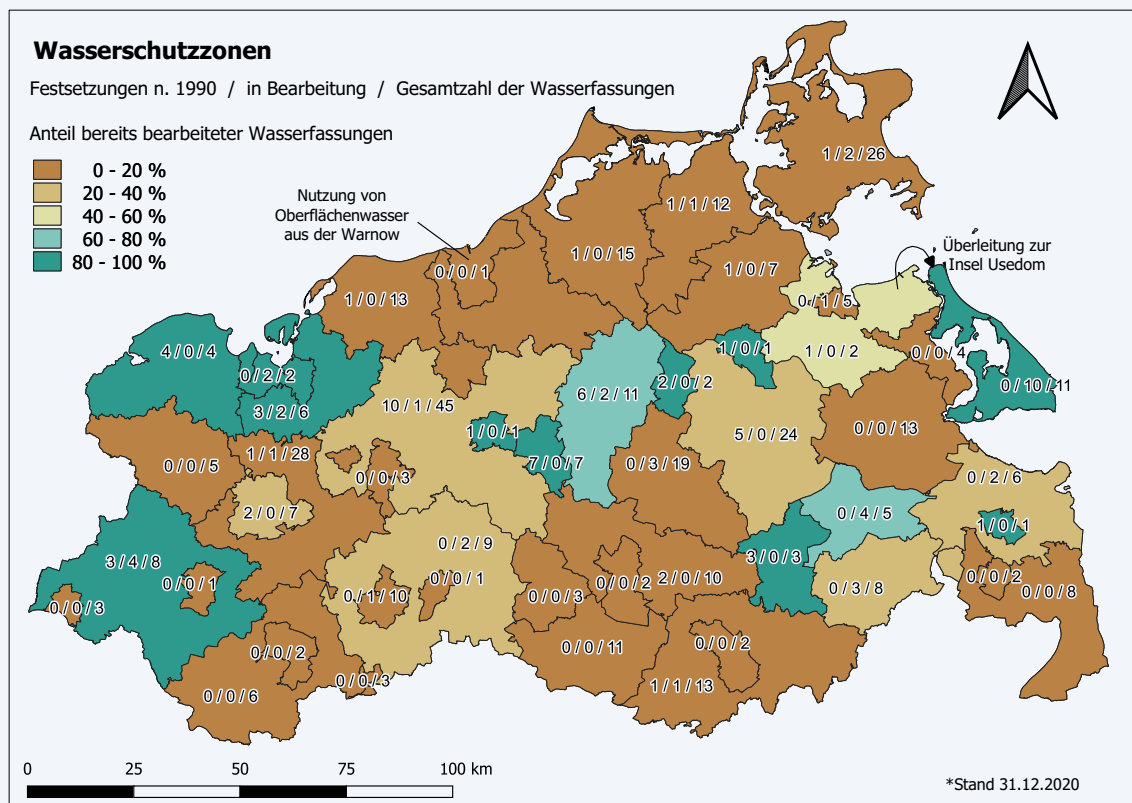


Abbildung 14: Wasserschutzzonen – Neubemessungen nach 1990 (Stand 2020)

2.6 Monitoring

Der quantitative und qualitative Zustand des Rohwassers muss regelmäßig überwacht werden, um bei Gefährdungen steuernd eingreifen zu können (Monitoring). Die Ziele und die rechtlichen Rahmenbedingungen des Monitorings sind bereits im ersten Teil der Trinkwasserversorgungskonzeption (MLU 2019b) umfassend erläutert worden. In Abhängigkeit von der Bedeutung der jeweiligen Wasserfassungen und der Gefährdungsbewertung unterscheiden sich die Aufwendungen für das Monitoring. In der Abbildung 15 sind die Monitoringkosten der WVU visualisiert. Das linke Diagramm zeigt die jährlichen Kosten. Bei etwa der Hälfte der Versorger liegen diese unter 20.000 Euro; große Versorger, wie die Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsgesellschaft Schwerin mbH & Co. KG (WAG Schwerin) und der WWAV geben mehr als 240.000 Euro pro Jahr für das Monitoring aus.

Angesichts der unterschiedlichen Größe der WVU ist es für einen Vergleich erforderlich, die absoluten Kosten zu normalisieren. Im rechten Diagramm sind daher die auf die Rohwassermenge bezogenen Kosten dargestellt. Sie sind bei ungefähr drei Viertel der Nennungen kleiner als 2 Cent/m³. Die höchsten spezifischen Monitoringkosten haben mit mehr als 5 Cent/m³ die relativ kleinen Versorgungsunternehmen der Stadt Brül und der Eigenbetrieb Lalen-dorfer Abwasser und Wasser. Beim WWAV, der die höchsten absoluten Monitoringaufwendungen hat, betragen die auf die Rohwassermenge bezogenen Kosten hingegen lediglich 2,4 Cent/m³.

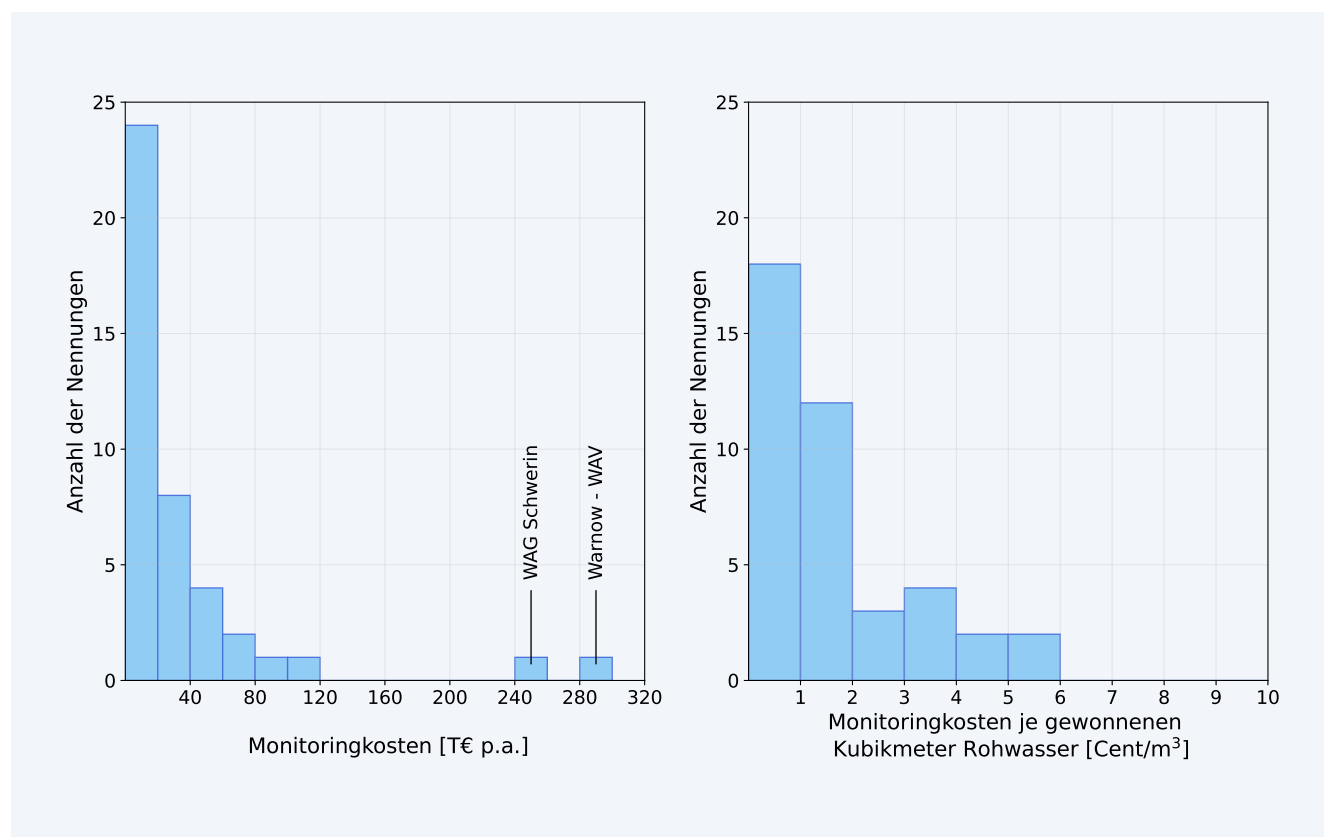


Abbildung 15: Monitoringkosten

2.7 Meinungsbild der Wasserversorgungsunternehmen

Im Rahmen der Datenerhebung und der Interviews mit den WVU wurden diese u. a. befragt, welche Gefahrenpotenziale sie für die Trinkwasserbereitstellung sehen, wie sie die Fachkräftesituation im Land einschätzen und in welchen Bereichen sie sich Unterstützung durch die Landesregierung wünschen. Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse sind ein momentanes Meinungsbild ohne Anspruch auf demoskopische Korrektheit.

2.7.1 Gefahrenpotenziale für die Trinkwasserbereitstellung

Von den WVU wurde die derzeitige Versorgungssicherheit überwiegend als hoch bzw. angemessen eingeschätzt. Einschränkungen bestehen z. B. für die Insel Usedom, die durch ein noch immer hohes quantitatives Wachstum der Tourismusbranche gekennzeichnet ist und wo die Anlagen während der Hochsaison ausgelastet sind. Eine erhöhte Anfälligkeit für Havarien besteht auch in ländlichen Räumen ohne Verbundsystem. Hier muss im Bedarfsfall eine Notversorgung über Tankwagen sichergestellt werden.

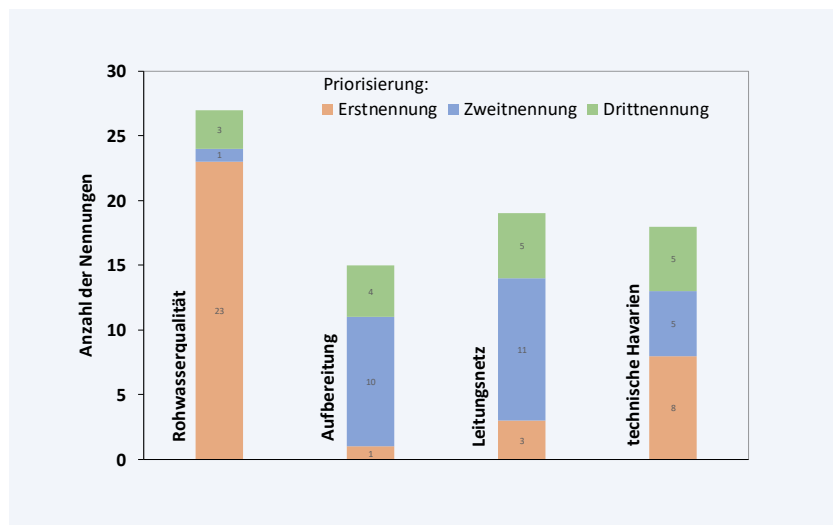


Abbildung 16:
Aktuelle Gefahrenpotenziale – Einschätzung der Wasserversorgungsunternehmen

Die WVU wurden auch befragt, welche Gefahrenpotenziale sie aktuell für die Trinkwasserbereitstellung sehen, wobei vier Kategorien zur Auswahl standen:

- Schadstoffe im Rohwasser,
- Probleme bei der Wasseraufbereitung,
- Aufkeimungen im Leitungsnetz und
- technische Havarien.

Drei Nennungen mit absteigender Priorität waren möglich. Das Befragungsergebnis ist in der Abbildung 16 visualisiert. Sie zeigt, dass die Sorge vor einer sich verschlechternden Rohwasserqualität sowohl am häufigsten benannt als auch mit höchster Priorität gesehen wurde. Die Wichtung der anderen drei Gefahrenpotenziale ist stark von den jeweiligen Randbedingungen des Versorgungsgebietes abhängig. So ist z. B. eine Aufkeimung im Rohrnetz vor allem in ländlichen Räumen mit langen Transportstrecken relevant und technische Havarien stellen bei aufwendigen Aufbereitungsverfahren wie in Rostock oder Stralsund eine besondere Herausforderung dar.

2.7.2 Fachkräfte

Um die Wasserversorgung zuverlässig sicherstellen zu können, benötigen die Versorgungsunternehmen fachlich gut qualifizierte Mitarbeiter. Die WVU wurden daher auch um ihre Einschätzung zur Verfügbarkeit von Fachkräften gebeten. Das Ergebnis der Befragung ist in der Abbildung 17 zusammengefasst dargestellt. Die Balken zeigen jeweils die Anzahl der Nennungen. Dabei wird deutlich, dass Fachkräfte nur begrenzt zur Verfügung stehen, so dass fast alle WVU zusätzliche Anstrengungen bei der Fachkräftegewinnung unternehmen und/oder für erforderlich halten. Etwa 45 % der WVU gaben an, dass freie Stellen teilweise nicht oder nur durch Quereinsteiger besetzt werden könnten.

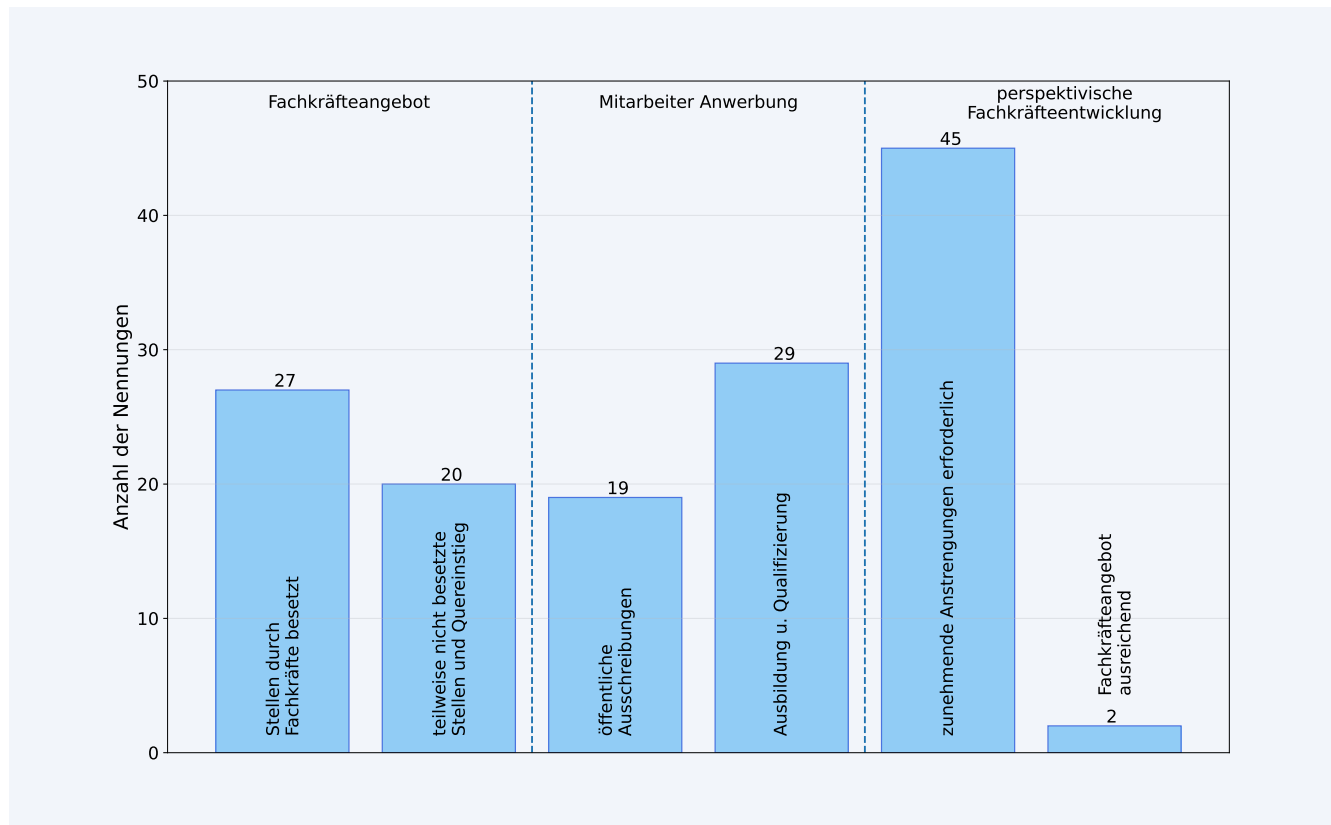
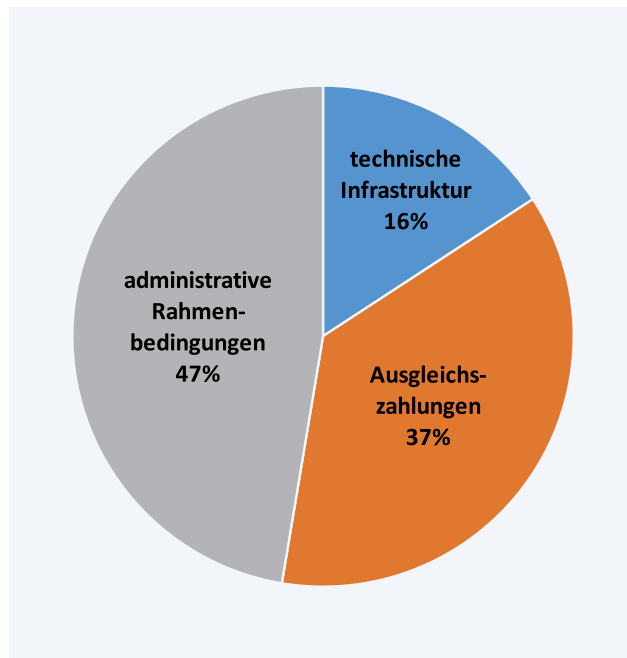


Abbildung 17: Fachkräftesituation – Einschätzung der Wasserversorgungsunternehmen

Über Informationsveranstaltungen und Schülerpraktika wird versucht, frühzeitig Interesse an einem Ausbildungsberuf in der Wasserwirtschaft zu wecken. Viele WVU orientieren auf eine Ausbildung und Qualifizierung innerhalb des Unternehmens. So werden bevorzugt Auszubildende übernommen und berufsbegleitende Weiterbildungen z. B. zum Meister oder zum Fachingenieur unterstützt. Das stärkt die Bindung an das Unternehmen und die meisten WVU äußerten sich sehr zufrieden über die so gewonnenen Mitarbeiter. Die Nordwasser GmbH z. B., die als Geschäftsbesorger für den WWAV für die Wasserversorgung Rostocks und der Umgebung zuständig ist, setzt zudem auf Informationen über die Homepage und über Jobmessen sowie auf Online- und Fahrzeugwerbung.

2.7.3 Unterstützungsbedarf durch die Landesregierung

Die Landesregierung unterstützt die Versorger, indem sie die gesetzlichen Rahmenbedingungen für die Wassernutzung und den Gewässerschutz gestaltet und bei Bedarf und nach finanziellen Möglichkeiten außergewöhnliche Investitionen in die technische Infrastruktur bezuschusst. Während der Interviews wurden die WVU befragt, in welchen Bereichen sie sich eine noch stärkere Unterstützung durch das Land wünschen. Neben den beiden genannten Aspekten wurde vielfach auch der Wunsch geäußert, das Land möge sich am finanziellen Ausgleich beteiligen, der aufgrund von land- oder forstwirtschaftlichen Nutzungsbeschränkungen in den WSG gezahlt werden muss.



Das Kreisdiagramm visualisiert das Befragungsergebnis (der als am wichtigsten benannte Aspekt erhielt jeweils zwei, der zweitwichtigste einen Punkt). Es zeigt, dass sich die Versorger vor allem Unterstützung im administrativen Bereich wünschen. Dabei wurden eine stärkere Durchsetzung des Grundwasserschutzes, eine Beschleunigung der Verfahren zur Festsetzung von WSG und Hilfestellungen bei Vereinbarungen zum finanziellen Ausgleich genannt. An zweiter Stelle steht der Wunsch nach direkter Beteiligung an den Ausgleichszahlungen – dieser wurde vor allem von Versorgern geäußert, die bereits mit hohen Ausgleichsforderungen konfrontiert worden sind. Hinsichtlich einer Infrastrukturförderung dominierte die Auffassung, dass Investitionen im Regelfall aus den Gebühren finanziert werden können. Ausnahmen sind unverschuldete, nicht langfristig vorherzusehende Komplikationen, wie beispielsweise die notwendige Verlegung einer gesamten Wasserfassung infolge einer sich rasch verschlechternden Wasserqualität.

3 Zukünftige Herausforderungen

Die im Kapitel 2 charakterisierte Struktur der Wasserversorgung gewährleistet aktuell eine hohe Sicherheit, dass Trinkwasser im gesamten Land in ausreichender Menge und hoher Qualität zur Verfügung gestellt werden kann. Um auch mittel- und langfristig eine hohe Versorgungssicherheit zu erhalten, ist es erforderlich, zukünftige Veränderungen der Rahmenbedingungen frühzeitig zu erkennen und zu bewerten, um ggf. Anpassungsmaßnahmen einleiten zu können. Änderungen können

- den Wasserbedarf,
- das Rohwasserdargebot und
- die Rohwasserqualität

betreffen. Nachstehend werden diese Rahmenbedingungen analysiert und mögliche Veränderungen bewertet.

3.1 Bedarfsänderungen

3.1.1 Demografie

Der demografische Wandel ist ein Sinnbild für aktuell stattfindende gesellschaftliche Umwälzungsprozesse, die im Zusammenhang mit der zunehmenden Überalterung der Bevölkerung und den Wanderungsströmen in urbane Ballungszentren stehen. In seiner Konsequenz kann es zur Entleerung von ländlichen Gebieten und aufgrund der gesellschaftlichen Überalterung in Zukunft verstärkt zum Fachkräftemangel (vgl. Kapitel 2.7.2) kommen. Aufgrund ihrer weitreichenden Wirkung, werden die demografischen Veränderungen als eine zentrale Herausforderung für die Wasserwirtschaft der gesamten Bundesrepublik gesehen, die technische und infrastrukturelle Anpassungsprozesse erfordert (Branchenbild 2020; UBA 2017b).

Eine Betrachtung der regionalen Bevölkerungsentwicklung in M-V zeigt, dass das Bundesland aufgrund des nachwendezeitlichen Geburtenrückgangs und der Wanderungsverluste seit Beginn der 1990er Jahre bereits etwa 300.000 EW (vgl. Abbildung 19) verloren hat. Dies entspricht etwa einem Achtel der damaligen Gesamtbevölkerung und zeigt, dass sich der demografische Wandel im Bundesland bereits vollzieht.

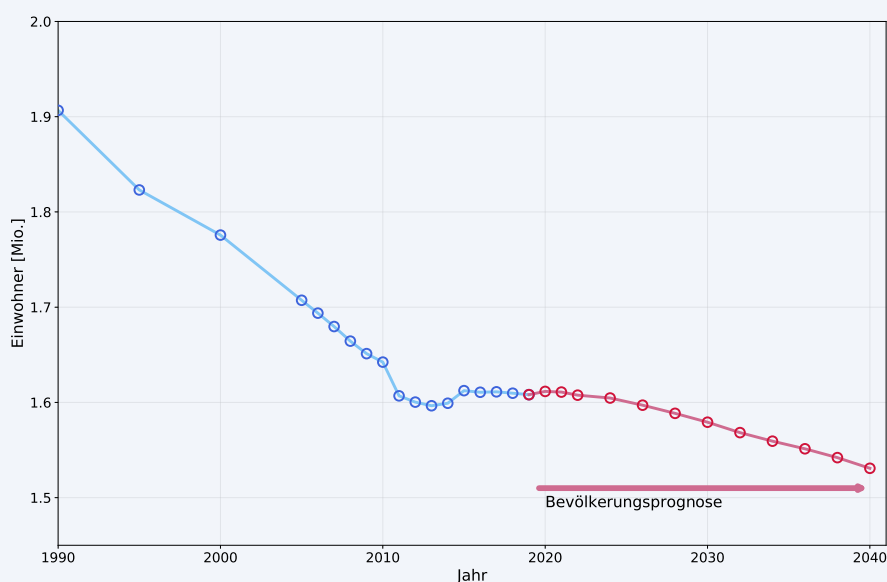


Abbildung 19: Bevölkerungsentwicklung bis 2019 sowie weitere Prognose bis 2040 (Datengrundlage: BEVP 2019a; Statistisches Landesamt M-V 2020)

Die zukünftige Entwicklung der Bevölkerungszahlen wird regelmäßig mittels Prognoserechnungen abgeschätzt und dient so als Datengrundlage für die administrativen Steuerungsorgane. Derzeit existierende Bevölkerungsvorhersagen erfassen den Zeithorizont bis zum Jahr 2040. In diesem Zeitraum wird ein weiterer Bevölkerungsrückgang von landesweit 5 % vorausgesagt, was etwa 80.000 EW entspricht (BEVP 2019a) und im Vergleich mit den zurückliegenden 30 Jahren einen an Dynamik verlierenden Bevölkerungsrückgang auf Landesebene bedeutet.

Für die WVU, als Kernelement der öffentlichen Daseinsvorsorge, wirken sich die geschilderten demografischen Veränderungen in erster Linie in einem veränderten Trinkwasserbedarf aus. Landesplanerische Struktureinheiten, die etwa den Operationsradien der WVU entsprechen, sind die sogenannten Mittelzentren. Basierend auf deren Bevölkerungsprognosen wurden die bis 2040 erwarteten Bedarfsänderungen der einzelnen WVU abgeschätzt und in der Abbildung 20 grafisch aufbereitet. Der hierfür verwendete Berechnungsansatz wird in der Anlage 3 näher beschrieben und basiert auf dem derzeitigen durchschnittlichen Wasserverbrauch von 108 Liter pro EW und Tag (Statis M-V 2019).

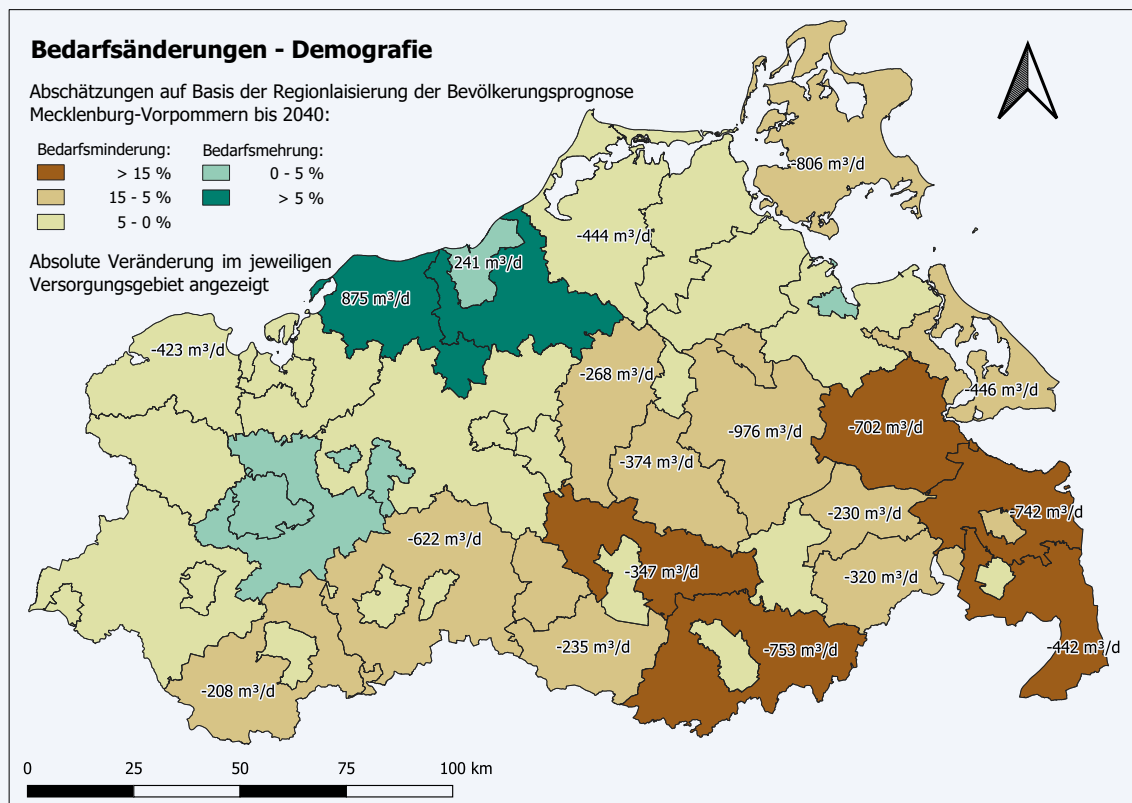


Abbildung 20: Bedarfsänderungen auf Grundlage der Regionalisierung der 5. Bevölkerungsprognose M-V bis 2040 (BEVP 2019b)

Das so erzeugte Bild zeigt überwiegend Änderungen von weniger als 5 %. Im Zuge der dynamischen Entwicklung des Großraums Rostock/Doberan, werden dort in Zukunft moderate Bedarfserhöhungen von insgesamt 2.000 m³/d erwartet. Dies ist insofern von lokaler Bedeutung, da die Grundwasservorkommen im Raum Rostock begrenzt sind und die weitere Nutzung des Oberflächenwassers der Warnow im Kontext fortschreitender klimatischer Veränderungen prognostisch zu neuen Herausforderungen in der Wasserbereitstellung führt (vgl. Kapitel 2.1.3).

Bedarfsminderungen im moderaten Bereich (> 5 %), werden vor allem in strukturell benachteiligten Regionen im Süden sowie im Osten des Landes erwartet. In diesen Regionen, muss die wasserwirtschaftliche Infrastruktur sukzessiv der geringeren Wassernachfrage angepasst werden.

Darüber hinaus wird auch für die Halbinsel Fischland-Darß-Zingst, die Region um Grevesmühlen und die Inseln Rügen/Hiddensee sowie Usedom ein Bevölkerungsrückgang erwartet, aus dem eine leichte Bedarfsreduktion folgen würde. Angesichts der zu erwartenden Entwicklungen im Tourismussektor (vgl. Kapitel 3.1.2), ist jedoch davon auszugehen, dass diese Bedarfsminderungen durch die touristischen Mehrbedarfe überkompensiert werden.

Zusammenfassend sind aufgrund der demografischen Entwicklung des Landes keine strukturellen Bedarfsveränderungen in bedeutender Größenordnung zu erwarten. Dabei sei angemerkt, dass hier mit dem aktuellen Pro-Kopf-Wasserverbrauch von 108 l/d (Statis M-V 2019) gerechnet wurde, der bei einer weiter alternden Bevölkerung potenziell sinkt (Branchenbild 2020) und die hier ermittelten Bedarfsänderungen somit noch etwas größer ausfallen könnten.

3.1.2 Tourismus

Seit Beginn der 1990er Jahre hat sich die Tourismusbranche landesweit stark entwickelt, so dass M-V heute zu den bedeutendsten innerdeutschen Urlaubsregionen zählt (MWAG 2018). Die statistische Aufarbeitung der jährlichen Übernachtungszahlen in der Abbildung 21 verdeutlicht die besondere Branchendynamik in den letzten drei Jahrzehnten, welche zu einer Verdreifachung der Übernachtungszahlen geführt hat.

Aufgrund ihrer naturräumlich attraktiven Lage konzentrieren sich die Tourismusregionen vorrangig auf die Küstengebiete der Ostsee und die Binnengewässerbereiche der Seenplatte (MWAG 2018). Darüber hinaus unterliegt die Tourismusbranche starken saisonalen Schwankungen, so dass der überwiegende Teil der Übernachtungszahlen in der 4-monatigen Sommersaison zwischen Juni und September generiert wird. Diese räumliche und zeitliche Konzentration der Tourismusströme wirkt sich derzeit in lokal stark schwankenden Wasserbedarfen aus. Hiervon besonders betroffen sind die Ostseeinseln Rügen/Hiddensee und Usedom (vgl. Kapitel 2.2).

Im Jahr 2018 wurde durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Gesundheit Mecklenburg-Vorpommern ein branchenspezifisches Zukunftskonzept erarbeitet, das in seinen Prognosen auf den Kennzahlen des Jahres 2016 beruht (vgl. MWAG, 2018). Die darin vorgestellten Entwicklungspläne sehen für den hiesigen Tourismus kein weiteres quantitatives Wachstum vor. Hauptziel ist es, die bestehenden Marktanteile auch in Zukunft zu sichern, was durch qualitatives Wachstum neuer Tourismusangebote erreicht werden soll. Darüber hinaus wird zur ganzjährigen Sicherung der Einkommen eine Ausweitung der Nebensaison auf zukünftig 17,5 Mio. Übernachtungen angestrebt. Als Wachstumstreiber gelten vor allem die Küstenbereiche und die Hansestädte Rostock, Wismar und Stralsund. Daher wird davon ausgegangen, dass sich die weiteren Zuwächse nahezu vollständig auf die Küstenregionen konzentrieren werden.

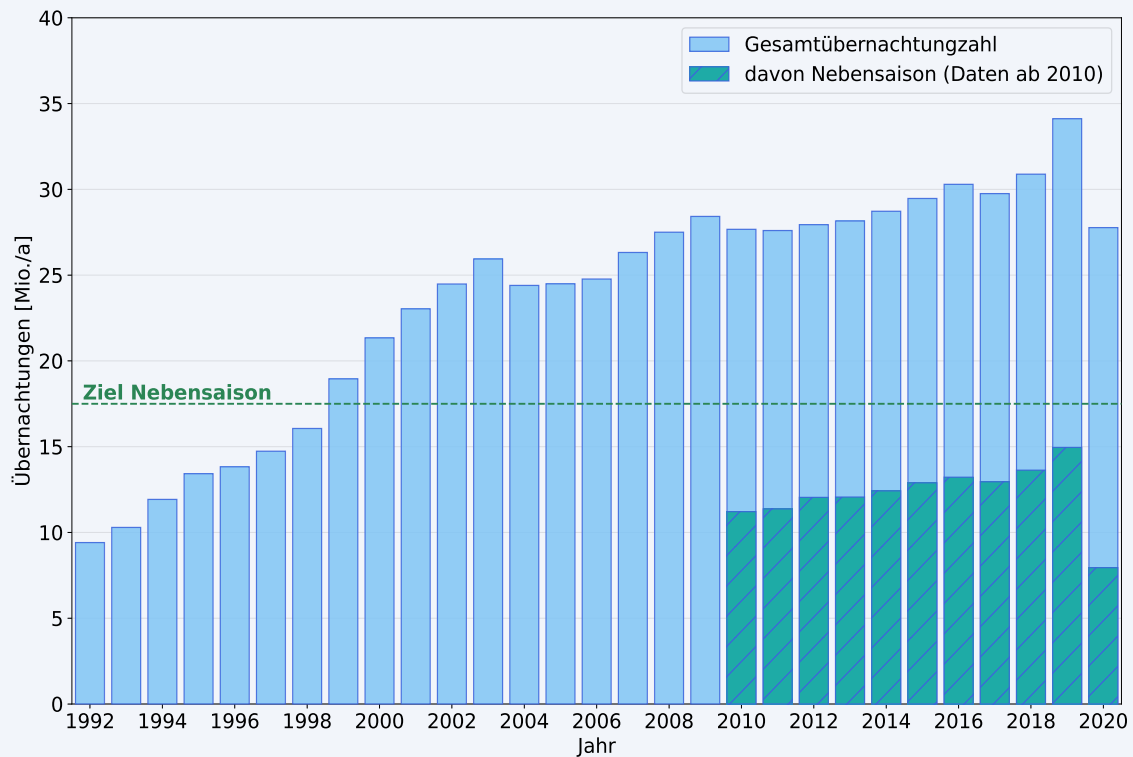


Abbildung 21: Entwicklung der Übernachtungszahlen zwischen 1992 und 2020 (STATIS M-V 2011-2020, 2020)

Ein Vergleich der formulierten Bestrebungen mit den tatsächlich realisierten Übernachtungen der Jahre 2017 bis 2020 verdeutlicht die derzeitige Dynamik der Branche. Bereits im Jahr 2019 lagen die Übernachtungszahlen etwa 13 % über den Zahlen des Jahres 2016, wobei etwa 85 % des Gesamtzuwachses auf die Küstenregionen Rügen/Hiddensee, Usedom, Halbinsel Fischland-Darß-Zingst und die Mecklenburgische Ostseeküste entfielen. Weitere 10 % Wachstum wurden im Bereich der Seenplatte und der Mecklenburgischen Schweiz erreicht.

Ein Sonderfall war das Jahr 2020. Hier trug das Aufkommen der Corona-Pandemie im Frühjahr 2020 dazu bei, dass die Reisetätigkeit eingeschränkt wurde und der Wasserbedarf in den Tourismusregionen folglich stark gemindert war. Aufgrund der politischen Randbedingungen und einer geringen Infektionslage in den Sommermonaten konnte in der Hauptsaison trotz alledem ein Allzeithoch der Übernachtungszahlen erzielt werden. Dadurch verstärkten sich in den Tourismusregionen die ohnehin großen innerjährlichen Bedarfsschwankungen zusätzlich, was angesichts hoher Fixkostenanteile auch monetäre Folgen für einige WVU hatte.

Die zukünftige Entwicklung der Tourismusbranche hängt von verschiedenen Faktoren, wie beispielsweise den politischen Rahmenbedingungen, der Infrastruktur und den klimatischen Voraussetzungen, ab. Auf Grundlage der vorliegenden Daten der Jahre 1992 bis 2020 sowie der Landestourismuskonzeption wurden zwei mögliche Entwicklungsszenarios bis zum Jahr 2040 abgeschätzt. Diese sind in dem Anhang 2 dokumentiert. In einer ersten, konservativen Prognose werden die formulierten Nebensaisonziele von 17,5 Mio. Übernachtungen unter Berücksichtigung der in der Vergangenheit üblichen Marktreaktionen in der Hauptsaison bis zum Jahr 2040 realisiert. Eine zweite, in der Folge als ungebremsste Entwicklung (Trendfortschreibung) bezeichnete Prognoserechnung legt ein lineares Wachstum zu Grunde, das anhand der Entwicklung der Jahre 2010 bis 2019 abgeleitet wurde. Die so ermittelten Ergebnisse ergeben für das Jahr 2040 etwa 37,5 - 43 Mio. Übernachtungen, was einem Plus von etwa 20 - 40 % gegenüber dem Referenzjahr 2016 entspricht. Diese absoluten Werte wurden über einen Verteilungsschlüssel auf die Wasserentnahmekennzahlen der einzelnen WVU umgelegt und so die zukünftig zu erwartenden Bedarfsänderungen in den vom Tourismus betroffenen Versorgungsgebieten abgeschätzt. Die entsprechend ermittelte Änderung der Saisonentnahme (Q30) ist in der Abbildung 22 veranschaulicht.

Gemessen an den realisierten Übernachtungszahlen ist die Mecklenburgische Ostseeküste zwischen Boltenhagen und Graal-Müritz das größte Tourismusgebiet in M-V. Allerdings erstreckt sich das Gebiet über einen großen Küstenabschnitt, dessen Trinkwasserversorgung durch mehrere WVU gesichert wird. Daher liegen die in den einzelnen Küstenabschnitten auftretenden Bedarfsänderungen unterhalb von 10 % und fallen somit insgesamt moderat aus. Dies setzt sich auch an der östlich angrenzenden Halbinsel Fischland-Darß-Zingst fort. Dort werden maximal 9 % tourismusbedingte Bedarfsmehrungen erwartet.

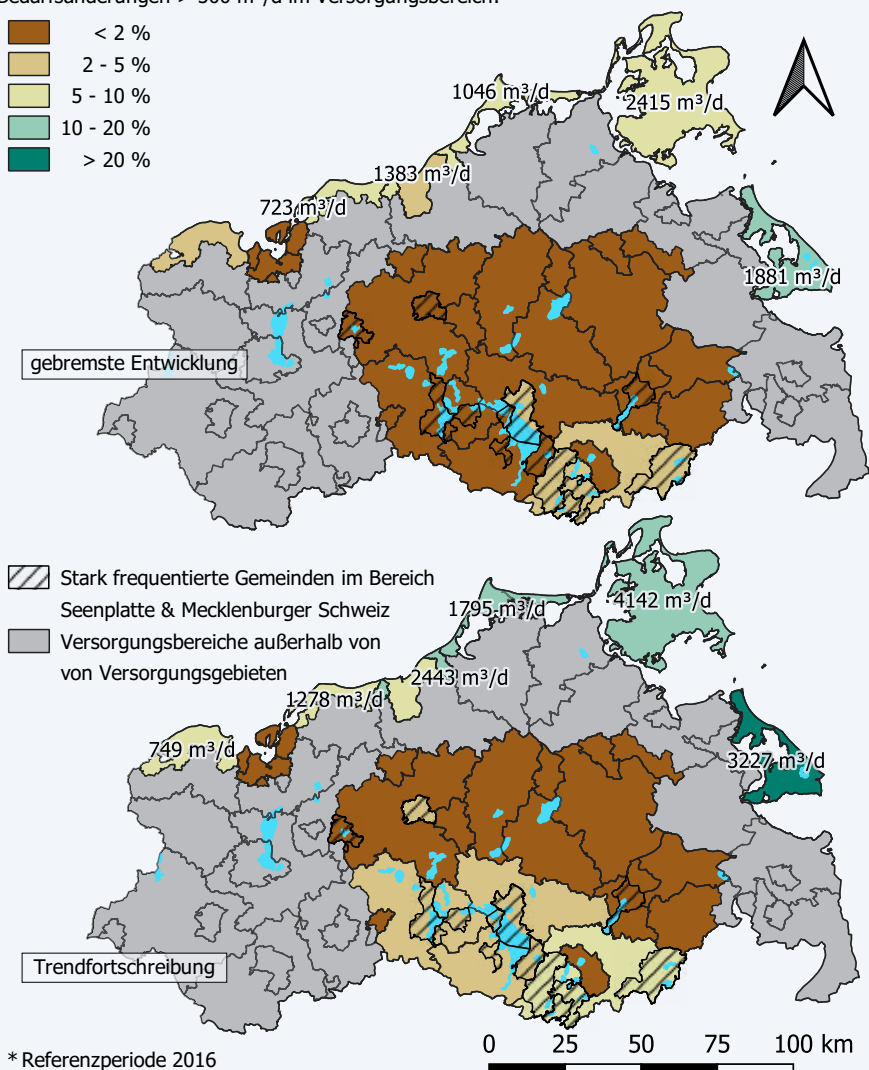
Starke Bedarfserhöhungen werden für die Inseln Usedom und Rügen/Hiddensee prognostiziert. Hier liegen die erwarteten Mehrbedarfe, je nach Szenario, bei 10 - 30 %. Eine solche Entwicklung ist angesichts der Insellagen risikobehaftet, da das zur Trinkwasserbereitstellung erschlossene Einzugsgebiet nur begrenzt erweitert werden kann und zudem auch in Konkurrenz zu anderen Nutzungsarten steht. Daher kann eine (starke) Bedarfssteigerung in Insellagen zu erhöhten Bereitstellungs- und Transportkosten führen oder die Nutzung teurer Aufbereitungstechnologien, wie beispielsweise einer Meerwasserentsalzung, erfordern.

Recht konstante Bedarfsentwicklungen werden an der Seenplatte und der Mecklenburgischen Schweiz erwartet. Dies trifft auch unter der Berücksichtigung zu, dass ein Großteil der in diesem Gebiet realisierten Übernachtungen in wenigen Gemeinden (Abbildung 22, schwarz schraffiert) erfolgt. Die in diesem Gebiet größten Veränderungen werden mit 7 % bzw. etwa 200 m³/d im Versorgungsgebiet des Wasserzweckverbandes Strelitz erwartet.

Bedarfsänderungen - Tourismus*

Erwartete Änderungen der Monatsmaxima in den touristisch genutzten Versorgungsbereichen in Prozent; zusätzliche Darstellung der absoluten Bedarfsänderungen > 500 m³/d im Versorgungsbereich:

- < 2 %
- 2 - 5 %
- 5 - 10 %
- 10 - 20 %
- > 20 %



* Referenzperiode 2016

Abbildung 22: Prognose der Tourismus-bedingten sommerlichen Bedarfsänderungen (Q_{30})

Wie bereits oben erläutert, unterliegt die Tourismusbranche saisonalen Schwankungen. Dies führt dazu, dass im Sommer, zur Hauptsaison, sehr viel mehr Wasser benötigt wird, als in der übrigen Zeit des Jahres. Ein Indikator für die Ausprägung der saisonalen Schwankung sind die maximalen Monatsentnahmen (Q_{30}) und deren Verhältnis zur mittleren Wasserentnahme (Q_{365}). Im Bereich der Ostseeinseln Rügen/Hiddensee und Usedom sind bereits heute starke Entnahmeschwankungen zu verzeichnen (vgl. Kapitel 2.2). Aufgrund der ohnehin schon großen Wasserentnahmen in diesen Gebieten wird das prozentuale Verhältnis zwischen mittlerer Wasserentnahme und Saisonentnahme in Zukunft nahezu unverändert bleiben. Allerdings entwickelt sich die Saisonentnahme prozentual ähnlich stark wie die mittlere Wasserentnahme, so dass die absolute Differenz zwischen den beiden Kenngrößen in Zukunft weiter steigen wird. Diese Spreizung stellt eine zusätzliche Herausforderung für den Betrieb der wasserwirtschaftlichen Anlagen dar (vgl. Kapitel 2.2).

Damit die ordnungsgemäße Wasserversorgung stets gesichert ist, müssen die Versorgungsanlagen anhand der Bedarfsspitzen, also dem maximalen Tagesbedarf (Q_{dmax}), bemessen werden. Dieser kann mit Hilfe sogenannter Tagesspitzenfaktoren geschätzt werden (DVGW 2008). Für die Insel Usedom wurde auf Basis von Messungen ein Tagesspitzenfaktor in Bezug zur Saisonentnahme (Q_{30}) von 1,5 ermittelt (UmweltPlan 2014). Dies würde bedeuten, dass dort der maximale Tagesbedarf in Zukunft um etwa $4500 \text{ m}^3/\text{d}$ steigen könnte.

3.1.3 Landwirtschaftliche Bewässerung

Im Flächenland M-V sind Agrarflächen prägende Landschaftselemente. Sie machen nahezu 60 % der Landesfläche aus (Statistik M-V 2020). Stabile Erträge in ansprechender Produktqualität sind für eine erfolgreiche Landwirtschaftsbranche zwingend notwendig. Entscheidend dafür ist die Versorgung der angebauten Kulturen mit ausreichend Wasser (DWA 2019).

Steigende Marktanforderungen und für die landwirtschaftliche Produktion ungünstige klimatische Situationen haben bereits im zurückliegenden Jahrzehnt dazu geführt, dass die Bewässerungsaktivitäten auf Landwirtschaftsflächen zugenommen haben (vgl. Abbildung 23).

In M-V existierten, Stand 2016, Genehmigungen für die Bewässerung auf einer Fläche von 34.400 ha (Destatis 2017), was etwa 3 % der Agrarflächen entspricht. Tatsächlich wurden im selben Jahr etwa 21.800 ha bewässert, wobei etwa 55 % dieser Flächen durch Grundwasser und 35 % mit Hilfe von Oberflächenwasser bewirtschaftet wurden. Der übrige Teil wurde aus öffentlichen oder privaten Versorgungsnetzen gespeist (Destatis 2017).

Wie in der Abbildung 23 dargestellt, wurden im Jahr 2016 für die Bewässerung der Flächen summarisch $14,35 \text{ Mio. m}^3$ Wasser (Statistik M-V 2016) benötigt, was nahezu eine Verfünfachung des Wasserbedarfs innerhalb eines Jahrzehnts gleichkommt und dem Jahreswasserverbrauch von etwa 375.000 EW entspricht.

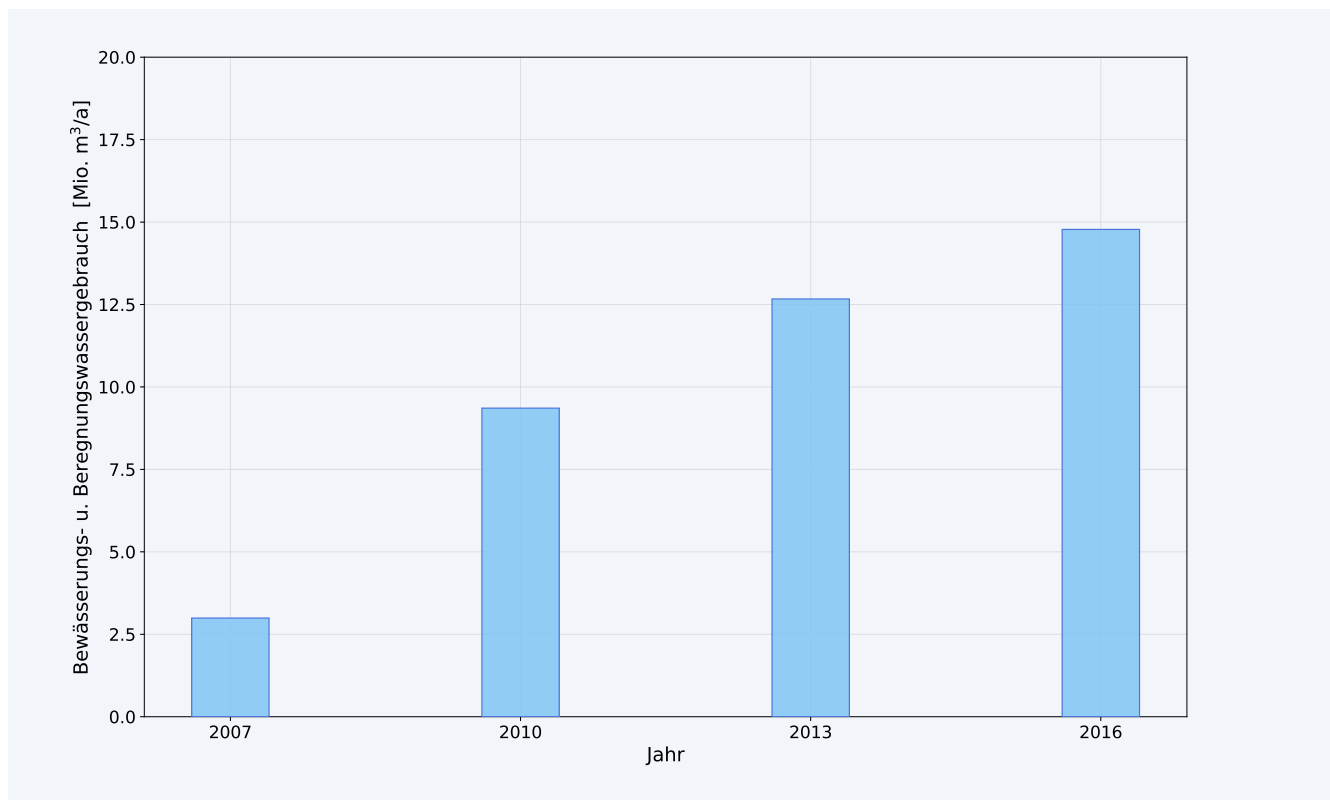


Abbildung 23: Landwirtschaftliche Beregnungswassergabe bis 2016 (Statistik M-V 2016)

Inwieweit sich der Beregnungsbedarf in naher Zukunft verändern wird, hängt im Wesentlichen von den klimatischen Rahmenbedingungen und deren Auswirkungen auf die klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode und von Anpassungen an den Klimawandel durch die landwirtschaftliche Produktion selbst ab.

Für M-V wird in der Zukunft mit Veränderungen in der Niederschlagsverteilung und einem moderaten Temperaturanstieg gerechnet (DWD 2018). Dies wirkt sich negativ auf die klimatische Wasserbilanz aus und führt somit potenziell zur Erhöhung der Beregnungsbedürftigkeit.

Entscheidendes Kriterium zur Umsetzung der landwirtschaftlichen Feldberegnung ist dessen Wirtschaftlichkeit. Trotz der verhältnismäßig günstigen Standortbedingungen in M-V ist eine kontinuierliche Zunahme der Feldberegnung zu verzeichnen (vgl. Abbildung 23), um die Defizite im Wasserangebot auszugleichen und somit die Erträge zu sichern bzw. die Produktqualität zu erhöhen (BZL & BLE 2017). Für die Zukunft kann davon ausgegangen werden, dass die Wirtschaftlichkeit von Beregnungsanlagen weiter zunehmen wird (Thunen 2018), da die zu erwartenden Erträge bei einem natürlich verminderten Wasserangebot ohne Zusatzwassergabe niedriger ausfallen werden und somit die durch die Beregnung erzielten Mehrerlöse die Investitionen auch dort übersteigen, wo ein solches Bewirtschaftungsmodell in der Vergangenheit noch nicht gewinnbringend war.

Um abschätzen zu können, welche Auswirkungen ein erhöhter landwirtschaftlicher Wasserbedarf auf das Wasserdargebot hat, wurde eine Szenariorechnung angefertigt, die die zu erwartenden Bedarfe aus der Feldberegnung in den regionalen Grenzen der Trinkwasserversorgungsbereiche darstellt. Mit dieser Szenariorechnung sollen die zukünftigen Bedarfe in ihrer erwarteten Größenordnung abgebildet und potenzielle Nutzungskonkurrenzen zwischen den einzelnen wassernutzenden Akteuren aufgezeigt werden.

Der dazu verwendete Berechnungsansatz wird in der Anlage 2 näher erläutert. Im Ergebnis ist bei einer durchschnittlichen Zusatzwassergabe von 80 mm/a auf 10 % der beregnungswürdigen Flächen innerhalb der Versorgungsgebiete mit einem Beregnungswasserbedarf von bis zu 14.000 m³/d zu rechnen (vgl. Abbildung 24).

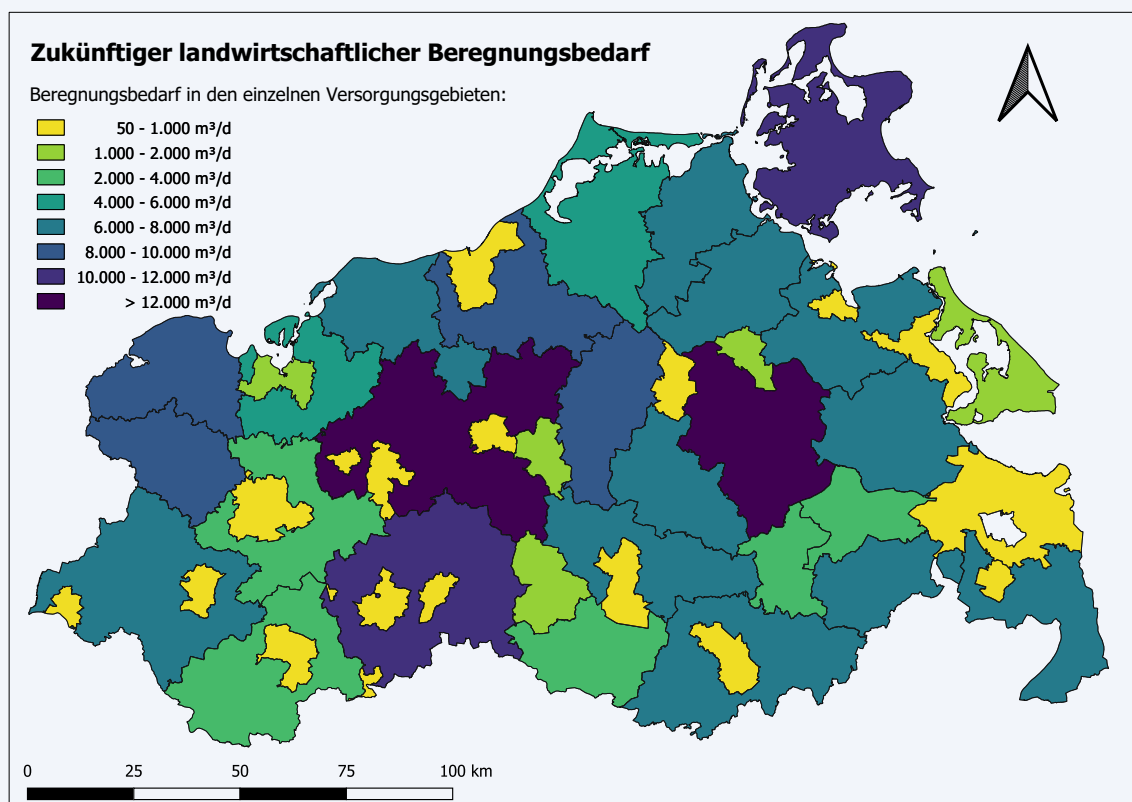


Abbildung 24: Zukünftiger landwirtschaftlicher Beregnungsbedarf

Wie in der Abbildung 24 zu sehen, werden die größten Beregnungswasserbedarfe im zentralen Bereich des Bundeslandes sowie auf der Insel Rügen erwartet. Insgesamt liegen die zukünftigen Entnahmen zur landwirtschaftlichen Beregnung in einer vergleichbaren Größenordnung, wie die derzeitigen Wasserentnahmen für die Bereitstellung von Trinkwasser (vgl. Abbildung 5, Kapitel 2.2).

3.1.4 Zusammenfassung Bedarfsänderungen

In den zurückliegenden Abschnitten wurden für die Wasserversorgung relevante gesellschaftliche und/oder wirtschaftliche Entwicklungen betrachtet und deren Konsequenzen für den Wasserbedarf abgeschätzt. Diese sind überblicksweise in der Tabelle 1 dargestellt.

Im Ergebnis dieser Approximationen wird deutlich, dass der fortschreitende demografische Wandel abseits der großen Ballungsräume Rostock, Schwerin und Greifswald zu überwiegend moderaten Bedarfsminderungen führen wird. Moderate Zuwächse werden lediglich für Rostock und das nahe Umland prognostiziert.

Aufgrund der sich weiterhin stark entwickelnden Tourismusbranche werden dagegen punktuell große Bedarfsänderungen in den Tourismusgebieten erwartet. Hervorzuheben sind hier die bereits jetzt hochfrequentierten Inseln Usedom und Rügen/Hiddensee. Insbesondere dort werden sowohl ganzjährige Abnahmesteigerungen, als auch ein weiterer Ausbau der Spitzenbedarfe in der Hauptsaison vorausgesagt. Hierdurch werden die innerjährlichen Entnahmeschwankungen prognostisch weiter verstärkt.

Neben der Tourismusbranche ist auch die Landwirtschaftsbranche immens wichtig für die wirtschaftliche Stabilität von M-V. Im Zuge des Klimawandels werden sich die Anbaubedingungen zukünftig verschlechtern, so dass die Etablierung der landwirtschaftlichen Feldberegnung insgesamt attraktiver wird. Daher ist in diesem Sektor mit starken Bedarfssteigerungen zu rechnen, die die Wasserbedarfe zur Versorgung der Bevölkerung regional überschreiten können. Werden in Zukunft nur 10 % der beregnungswürdigen Landwirtschaftsflächen bewässert, dann würde dies einem Bedarf von etwa 1,9 Mio. EW entsprechen und die derzeit benötigte Wassermengen um das Fünffache übersteigen. Ein besonders großer landwirtschaftlicher Bewässerungsbedarf wird dabei im zentralen Bereich des Landes und auf der Insel Rügen gesehen.

Tabelle 1: Zusammenfassung der erwarteten Bedarfsentwicklung bis zum Jahr 2040

Jahr	2016	2040
Trinkwasserbedarf gesamt (inklusive gewerblicher und sonstiger Bedarf)	96,4 Mio. m ³ /a	96,7 Mio. m ³ /a
Bevölkerung	63,5 Mio. m ³ /a	60,3 Mio. m ³ /a
Tourismus (Szenario Trendfortschreibung)	8,5 Mio. m ³ /a	12,0 Mio. m ³ /a
Landwirtschaftliche Beregnung	14,4 Mio. m ³ /a	73,6 Mio. m ³ /a

3.2 Klimatische Änderungen

3.2.1 Auswirkungen auf das Wasserdargebot

Die Menge der sich erneuernden Süßwasserressourcen ist abhängig vom Niederschlag und der Verdunstung. Bei der Nutzung dieser Ressourcen sind zahlreiche Randbedingungen zu berücksichtigen. Dazu gehören unter anderem die Wasserqualität und die technische Erschließungsmöglichkeit einer (Grund-)Wasserressource. Darüber hinaus sind ökologische Aspekte zu beachten, wie z. B. die Gewährleistung eines Mindestabflusses in den Gewässern und die Erhaltung wasserabhängiger Ökosysteme (z. B. Moore). Umfassende Ausführungen zum nutzbaren Wasserdargebot enthält der erste Teil der Trinkwasserversorgungskonzeption (MLU 2019b).

Eine Änderung der klimatischen Verhältnisse wirkt sich unmittelbar auf die nutzbaren Süßwasserressourcen aus. Schon einzelne Trockenjahre wie 2018 und 2019 haben stark verminderte Durchflüsse in den Fließgewässern zur Folge und erfordern Managementmaßnahmen bei der Nutzung von Oberflächenwasser (siehe Kapitel 2.1.3, Oberflächenwassernutzung in Rostock). Im Grundwasser werden Trocken- oder Feuchtperioden infolge von Speichereffekten zeitverzögert und gedämpft sichtbar. So bewirkten die Trockenjahre 2018 und 2019 zwar ein Absinken der Grundwasserstände in den oberen Aquiferen, die tieferen Grundwasserstockwerke waren hingegen zunächst nur wenig beeinflusst. Langanhaltende oder gar dauerhafte Trockenperioden würden jedoch das gesamte Grundwassersystem nachhaltig beeinflussen, dauerhaft niedrigere Grundwasserstände und ein vermindertes Grundwasserdargebot wären die Folgen.

Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderten Projektes wurden in den Jahren 2016 bis 2018 für die Region Vorpommern Szenarios zu möglichen Auswirkungen von Klimaänderungen untersucht (RPV 2018), eine Weiterbearbeitung erfolgte durch Hennig & Hilgert (2021). Es zeigte sich, dass klimatische Änderungen zu einer deutlichen Verminderung des Grundwasserdargebotes und zu einem flächenhaften Absinken der Grundwasserstände um 0,5 m bis lokal mehr als 2 m führen können.

Analog zu den Untersuchungen für Vorpommern ist im Rahmen der vorliegenden Trinkwasserversorgungskonzeption für das gesamte Land M-V berechnet worden, wie sich klimatische Veränderungen auf das Grundwasserdargebot auswirken könnten. Die Betrachtungen basieren auf dem Klimaszenario A1B (IPCC 2007), im Anhang 3 ist die genaue Vorgehensweise dokumentiert.

Die Abbildung 25 zeigt die mögliche Änderung der klimatischen Verhältnisse bis zur Mitte des Jahrhunderts, charakterisiert durch den Niederschlag und die Grasreferenzverdunstung. Dabei entspricht die Grasreferenzverdunstung der Verdunstung über einer feucht gehaltenen Grasfläche. Sie dient als Maß für den Verdunstungsanspruch der Atmosphäre (potenzielle Verdunstung) und ist ein Eingangsparameter für die Berechnung der tatsächlichen Verdunstung.

Es wurde eine Verminderung des Niederschlages bei einer gleichzeitigen Erhöhung der Grasreferenzverdunstung simuliert, was im Ergebnis zu einer Verminderung des Wasserdargebotes führen muss. Weil die Änderungen besonders stark das Sommerhalbjahr betreffen, sind gravierende Auswirkungen auf die Wasserversorgung von Feuchtgebieten und den Niedrigwasserabfluss in den Gewässern zu besorgen. Das verminderte Wasserdargebot im Sommer würde die Möglichkeit zur Nutzung von Oberflächenwasser einschränken, wovon die Wasserversorgung der Stadt Rostock besonders betroffen wäre (siehe Kapitel 2.1.3). Neben der verminderten Durchflussmenge wäre auch mit einer verschlechterten Wasserqualität in den Oberflächengewässern zu rechnen, da die mikrobiologische Aktivität infolge der höheren Wassertemperaturen zunimmt.

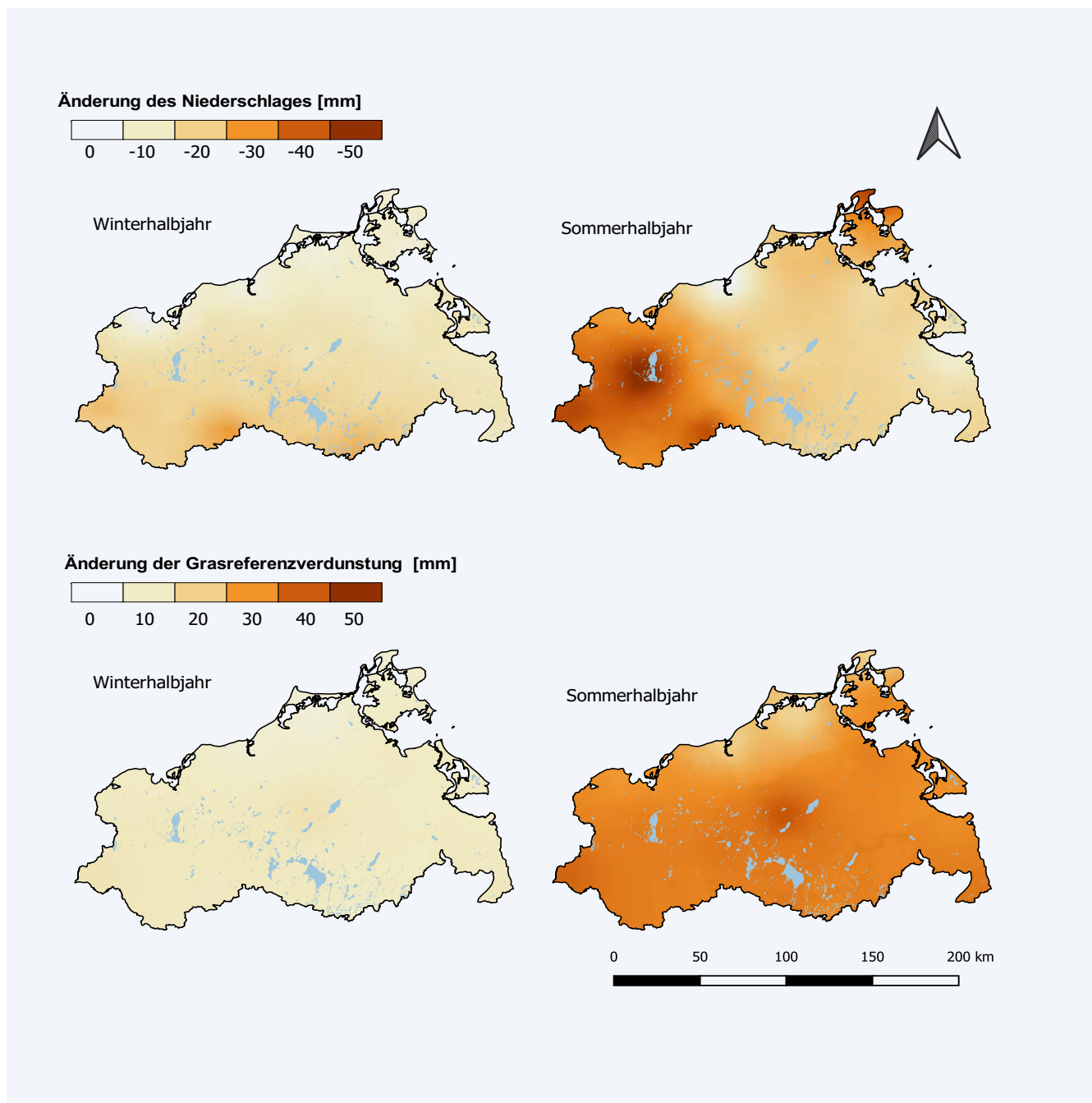


Abbildung 25: Änderung klimatischer Größen beim A1B-Emissionsszenario (IPCC 2007),
(Differenz der Perioden 2041-2060 und 1971-2000)

Die sich aus den klimatischen Änderungen ergebende Abnahme der Grundwasserneubildungsraten ist im Anhang 3 dokumentiert. Der verminderte Zutritt von Sickerwasser zur gesättigten Zone würde zu sinkenden Grundwasserständen und zu einer schlechteren Wasserversorgung grundwasserabhängiger Ökosysteme führen. Darüber hinaus hätte die Verminderung der Grundwasserneubildung eine Reduzierung des wasserwirtschaftlich nutzbaren Grundwasserdargebotes zur Folge. In Abbildung 26 ist dargestellt, wie stark sich das Grundwasserdargebot in den einzelnen Versorgungsbereichen verringern würde.

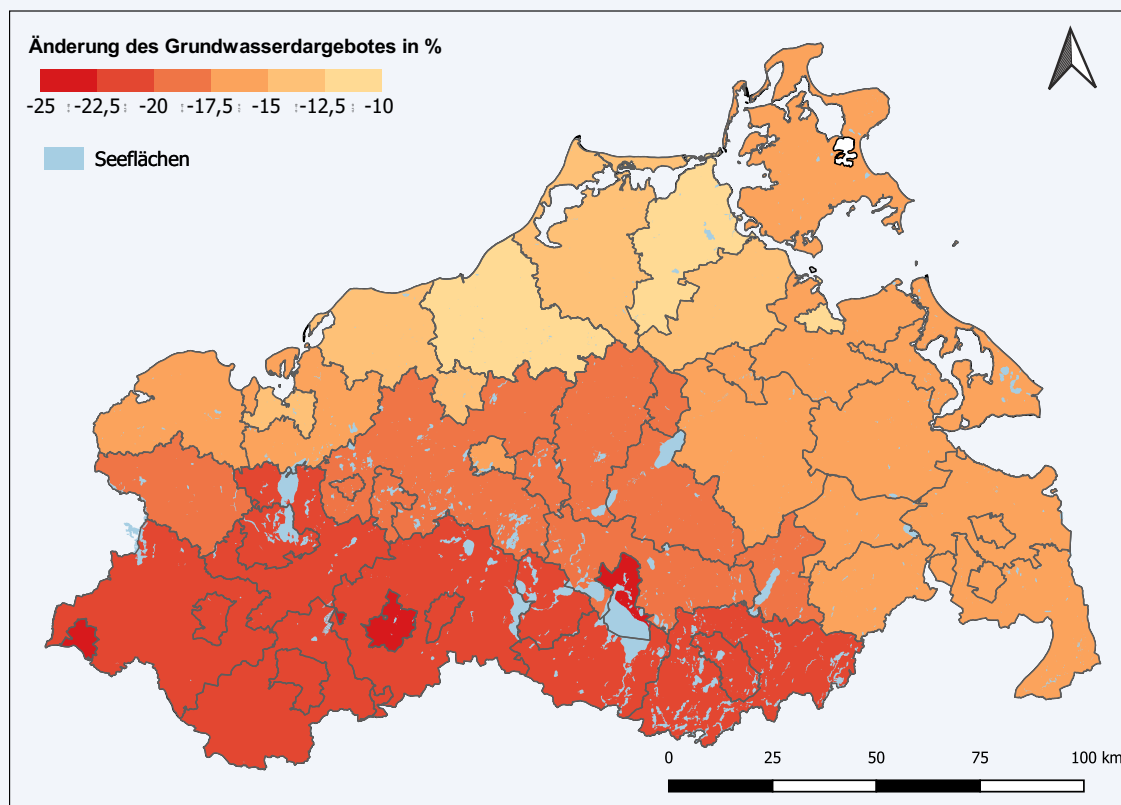


Abbildung 26: Mögliche klimabedingte Änderung des Grundwasserdargebotes in den Versorgungsbereichen (A1B-Emissionsszenario (IPCC 2007), Differenz der Perioden 2041-2060 und 1971-2000)

Die simulierte Reduzierung des Grundwasserdargebotes liegt überwiegend zwischen 10 % und etwas über 20 %⁵, wobei die stärkere Abnahme tendenziell im Süden und Südwesten zu verzeichnen ist. Angesichts der Tatsache, dass im Osten und Nordosten das Grundwasserdargebot ohnehin geringer ist und darüber hinaus die hydrogeologischen Bedingungen für eine Grundwassergewinnung schlechter sind (MLU 2019b; RPV 2018), ist davon auszugehen, dass die simulierten Dargebotsänderungen in allen Regionen von M-V Anpassungsmaßnahmen erfordern würden.

Besonders gravierende Auswirkungen wären auf den touristisch stark frequentierten Ostseeinseln zu erwarten. Dort ist das nutzbare Grundwasserdargebot ohnehin gering, so dass auf die Insel Usedom und die Halbinsel Fischland-Darß-Zingst bereits jetzt Trinkwasser vom Festland übergeleitet wird. Schon bei einem leichten Absinken der Grundwasserstände infolge verminderter Grundwasserneubildung müsste die Entnahme küstennaher Wasserfassungen stark reduziert werden, um eine Intrusion von Brackwasser aus der Ostsee zu vermeiden – eine große Versorgungslücke wäre die Folge.

Der zu erwartende Anstieg des Meeresspiegels wird zusätzliche Probleme bei der Wassergewinnung aus küstennahen Wasserfassungen verursachen. Besonders betroffen sind hiervon die Inseln Usedom, Rügen/Hiddensee und die Halbinsel Fischland-Darß-Zingst, wenn sich die Küstenlinie verschiebt und sich dadurch die Neubildungswirksame Fläche verkleinert. Auch die Oberflächenwasserentnahme für die Region Rostock wird ab einem Anstieg des Meeresspiegels um 50 cm gefährdet sein (siehe Kapitel 2.1.3).

⁵ Änderungen von mehr als 22,5 % ergaben sich nur für kleine Versorgungsbereiche und sind nicht repräsentativ, da sich die Einzugsgebiete der Wasserfassungen über die Versorgungsgrenzen hinweg erstrecken.

3.2.2 Auswirkungen auf den Wasserbedarf und die Trinkwasserverteilung

Verminderte Sommerniederschläge bei einem gleichzeitig steigenden atmosphärischen Verdunstungsanspruch würden auch die landwirtschaftliche Produktion nachteilig beeinflussen und die Notwendigkeit der künstlichen Bewässerung erhöhen. Hinzu tritt, dass das frühere Eintreten der Vegetationsperiode auch die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen trifft, was dort einen früheren Wasserbedarf auslöst. Da die landwirtschaftliche Bewässerung in M-V hauptsächlich aus dem Grundwasser erfolgt, wären Nutzungskonflikte mit der Trinkwasserversorgung zu befürchten.

Die Klimasimulationen prognostizieren einen Anstieg der sommerlichen Temperaturen und eine Häufung von Hitzeperioden. In starken Hitzeperioden wird überdurchschnittlich viel Trinkwasser aus dem öffentlichen Netz bezogen (Feller et al. 2017), was unter Umständen zu einer Überlastung der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur führen kann. So wurden beispielsweise auf der vom Tourismus dominierten Insel Usedom bereits im Sommer 2018 die Kapazitätsgrenzen erreicht.

Durch höhere sommerliche Temperaturen kann besonders unter versiegelten Flächen das Trinkwasser im Leitungsnetz stärker erwärmt werden, wodurch die mikrobiologische Aktivität steigen könnte. Bisherige Untersuchungen an Trinkwassernetzen im Ruhrgebiet zeigten aber keine temperaturabhängige Verschlechterung mikrobiologischer Befunde (Feller et al. 2017).

3.3 Entwicklung der Rohwasserqualität

3.3.1 Datengrundlage und Methodik

Der erste Teil der Trinkwasserversorgungskonzeption des Landes Mecklenburg-Vorpommern (MLU 2019b) beinhaltet eine Darstellung der Grundwasserbeschaffenheit auf der Basis von Analysendaten der Grundwassermessstellen des Landesmessnetzes Grundwasser aus dem Zeitraum 2007–2013 (LUNG 2015). Basierend auf der Auswertung der zumeist oberflächennahen Grundwassermessstellen wurden die maßgeblichen Stofftransport- und Umwandlungsprozesse umfassend beschrieben. Seit 2013 und im besonderen Maße durch die Umsetzung der „Hinweise zum Vollzug des § 50 Absatz 5 Wasserhaushaltsgesetz zur Durchsetzung der Selbstüberwachung“ (Rohwassererlass, MLU 2019a) sind zahlreiche Rohwasserdaten der zur Trinkwassergewinnung genutzten Grundwasserleiter durch die WVU erhoben und vom LUNG zentral erfasst worden.

Ergänzend zum ersten Teil der Trinkwasserversorgungskonzeption werden die Daten zur Rohwasserbeschaffenheit der Brunnen und Vorfeldmessstellen aus dem Zeitraum 2000 – 2019 nachfolgend ausgewertet. Sie ermöglichen einen landesweiten Überblick der Grundwassergüte auf der Ebene der Wasserfassungen und umfassen etwa 14.000 hydrochemische Analysen aus den aktuell ca. 1.300 zur Trinkwassergewinnung genutzten Brunnen. Die Methodik der Auswertung ist im Anhang 4 dokumentiert.

Als Indikatorparameter für die Grundwassergüte wurden die in der Tabelle 2 aufgeführten Hauptinhaltsstoffe des Grundwassers herangezogen.

Um eine flächenhafte Darstellung und Bewertung der Rohwasseranalysen zu erhalten, wurde die Analytik mit dem jeweiligen unterirdischen Einzugsgebiet einer Wasserfassung verknüpft und farbkodiert dargestellt. Die Vorgehensweise bei der Ermittlung der repräsentativen Konzentration für das Einzugsgebiet ist in Anhang 4 erläutert.

Neben den aufgeführten Hauptinhaltsstoffen (Tabelle 2) stellen hinsichtlich des von ihnen ausgehenden Gefährdungspotentials und ihrer Nachweishäufigkeit im Rohwasser insbesondere

- Schwermetalle (Arsen, Blei, Cadmium, Nickel, Uran),
- Pflanzenschutzmittel (PSM) und relevante Metaboliten (rM),
- nicht relevante Metaboliten (nrM) sowie
- Abwassermarker (Arznei- und Süßstoffe)

weitere Parametergruppen dar, die als Spurenelemente im Grundwasser enthalten sind und bei der statistischen Auswertung berücksichtigt wurden.

Tabelle 2: Untersuchte Hauptelemente und Ursachen erhöhter Konzentrationen

Parameter	Potenzielle Quellen erhöhter Konzentrationen
Chlorid	Aufstieg salinarer Tiefenwässer Brackwasserintrusion im Küstenbereich Düngung, Streusalz
Sulfat	Oxidation von Sulfidmineralen infolge von Nitratreinträgen Industrielle und kommunale Abwässer Atmosphärische Deposition („Saurer Regen“) Aufstieg hochkonzentrierter Tiefenwässer
Nitrat	Mineralische oder organische Stickstoffdünger Grünlandumbruch Atmosphärische Deposition Versickerung aus Kleinkläranlagen und defekten Kanalisationen
Ammonium	Mineralische oder organische Stickstoffdünger Geogen in tieferen Porengrundwasserleitern
Kalium	Dünger- und Klärschlammausbringung Versickerung aus Kleinkläranlagen und defekten Kanalisationen Verwitterung von Silikaten oder Ablaugung von Kalisalzen (Geogene Quellen)

Die Bewertung der Berechnungsergebnisse erfolgte insbesondere im Hinblick auf die derzeitige Gesamtsituation und die abzuleitenden Konsequenzen für die Zukunft der Trinkwasserversorgung in M-V. Nähere Erläuterungen zu den einzelnen Parametergruppen enthält der erste Teil der Trinkwasserversorgungskonzeption (MLU 2019b).

3.3.2 Hauptinhaltsstoffe

CHLORID

In der Abbildung 27 sind die mittleren Chloridgehalte der Grundwassereinzugsgebiete und der Grundwassermessstellen dargestellt. In M-V liegen die Chloridkonzentrationen überwiegend unter 50 mg/l und somit im Bereich des natürlichen Hintergrundes. Leicht erhöhte Werte zwischen 50 - 100 mg/l treten vermehrt im Norden und Nordosten des Landes auf. Vereinzelt sind auch deutlich erhöhte Werte zwischen 100 - 250 mg/l oder gar Überschreitungen des Grenzwertes festzustellen.

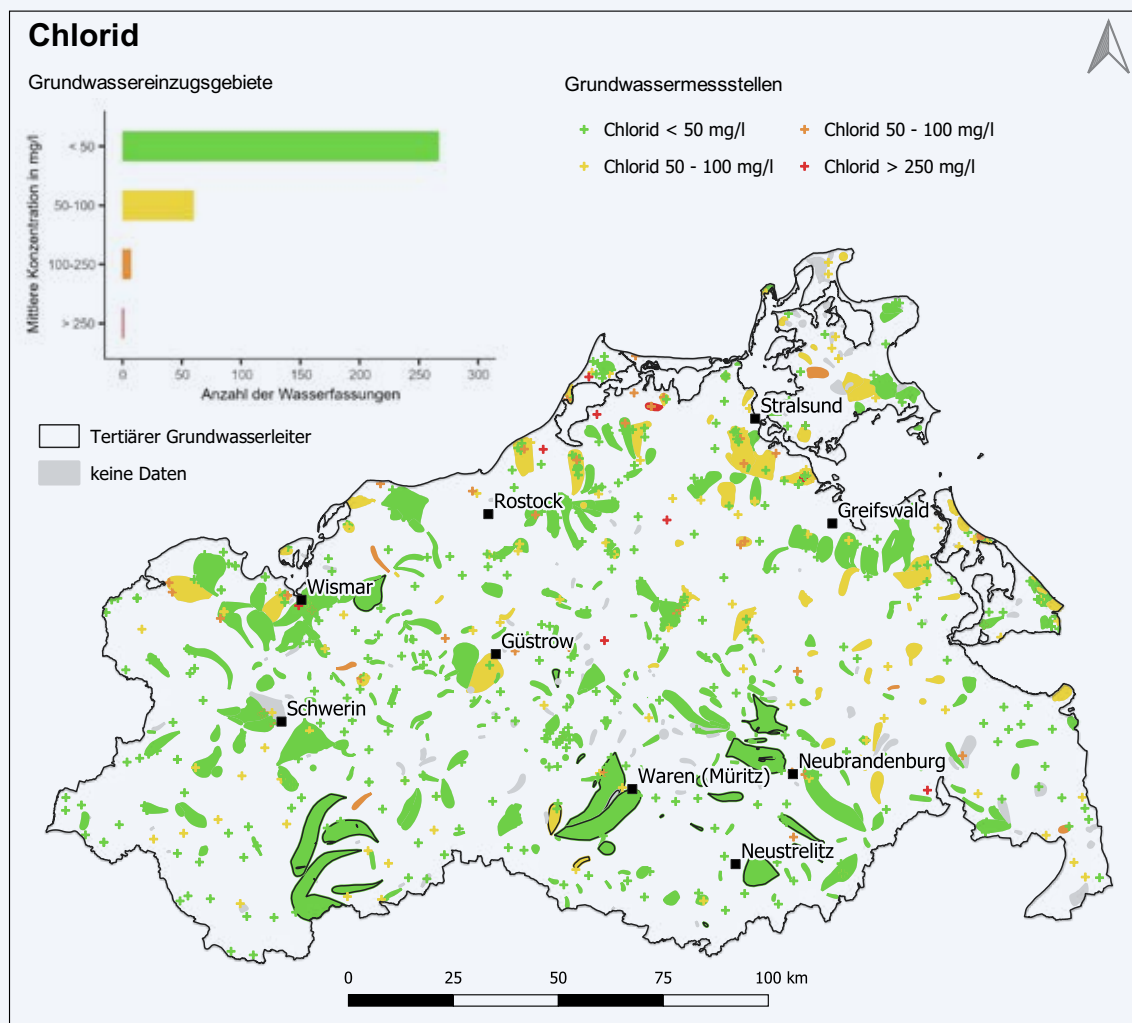


Abbildung 27: Mittlere Chloridgehalte von Trinkwassereinzugsgebieten und Grundwassermessstellen in Mecklenburg-Vorpommern

Die räumliche Verteilung spiegelt die hydrogeologischen Verhältnisse wider. So ist das Grundwasser im Südwesten durch die flächenhafte Verbreitung des tertiären Rupeltons relativ gut gegen den Aufstieg hochmineralisierter Tiefenwässer geschützt. Im Nordosten hingegen muss der potenzielle Tiefenwasseraufstieg zum Teil durch ein angepasstes Entnahmeregime gemanagt werden. Bei küstennahen Wasserfassungen ist darüber hinaus eine Brackwasserintrusion aus der Ostsee und den Boddengewässern zu vermeiden.

Eine weitere Gefährdung der Grundwasserbeschaffenheit resultiert aus dem Einsatz chloridhaltiger Düngemittel sowie Streusalzeinträgen an Straßen. Die Abbildung 28 verdeutlicht die relevanten Transport- und Stoffumwandlungsprozesse im Vorfeld einer Wasserfassung in M-V. In den Grundwasserleiter eingetragenes Chlorid wird im Oberpegel der Vorfeldmessstelle in hoher Konzentration (grün dargestellt) gemessen.

Im Unterpegel liegt die Konzentration von Chlorid dahingegen im Bereich des geogenen Hintergrundes. Im weiteren Verlauf werden signifikant erhöhte Chloridgehalte im nahen Trinkwasserbrunnen gemessen. Die Chloridkonzentration im weiter entfernten Brunnen ist nicht erhöht.

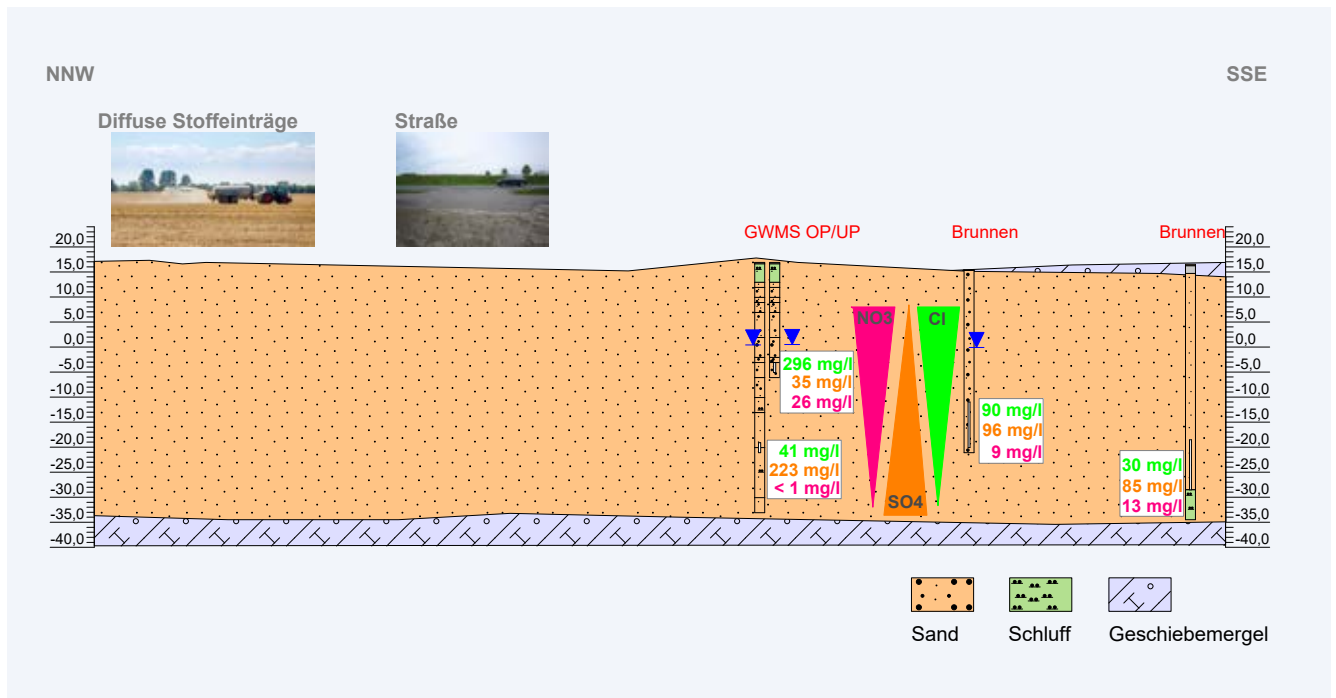


Abbildung 28: Relevante Transport- und Stoffumwandlungsprozesse im Vorfeld einer Wasserfassung in Mecklenburg-Vorpommern

Erhöhte Chloridgehalte in küstennahen Wasserfassungen stehen zum Teil im Zusammenhang mit historischen Übernutzungen des Grundwasserdargebots und daraus resultierenden Brackwasserintrusionen. Zudem kann der Zustrom von salzhaltigem Brackwasser durch die Entwässerung im Zuge der Polderbewirtschaftung verstärkt werden. Von nachrangiger Bedeutung für die Trinkwasserversorgung ist aufgrund der vergleichsweise geringen Salzgehalte der Ostsee die atmosphärische Deposition von Chlorid im Küstenbereich.

Die mit erhöhten Chloridgehalten verbundenen Gefährdungen sind bekannt und können durch eine verantwortungsbewusste Bewirtschaftung des Grundwassers gehandhabt werden. Dem potenziellen Salzeintrag durch die Straßenlaugung wird in aktuellen Straßenbauvorhaben durch die Anwendung der Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten (RiStWag 2016) Rechnung getragen.

AMMONIUM

In der Abbildung 29 ist die räumliche Verteilung der mittleren Ammoniumkonzentration in den Grundwassereinzugsgebieten sowie den Grundwassermessstellen dargestellt. Der in der Trinkwasserverordnung festgelegte Grenzwert für Ammonium (0,5 mg/l) wird in mehr als einem Drittel aller Wasserfassungen von M-V überschritten. Dies stimmt mit einer Überschreitung des Schwellenwerts der Grundwasserverordnung (GrwV) an 30 % der Messstellen des Grundwassergütemessnetzes (MLU 2019b) gut überein.

Mögliche Quellen für Ammonium sind insbesondere die Düngung landwirtschaftlicher Flächen und punktuelle Tierhaltungsanlagen sowie der Aufstieg von Tiefenwässern.

Eine Gesamtbetrachtung, die umfassend im Anhang 4 dargestellt ist, deutet darauf hin, dass ein wesentlicher Teil der Ammoniumerhöhungen auf anthropogene Stoffeinträge zurückzuführen ist.

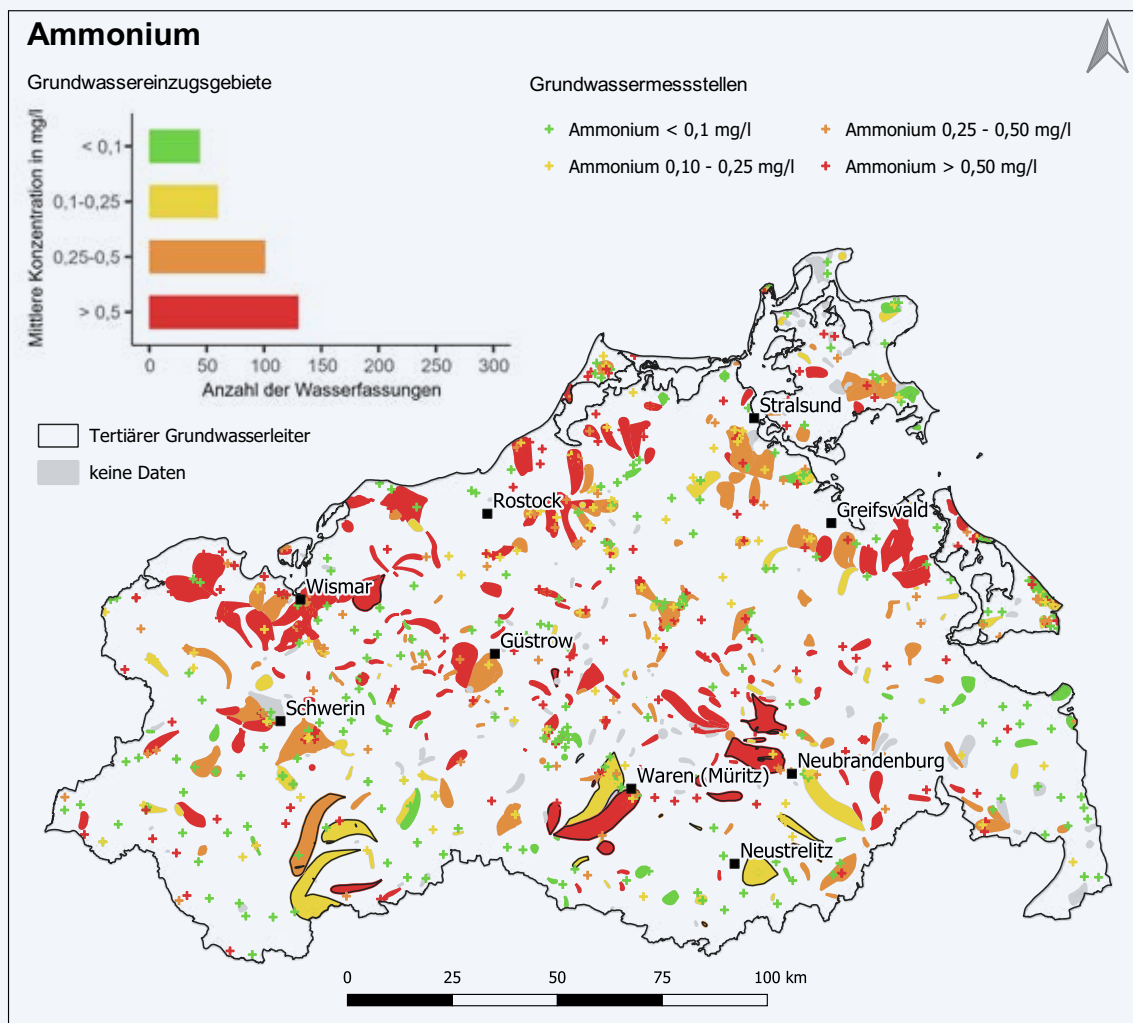


Abbildung 29: Mittlere Ammoniumgehalte von Trinkwassereinzugsgebieten und Grundwassermessstellen in Mecklenburg-Vorpommern

NITRAT

Natürlicherweise ist das Grundwasser frei von Nitrat. Dies ist auch für die Mehrheit der untersuchten Wasserfassungen festzustellen. Gleichwohl ist eine Tendenz zu leicht erhöhten Nitratkonzentrationen zwischen 1 - 10 mg/l – insbesondere in Vorpommern – erkennbar (Abbildung 30). Darüber hinaus weisen einzelne Wasserfassungen hohe Nitratkonzentrationen zwischen 10 - 50 mg/l auf. An einzelnen Brunnen wurden maximale Nitratkonzentrationen bis zu 116 mg/l erfasst. Teilweise mussten Wasserfassungen stillgelegt werden, da der Grenzwert der Trinkwasserverordnung (50 mg/l) auch im Mischwasser überschritten wurde.

Im Gegensatz zu den Trinkwasserbrunnen weisen die flacher ausgebauten Grundwassermessstellen häufig erhöhte Nitratkonzentrationen auf. Insbesondere im Mecklenburger Raum sind vielfach Nitratkonzentrationen oberhalb des Grenzwerts der Trinkwasserverordnung festzustellen. In stark landwirtschaftlich geprägten Gebieten wurden Extremwerte von bis zu 627 mg/l Nitrat in einem oberflächennahen Grundwasserleiter gemessen.

Der überwiegende Anteil der Nitratimmissionen ist auf landwirtschaftliche Quellen zurückzuführen (DWA 2015). Eine weitere Nitratquelle stellen Stickstoffeinträge aus der atmosphärischen Deposition dar (MLU 2019b). Die Vergleichsweise hohe Anzahl von Grundwassermessstellen mit Nitratgehalten von mehr als 50 mg/l verdeutlicht, dass der Verminderung der Nitratinträge aus landwirtschaftlich genutzten Flächen zukünftig eine hohe Bedeutung für die Sicherung der Rohwasserqualität zukommt.

Maßgebend für die bislang niedrigen Nitratkonzentrationen in den genutzten Grundwasserleitern sind die während der Untergrundpassage ablaufenden Nitratreduktionsprozesse. Durch die Reaktion mit Metallsulfiden (Pyrit, Markasit) sowie organischem Kohlenstoff wird Nitrat im Grundwasserleiter abgebaut. Das Potenzial zum Abbau von Nitrat unterliegt lokalen Variationen und nimmt bei fortwährend hohen Nitratinträgen stetig ab, da der Prozess nicht reversibel ist (MLU 2019b). Sekundäre Folgen des Nitratabbaus sind die Freisetzung von Sulfat und die Mobilisation von Spurenelementen wie Nickel, Arsen und Uran. In der Abbildung 28 ist der Nitratabbau anhand einer Wasserfassung in M-V veranschaulicht. Von der Oberfläche eingetragenes Nitrat wird im Oberpegel der Vorfeldmessstelle in hoher Konzentration nachgewiesen. Infolge des Nitratabbaus ist Nitrat im Unterpegel nicht mehr nachweisbar. Zugleich ist dort eine signifikant erhöhte Sulfatkonzentration festzustellen.

Eine grobe Einschätzung der Nitratabbauwahrscheinlichkeit ermöglicht nach LAWA (2018) und Hannappel et al. (2018) eine Betrachtung von Sauerstoffgehalt und Redoxpotential (siehe Anhang 4). Die Auswertung von 315 aus Grundwassermessstellen im Jahr 2018 entnommenen Grundwasserproben (siehe Anhang 4) zeigt, dass 79 % der Grundwassermessstellen Nitratabbauprozessen unterliegen.

Infolge des potenziell nachlassenden Nitratabbauvermögens ist bei gleichbleibend hohen Nitratinträgen auch in den zur Trinkwassergewinnung genutzten Grundwasserleitern ein perspektivischer Anstieg der aktuell überwiegend geringen Nitratgehalte wahrscheinlich. In Abhängigkeit von der Verfügbarkeit biochemisch reaktiver Materialien im Grundwasserleiter variiert die Lebensdauer des Nitratabbaus von weniger als zehn Jahren bis zu mehreren hundert Jahren (DVGW 2013). Die Folgen des nachlassenden Nitratabbauvermögens sind steigende Nitratkonzentrationen im Rohwasser von Brunnen der öffentlichen Trinkwasserversorgung, welche bei konstant hohen Nitratinträgen zu einer Überschreitung des Grenzwerts der Trinkwasserverordnung führen (DWA 2015).

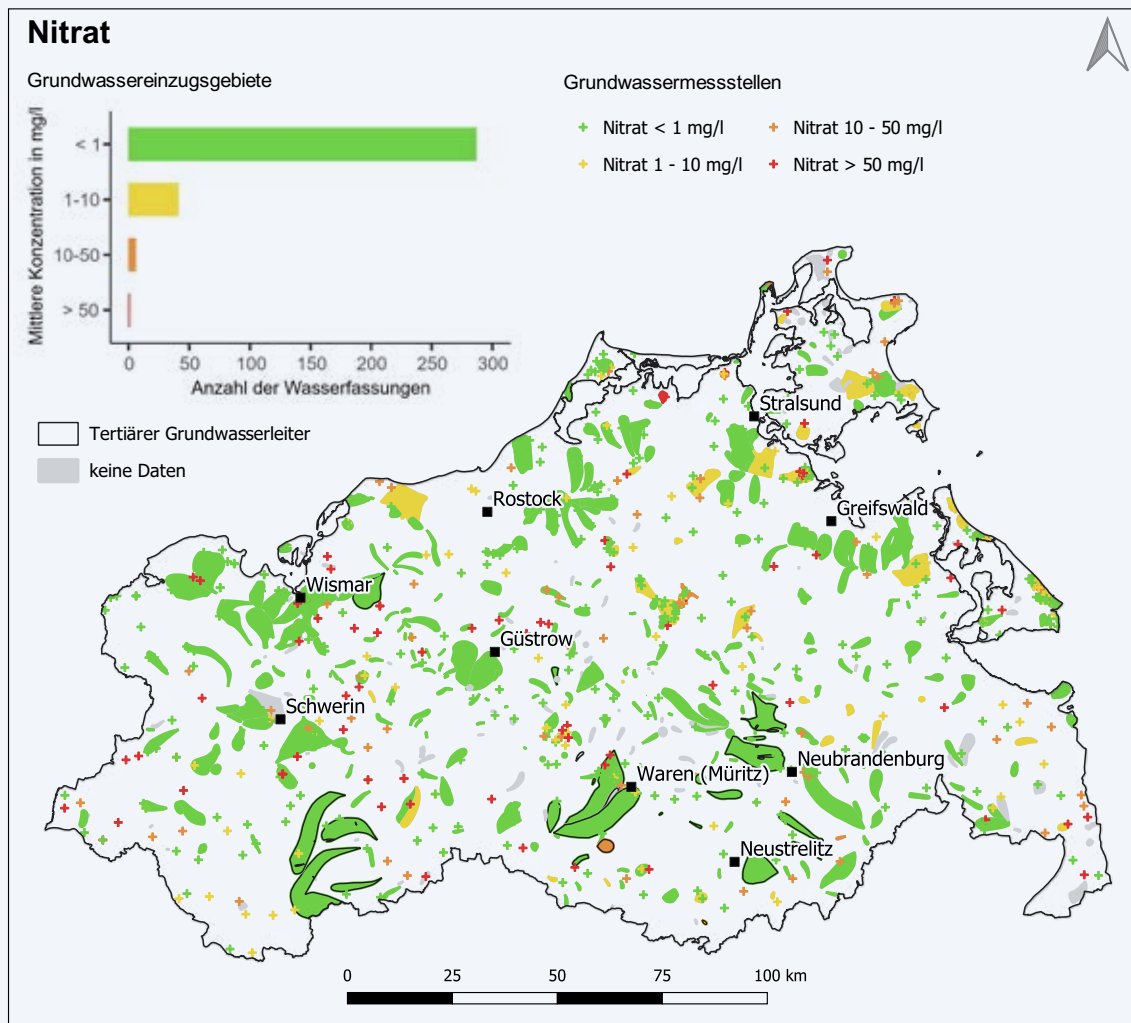


Abbildung 30: Mittlere Nitratgehalte von Trinkwassereinzugsgebieten und Grundwassermessstellen in Mecklenburg-Vorpommern

SULFAT

Für den überwiegenden Teil der ausgewerteten Wasserfassungen liegen die mittleren Sulfatgehalte unterhalb des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung von 250 mg/l. In der Abbildung 31 sind die mittleren Sulfatgehalte der Grundwassereinzugsgebiete und der Grundwassermessstellen dargestellt.

In unbeeinflussten Grundwasserleitern liegen die Sulfatgehalte in der Regel deutlich unter 50 mg/l; in tieferen Grundwasserleitern unter 1 mg/l.

Eine wesentliche Ursache der Sulfatbelastung des Grundwassers ist der Abbau von anthropogenen Nitratreinträgen aus der landwirtschaftlichen Düngung durch die Oxidation von Metall-Sulfiden, insbesondere dem geogen verbreiteten Mineral Pyrit und die daraus resultierende Freisetzung von Sulfat (MLU 2019b). In der Abbildung 28 sind die daraus resultierenden Stoffverteilungen am Beispiel einer Wasserfassung in Vorpommern exemplarisch dargestellt.

In geringerem Maße stellen auch die atmosphärische Deposition („Saurer Regen“) sowie Einträge aus industriellen und kommunalen Abwässern relevante Sulfatquellen dar. Sehr hohe Sulfatkonzentrationen, die in tiefen Grundwasserleitern beobachtet wurden und auf die Ablaugung von Salzstöcken zurückzuführen sind, nehmen in M-V eine nachgeordnete Bedeutung ein.

Die Häufigkeit leicht (50 - 100 mg/l) und deutlich erhöhter (100 - 250 mg/l) Sulfatkonzentrationen nimmt von Südwest nach Nordost zu – eine Tendenz, die den natürlichen Schutz der Grundwässer gegenüber anthropogenen Stoffeinträgen widerspiegelt. So werden im Süden und Südwesten vor allem tiefe, gut geschützte Grundwasserleiter genutzt, wohingegen im Nordosten fast nur oberflächennahe Grundwasserleiter für die Trinkwasserversorgung zur Verfügung stehen. Insbesondere in der Region Vorpommern ist eine höhere Dichte von Wasserfassungen mit deutlich erhöhten Sulfatgehalten zu verzeichnen, die überdies durch eine höhere Anstiegsdynamik gekennzeichnet sind (MLU 2019b).

Außerhalb der Grundwassereinzugsgebiete der Wasserfassungen bestätigen die Analysenergebnisse der Landes-Grundwassermessstellen die flächenhafte Belastung des Grundwassers mit Sulfat. Gegenüber den zur Trinkwassergewinnung genutzten Brunnen der WVU erfassen diese Landes-Grundwassermessstellen zum Teil auch oberflächennahe Grundwasserleiter. Grenzwertüberschreitungen sind an einzelnen Grundwassermessstellen in allen Regionen von M-V festzustellen.

Bislang weisen zwei Wasserfassungen in M-V mittlere Sulfatgehalte oberhalb des Grenzwertes der Trinkwasserverordnung auf. In der Wasserfassung Lüssow bei Stralsund wird das primär durch den Abbau von Nitrat freigesetzte Sulfat (Malik 2020) aus dem Rohwasser mit hohem technischen Aufwand entfernt. Die Wasserfassung Friedland östlich der Kleinstadt Friedland im Landkreis Mecklenburgische Seenplatte wurde unter anderem aufgrund der hohen Sulfatbelastung aufgegeben.

Angesichts der flächenhaft hohen Sulfatbelastung in den Grundwassermessstellen sowie dem vielfach beobachteten Trend steigender Sulfatgehalte in den zur Trinkwassergewinnung genutzten Brunnen (MLU 2019b) ist davon auszugehen, dass hohe Sulfatgehalte zukünftig eine wesentliche Herausforderung in der Trinkwassergewinnung darstellen werden.

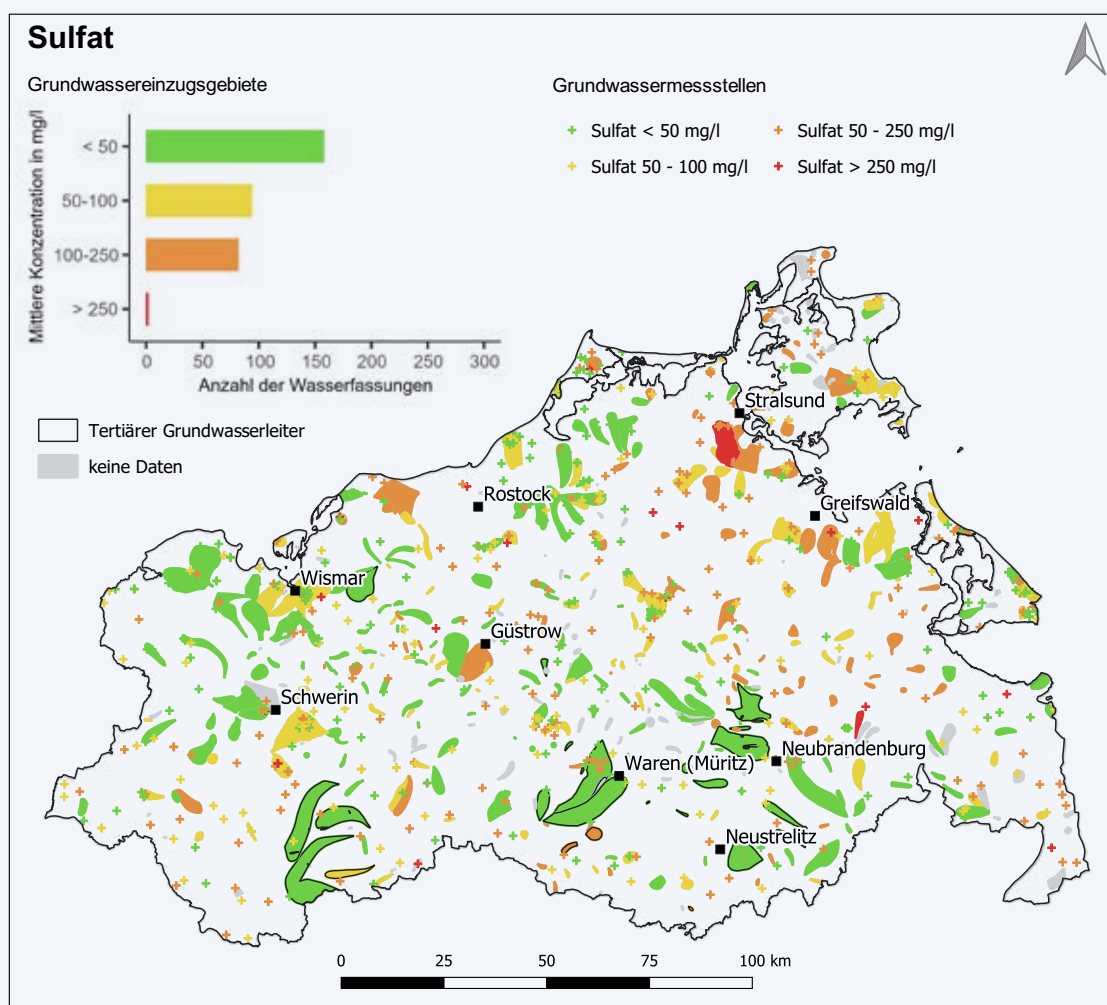


Abbildung 31: Mittlere Sulfatgehalte von Trinkwassereinzugsgebieten und Grundwassermessstellen in Mecklenburg-Vorpommern

SCHWERMETALLE

Die landesweite Darstellung der Schwermetallbefunde in den Brunnen der öffentlichen Trinkwasserversorgung sowie den Grundwassermessstellen (Abbildung 32) verdeutlicht, dass die Mobilisierung von Schwermetallen trotz der im Allgemeinen nicht grenzwertüberschreitenden Konzentrationen eine Herausforderung für die öffentliche Trinkwasserversorgung darstellt.

In 60 % der Wasserfassungen sind ein oder mehrere der untersuchten Schwermetalle (Arsen, Blei, Cadmium, Nickel, Uran) in einem oder mehreren Brunnen nachzuweisen; etwa 10 % der Wasserfassungen sind von wiederholten Grenzwertüberschreitungen einzelner Brunnen betroffen (rot dargestellt). Im Zuge der Aufbereitung werden die Schwermetalle entfernt, so dass im Reinwasser keine Grenzwertüberschreitungen auftreten. Die Mobilisierung der in den genutzten Porengrundwasserleitern geogen enthaltenen Schwermetalle, insbesondere von Uran, steht häufig im Zusammenhang mit landwirtschaftlichen Nitratreinträgen. Deutlich wird der Einfluss diffuser Stoffeinträge von der Oberfläche auf die Schwermetallmobilität auch anhand der im regionalen Vergleich erhöhten Schwermetallbelastung in den flacheren und daher weniger gut geschützten Grundwasserleitern der Küstenregionen.

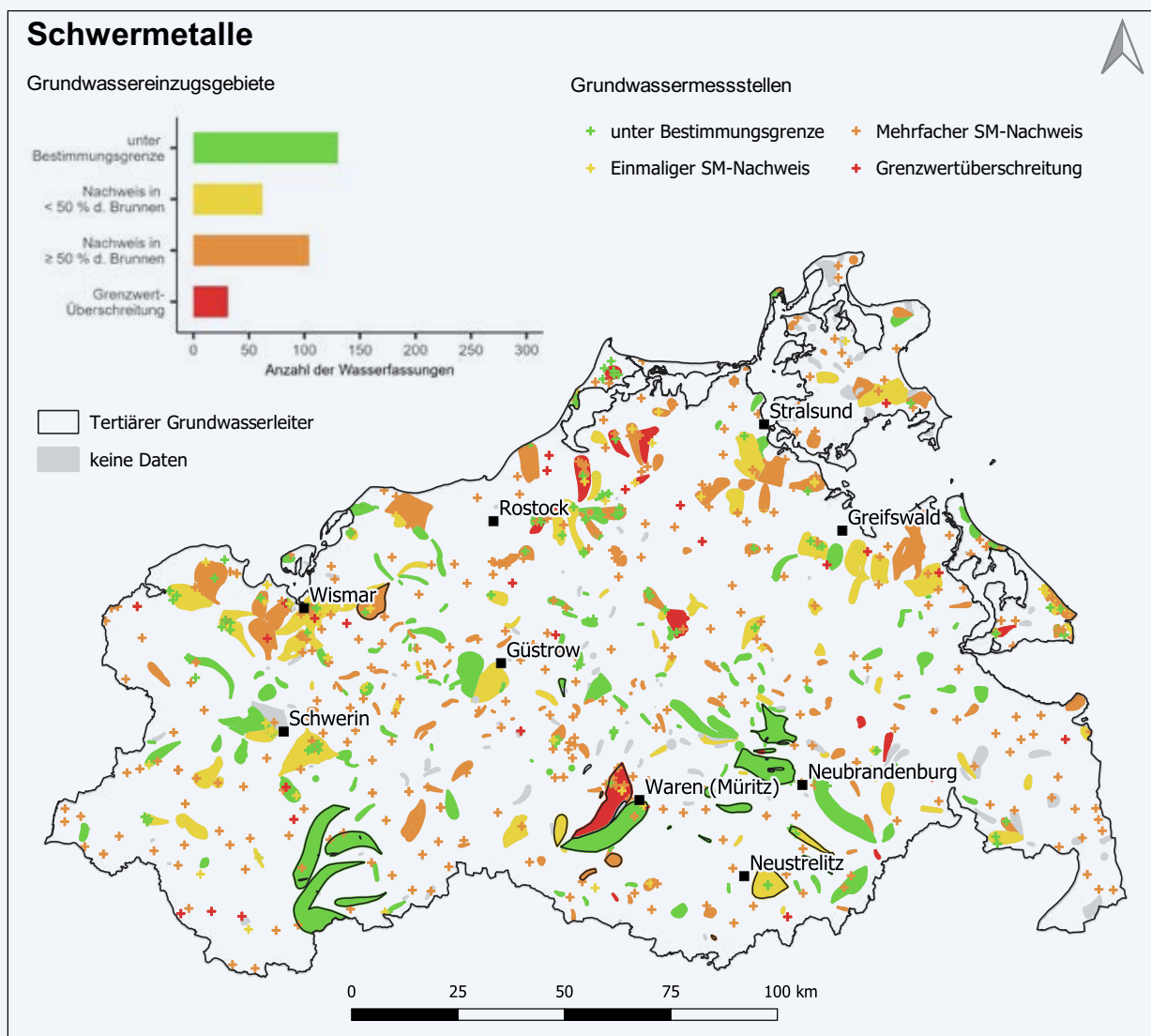


Abbildung 32: Nachweise und Grenzwertüberschreitungen von Schwermetallen

PFLANZENSCHUTZMITTEL UND RELEVANTE METABOLITEN

In der weit überwiegenden Anzahl der Wasserfassungen sind keine PSM oder rM nachgewiesen worden. Positivbefunde eines oder mehrerer PSM bzw. rM sind für 30 Wasserfassungen (11 %) zu verzeichnen. Wiederholte Überschreitungen des Grenzwerts ($0,1 \mu\text{g/l}$) wurden in acht Wasserfassungen (3 %) festgestellt. In der Abbildung 33 sind die Nachweise und Grenzwertüberschreitungen für PSM und rM von 273 Grundwassereinzugsgebieten der öffentlichen Trinkwasserversorgung sowie 466 Grundwassermessstellen visualisiert.

Im Gegensatz zu den Trinkwasserbrunnen sind Positivbefunde und Überschreitungen der Schwellenwerte in den flacheren Grundwassermessstellen deutlich häufiger. Regional treten vermehrte Positivbefunde sowie Überschreitungen der Schwellenwerte bei den Grundwassermessstellen insbesondere im Landkreis Ludwigslust-Parchim auf, in welchem unbedeckte Grundwasserleiter verbreitet sind (MLU 2019b). Von Positivbefunden und Grenzwertüberschreitungen sind jedoch auch Wasserfassungen westlich Greifswald im Raum Grimm betroffen, deren Einzugsgebiete überwiegend durch bindige Deckschichten geprägt sind. Nähere Erläuterungen zu den nachgewiesenen Stoffen sind dem Anhang 4 zu entnehmen.

Angesichts der Befunde und des fortwährend hohen Absatzes von PSM (UBA 2020a) ist anzunehmen, dass – wenn hier keine Trendwende eintritt – zukünftig auch in weiteren Wasserfassungen PSM-Befunde zu verzeichnen sein werden. Da einige in der Vergangenheit eingesetzte Wirkstoffe persistent sind und Wirkstoffe unter anaeroben Bedingungen zum Teil nicht oder nur sehr langsam abgebaut werden, besteht eine Gefährdung durch PSM und rM auch für potenziell gut geschützte Grundwasserressourcen.

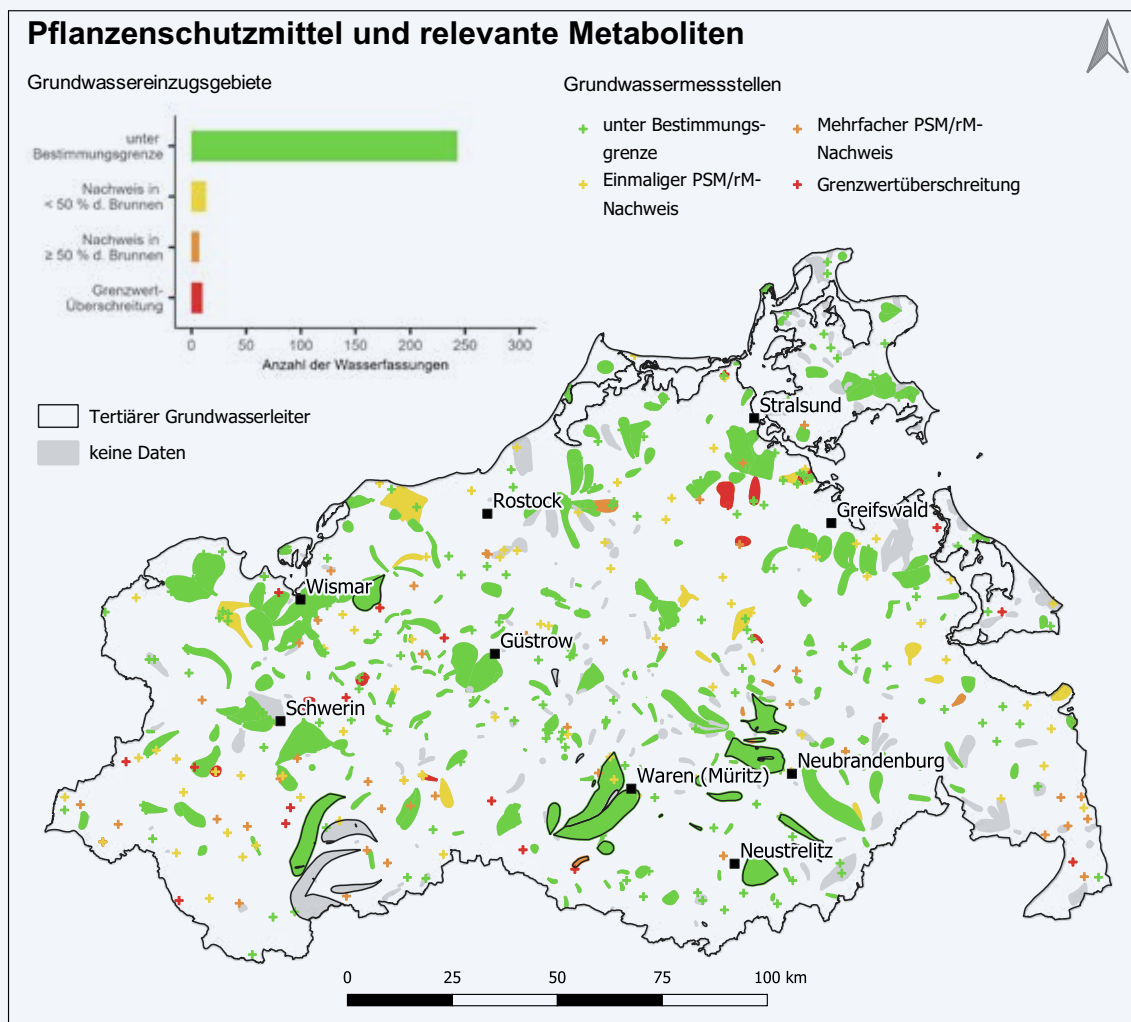


Abbildung 33: Nachweise und Grenzwertüberschreitungen von Pflanzenschutzmitteln (PSM) und relevanten Metaboliten (rM)

NICHT RELEVANTE METABOLITEN (NRM)

Unwirksame Abbauprodukte von Pflanzenschutzmitteln (= nicht relevante Metaboliten – nrM) werden im Grundwasser deutlich häufiger als die eigentlichen Wirkstoffe nachgewiesen. NrM selbst wirken nicht toxisch. Dennoch kann der Nachweis eine Anpassung der Rohwasseraufbereitung erfordern, da in Abhängigkeit von den verwendeten Aufbereitungsverfahren die Gefahr einer Bildung humantoxikologisch relevanter Transformationsprodukte bestehen kann. So ist es beispielsweise möglich, dass durch die in der Trinkwasseraufbereitung verwendete Ozonung aus N,N-Dimethylsulfamid (DMS) das kanzerogen wirkende N-Nitrosodimethylamin (NDMA) gebildet wird (Schmidt & Brauch 2008).

Die Bewertung der nrM erfolgt anhand gesundheitlicher Orientierungswerte (GOW), die vom Umweltbundesamt festgelegt und zuletzt im Mai 2020 dem aktuellen Wissensstand angepasst wurden (UBA 2020b). Der GOW ist ein Vorsorgewert zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der als Schwellenwert für die Prüfung möglicher Maßnahmen zur Minimierung der Kontamination des Rohwassers fungiert (UBA 2018). Nach Auffassung des UBA sind ungeachtet ihrer geringen toxikologischen Wirksamkeit nrM-Konzentrationen > 10 µg/l grundsätzlich nicht hinnehmbar (UBA 2020b).

Für insgesamt 276 Wasserfassungen lagen Analysenergebnisse nrM von 962 Trinkwasserbrunnen aus dem Zeitraum 2010–2019 vor, wobei die Anzahl der jeweiligen Analysen und der Parameterumfang variieren. In der Mehrheit der Wasserfassungen lag die Konzentration der untersuchten nrM unterhalb der Bestimmungsgrenze (Abbildung 34). 34 % der Wasserfassungen weisen Positivbefunde eines oder mehrerer nrM auf. In zwei Wasserfassungen (0,7 %) wurde der GOW überschritten. Nähere Erläuterungen zu einzelnen Verbindungen enthält der Anhang 4.

Überschreitungen des GOW sind in den oftmals oberflächennah ausgebauten Grundwassermessstellen deutlich häufiger nachweisbar. Insgesamt verdeutlichen die Befunde der Grundwassermessstellen den umfassenden und flächendeckenden Einsatz von PSM und die daraus resultierenden möglichen Einträge von Wirkstoffen und Wirkstoff-Metaboliten in das Grundwasser.

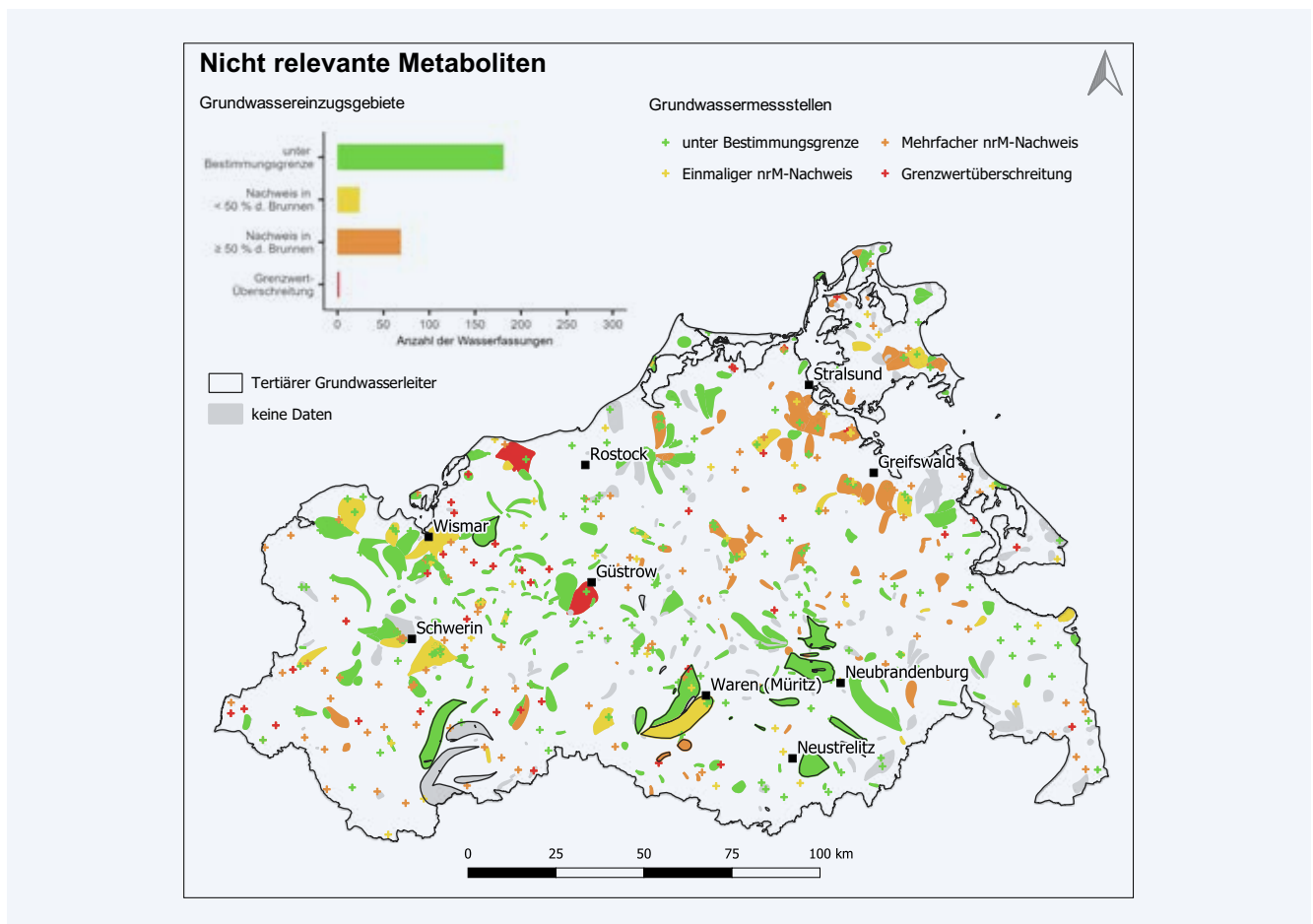


Abbildung 34: Nachweise und GOW-Überschreitungen von nicht relevanten Metaboliten (nrM)

ABWASSERMARKER

Zu den Abwassermarkern zählen sowohl die bereits seit einigen Jahren untersuchten Arzneistoffe Carbamazepin und Sulfamethoxazol als auch die mit dem aktualisierten Rohwassererlass 2019 neu in die Parameterliste aufgenommenen Süßstoffe Acesulfam-K, Cyclamat und Saccharin. In der Abbildung 35 sind die Befunde der untersuchten Trinkwasserbrunnen und Grundwassermessstellen visualisiert.

Die stoffspezifischen Grenzwerte der Trinkwasserverordnung wurden in allen bereits untersuchten Brunnen eingehalten. Es liegen aber bislang nur Analysen für ca. $\frac{2}{3}$ der Wasserfassungen vor, so dass keine endgültigen Aussagen zu regionalen Belastungen im Grundwasser möglich sind.

Im Rahmen des Monitorings der Fließgewässer von M-V zeigte sich, dass Arzneimittel an 99 % aller Messpunkte nachweisbar sind (Nawrocki 2019). Neben dem humanpharmakologischen Gebrauch wird das Antibiotikum Sulfamethoxazol auch in der Tierhaltung eingesetzt. Grundsätzlich sind Positivbefunde der Abwassermarker jedoch vermehrt in urbanen Siedlungsräumen zu erwarten.

Obwohl Abwassermarker in weniger als 5 % der Wasserfassungen nachgewiesen wurden, verdeutlichen die landesweiten Befunde an Grundwassermessstellen sowie die Belastung der Oberflächengewässer die Bedeutung der Parameter zur frühzeitigen Identifikation anthropogener Einflüsse. Eine perspektivische Zunahme der Einträge von Arznei- und Süßstoffen in das Grundwasser ist nicht auszuschließen.

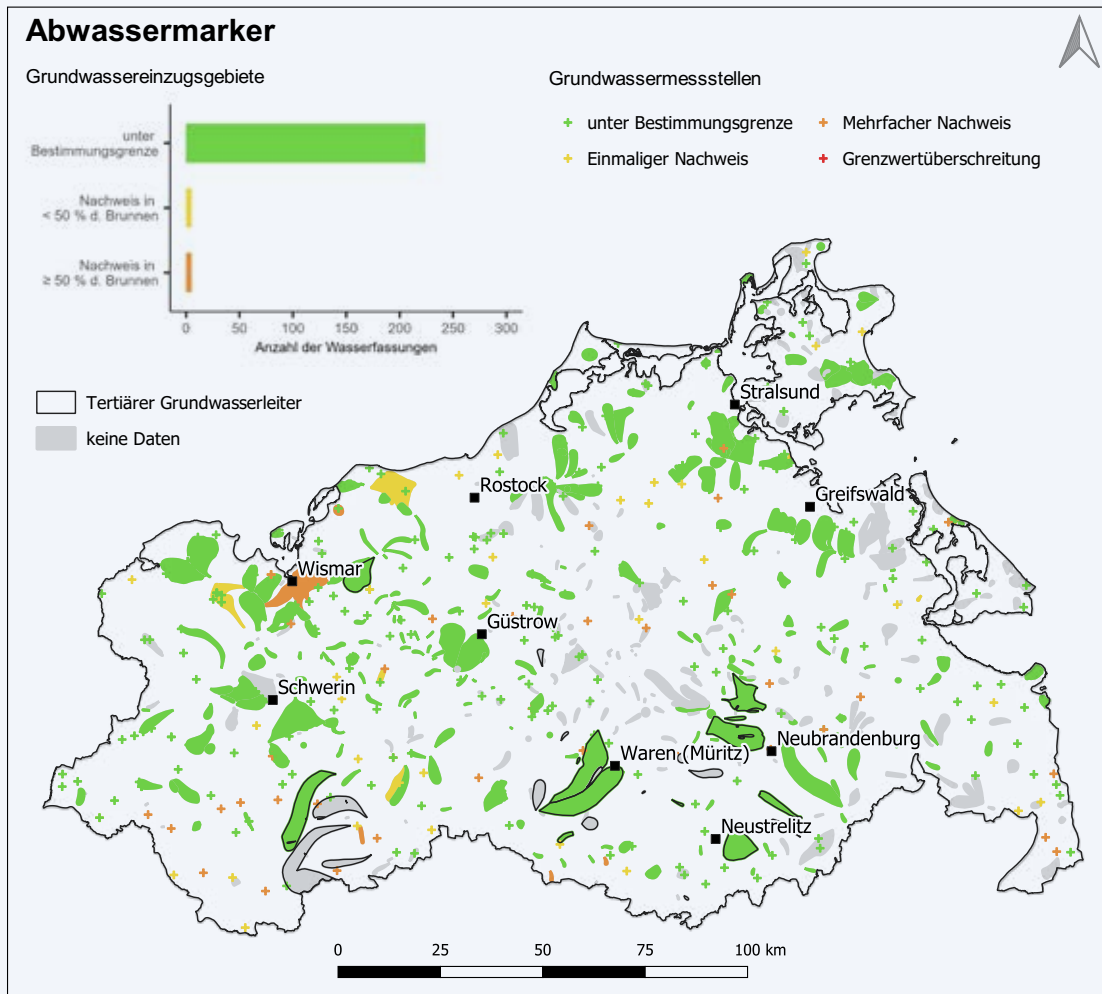


Abbildung 35: Nachweise und Grenzwertüberschreitungen von Abwassermarkern

3.3.4 Zusammenfassung Rohwasserqualität

Das Grundwasser in M-V ist allgemein von einer guten Qualität, die in der Regel eine konventionelle Wasseraufbereitung gestattet. Seine hydrochemische Zusammensetzung deutet vielfach auf eine Beeinflussung durch Nitratreinträge aus der landwirtschaftlichen Flächennutzung hin. Zum Teil starke Überschreitungen des Nitratgrenzwerts in den flacheren Grundwassermessstellen belegen das hohe Gefährdungspotential. In den tieferen, von den Wasserfassungen erschlossenen Grundwasserleitern liegen die Nitratgehalte zumeist deutlich unterhalb des Grenzwerts der Trinkwasserverordnung, hier sind aber häufig erhöhte Sulfatgehalte und die Freisetzung ansonsten immobiler Schwermetalle, wie z. B. Uran, als sekundäre Folgen des Nitratabbaus zu beobachten. Die Nitratabbauprozesse gehen einher mit einer pH-Wert-Absenkung und einer zunehmenden Kalkaggressivität. Daher kann in Zukunft vermehrt eine Anpassung der Aufbereitungstechnologie (zusätzliche Entsäuerung) erforderlich werden. Aufgrund des begrenzten Nitratabbauvermögens ist mittel- bis langfristig auch in den Wasserfassungen mit steigenden Nitratgehalten zu rechnen.

Deutlich wird die Vulnerabilität der genutzten Grundwasserressourcen gegenüber diffusen Stoffeinträgen aus der Landwirtschaft anhand der verbreiteten Positivbefunde von PSM-Metaboliten. Auch persistente PSM-Wirkstoffe, die zum Teil in den genutzten Grundwasserleitern in hohen Konzentrationen auftreten und als gesundheitsgefährdend einzustufen sind, stellen eine Bedrohung der genutzten Grundwasserressourcen dar.

In den Küstenregionen ergeben sich zusätzlich aus der saisonal hohen Grundwasserentnahme Gefährdungspotentiale. So kann die Übernutzung der Grundwasserressourcen in Abhängigkeit von den geologischen Lagerungsverhältnissen zu einer Intrusion von Brackwasser oder dem Aufstieg salzhaltiger Wässer aus dem tieferen Untergrund führen. Obgleich aktuell nur lokal erhöhte Salzgehalte beobachtet wurden, zeigen historische Brackwasserintrusionen, welche sich bis heute auf die Trinkwasserqualität auswirken, wie wichtig eine nachhaltige Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen in den Küstenregionen ist.

Im Gegensatz zu urbanen oder durch eine intensive Viehhaltung geprägten Regionen in anderen Bundesländern spielen Arzneistoffe im Grundwasser bislang nur eine nachgeordnete Rolle in M-V. Aufgrund der unvollständigen Datenlage ist jedoch nicht auszuschließen, dass diese Einschätzung revidiert werden muss. So deutet sich an, dass in Ballungsräumen durchaus vermehrt Abwassermarker in die genutzten Grundwasserleiter verlagert werden und somit auch relevante Einträge von Arzneistoffen nicht auszuschließen sind.

Angesichts der vielfachen Belastung der untersuchten Rohwässer wird deutlich, dass die Sicherung der Trinkwasserqualität die WVU zukünftig vor große Herausforderungen stellen wird. In der Tabelle 3 sind die Gefährdungspotentiale und Entwicklungstrends zusammenfassend dargestellt. Es zeigt sich, dass die Rohwasserbeschaffenheit vor allem durch Stoffeinträge aus der landwirtschaftlichen Nutzung gefährdet ist. Aufgrund der Fließzeiten im Grundwasser von mehreren Jahrzehnten werden sich die beschriebenen Tendenzen – selbst bei einer radikalen Minderung der Stoffeinträge – noch lange fortsetzen und viele WVU zu Anpassungsmaßnahmen zwingen.

Tabelle 3: Rohwasserqualität – Bewertung der Gefährdungspotentiale

Gefährdungspotential	Bewertung
Aufstieg salinarer Tiefenwässer	bekannt, keine Änderung in der Zukunft
Brackwasserintrusion	bekannt, ggf. höherer Monitoringbedarf bei steigendem Meeresspiegel und sinkendem Grundwasserdargebot
Streusalz	lokales Problem
Nitratreintrag	Anstieg der Konzentration im Grundwasser zu erwarten, da derzeit verbreitet >100 mg/l im Sickerwasser (Kunkel 2016) bei begrenztem Abbauvermögen (DVGW 2013)
Sulfatbildung	kontinuierlicher Anstieg der Konzentration im Grundwasser in den letzten Jahrzehnten beobachtet (MLU 2019b); weiterer Anstieg bis zur Erschöpfung des Nitratabbauvermögens zu erwarten
Schwermetallmobilisierung	Anstieg der Konzentration im Grundwasser bei weiterem Nitratreintrag zu erwarten
Pflanzenschutzmittel	zunehmender Nachweis auch in tieferen Grundwasserleitern zu erwarten
Abwassermarker	Zunahme der Nachweise in urbanen Siedlungsräumen möglich

4 Handlungsbedarf

Im Kapitel 3 wurden die Entwicklung des Wasserbedarfes und der zur Verfügung stehenden Rohwasserressourcen analysiert und mögliche zukünftige Änderungen abgeschätzt. Die Veränderungen vollziehen sich in unterschiedlichen Zeiträumen – während z. B. eine demografisch verursachte Minderung des Wasserbedarfes mittel- bis langfristig wirkt, ist die Verschlechterung der Rohwasserqualität schon heute spürbar. In der Tabelle 4 sind die Herausforderungen für die Wasserwirtschaft zusammenfassend und nach Dringlichkeit geordnet dargestellt.

Tabelle 4: Herausforderungen und Handlungsbedarfe

Herausforderung	Wirkzeitraum	Handlungsbedarf
Verschlechterung der Rohwasserqualität	schon heute gegeben, Stoffeinträge wirken noch Jahrzehnte nach	landesweit und dringend
Bedarfssteigerung durch den Ausbau des Tourismus	sehr dynamisch, innerhalb weniger Jahre	in Tourismusregionen dringend
verstärkte landwirtschaftliche Bewässerung	dynamisch innerhalb von mehreren Jahren, ggf. verstärkt durch klimatische Änderungen	landesweit in regional unterschiedlicher Dringlichkeit
klimatisch bedingte Verminderung des Wasserdargebotes	kommende Jahrzehnte, schnellere Reaktion bei Oberflächenwassernutzung	landesweit und dauerhaft
Bedarfsänderung durch demografischen Wandel	Jahrzehnte	lokale Anpassungen

Es wird erwartet, dass die fortschreitende Verschlechterung der Wasserqualität in den nächsten Jahren und Jahrzehnten verstärkte Anpassungsmaßnahmen erfordern wird. Dabei sind sowohl administrative Maßnahmen zur Verminderung der Stoffeinträge in die ober- und unterirdischen Gewässer als auch technische Maßnahmen zur erweiterten Trinkwasseraufbereitung zu diskutieren.

Der weitere Ausbau der Tourismuswirtschaft führt in den betroffenen Regionen zu schnell steigenden Trinkwasserbedarfen, die wiederum einen zügigen Ausbau der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur erforderlich machen. Wenn der Bedarf das Wasserdargebot des Versorgungsraumes überschreitet, sind überregionale Ansätze, wie z. B. der Bau von Wasserüberleitungen aus anderen Versorgungsräumen, erforderlich. In der Regel werden die touristisch bedingten Bedarfssteigerungen in den lokalen Trinkwasserversorgungskonzepten berücksichtigt, die durch die WVU erarbeitet werden.

Ein zunehmender landwirtschaftlicher Bewässerungsbedarf kann eine Konkurrenz zur Trinkwasserversorgung darstellen. Bei der Entscheidung über die Neuvergabe von Wasserrechten aus dem Grundwasser hat zwar die öffentliche Wasserversorgung das Primat (LWaG 1992), bei knapper werdenden Wasserressourcen ist aber eine vorausschauende Genehmigungspraxis wichtig, um einerseits die Trinkwasserversorgung zu sichern und andererseits landwirtschaftlichen Betrieben Investitionssicherheit zu geben.

Die Auswirkungen klimatischer Veränderungen auf das (Grund-)Wasserdargebot werden erst mittel- bis langfristig sichtbar. Bei einer Verminderung des Angebotes sind auch zunehmende Probleme mit der Wasserqualität sowie verstärkte Nutzungskonflikte mit der Landwirtschaft und dem Naturschutz zu erwarten. Es ist möglich, das Wasserdargebot durch naturräumliche Maßnahmen zu erhöhen (Hennig & Hilgert 2021; RPV 2018). Weil deren Planung und flächenhafte Umsetzung aber ebenfalls nur mittelfristig umsetzbar ist, müssen Anpassungsschritte bereits jetzt eingeleitet werden.

Vor allem in ländlichen Regionen wird sich infolge des demografischen Wandels der Trinkwasserbedarf allmählich verringern. Eine nennenswerte Kompensation klimatisch bedingter Veränderungen ist dadurch nicht zu erwarten, da die Bedarfsreduzierung zu gering ist und sich vor allem in dünn besiedelten Regionen auswirken wird, in denen das natürliche Wasserdargebot meist deutlich über dem Bedarf liegt. Vielmehr hat die geringere Trinkwasserabnahme zur Folge, dass sich die Fixkosten bei der Wasseraufbereitung und Verteilung erhöhen und die wasserwirtschaftlichen Anlagen sukzessiv an geringere Durchflüsse angepasst werden müssen. Entgegen dem allgemeinen Trend wird für das Mittelzentrum Rostock / Bad Doberan eine moderate Bevölkerungszunahme und damit ein Anstieg des Trinkwasserbedarfes erwartet. Diese langfristigen Entwicklungen sind den betroffenen WVU in M-V bekannt und werden bei der Erneuerung von Anlagen berücksichtigt. Ein überregionaler Handlungsbedarf ist nicht gegeben, so dass eine weiter vertiefte Betrachtung innerhalb dieser Trinkwasserversorgungskonzeption M-V nicht erforderlich ist.

5 Handlungsoptionen

Um eine hochwertige Trinkwasserversorgung auch dauerhaft kostengünstig sicherstellen zu können, müssen Anpassungsschritte möglichst frühzeitig eingeleitet werden. Die im Kapitel 5 dargestellten Handlungsoptionen sind grundsätzlich gut geeignete Reaktionen auf die identifizierten Herausforderungen. Die Auswahl der in Kapitel 6 getroffenen Maßnahmen konzentriert sich auf solche, die landesweit von Relevanz sind und deren Umsetzung nach Einschätzung der Autoren und der projektbegleitenden Arbeitsgruppe erwogen werden sollte. Zusätzliche Maßnahmenvorschläge enthält z. B. LAWA (2017).

5.1 Herausforderung Rohwasserqualität

Eine allmähliche Verschlechterung der Rohwasserqualität ist – mit regional unterschiedlicher Ausprägung – in ganz M-V zu beobachten. Der Anstieg der Sulfat-, Nitrat- und Schwermetallkonzentrationen sowie vermehrte Nachweise von PSM und deren Metaboliten sind vor allem auf die landwirtschaftliche Nutzung in den Einzugsgebieten zurückzuführen (Kapitel 3.3). Viele WVU sehen in der sich verschlechternden Rohwasserqualität die größte Gefährdung für die zukünftige Trinkwasserversorgung (Kapitel 2.7.1).

Angesichts dieser Entwicklung ist ein dringender Handlungsbedarf gegeben, wobei präventive und reaktive Handlungsoptionen unterschieden werden können (UBA 2017a). Während präventive Maßnahmen zum Ziel haben, die Qualität der genutzten Wasserressourcen zu erhalten und langfristig zu verbessern, beinhalten reaktive Handlungsoptionen das Ausweichen auf weniger belastete Wasserressourcen oder die Anpassung der Aufbereitungstechnologie an die sich verschlechternde Rohwasserqualität.

In der Regel sind vorsorgende Maßnahmen kosteneffizienter als nachträgliche technische Maßnahmen (UBA 2017a). Angesichts der zum Teil weit fortgeschrittenen Belastung des Grund- und Oberflächenwassers werden in M-V perspektivisch beide Maßnahmenkategorien zur Anwendung kommen müssen. Aus Gründen des Gewässerschutzes und der Kosteneffizienz haben präventive Maßnahmen den Vorrang, bei Überschreitung der Grenzwerte der Trinkwasserversorgung ist lokal eine Ergänzung durch reaktive Maßnahmen erforderlich.

5.1.1 Präventive Maßnahmen

Präventive Maßnahmen wirken sich sowohl auf die Qualität des Grund- als auch des Oberflächenwassers positiv aus, so dass in den weiteren Ausführungen keine Spezifizierung erforderlich ist. Der Unterschied besteht vor allem im Zeithorizont. Angesichts der Grundwasserfließzeiten von mehreren Jahrzehnten spiegelt sich eine Änderung der Landnutzung erst mittel- bis langfristig in der Grundwasserqualität wider. In einem durch Dränzuflüsse geprägten Oberflächengewässer hingegen sind erste Effekte schon nach wenigen Jahren zu erwarten.

Im Folgenden werden mögliche präventive Maßnahmen erläutert. Um einen wirksamen Schutz vor anthropogen eingetragenen Schadstoffen zu erzielen, müssen sie auf möglichst großen Flächen des Einzugsgebietes umgesetzt werden, eine Beschränkung auf die WSG ist nicht ausreichend.

Seit je her im Rahmen der Düngeberatung und insbesondere im Rahmen der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-Wasserrahmenrichtlinie) erfolgt in M-V eine grundlegende Beratung der Landwirte. Diese umfasst die landesweite Erarbeitung und Bereitstellung von Grundlagendaten, Forschungsergebnissen und Fachinformationen sowie die Durchführung von Fachveranstaltungen und die Schulung von Beratern im Agrarbereich.

Durch das Ministerium für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt (LM) werden seit 2016 für Landwirte weiterhin kostenlose Beratungsdienstleistungen zu allen praktischen Fragen des Grundwasserschutzes angeboten. Veranstaltungen, Rundschreiben, Feldversuche und Feldbesichtigungen ergänzen die Beratung, die durch die EU kofinanziert wird. Diese ergänzende Beratung kann auf Antrag des Landwirtes gefördert werden. Sie kann neben der EG-Wasserrahmenrichtlinien-Beratung auch andere Umweltthemen wie z. B. Wasser- und Bodenschutz oder Biodiversität umfassen, so dass hier Synergien gegeben sind. Es gibt ebenso einen Beratungsschwerpunkt zu Fragen des ökologischen Landbaus. Kernziel ist hier die Unterstützung des ökologischen Landbaus aufgrund seiner positiven Effekte für den Grundwasserschutz, die Beschaffenheit der Oberflächengewässer, den Boden und die Biodiversität. Die Beratungsinhalte sollten künftig noch stärker auf den Gewässerschutz und die Vermeidung von Stoffeinträgen ausgerichtet und für Bewirtschafter in WSG besonders attraktiv ausgestaltet werden.

FREIWILLIGE KOOPERATION ZWISCHEN WASSERWIRTSCHAFT UND LANDWIRTSCHAFT

Durch Kooperationsmodelle ist es möglich, den Nährstoffaustrag aus dem Boden signifikant zu senken (Quirin et al. 2020; UBA 2017a). Die Kooperation verknüpft eine Beratung zur gewässerschonenden Landbewirtschaftung mit Ausgleichszahlungen für Mehraufwendungen und/oder Ertragseinbußen. Mögliche landwirtschaftliche Maßnahmen, durch die eine Verminderung des Nährstoffüberschusses erzielt werden kann, sind beispielsweise eine reduzierte Stickstoffdüngung, die Begrünung mit Zwischenfrüchten oder eine gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung. Die Ausgleichszahlungen können, wie z. B. beim niedersächsischen Kooperationsmodell, als feste Beträge für die Umsetzung freiwilliger Vereinbarungen oder, wie bei der Rheinisch-Westfälischen Wasserwerksgesellschaft mbH (RWW), als erfolgsorientierte Prämienzahlungen konzipiert sein.

Das Ziel der genannten Kooperationsmodelle war es, den mineralisierten Stickstoffgehalt im Boden auf 35 kg N/ha bzw. 30 kg N/ha zu verringern, um eine Nitratkonzentration im Sickerwasser von 50 mg/l nicht zu überschreiten. Über das niedersächsische Kooperationsmodell gelang es, die Hoftorbilanzüberschüsse um durchschnittlich 42 % zu senken und die Nitratkonzentrationen im Grundwasser um durchschnittlich 10 % zu vermindern (Quirin et al. 2020). Allerdings wirken z. B. in Niedersachsen der generell zu hohe Wirtschafts- und Mineraldüngereinsatz, der Umbruch von Grünland- und Brachflächen sowie der hohe Maisanteil und das hohe Aufkommen an Gärresten infolge des Betriebes von Biogasanlagen den Erfolgen des Kooperationsmodells entgegen (NLWKN 2019). Eine Abschätzung, wie stark der mineralisierbare Stickstoffgehalt im Boden durch verschiedene Maßnahmen des nordrheinwestfälischen Kooperationsmodells gemindert werden konnte enthält Vidaurre & Schmitt (2021).

Die Kosten für die jährlichen Ausgleichszahlungen lagen zwischen 50 €/ha und 100 €/ha; beim Prämienmodell wird bei Zielerreichung ein Jahresbetrag von 200 €/ha in Aussicht gestellt. Unter Ansatz einer mittleren Grundwasserspeisungsrate von 100 mm/a erhöhen diese Ausgleichszahlungen den Wasserpreis um 0,05 - 0,20 €/m³. Eine ähnliche Größenordnung für präventive Maßnahmen (0,03 - 0,25 €/m³) ergab ein BDEW-Gutachten, in dem Angaben von 181 WVU ausgewertet wurden (Oelmann et al. 2017).

Eine weitere Variante der Kooperation ist die Initiative Wasserschutzbrot⁶, die 2018 den Deutschen Nachhaltigkeitspreis des Bundesministeriums für Bildung und Forschung erhalten hat. Hier verzichten Landwirte in Franken und Niederbayern beim Weizenanbau auf die letzte Stickstoffgabe vor der Ernte, wodurch Nährstoffüberhänge im Boden und die Auswaschung ins Grundwasser reduziert werden. Der „Wasserschutz-Weizen“ hat einen etwas geringeren Eiweißgehalt und wird in regionalen Bäckereien zum Wasserschutzbrot verarbeitet. Die Landwirte erhalten einen freiwilligen Ausgleich von ihrem örtlichen WVU. Auch in Vorpommern wird im Rahmen des Projektes VoCo – Vorpommern Connect eine gleichartige Initiative vorbereitet⁷.

⁶ <https://wasserschutzbrot.de/>

⁷ https://www.uni-greifswald.de/storages/uni-greifswald/fakultaet/rsf/lehrstuehle/lis-beckmann/Bilder/VoCo/Presse/VoCo-MSB-2_Materialsammlung-SWS-1.pdf

ÖKOLOGISCHE BEWIRTSCHAFTUNG IN WASSERSCHUTZGEBIETEN

Durch eine ökologische Landbewirtschaftung können die Stoffemissionen effektiv gesenkt werden, da der Einsatz von Düngemitteln durch besondere Vorgaben stärker reglementiert und die Verwendung von PSM weitgehend verboten ist. Vorteilhaft ist auch, dass Fördermöglichkeiten über Bioprämien bestehen und die Beratung über die Bioverbände sowie die Kontrolle im Rahmen der EU-Verordnung⁸ und der Verbandsrichtlinien der ökologischen Landwirtschaft geregelt sind (Heß 2017).

Den Ansatz einer konsequent ökologischen Landwirtschaft verfolgen zum Beispiel die Stadtwerke München GmbH am Wasserwerk Mangfalltal. Sie sind Eigentümer eines Teils der Flächen des Einzugsgebietes und verpachten diese seit 1992 nur noch an ökologisch wirtschaftende Betriebe. Auf weiteren Flächen wird die Umstellung auf eine ökologische Bewirtschaftung mit Ausgleichszahlungen von jährlich 230 €/ha gefördert (Haas 2010).

Die Kommunale Wasserwerke Leipzig GmbH hingegen hat mit der Wassergut Canitz GmbH ein landwirtschaftliches Tochterunternehmen gegründet, das Betriebsflächen im Eigentum der Stadtwerke bewirtschaftet und zuallererst dem Grundwasserschutz verpflichtet ist. Die ökologisch erzeugten Produkte werden regional vermarktet (Haas 2010; Heß 2017).

Auch in M-V wird die ökologische Landbewirtschaftung in WSG befördert. So gelten auf landeseigenen landwirtschaftlichen Nutzflächen, die sich in der Schutzzone II von WSG befinden und ab Oktober 2020 neu verpachtet werden bzw. deren Pachtvertrag verlängert werden muss, neue Verpachungskriterien. Dabei verzichten z. B. Öko-Landbaubetriebe aufgrund ihrer Wirtschaftsweise auf die Anwendung synthetischer Dünge- und Pflanzenschutzmittel. Den konventionell wirtschaftenden Betrieben ist die Anwendung nitrathaltiger Düngemittel in synthetischer oder organischer Form und jedweder PSM verboten. Weiterhin haben das Landwirtschaftsministerium, die Bodenverwertungs- und -verwaltungs GmbH (BVVG) (Landesniederlassung M-V) und der Zweckverband Kühlung ein Pilotprojekt abgestimmt, in dem auf BVVG-Flächen in der Schutzzone II eines WSG nur gewässerschonende Landbewirtschaftung zugelassen wird. Hierzu hat die BVVG im Jahr 2019 im WSG Teßmannsdorf ca. 32 ha Ackerland zur ökologischen Bewirtschaftung ausgeschrieben und an einen lokalen Öko-Betrieb für sechs Jahre verpachtet (mit dreijähriger Verlängerungsoption). Weitere Projekte sind wünschenswert.

RESTRIKTIVE NUTZUNGSBESCHRÄNKUNGEN IN WASSERSCHUTZGEBIETEN

Wie die Entwicklung der Rohwasserqualität (Kapitel 3.3) zeigt, reichen die bislang bestehenden und üblichen Nutzungsbeschränkungen, die sich am Katalog der Verbote und Nutzungsbeschränkungen der MusterVO (MLU 2014) orientieren, meistens nicht aus, einen wirksamen Schutz des Grundwassers zu erzielen.

Prinzipiell könnten durch restriktivere Nutzungsbeschränkungen die Stoffeinträge in die genutzten Wasservorkommen minimiert werden. Voraussetzung dafür wäre jeweils der gerichtsfeste Nachweis, dass die Beschränkungen erforderlich, geeignet und verhältnismäßig sind, um die Wasserressourcen als Trinkwasserquelle zu sichern. Dem Landnutzer und/oder Landeigentümer stünde für die dadurch verursachten wirtschaftlichen Nachteile ein angemessener Ausgleich bzw. eine Entschädigung zu (MLU 2017a). Im Falle eines Ausgleichs für eine stark eingeschränkte land- oder forstwirtschaftliche Nutzung wären nach Antragstellung und entsprechendem Nachweis Beträge von jährlich mehreren 100 €/ha möglich. Angesichts dieser Hürden wird eine Zusammenarbeit mit der Land- und Forstwirtschaft, die vom kooperativen Vorsorgegedanken getragen ist, als erfolgversprechender eingeschätzt.

⁸ Verordnung (EU) 2018/848 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 über die ökologische/biologische Produktion und Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates (ABl. L 150 vom 14.6.2018, S. 1)

WIEDERVERNÄSSUNG VON MOOREN

Besondere Auswirkungen auf die Gewässergüte ergeben sich durch die Bewirtschaftung von organischen Böden (in M-V in der Regel Niedermoorstandorte, im folgenden allgemein Moore). Der überwiegende Teil der Moore in M-V wurde entwässert, um sie der landwirtschaftlichen Nutzung zugänglich zu machen. Hierdurch werden nicht nur erhebliche klimaschädliche Emissionen, sondern auch Ammonium, Phosphate und gelöster organischer Kohlenstoff freigesetzt, die zu einer Eutrophierung der Oberflächengewässer und des Grundwassers führen und damit auch die Trinkwasserqualität negativ beeinträchtigen können. Die bestehende Dränung entwässert den Boden stetig und führt Niederschläge schneller ab, wodurch der Grundwasserspiegel dauerhaft in dem jeweiligen hydrologischen Einzugsgebiet absinkt, welches die Funktionalität des Lebensraums Moor mindert. Die Torfmineralisation setzt sich ungehindert fort. Durch die Wiedervernässung von trockengelegten Mooren wird zum einen der Abfluss entsprechender Abbauprodukte in die Gewässer vermindert, zum anderen wird durch die reinigenden und stoffbindenden Eigenschaften des Moores, die Wasserqualität nachweislich verbessert. Durch die gezielte Nutzung bestimmter Paludikulturen können Synergien in Gebieten entstehen, wo Flächen der Waldmehrung an geeigneten Moorstandorten unmittelbar angrenzen.

WALDMEHRUNG UND WALDUMBAU

Durch die Aufforstung zuvor landwirtschaftlich genutzter Flächen ist es möglich, die Gefahr des Eintrags von Nährstoffen und PSM in das Grundwasser entscheidend und nachhaltig zu senken. Da Böden unter landwirtschaftlicher Nutzung meist einen hohen Humusgehalt und damit ein hohes Reservoir an mineralisierbarem Stickstoff aufweisen, das den Bedarf junger forstwirtschaftlicher Bestände übersteigt, ist vor der Aufforstung eine gezielte Aushagerung zu empfehlen (DVGW 2020).

Trotz der höheren Verdunstungsraten des Waldes kann die Aufforstung gedränter Standorte sogar zu einer Erhöhung des Grundwasserdargebotes führen, weil derzeit über die Dränung ein Großteil des Niederschlagswassers ungenutzt abgeführt wird (Hennig & Hilgert 2007). Bei der Aufforstung sollten standorttypische Laubbäume bevorzugt werden, die im Vergleich zu Nadelbäumen eine geringere Transpiration aufweisen. Unter Laubbäumen ist darüber hinaus die atmosphärische Stickstoffdeposition geringer und die Stickstoffspeicherung in der Humusaufgabe höher (DVGW 2020). Aus diesem Grund kann auch ein Umbau von Nadelwäldern in laubbaumreiche Mischwälder einen Beitrag zur Reduzierung von Stickstoffeinträgen in die Gewässer leisten.

Unter Einbeziehung der weiteren Ökosystemleistungen des Waldes für den Klimaschutz, die Biodiversität und das Landschaftsbild kommt Hirschfeld in RPV (2018) zu dem Schluss, dass eine Waldmehrung innerhalb von zehn Jahren einen gesellschaftlichen Gewinn abwerfen würde. Dies gelte auch für den Fall, dass dafür die Flächen aufgekauft werden müssten.

AUSWEISUNG VON TRINKWASSERVORBEHALTS-/VORRANGGEBIETEN TRINKWASSERSICHERUNG

Angesichts der sich landesweit verschlechternden Rohwasserqualität ist zu empfehlen, auch geohydraulisch und hydrochemisch hochwertige Grundwasservorkommen unter Schutz zu stellen, die derzeit noch keiner Nutzung unterliegen, aber perspektivisch benötigt werden können. Diese Ressourcen sollten in den Raumplanungen ausgewiesen und ähnlich wie Trinkwasserschutzzonen behandelt werden. Eine solche Forderung wird auch vom DVGW unterstützt (DVGW 2021).

In M-V sind im Landesraumentwicklungsprogramm (LEP M-V 2016) neben den bestehenden Wasserschutzgebieten 21 Vorbehaltsgebiete Trinkwassersicherung ausgewiesen, die im Rahmen der Regionalen Raumentwicklungsprogramme (RREP) zu Vorranggebieten entwickelt werden sollen. Konzeptionelle Arbeiten zur Ausweisung der Vorranggebiete sind bereits erfolgt und werden im Anhang 5 erläutert.

ETABLIERUNG EINER KONTROLLIERTEN DRÄNUNG

Etwa die Hälfte der landwirtschaftlichen Fläche von M-V ist gedränt (Koch et al. 2010). Die Dräne bewirken eine schnelle Entwässerung des Bodens, so dass sein Nitratabbauvermögen nur unvollständig genutzt werden kann und Stoffe wie Nitrat, Phosphor und PSM verstärkt über Makroporen und Dräne ausgewaschen werden (Kahle et al. 2008). Das führt in erster Linie zu einer Belastung der Oberflächengewässer, die die Vorflut für die Dränung darstellen. Aufgrund der verminderten Abbauprozesse in der Bodenzone ist aber auch eine höhere Nitratkonzentration des Sickerwassers unterhalb der Dräne zu erwarten.

Bei einer kontrollierten Dränung werden die Dränabläufe temporär verschlossen, um die Entwässerung zu unterbinden und die Bodenfeuchte zu erhöhen. Untersuchungen dazu wurden von der Universität Rostock durchgeführt (Kahle et al. 2012). Das primäre Ziel war es, den Nitratabbau in der Bodenzone durch die Einstellung reduktiver Verhältnisse zu fördern. Die Felduntersuchungen deuteten aber darauf hin, dass am Untersuchungsstandort „Dummerstorf“ vor allem der verminderte Abfluss über die Dräne zu einer Reduzierung der Stofffrachten in den Gewässern führte (Kahle et al. 2018). Eine kontrollierte Dränung, kombiniert mit einer den Nitrat im Boden im Herbst vermindern Flächenbewirtschaftung würde sich auch positiv auf den Boden und Grundwasserhaushalt auswirken (Kapitel 5.3 und 5.4).

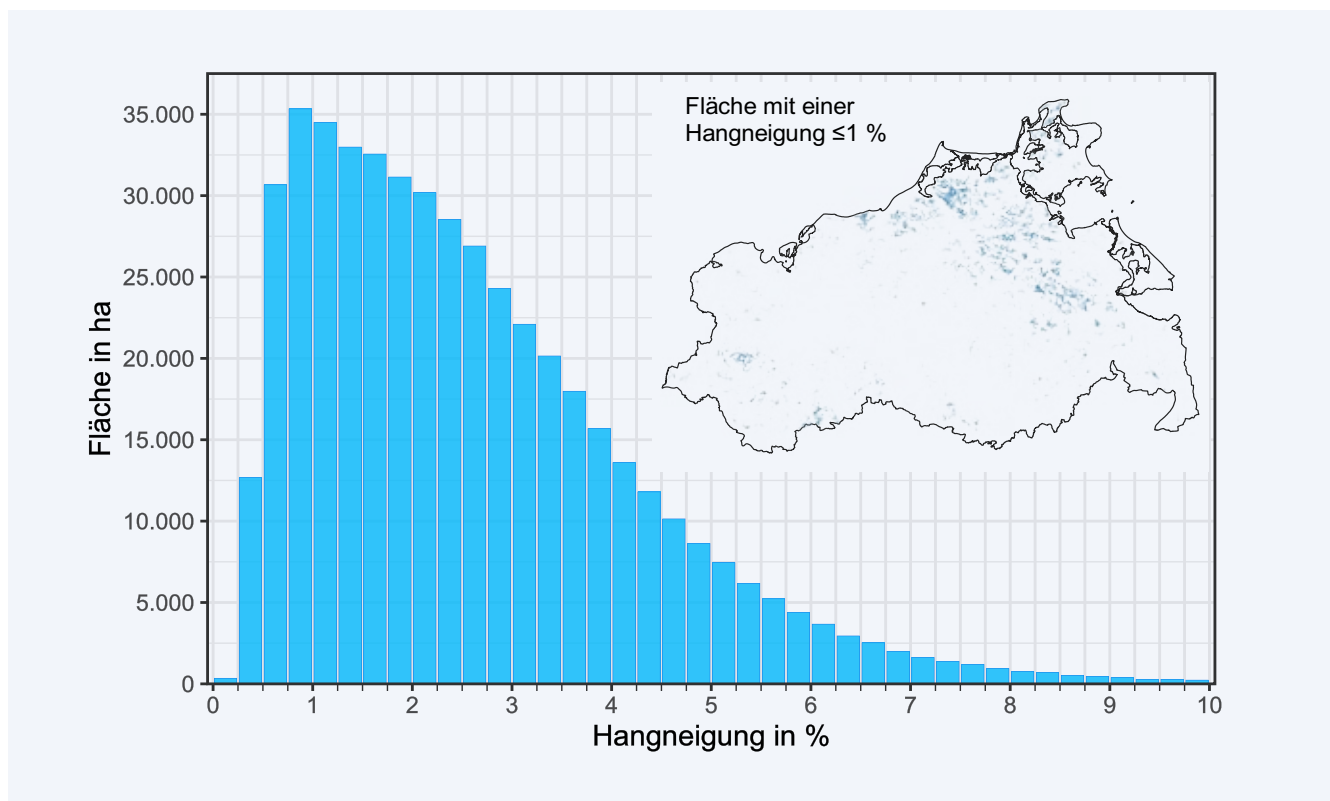


Abbildung 36: Hangneigung gedränkter Ackerböden
(Berechnung auf der Basis des DGM 1 für Dränflächen entsprechend Koch et al. 2010;
Auswertung für die Medianwerte eines 1 ha - Rasters)

Je flacher das Geländegefälle ist, desto weniger Staulemente werden benötigt, um das Wasser gleichmäßig in der Fläche zurückzuhalten. Besonders günstig ist ein Gefälle unter 1 %. Das Histogramm in der Abbildung 36 zeigt die Gefälleverhältnisse gedränkter Ackerböden in M-V. Auf knapp 80.000 ha ist die mittlere Neigung kleiner als ein 1 %. Der Großteil dieser Flächen liegt in der Region Vorpommern, die durch hohe Stoffbelastungen und ein geringes Grundwasserangebot gekennzeichnet ist (Kapitel 3.3, MLU 2019b).

Übersicht Präventive Handlungsoptionen Rohwasserqualität:

- Gewässerschutzberatung
- Freiwillige Kooperation zwischen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft
- Ökologische Bewirtschaftung in WSG
- Restriktive Nutzungsbeschränkungen in WSG
- Wiedervernässung von Mooren
- Waldmehrung und ggf. Waldumbau innerhalb der Einzugsgebiete
- Ausweisung von Trinkwasservorbehalts-/Vorranggebieten Trinkwassersicherung
- Etablierung einer kontrollierten Dränung

5.1.2 Reaktive Maßnahmen

Wenn es nicht gelingt, die Rohwasserqualität durch präventive Maßnahmen zu stabilisieren, sind technische Anpassungsmaßnahmen in den Bereichen der Wassergewinnung und Wasseraufbereitung erforderlich.

Wassergewinnung - Ausweichen auf weniger belastete Wasserressourcen

An vielen Wasserfassungen in M-V musste schon in der Vergangenheit durch Ausweichmaßnahmen auf eine sich verschlechternde Grundwasserqualität reagiert werden. Weil der obere unbedeckte Grundwasserleiter aufgrund zu hoher Stoffbelastungen kaum mehr für die Trinkwasserversorgung nutzbar ist, haben die meisten WVU in den letzten Jahrzehnten tiefere (quartäre) Grundwasserleiter erschlossen. Die Nutzung dieser tieferen Grundwasserleiter führt dazu, dass ihnen vermehrt junges Grundwasser zuströmt und sich auch hier die Grundwasserqualität allmählich verschlechtert. Wenn noch tiefere (tertiäre) Grundwasserleiter vorhanden sind, wird daher vielfach versucht, auf diese auszuweichen. Eine solche Strategie verfolgen z. B. der Wasserbeschaffungsverband Sude-Schaale, der Wasser- und Abwasserzweckverband Parchim-Lübz, die Stadtwerke Parchim GmbH und das Amt Röbel-Müritz, Eigenbetrieb Müritz-Elde-Wasser (siehe Steckbriefe im Anhang 1).

Eine andere Möglichkeit ist die Verlegung von Wasserfassungen in Regionen mit einer besseren Wasserqualität (beispielsweise aufgrund einer besseren Geschütztheit oder eines höheren Waldanteils im Einzugsgebiet). Dies gelang z. B. für die Wasserversorgung der Stadt Friedland. Eine Verlagerung von Brunnen und Fassungsstandorten wird derzeit auch in Hagenow, Wolgast/Lassan und Anklam geprüft (siehe Steckbriefe im Anhang 1).

Besonders problematisch ist die Verschmutzung des oberen Grundwasserleiters für Eigenversorgungsanlagen, weil für diese die Erschließung weniger belasteter Grundwasservorkommen mit hohen spezifischen Kosten verbunden wäre. Wenn ein Anschluss an die öffentliche Wasserversorgung aufgrund großer Entfernungen nicht praktikabel ist, muss das Trinkwasser in diesen wenigen Fällen über öffentliche Zapfstellen, Kanister oder Tankwagen bezogen werden.

VERSCHNEIDUNG VON ROHWÄSSERN

Betreibt das WVU mehrere Wasserfassungen unterschiedlicher Rohwasserqualität, besteht eventuell die Möglichkeit, die Vorgaben der Trinkwasserverordnung durch einen Verschnitt der Rohwässer einzuhalten. Ein Beispiel ist das Wasserwerk Zinnowitz. Hier gelingt es, durch die Mischung der Rohwässer aus den Wasserfassungen Zempin und Zinnowitz, die erhöhte Sulfat- bzw. grenzwertüberschreitende Chloridgehalte aufweisen, ein qualitätsgerechtes Trinkwasser bereitzustellen. Die Kosten für die dafür erforderliche Rohwasserleitung zwischen beiden Wasserfassungen waren deutlich geringer als die Anpassung der Aufbereitungstechnologie. Auch die Wasser- und Abwasser GmbH –Boddenland- nutzt die Möglichkeit des Rohwasserverschnittes (siehe Steckbrief, Anhang I).

ANPASSUNG DER WASSERAUFBEREITUNG

In vielen Regionen sind die Möglichkeiten der genannten Ausweichmaßnahmen nahezu erschöpft. So stehen z. B. in Vorpommern kaum tiefere Grundwasserleiter zur Verfügung und das Grundwasser ist großflächig durch landwirtschaftlich bedingte Stoffe belastet (vgl. Kapitel 3.3 und MLU 2019b). Wenn die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung durch die (in der Regel kostengünstigeren) Ausweichmaßnahmen nicht mehr eingehalten werden können, ist es erforderlich, die Wasseraufbereitung anzupassen. Eine solche Notwendigkeit bestand für die Trinkwasserversorgung der Hansestadt Stralsund, wo das Grundwasser durch Sulfatgehalte weit über dem Grenzwert belastet ist. Im Wasserwerk Lüssow erfolgt daher seit 2015 eine Sulfateliminierung über Umkehrosmose (siehe Kapitel 2.1.2). Dadurch haben sich die spezifischen Aufbereitungskosten nach Aussage des WVU um ca. 0,35 €/m³ erhöht.

Eine ähnlich weitgehende Aufbereitung wurde an anderen Standorten in M-V bislang nicht umgesetzt. Für die Wasserfassungen Sundischer Berg und Brüel erfolgten Voruntersuchungen zur Eliminierung von Nitrat bzw. PSM, deren Ergebnisse nachstehend kurz dargelegt werden.

Im Jahr 2012 wurde im Auftrag der Wasser- und Abwasser GmbH –Boddenland- eine Studie zur erweiterten Wasseraufbereitung an der Wasserfassung Sundischer Berg erarbeitet (Boddenland 2012b). Mithilfe der dynamischen Kostenvergleichsrechnung wurden die Verfahren Membranfiltration und Ionenaustausch verglichen. Sowohl in den Investitionskosten als auch den Betriebskosten war die Membranfiltration günstiger. Es wurden daraus resultierende Mehrkosten der Wasseraufbereitung von ca. 0,40 €/m³ geschätzt. Eine weitere Planung erfolgte nicht; die Wasserfassung ist inzwischen wegen hoher Nitratbefunde stillgelegt.

Das Rohwasser der Wasserfassung Brüel weist hohe Bentazonkonzentrationen (PSM-Wirkstoff) auf. In einem Forschungsprojekt wurden verschiedene Verfahren zur Entfernung von Bentazon getestet (Fraunhofer IKTS 2019). Zunächst erfolgten Laboruntersuchungen, anschließend wurde die Wirksamkeit von drei Verfahren in einer Versuchsanlage überprüft:

- Entfernung durch Adsorption an Aktivkohle,
- Zerstörung durch elektrochemische Totaloxidation,
- Entfernung durch Umkehrosmose.

Es zeigte sich, dass alle drei Verfahren prinzipiell geeignet sind, Bentazon über längere Zeiträume hinweg sicher zu entfernen. In einem Kostenvergleich erwies sich die Umkehrosmose als mit Abstand die teuerste der drei Varianten (ca. 2 €/m³). Für die Rahmenbedingungen am Standort Brüel wurden die elektrochemische Totaloxidation und die Adsorption an Aktivkohle als geeignet eingeschätzt, wobei mit Aufbereitungskosten um 0,50 €/m³ zu rechnen wäre. Angesichts dieser Kosten prüfte das WVU, ob am Standort tertiäre Grundwasserleiter für die Trinkwassergewinnung erschlossen werden können. Da dies nicht gegeben ist, wird zunächst als kostengünstigste, aber möglicherweise nicht wirklich langfristige Lösung, die weitere Nutzung des bisherigen Grundwasserleiters favorisiert. Die Entwicklung wird beobachtet, um rechtzeitig reagieren zu können.

Auch eine Studie des Umweltbundesamtes zur Quantifizierung der landwirtschaftlich verursachten Kosten bei der Trinkwasserbereitstellung (UBA 2017a) enthält Kostenschätzungen für die Entfernung von Nitrat und Pflanzenschutzmitteln. Untersucht wurden hier die Verfahren Biologische Denitrifikation + Aktivkohlefiltration, CARIX-Ionenaustausch + Aktivkohlefiltration, Umkehrosmose + Ozon und Elektrodialyse. Die ermittelten spezifischen Investitions- und Aufbereitungskosten lagen zwischen 0,55 €/m³ und 0,76 €/m³ (Basisvariante für Aufbereitung von 1 Mio. m³/a).

Weitere mögliche Verfahren zur Wasseraufbereitung sind in UBA (2017b), Tabelle 4, benannt. Hervorzuheben ist, dass die Verfahren oft nicht nur mit hohen Kosten verbunden sind, sondern auch Probleme bei der Entsorgung der entfernten Stoffe verursachen (z. B. hoch konzentriertes Filtrat bei der Umkehrosmose, schadstoffbelastete Aktivkohle).

Übersicht Reaktive Handlungsoptionen Rohwasserqualität:

- Ausweichen auf tiefere Grundwasserleiter am Standort
- Standortverlagerung von Wasserfassungen
- Verschnitt der Rohwässer
- Anpassung der Wasseraufbereitungstechnologie

5.2 Herausforderung Tourismus

Die Tourismusregionen in M-V sind durch ein stetiges Wachstum gekennzeichnet (Kapitel 3.1.2), was neben einem zunehmenden Jahresbedarf vor allem stark steigende Bedarfe in der Hauptsaison nach sich zieht. Prinzipiell besteht die Möglichkeit, den Zuwachs der Bettenkapazitäten durch politische Entscheidungen zu begrenzen. Das entspräche auch dem Ziel der Landestourismuskonzeption M-V (MWAG 2018), nach welcher ausschließlich ein Wachstum in der Nebensaison anzustreben ist.

Touristisch bedingte Steigerungen des Wasserbedarfes müssen in den Wasserbedarfsprognosen und den darauf aufbauenden Trinkwasserversorgungskonzeptionen der regionalen WVU berücksichtigt werden. Übersteigt der zukünftige Bedarf die vorhandene Kapazität, sind Anpassungsschritte erforderlich. Diese können den Ausbau der wasserwirtschaftlichen Anlagen zur Wassergewinnung, -aufbereitung, -speicherung und -verteilung umfassen, um Bedarfsspitzen besser befriedigen zu können.

Übersteigt der Bedarfszuwachs die Wasserressourcen der Region, sind weiterführende Maßnahmen zu prüfen. So plant die Wasser- und Abwasser GmbH –Boddenland- beispielsweise die verstärkte Erschließung von Grundwasservorkommen auf dem Festland im Raum Wöpkendorf, um die Versorgung der Tourismusregion Fischland-Darß-Zingst langfristig sicherstellen zu können (Boddenland 2012a; WASTRA-PLAN 2015). Der Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung Insel Usedom hingegen bezieht Reinwasser von den benachbarten Versorgern auf dem Festland und plant, diesen Zukauf weiter auszubauen (UmweltPlan 2014, 2015). Teilweise wird auch die Entsalzung von Meerwasser diskutiert. In bisherigen Untersuchungen schied diese Variante aber aus, da die ermittelten dynamischen Investitions- und Betriebskosten mit 1,62 - 2,74 €/m³ sehr hoch sind (UmweltPlan 2015; WWAV 2020).

Besonders die in Tourismusregionen saisonal stark schwankenden Wasserbedarfe sowie die täglichen Bedarfsspitzen in Hitzeperioden stellen eine große Herausforderung für die Wasserversorgung dar (vgl. Kapitel 2.2 und 3.2.2). Da die wasserwirtschaftlichen Anlagen auf die maximalen Bedarfe ausgelegt werden müssen, erhöhen sich die Fixkosten, die in der Regel auf alle Wasserverbraucher relativ gleichmäßig umgelegt werden. Im Sinne einer sozial gerechten Gebührenstruktur und einer Lenkungswirkung wäre zu prüfen, ob der Wasserpreis an die innerjährlichen Abnahmeschwankungen der jeweiligen Verbraucher gekoppelt werden kann.

Maßnahmen zum Wassersparen sollten sich vor allem auf die Absenkung der Maximalbedarfe konzentrieren. Ein Einsparungspotenzial bietet sich hier bei der Bewässerung von Grünanlagen mit Trinkwasser an. So hat im Sommer 2018 schon der Aufruf des WVU, die Bewässerung in die Nachtstunden zu verlegen, zur Entspannung der Versorgungsengpässe auf der Insel Usedom beigetragen (mündliche Mitteilung des Versorgers). Eine diesbezügliche Lenkungswirkung könnte möglicherweise auch durch eine Anpassung der Verbrauchsgebühren erzielt werden.

Übersicht Handlungsoptionen touristisch bedingter Bedarf:

- Zuwachs der Bettenkapazitäten begrenzen
- vorausschauende Beachtung in den regionalen Trinkwasserversorgungskonzeptionen der WVU
- Gebührenstruktur – Belohnung einer über das Jahr gleichmäßigen Wasserabnahme
- Wasser sparen in der Hauptsaison – Einschränkung der Bewässerung von Grünanlagen

5.3 Herausforderung landwirtschaftlicher Beregnungsbedarf

Im LWaG ist geregelt, dass die öffentliche Wasserversorgung Vorrang vor allen anderen Grundwassernutzungen hat. Aus diesem Grund wird vor der Vergabe jedes neuen Wasserrechtes geprüft, ob nachteilige Auswirkungen auf bestehende Wasserfassungen der öffentlichen Trinkwasserversorgung ausgeschlossen werden können.

In den letzten Jahren ist bereits ein starker Anstieg der Beregnungswasserentnahme besonders aus dem Grundwasser zu verzeichnen (MLU 2019b), ein Trend, der sich angesichts zunehmender Sommertrockenheit verstärken wird (vgl. Kapitel 3.1.3 und 3.2.2 und LAWA 2017). Vor diesem Hintergrund besteht Regelungsbedarf hinsichtlich der Auswirkung von Kumulationseffekten – viele einzelne unkritische Entnahmen in einer Region können in der Summe zu einer Absenkung des regionalen Grundwasserstandes führen, der die öffentliche Wasserversorgung beeinträchtigt und grundwasserabhängige Ökosysteme schädigt. Solche Summationswirkungen können durch Grundwasserströmungsmodelle quantifiziert werden, die die Grundwasserneubildungsraten, die unterirdischen Abflussverhältnisse und die Entnahmen berücksichtigen.⁹

Hochwertige Grundwasservorkommen, die derzeit noch keiner Nutzung unterliegen, aber eventuell perspektivisch für die Trinkwasserversorgung benötigt werden, sollten nicht für die landwirtschaftliche Beregnung verplant und daher als Vorbehalts-/Vorranggebiete Trinkwassersicherung ausgewiesen werden (vgl. Handlungsoption im Kapitel 5.1.1). In den Vorranggebieten ist auch eine temporäre Beregnungswasserentnahme sorgfältig zu prüfen, da dadurch der Zustrom jüngeren Wassers induziert werden kann, welches häufig eine schlechtere Wasserqualität aufweist.

Die landwirtschaftliche Beregnung stabilisiert die Erträge und gewährleistet bei richtiger Dosierung, dass der Nährstoffvorrat im Boden optimal genutzt und somit die Nährstoffauswaschung reduziert wird. In diesem Sinne kann die Beregnung auch einen Beitrag zum Schutz des Grund- und Oberflächenwassers leisten. Damit dieser positive Effekt überwiegt, muss die Beregnungsmenge genau auf den Bedarf abgestimmt sein; eine zu hohe Bewässerungsgabe belastet den Wasserhaushalt und erhöht die Nährstoffauswaschung aus dem Boden. Eine flächenspezifische Beregnungssteuerung sollte daher als Standard in M-V etabliert werden, dabei kann auch auf Untersuchungen in anderen Bundesländern zurückgegriffen werden (Engel et al. 2017; LBEG 2011). Durch eine geeignete Sortenwahl, eine wasserkonservierende Bodenbehandlung, die Änderung der Fruchtfolge oder den Einsatz wassersparender Bewässerungssysteme ist darüber hinaus eine Reduzierung des Bewässerungsbedarfes möglich (LAWA 2017). Auch über eine kontrollierte Dränung (siehe auch Kapitel 5.1.1) kann der Beregnungsbedarf vermindert werden. In M-V erfolgt die Beregnung überwiegend aus dem Grundwasser, da diese Quelle relativ kostengünstig und an den meisten Standorten verfügbar ist. Um den Wasserhaushalt zu schonen, sollte auch die Nutzung alternativer Quellen diskutiert werden. So wird beispielsweise in Niedersachsen geprüft, ob es möglich ist, Wasser im Winter zurückzuhalten. Die Zwischenspeicherung kann oberirdisch in Becken oder über eine Grundwasseranreicherung erfolgen, wobei gegenüber der herkömmlichen Wassergewinnung mit deutlich höheren Investitions- und Betriebskosten zu rechnen wäre (Ostermann 2019). Ein erster Schritt könnte in M-V die Reaktivierung ehemaliger wasserbaulicher Bewässerungsanlagen sein (z. B. Peene-Südkanal, Brohmer Stausee, Speicher Faulmühle, Kleinspeicher Kemnitzerhagen).

Derzeit ist die Wasserentnahme für die landwirtschaftliche Beregnung vom Wasserentnahmeentgelt befreit (LWaG 1992). Um eine Lenkungswirkung zu erzielen, ist beabsichtigt, mit der Novelle des Landeswasserrechts eine Entgeltspflicht auch hierfür einzuführen.

Übersicht Handlungsoptionen landwirtschaftlicher Beregnungsbedarf:

- Beachtung der Summationswirkung vieler Einzelentnahmen bei der Erteilung von Wasserrechten
- Ausweisung von Vorranggebieten Trinkwassersicherung
- flächenspezifische Beregnungssteuerung und Reduzierung des Bewässerungsbedarfes
- Etablierung einer kontrollierten Dränung
- Nutzung alternativer Wasserquellen
- Wasserentnahmeentgelt auch für die landwirtschaftliche Beregnung

⁹ In vielen Fällen sind einfache horizontal-ebene Strömungsmodelle mit weitgehend konzentrierten geohydraulischen Parametern ausreichend. Besonderes Augenmerk ist auf die Grundwasserbilanz unter Beachtung der Abflüsse in den Hangendschichten über dem genutzten Grundwasserleiter zu legen (näherungsweise nach Hennig & Hilgert 2018). Höhere Genauigkeitsanforderungen können bestehen, wenn grundwasserabhängige Ökosysteme potentiell betroffen sind.

5.4 Herausforderung Dargebotsminderung aufgrund klimatischer Einflüsse

Eine Anpassung an geänderte klimatische Bedingungen kann vor allem durch naturräumliche Maßnahmen erfolgen. Dazu gehören sowohl Änderungen in der Landnutzung als auch im Entwässerungsregime. Darüber hinaus ist eine kritische Prüfung bestehender und zukünftiger Wasserrechte sinnvoll. Nachstehend werden mögliche Anpassungsmaßnahmen, basierend auf RPV (2018), erläutert.

WALDUMBAU

In forstwirtschaftlich genutzten Gebieten von M-V überwiegen derzeit noch schnellwachsende Nadelbäume. Unter Nadelwäldern ist die Versickerung in den Boden gering, da ein Großteil des Niederschlages in der immergrünen Krone und durch die raue Borke zurückgehalten wird und dort verdunstet (Müller 2011). Laub- und Laubmischwälder weisen demgegenüber deutlich höhere Grundwasserneubildungsraten auf und entsprechen überdies besser den natürlichen Standortgegebenheiten (Bohm & Weiß 2003).

Um das Potenzial eines Waldumbaus abzuschätzen, wurde berechnet, wie sich der Umbau aller Nadelwälder zu Mischwäldern auf die Grundwasserneubildungsraten auswirken würde. Das Berechnungsergebnis ist in der Abbildung 37 dargestellt. Die Grundwasserneubildungsraten würden sich teilweise um 30 - 40 mm/a erhöhen und könnten so den klimatisch bedingten Rückgang entsprechend dem A1B-Szenario (IPCC 2007) regional kompensieren (vgl. mit Abbildung 4 im Anhang 3). Durch einen Umbau in reine Laubwälder wäre sogar eine noch stärkere Förderung der Grundwasserneubildung möglich.

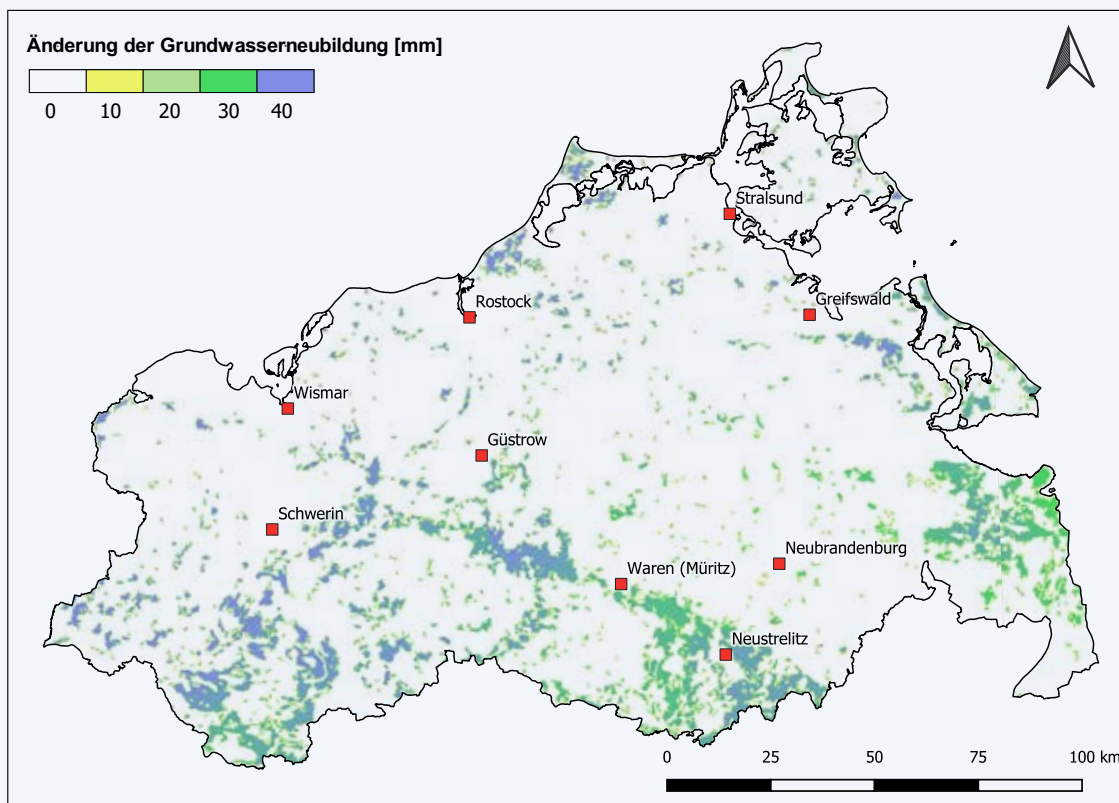


Abbildung 37: Erhöhung der Grundwasserneubildungsraten bei einem Umbau von Nadelwald zu Mischwald

ETABLIERUNG EINER KONTROLLIERTEN DRÄNUNG

Landwirtschaftliche Nutzflächen in M-V sind großflächig gedränt, um eine effektive maschinelle Bewirtschaftung zu ermöglichen. Durch die Dräne wurden künstliche Abflussbahnen geschaffen, über die ein Großteil des Niederschlages bereits innerhalb von Stunden bis wenigen Tagen nach dem Niederschlagsereignis die Gewässer erreicht und nicht zur Grundwasserneubildung beiträgt. Wasserhaushaltsbetrachtungen und Auswertungen von Lysimetermessungen zeigen, dass in der Jahressumme etwa die Hälfte des Gebietsabflusses stark gedränkter Einzugsgebiete als Direktabfluss erfolgt (Hennig & Hilgert 2007). Wenn es gelänge, durch eine Steuerung der Dräne einen Teil des Direktabflusses im Gebiet zurückzuhalten, könnte die Grundwasserneubildung erhöht und eine Kompensation des durch Klimaänderungen bedingten Rückgangs der Neubildung und des Grundwasserstandes erzielt werden. Möglichkeiten einer solchen kontrollierten Dränung wurden bereits im Kapitel 5.1.1 diskutiert.

Aus Sicht des Landschaftswasserhaushaltes ist der gleichmäßige Wasserrückhalt über die gesamte Ackerfläche von geringerer Bedeutung als bei der Anregung des Nitratabbaus (Kapitel 5.1.1) oder bei der Reduzierung des Beregnungsbedarfes (Kapitel 5.3). Wenn man temporär eine stärkere Vernässung der tieferliegenden Bereiche eines Ackers toleriert, könnten Verschlüsse von Dränauslässen daher auch in Gebieten mit größeren Hangneigungen sinnvoll sein und dazu beitragen, die Grundwasserneubildung zu erhöhen und den Gewässerabfluss zu vergleichmäßigen. Ein Vorteil für die landwirtschaftliche Bewirtschaftung wäre in diesem Fall aber nicht gegeben.

VERMINDERUNG DER ENTWÄSSERUNG ÜBER GRÄBEN

Um z. B. die Niederungen in Vorpommern und der Lewitz landwirtschaftlich nutzen zu können, werden sie hauptsächlich durch offene Gräben entwässert. Die Bedienung der Wehre erfolgt auf der Grundlage von festgelegten Stauzielen. Im Winterhalbjahr wird meist ein höherer Wasserstand eingestellt, im Frühling erfolgt eine Absenkung, um die Befahrbarkeit der Flächen zu ermöglichen. Die Wasserverluste infolge der Frühjahrsabsenkung sind meist so groß, dass sie auch nach einem Schließen der Wehre im Sommer nicht wieder ausgeglichen werden können und der Grundwasserstand erst im Winterhalbjahr wieder ansteigt.

Durch eine genaue, flächenspezifische und witterungsangepasste Steuerung der wasserwirtschaftlichen Anlagen könnten die Wasserverluste vermindert und die Grundwasserstände erhöht werden. Besondere Potentialräume für den Rückhalt von Wasser in der Landschaft, also Flächen bei denen die Entwässerung über Gräben vermindert oder gestoppt werden sollte, sind Flächen mit organischen Böden (Moore). Hier wäre es möglich, durch die Etablierung einer Landwirtschaft auf nassen Flächen (Paludikultur) die Entwässerungsbedürftigkeit zu vermindern (MLU 2017b).

MOORWIEDERVERNÄSSUNG

Zur Erhaltung und Stabilisierung eines guten Zustands des Grundwassers können wiedervernässte Moore erheblich beitragen. Dies kann z. B. durch den Rückbau von Entwässerungsgräben, Drainagen oder Deichen, dem Bau von Wasserstausystemen (beispielsweise in Form von Dämmen) oder dem Bau von Bewässerungssystemen erfolgen. Denkbar wären auch die Extensivierung der Bewirtschaftung bzw. bei Bedarf die Einstellung der landwirtschaftlichen Nutzung und ggf. der Wiedereinbringung natürlicher Pflanzenarten.

Durch intakte Moore wird der Wasserrückhalt in der Landschaft gestärkt und der Direktabfluss von Niederschlägen über Gräben gemindert. Die betreffende Region wird resilienter gegenüber den Folgen des Klimawandels hinsichtlich Trockenheit und Hitze.

MONITORING DER WASSERENTNAHMEN

Im Kapitel 3.1 wurde gezeigt, dass zukünftige Steigerungen des Wasserbedarfes vor allem durch die landwirtschaftliche Beregnung und lokal durch den Ausbau des Tourismus zu erwarten sind. Vor dem Hintergrund möglicher klimatischer Änderungen gewinnt das Monitoring – die Überwachung und Steuerung – der Wassernutzungen weiter an Bedeutung. Neben der Beachtung von Summationseffekten bei neuen, zusätzlichen Wasserrechten (vgl. Kapitel 5.3) sollten auch die bestehenden Wasserrechte überprüft und gegebenenfalls an die aktuellen Gegebenheiten und hydrogeologischen Erkenntnisse angepasst werden (vgl. Kapitel 2.2). Das gilt gleichermaßen für die öffentliche Trinkwasserversorgung und für privatwirtschaftliche Nutzungen.

Hennig & Hilgert (2021) zeigten, dass es durch eine Kombination von Anpassungsmaßnahmen gelingen kann, den Grundwasserhaushalt zu stabilisieren. In der Abbildung 38 sind die Grundwasserstandsänderungen dargestellt, die aus einer flächenhaften Umsetzung verschiedener Handlungsoptionen in Vorpommern resultieren würden. Sie verdeutlicht, dass die Maßnahmen ihre Wirkung in unterschiedlichen Regionen entfalten. Hervorzuheben sind die Insel Usedom und Fischland-Darß-Zingst, wo es durch eine Kombination aus Waldumbau und reduzierter Entwässerung gelingen kann, die klimatisch bedingten Änderungen entsprechend dem A1B-Szenario (IPCC 2007) größtenteils zu kompensieren.

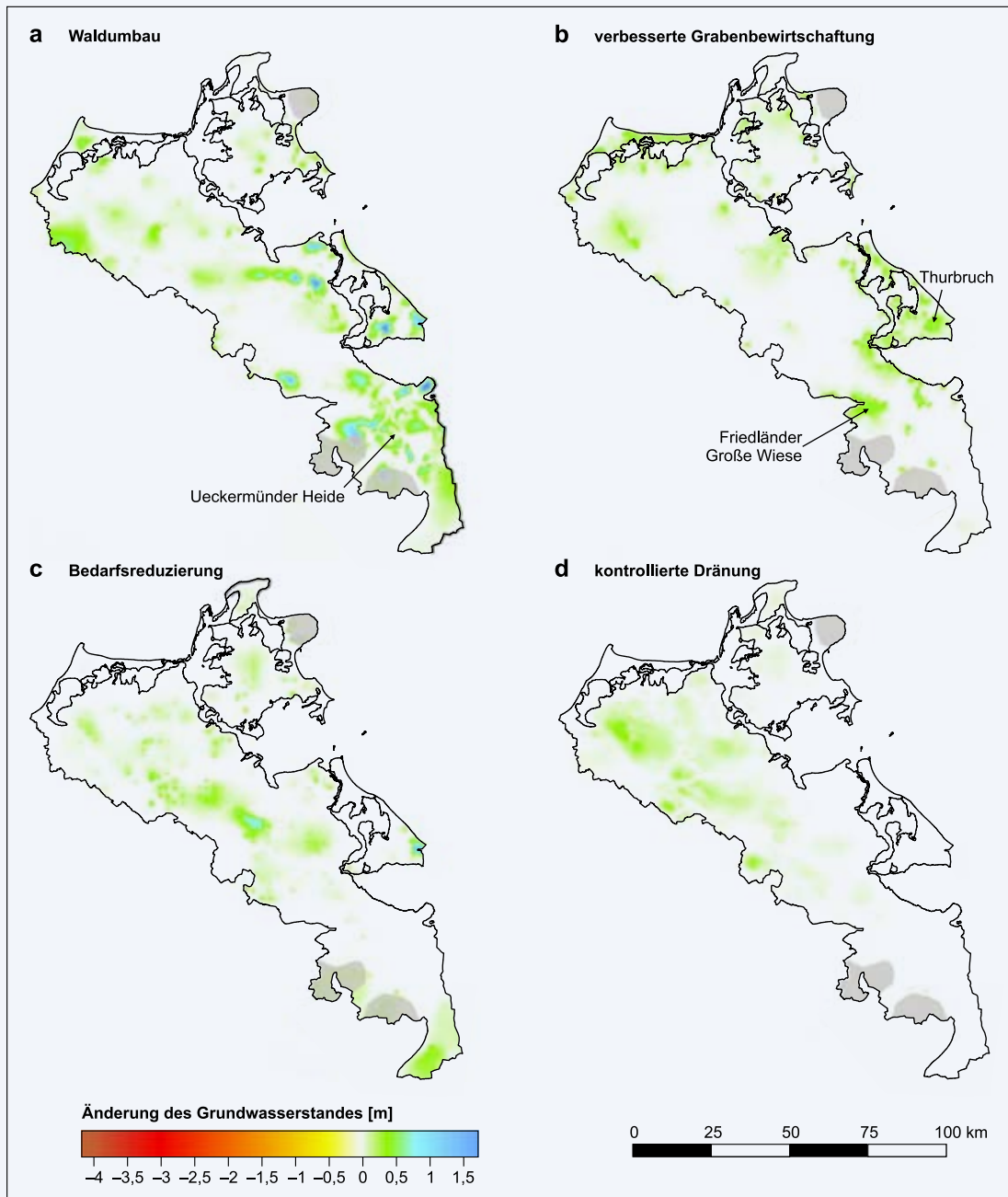


Abbildung 38: Simulierte Grundwasserstandsänderungen durch flächenhafte Anpassungsmaßnahmen in Vorpommern (aus Hennig & Hilgert 2021) Hinweise: (a) Nadelwald zu Mischwald; (b) Anhebung der mittleren Grabenwasserstände um 0,5 m; (c) Bedarfsreduzierung = Ausschöpfung der bestehenden landwirtschaftlichen Wasserrechte aber keine Erteilung neuer Erlaubnisse; (d) kontrollierte Dränung bei einem Geländegefälle $\leq 0,6\%$

Übersicht Handlungsoptionen klimatisch bedingte Dargebotsminderung:

- Waldumbau
- Etablierung einer kontrollierten Dränung
- Verminderung der Entwässerung über Gräben
- Moorwiedervernässung
- Monitoring der Wasserentnahmen

Durch die genannten Maßnahmen wird das Grundwasserdargebot erhöht bzw. die Grundwasserentnahme vermindert. Im Ergebnis vergrößert sich auch der grundwasserbürtige Abflussanteil in den Fließgewässern, die Hochwasserspitzen werden gemildert und die Trockenwetterabflüsse stabilisiert. Angesichts dieser Wirkprozesse sind alle beschriebenen Anpassungsmaßnahmen auch im Hinblick auf eine Nutzung oder Verbesserung des Zustandes des Oberflächenwassers sinnvoll.

6 Maßnahmenplan

Im Kapitel 5 sind generelle Handlungsoptionen aufgeführt und erläutert. Auf dieser Basis wurden von der projektbegleitenden Arbeitsgruppe konkrete Maßnahmen erarbeitet, deren Umsetzbarkeit für M-V positiv eingeschätzt wird. Die Maßnahmen sind geeignet, den zukünftigen Herausforderungen zu begegnen. Der Fokus lag dabei grundsätzlich auf präventiven Maßnahmen. Durch einen verstärkten Grundwasserschutz und ein verbessertes Bedarfsmanagement soll die Notwendigkeit späterer reaktiver Maßnahmen minimiert werden. So ist es umweltgerechter und in der Regel kostengünstiger, Stoffeinträge in die ober- und unterirdischen Gewässer zu vermindern, als Schadstoffe über die Trinkwasseraufbereitung zu entfernen. Aus den gleichen Gründen ist eine rechtzeitige Bedarfsbegrenzung vorteilhafter als einschneidende reaktive Maßnahmen, wie z. B. eine Meerwasserentsalzung oder regionale Verbote der Beregnungswasserentnahme. Im Anhang 6 sind die erarbeiteten Maßnahmen tabellarisch aufgeführt und bewertet. Die Bewertung umfasst folgende Kriterien:

Wirksamkeit	Wie gut ist die Maßnahme geeignet, um das Ziel zu erreichen?
Umsetzbarkeit	Ist die Maßnahme generell umsetzbar oder gibt es Einschränkungen?
Umsetzungszeitraum	Wie viel Zeit benötigt der Umsetzungsprozess?
Wirkungseintritt	Welche zeitliche Verschiebung ist zwischen der Umsetzung und ersten sichtbaren Erfolgen zu erwarten?
Dringlichkeit	Wie schnell muss gehandelt werden, damit eine Wirkung noch rechtzeitig eintritt?

Ähnliche Maßnahmen wurden zusammenhängend aufgeführt; die Reihenfolge der Nennung stellt keine Wichtung dar. Das Kapitel 6.1 enthält ergänzende Erläuterungen zu den Maßnahmen. Die sich für die Handlungsakteure ergebenden Aufgaben sind im Kapitel 6.2 zusammengefasst.

6.1 Erläuterungen zu den Maßnahmen

6.1.1 Trinkwasserversorgungskonzepte der Wasserversorgungsunternehmen

Die lokalen Herausforderungen in den einzelnen Versorgungsbereichen unterscheiden sich zum Teil deutlich. Einige Beispiele: Während in den Tourismusregionen immer höhere Bedarfsspitzen abgesichert werden müssen, können sinkende Bedarfe in ländlichen Regionen erhöhte Aufwendungen für das Spülen groß dimensionierter Rohrleitungen nach sich ziehen. In beiden Fällen ist es mittelfristig erforderlich, die Dimensionierung der wasserwirtschaftlichen Anlagen anzupassen. Bei anderen Wasserversorgern zeichnet sich eine Verschlechterung der Rohwasserqualität ab, hier müssen rechtzeitig auch reaktive Handlungsoptionen erwogen und geprüft werden (vgl. Kapitel 5.1.2).

Regionale Trinkwasserversorgungskonzepte dienen dazu, solche und andere Herausforderungen zu identifizieren und Anpassungsmaßnahmen zu prüfen und einzuleiten. Sie sind damit die Voraussetzung für eine langfristige Versorgungssicherheit und bilden die Grundlage für die Investitionsplanungen.

Bearbeitungsinhalt und -tiefe der derzeit vorliegenden Trinkwasserversorgungskonzepte in M-V unterscheiden sich stark zwischen den einzelnen WVU und hängen in hohem Maße von den aktuell wahrgenommenen Problemen ab. Die Erstellung eines Trinkwasserversorgungskonzeptes für ein WVU sollte folgende Arbeitsschritte umfassen:

1. Bedarfsprognose (ggf. getrennt für einzelne Versorgungsbereiche)
2. Aufzeigen von Problembereichen (räumlich und zeitlich) und von Möglichkeiten zur Optimierung der technischen Infrastruktur
3. Prüfung weiterer Möglichkeiten zur Trinkwasserbereitstellung, Ermittlung und Bewertung der nutzbaren Wasserressourcen
4. Ausarbeitung und Vergleich möglicher Lösungsvarianten

Im Anhang 7 sind die genannten Schwerpunkte näher erläutert.

Für die nächsten Jahre wird eine stärkere Einheitlichkeit angestrebt, um sowohl Risiken als auch Potenziale der Wasserbereitstellung zu erkennen und so ggf. auch eine Zusammenarbeit zwischen den Versorgern zu erleichtern. Der Anspruch muss dabei sein, die Trinkwasserversorgungskonzepte laufend weiterzuentwickeln und an sich ändernde Rahmenbedingungen anzupassen.

6.1.2 Monitoring aller Wassernutzungen hinsichtlich Menge und Güte

Um Dargebotsdefizite oder eine sich verschlechternde Rohwasserqualität frühzeitig erkennen zu können, ist ein kontinuierliches Monitoring erforderlich. Die Überwachung darf sich dabei nicht auf die Brunnen beschränken, sondern muss auch Vorfeldmessstellen einbeziehen. Der erforderliche Überwachungsumfang ist unter anderem im Rohwassererlass (MLU 2019a) geregelt.

Das Monitoring beinhaltet darüber hinaus das steuernde Eingreifen bei sich abzeichnenden Problemen. Dazu gehört beispielsweise eine operative Anpassung des Entnahmeregimes bei einer Überschreitung des Dargebotes (z.B. Hennig & Mundthal 2008). Bei qualitativen Beeinträchtigungen des Rohwassers kann die gezielte Mischung verschiedener Rohwässer eine Steuerungsoption darstellen. Langfristig müssten weitere präventive und reaktive Maßnahmen geprüft werden (vgl. Kapitel 5.1).

Die erforderliche Intensität des Monitorings ist von der jeweiligen Gefahrenlage abhängig, so dass fassungsspezifische Monitoringkonzepte erarbeitet werden müssen.

6.1.3 Ausweisung von Wasserschutzgebieten

Die Ausweisung von WSG ist das im Wasserrecht vorgesehene Instrument, um durch Festsetzung von Schutzzonen im Einzugsgebiet der Entnahmebrunnen eine Beeinträchtigung der Wasserressourcen zu minimieren oder zu vermeiden. Um einen bestmöglichen Schutz zu erreichen, müssen die Nutzungsbeschränkungen gezielt, entsprechend den im Einzugsgebiet vorherrschenden hydrogeologischen Gegebenheiten und Erfordernissen festgelegt werden. Ebenso ist es erforderlich, dass die WSG den aktuellen rechtlichen Anforderungen entsprechen. Dies ist z. B. durch Neuausweisung, Überarbeitung oder Änderung von WSG möglich. Aktuell liegen diese für 18 % der Wasserfassungen vor (siehe MLU 2019b und Kapitel 2.5).

Angesichts langer Bearbeitungszeiten in den Behörden und aus Sorge vor hohen Ausgleichsforderungen für landwirtschaftliche Nutzungsbeschränkungen waren viele WVU in den letzten Jahren sehr zögerlich mit der Neubemessung von Wasserschutzzonen. Durch die Einstellung von zusätzlichem Personal konnte der behördliche Genehmigungsprozess in den letzten Jahren beschleunigt werden. Trotzdem bleibt hier für die Wasserbehörden eine besondere Herausforderung bestehen, Festsetzungsverfahren zügiger abzuarbeiten.

Hinweise zu den Ausgleichsverfahren enthält MLU (2017). Um die WVU zu unterstützen, regen diese mehrheitlich an, die Höhe gerechtfertigter Ausgleichszahlungen in einem Katalog landesweit festzuschreiben und/oder das Wasserentnahmeentgelt – wenigstens teilweise – zur Finanzierung des Ausgleichs heranzuziehen (siehe auch Kapitel 2.7.3).

6.1.4 Strukturelle Anpassung des Festsetzungsverfahrens für Wasserschutzgebiete

Das Festsetzungsverfahren für WSG ist im Erlass des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern (MLU 2014) geregelt. Von WVU werden häufig der hohe Aufwand, die lange Verfahrensdauer und die daraus resultierende Notwendigkeit von Aktualisierungen fachlicher Grundlagen kritisiert.

Durch das LM erfolgt gemeinsam mit den WVU und nachgeordneten Wasserbehörden eine Überarbeitung der Vorgaben mit dem Ziel, die Verfahrenswege soweit es aufgrund der gesetzlichen Vorgaben möglich ist, zu vereinfachen und so die Verfahrensdauer zu verkürzen. Darüber hinaus wird der Katalog der Verbote und Nutzungsbeschränkungen neuen Erkenntnissen angepasst und flexibler gestaltet.

6.1.5 Differenzierte Nutzungsbeschränkungen in Wasserschutzgebieten

Diese Maßnahme ist eng mit den vorhergehenden verknüpft. Um Konflikte mit der bestehenden Landnutzung zu minimieren, müssen die im Katalog der Verbote und Nutzungsbeschränkungen der MusterVO (MLU 2014) für die Wasserschutzzonen aufgelisteten Verbote und Nutzungsbeschränkungen auf die standörtliche Gefahrenlage abgestimmt werden. So stellt z. B. die Nutzung oberflächennaher Geothermie, bei der stauende Deckschichten nicht durchteuft werden, keine größere Gefährdung tiefer Grundwasserleiter dar und muss in Abhängigkeit von den Lagerungsverhältnissen im Einzugsgebiet nicht grundsätzlich verboten werden. Andererseits kann es zum Schutz des Grundwassers erforderlich sein, die landwirtschaftlichen Nutzungsbeschränkungen gegenüber dem Musterkatalog zu verschärfen, wenn Anzeichen einer anthropogenen Belastung des Grundwassers gegeben sind. Die beschriebene Vorgehensweise entspricht den Vorgaben des Erlasses zur Festsetzung und Änderung von Wasserschutzgebieten (MLU 2014).

6.1.6 Personalausstattung der Wasserbehörden

Unter anderem aufgrund einer sehr knappen Personalausstattung zogen sich die Festsetzungsverfahren für WSG in der Vergangenheit zum Teil über viele Jahre – hier sind bereits Verbesserungen erzielt worden (vgl. 6.1.3).

Um die Einhaltung von Nutzungsbeschränkungen überprüfen zu können, ist eine ausreichende Gewässeraufsicht erforderlich. Darüber hinaus bedarf es einer intensiven fachlichen Unterstützung der unteren Wasserbehörden durch das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG). Die WVU können durch eigene Kontrollen ihrer WSG die Arbeit der Wasserbehörden unterstützen.

6.1.7 Ökolandbau in Wasserschutzgebieten

Die Vorteilhaftigkeit der ökologischen Landwirtschaft für die Grundwasserqualität ist im Kapitel 5.1.1 umfassend erörtert. Durch eine freiwillige Umstellung auf Ökolandbau können Landwirtschaftsbetriebe die Nachteile von Restriktionen in WSG vermeiden. Das Land wirkt bei Neuverpachtungen landeseigener Flächen in der Wasserschutzzone II bereits jetzt auf eine ökologische Bewirtschaftung hin. Nach mehrheitlicher Auffassung der WVU sollte dies auch auf die Neuverpachtung von Flächen in der Wasserschutzzone III ausgeweitet werden.

6.1.8 Weitere wasserschonende Bewirtschaftung von Flächen in Wasserschutzgebieten

Auch eine gewässerschonende Bewirtschaftung im Rahmen bestehender Fördermöglichkeiten, wie z. B. Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM), ist geeignet, Stoffeinträge in die ober- und unterirdischen Gewässer zu vermindern und die Nachteile der Nutzungsbeschränkungen in WSG abzumildern.

6.1.9 Kooperationen zwischen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft

Kooperationsmodelle sind eine gut geeignete Möglichkeit, die Rohwasserressourcen zu schützen und die aus unterschiedlichen Prämissen resultierenden Konflikte zu minimieren (vgl. Kapitel 5.1.1). Sie basieren auf einer freiwilligen Zusammenarbeit und erfordern Kompromissbereitschaft auf beiden Seiten. Unter Umständen kann das Aushandeln der gegenseitigen Vereinbarungen durch eine externe Mediation erleichtert werden. Die Freiwilligkeit ist zugleich der große Vorteil der Kooperationsmodelle, da aufgrund des sich entwickelnden gegenseitigen Vertrauens keine umfassenden Kontrollmechanismen erforderlich sein sollten.

Auch wenn die Initiative zur Kooperation bei den WVU und deren Interessenverbänden liegen muss, wäre eine Unterstützung durch das Land sehr förderlich. Eine solche Hilfestellung sollte nach Ansicht der WVU vor allem in der zentralen Erarbeitung möglicher Kooperationsmodellansätze und ggf. in der Vermittlung einer Mediation bestehen.

6.1.10 Flächenerwerb in Wasserschutzgebieten durch Wasserversorgungsunternehmen

Wenn der WVU Flächen in der Wasserschutzzone erwirbt, kann er die Art der Bewirtschaftung vorgeben und damit einen wirksamen Gewässerschutz umsetzen. Einige WVU in M-V verfolgen bereits diesen Ansatz (siehe Steckbriefe im Anhang 1), Beispiele aus anderen Bundesländern sind im Kapitel 5.1.1 genannt. Der Erwerb landwirtschaftlicher Flächen kann aus agrarstrukturellen Gründen beschränkt sein. Auch öffentlich-rechtliche Körperschaften, insbesondere Kommunen, die oftmals sogar Mitglied in den Wasserversorgungsverbänden sind, sind aufgerufen, auf Flächen in ihrem Eigentum eine gewässerschonende Landbewirtschaftung festzuschreiben.

6.1.11 Moorwiedervernässung

Aufgrund der Mineralisierung des Torfkörpers trockengelegter Moore können Nährstoffe wie Nitrate und Phosphate freigesetzt werden und in den Grundwasserkörper aber auch in die Oberflächengewässer eingetragen werden. Die Wiedervernässung von Mooren kann sich bei geeigneten hydrologischen und geologischen Bedingungen positiv auf die Wasserqualität und Grundwasserstände auswirken. Wiedervernässte Moore könnten in Pufferzonen zu WSG eine positive Wirkung entfalten und sollten aufgrund dessen aber auch aufgrund ihrer positiven Wirkung auf den Landeswasserhaushalt im Interesse der WVU stehen. Die Einschätzung der Mobilisierung der Nährstoffe ist entscheidend. Moore sind wichtige terrestrische Ökosysteme, die Lebensraum für viele spezialisierte Arten bieten (Biodiversitätsschutz). Gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie ist Voraussetzung für das Erreichen eines guten Gewässerzustands, dass der gute Zustand des Gewässers keine signifikanten Schäden an angeschlossenen terrestrischen Ökosystemen herbeiführt. Gleichzeitig ist bei großen Trinkwasserentnahmemengen sicherzustellen, dass mögliche im hydrologischen System liegende Moore bzw. Ökosysteme nicht beeinträchtigt werden.

Der Moorschutz und insbesondere die Moorwiedervernässung sind vom MV-Zukunftsrat empfohlen (MV-Zukunftsrat 2021) und erklärtes politisches Ziel (vgl. Ziffern 178 und 183 KoA V für die 8. Legislaturperiode).

6.1.12 Waldmehrung in Wasserschutzgebieten

Die Stoffausträge unter Waldflächen sind in der Regel geringer als unter landwirtschaftlichen Nutzflächen, so dass ein hoher Waldanteil in Einzugsgebieten von Wasserfassungen wünschenswert ist (Kapitel 5.1.1). Eine gezielte Waldmehrung innerhalb bestehender WSG ist ein langwieriger und sehr aufwendiger Prozess und wird daher nicht generell umsetzbar sein, sollte aber zunehmend unterstützt und umgesetzt werden.

Grundsätzlich entspricht die Waldmehrung den Landeszielen – sie ist im Landeswaldprogramm (MLU 2016) ausdrücklich vorgesehen und wird vom MV-Zukunftsrat empfohlen (MV-Zukunftsrat 2021). Durch eine Initiierung und Unterstützung von Aufforstungen in WSG durch die Landesregierung können die Erfolgsaussichten erhöht werden.

6.1.13 Waldumbau

Ein Umbau von Nadelwäldern in Laub- oder Mischwälder wirkt sich positiv auf die Sickerwasserbildung und den Stoffhaushalt aus (Kapitel 5.4 und 5.1.1). Aufgrund der Ökosystemfunktionen des Waldes werden im Landeswaldprogramm (MLU 2016) „Wasserschutzwälder“ empfohlen, wobei der „Anteil standortheimischer Laubbaumarten ... wesentlich erhöht werden“ soll. Auch der MV-Zukunftsrat empfiehlt einen „konsequent naturbasierten Waldumbau“ (MV-Zukunftsrat 2021) und das Land ist bestrebt, die Ökosystemleistungen des Waldes finanziell zu honorieren¹⁰. Da gut strukturierte Wälder darüber hinaus widerstandsfähiger gegenüber klimatischen Änderungen sind, sollten alle Möglichkeiten zur Förderung des Waldumbaus geprüft werden.

Neben dem Waldumbau und damit einer gezielten Baumauswahl können weitere forstwirtschaftliche Wasser-schutzmaßnahmen wie z. B. eine bodenschonende Holzernte, ein Verzicht auf Bodenbearbeitung und angepasste Durchforstungsintensität zielführend sein.

6.1.14 Land- und forstwirtschaftliche Beratung

Die bereits bestehenden land- und forstwirtschaftlichen Beratungsmöglichkeiten¹¹ sollten im Sinne des Gewässer-schutzes ausgeweitet werden (siehe auch Kapitel 5.1.1).

6.1.15 Ausweisung von Vorranggebieten Trinkwassersicherung

Durch die Ausweisung von Vorranggebieten Trinkwassersicherung in den RREP können Grundwasserressourcen für eine spätere Nutzung gesichert werden (siehe Anhang 5). In den Vorranggebieten sollten Nutzungsbeschränkungen entsprechend der Wasserschutzzone II gelten. Diese Möglichkeit ist für WVU interessant, die absehen können, dass sie infolge von Bedarfssteigerungen und/oder von Qualitätsverschlechterungen zusätzliche Rohwasserquellen benötigen werden. Aber auch das Land hat im Rahmen der Daseinsvorsorge Verantwortung für den Schutz bislang ungenutzter Ressourcen über die Ausweisung von Vorranggebieten.

6.1.16 Rückhaltung der tiefen Grundwasserleiter für die Trinkwasserversorgung

Tiefe Grundwasserleiter stellen ein Reservoir für die Trinkwasserversorgung dar, das gut vor anthropogenen Einflüssen geschützt ist. Solange keine Grundwasserentnahme erfolgt, nehmen sie kaum am Wasserkreislauf teil. Erst durch die nutzungsbedingte Druckentlastung wird eine verstärkte Speisung aus den oberen Grundwasserleitern induziert, die dann langfristig zu einer Verschlechterung der Wasserqualität führen kann.

Um diese Grundwasserressourcen für die Trinkwassergewinnung zu sichern, sollten hier keine Nutzungen mit niedrigeren Qualitätsansprüchen (beispielsweise Brauch- oder Beregnungswasser) zugelassen werden. Eine entsprechende Änderung des Landeswasserrechts wird angestrebt.

¹⁰ Minister Backhaus im Interview mit der Ostseezeitung, 27.04.2021

¹¹ https://www.service.m-v.de/foerderfibel/?sa.fofiFoerderung.foerderung_id=27&sa.fofi.kategorie_id=1

6.1.17 Monitoring der Wasserrechte

Angeichts möglicher klimatischer Änderungen und eines zunehmenden landwirtschaftlichen Beregnungsbedarfes ist ein Monitoring aller Wasserentnahmen dringend erforderlich, wobei auch Summationswirkungen (ggf. durch geohydraulische Modelle) beachtet werden müssen (Kapitel 5.3 und 5.4).

Wenn eine Übernutzung der Wasserressourcen droht, sind zusätzliche Wasserentnahmen nicht mehr erlaubnisfähig. Die Höhe der gültigen Wasserrechte muss andererseits aber auch dem tatsächlichen Bedarf angepasst sein und dem aktuellen hydrogeologischen Kenntnisstand entsprechen – bei größeren Diskrepanzen ist eine Änderung des Wasserrechtes erforderlich (vgl. Kapitel 2.2).

Eine Voraussetzung für das Monitoring ist, dass die mit der Gewässeraufsicht betrauten unteren Wasserbehörden sich jederzeit einen schnellen Überblick über die bereits vergebenen Wasserrechte verschaffen können. Mit dem Ziel, ein landesweit einheitliches Überwachungsinstrument zu entwickeln, soll die Grundwasserressourcenkarte des Landes regelmäßig aktualisiert und um eine WEB-GIS-basierte Anwendung erweitert werden. Konzeptionelle Arbeiten dazu sind derzeit (2021) in Bearbeitung.

6.1.18 Lenkung der Tourismusentwicklung

Das Hauptproblem bei der Wasserversorgung in den Tourismusregionen von M-V sind die sommerlichen Maximalbedarfe. Um eine weitere Steigerung zu verhindern, muss die Landestourismuskonzeption (MWAG 2018), die keine Zunahme der Bettenkapazitäten vorsieht, durch die örtlichen Planungsträger und -behörden konsequent umgesetzt werden.

6.1.19 Gebühren- und Entgeltstruktur

Je nachdem, ob das WVU öffentlich-rechtlich oder privatrechtlich organisiert ist, werden für die Wasserbereitstellung Gebühren bzw. Entgelte erhoben. Der Einfachheit halber wird im Folgenden nur von Gebühren gesprochen.

Im Kapitel 2.2 wurde erörtert, dass eine hohe Saisonalität tendenziell die Kosten für die Trinkwasserversorgung erhöht. Diese höheren Kosten werden auf alle Verbraucher umgelegt. Dadurch erhöhen sich die Gebühren gleichermaßen für die touristischen Einrichtungen (die für die hohen Kosten verantwortlich sind) und für die EW. Hier sollten alternative Modelle diskutiert werden. Möglicherweise könnte durch die Einbeziehung der innerjährlichen Verbrauchsschwankungen eines Anschlusses in die Gebührenberechnung eine Lenkungswirkung erzielt werden (vgl. Kapitel 2.2).

Das Verhältnis von Grund- und Verbrauchsgebühr spiegelt bei vielen WVU nicht die Kostenstruktur wider. Während durchschnittlich 75 % der Gesamtkosten auf Fixkosten entfallen (Branchenbild 2020), umfasst die Grundgebühr häufig nur etwa 25 % der Gesamtgebühren. Aus diesem Verhältnis können Probleme resultieren, wenn die Wasserabnahme unerwartet einbricht, wie es z. B. in den Tourismusregionen während der Maßnahmen zur Pandemieeindämmung im Frühjahr 2020 und 2021 der Fall war. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht wäre daher zu empfehlen, die Fixkosten weitgehend über die Grundgebühr zu decken. Als Nachteil wird häufig angeführt, dass der daraus resultierende niedrige Verbrauchspreis nicht zum Wassersparen anregt – eine Vermutung, die sich in der Praxis nicht immer bestätigt. Einige Versorger in M-V erheben Grundgebühren von ca. 50 %, ohne dass der Wasserverbrauch pro EW signifikant höher ist als im Landesdurchschnitt.

Die Umsetzbarkeit dieser Anregungen sollte von den WVU geprüft werden.

6.1.20 Klimaangepasste Landnutzung und Optimierung der landwirtschaftlichen Bewässerung/Beregnung

Es ist zu erwarten, dass bei einem abnehmenden Wasserdargebot (Kapitel 3.2) und angesichts der stetigen Zunahme der Bewässerungsfläche (Kapitel 3.1.3) perspektivisch der landwirtschaftliche Wasserbedarf nicht mehr in vollem Umfang befriedigt werden kann. Um daraus resultierende Nachteile für die landwirtschaftliche Produktion zu vermeiden, sollten frühzeitig wassersparende Bewässerungssysteme eingeführt werden und sich die Landwirte durch entsprechende Sortenwahl und die Anbaustruktur anpassen. Wenngleich die Umsetzung solcher Anpassungsmaßnahmen im Interesse und im Verantwortungsbereich der Landwirte ist, wären initiale Anreize durch das Land förderlich.

6.1.21 Wasserspeichermöglichkeiten für die landwirtschaftliche Beregnung

Angesichts der zu erwartenden Defizite zwischen landwirtschaftlichem Wasserbedarf und (Grund-)Wasserdargebot wird empfohlen, regional verfügbare Möglichkeiten zur Speicherung und Nutzung von Oberflächenwasser aus diesen Speichern zu prüfen (siehe Kapitel 5.3). Diese Maßnahmen sollten durch das Land unterstützt werden.

6.1.22 Wasserentnahmeentgelt

Das Wasserentnahmeentgelt sollten grundsätzlich alle Nutzer zahlen, die die Ressource Wasser in Anspruch nehmen. Dadurch können eine Lenkungswirkung erzielt und die finanziellen Möglichkeiten zum Gewässerschutz vergrößert werden. Zur Umsetzung ist eine Änderung des Landeswasserrechtes erforderlich.

6.1.23 Steuerung der Grabenentwässerung und Paludikultur

Diese Maßnahme (siehe Kapitel 5.4) dient der Stabilisierung des Landschaftswasserhaushaltes – eine Notwendigkeit, auf die in zahlreichen Studien und Konzepten hingewiesen wird (u.a. MLU 2016, MV-Zukunftsrat 2021). Ohne eine staatliche Unterstützung ist die Etablierung einer den Wasserrückhalt fördernden Bewirtschaftung nicht realistisch. Der Zukunftsrat empfiehlt in diesem Zusammenhang, die Wasser- und Bodenverbände zu Wasserhaushalts-, Landschafts- und Bodenpflegeverbänden zu entwickeln, die als zentrale Dienstleister im ländlichen Raum wirken. Die Stabilisierung des Wasserhaushaltes wird als öffentliche Aufgabe gesehen, die durch öffentliche Mittel finanziert werden muss (MV-Zukunftsrat 2021).

Es besteht Forschungsbedarf hinsichtlich der Steuerung wasserwirtschaftlicher Anlagen und zusätzlich Überzeugungsbedarf bei der Etablierung einer Landwirtschaft auf nassen Flächen (Paludikultur).

6.1.24 Kontrollierte Dränung

Die naturräumlichen Chancen und Grenzen einer kontrollierten Dränung wurden in den Kapiteln 5.1.1 und 5.4 diskutiert. Analog zur vorhergehenden Maßnahme dient sie der Verbesserung des Landschaftswasserhaushaltes und dem Stoffrückhalt. Darüber hinaus kann der Beregnungsbedarf vermindert werden. Die Erforschung und großflächige Etablierung einer kontrollierten Dränung bedarf staatlicher Förderung.

6.1.25 Transparenz wasserwirtschaftlich relevanter Daten zur Landnutzung

Um eine gezielte Überwachung der Rohwasservorkommen zu ermöglichen (Maßnahme-Nr. 2), benötigen die WVU konkrete Informationen zur Landnutzung und zu ausgebrachten Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. Nach einem Urteil des Verwaltungsgerichtes Sigmaringen (VG Sigmaringen 2021) ist grundsätzlich eine Auskunftspflicht gegeben. Die Mehrzahl der WVU wünscht sich einen einfachen und freiwilligen Datenaustausch.

6.2 Aufgaben der Handlungsakteure

Ausgehend von den beschriebenen Maßnahmen werden nachfolgend die sich für die Hauptakteure ergebenden Aufgaben tabellarisch dargestellt. Die Tabellen enthalten die Maßnahmennummer (M.-Nr.), die Benennung der Aufgabe und den vorgesehenen Umsetzungszeitraum. Es werden nur die Maßnahmen aufgeführt, für die der jeweilige Akteur maßgeblich verantwortlich ist. Die Maßnahmen können bei mehreren Akteuren mit unterschiedlichen Aufgabenzuordnungen aufgeführt sein.

6.2.1 Wasserversorgungsunternehmen

M.-Nr.	Aufgabe	Umsetzung
1	Aktualisierung der Trinkwasserversorgungskonzepte	regelmäßig/anlassbezogen
2	Erarbeitung fassungsspezifischer Monitoringkonzepte und deren Umsetzung	zeitnah/laufend
3	Erarbeitung der Antragsunterlagen zur Ausweisung von WSG (Priorisierung nach Bedeutung der Wasserfassung und Gefahrenlage)	mittelfristig
5	Erarbeitung differenzierter, fassungsspezifischer Nutzungsbeschränkungen in WSG	mittelfristig
9	Abschluss von Kooperationsvereinbarungen mit Landwirten	zeitnah
10	Flächenerwerb in WSG, sofern möglich und zulässig	laufend
7, 12	Verpachtung eigener Flächen in WSG Schutzzonen II zum Zwecke ökologischer Landwirtschaft oder Aufforstung	laufend
15	Sicherung perspektivisch benötigter Wasserressourcen über die Ausweisung von Vorranggebieten Trinkwassersicherung	zeitnah
19	Prüfung und ggf. Anpassung der Gebühren- und Entgeltstruktur	zeitnah

6.2.2 Kommunen

M.-Nr.	Aufgabe	Umsetzung
18	Umsetzung der Landestourismuskonzeption: Konzentration auf qualitative Verbesserungen; kein Ausbau von Bettenkapazitäten innerhalb der bestehenden Tourismuszentren, Steigerungen ausschließlich in der Nebensaison	laufend
19	Prüfung und ggf. Anpassung der Gebühren- und Entgeltstruktur der WVU	zeitnah

6.2.3 Untere Wasserbehörden

M.-Nr.	Aufgabe	Umsetzung
3	Unterstützung der WVU im WSG-Verfahren, Verkürzung der Verfahrensdauer	regelmäßig
5	Erarbeitung differenzierter, fassungsspezifischer Nutzungsbeschränkungen in WSG	zeitnah
16	Erlaubnisse für die Nutzung der tiefen Grundwasserleiter unter besonderer Berücksichtigung der Bedarfe auch künftiger Trinkwasserversorgung	laufend
17	Monitoring der Wasserrechte, Überprüfung des tatsächlichen Bedarfes, Beachtung von Summationseffekten	laufend
21	Prüfung von Wasserspeichermöglichkeiten für die landwirtschaftliche Beregnung, insbesondere in und durch bestehende Anlagen	laufend

6.2.4 Staatliche Ämter für Landwirtschaft und Umwelt

M.-Nr.	Aufgabe	Umsetzung
3	Unterstützung der WVU im WSG-Verfahren, Verkürzung der Verfahrensdauer	regelmäßig
25	Transparenz wasserwirtschaftlich relevanter Daten (z. B. Düngung, Einsatz von PSM)	zeitnah

6.2.5 Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie

M.-Nr.	Aufgabe	Umsetzung
3	Unterstützung und fachliche Beratung der WVU im WSG-Verfahren, Verkürzung der Verfahrensdauer	regelmäßig
17	Aktualisierung der Grundwasserressourcenkarte und Erweiterung um eine WEB-GIS-basierte Anwendung zur Erfassung und Überwachung der Wasserrechte	regelmäßig

6.2.6 Land, Landesministerien

M.-Nr.	Aufgabe	Umsetzung
4	Strukturelle Anpassung des Festsetzungsverfahrens für WSG (in Zusammenarbeit mit den anderen Wasserbehörden und den WVU)	zeitnah
5	Erarbeitung von begründeten Vorlagen für differenzierte Nutzungsbeschränkungen in WSG	zeitnah
6	Ausstattung mit ausreichendem und qualifiziertem Personal in den unteren Wasserbehörden und im LUNG	zeitnah/ regelmäßig
7	Neuverpachtungen landeseigener Flächen mit besonderem Augenmerk auf ökologisch wirtschaftende Betriebe	laufend
11	Förderung der Wiedervernässung trockengelegter Moore mittels Ökosponsoring; Schaffung von Fördermöglichkeiten/finanziellen Anreizen zur Land- und Forstwirtschaftsumstellung; ggf. Flächenerwerb sowie Förderung der Paludikultur auf organischen Böden durch die Geschäftsstelle Öko-Wertpapiere	laufend
12, 13	Initiierung Unterstützung und Förderung von Aufforstungen in WSG und Förderung eines naturbasierten Waldumbaus u.a. mittels Ökosponsoring der Geschäftsstelle Öko-Wertpapiere	mittelfristig
14	Land- und forstwirtschaftliche Beratung im Sinne des Gewässerschutzes	laufend
15	Ausweisung von Vorranggebieten Trinkwassersicherung in den RREP	2028
16	Rückhaltung der tiefen Grundwasserleiter für die öffentliche Trinkwasserversorgung	laufend
20	Förderung einer klimaangepassten Landnutzung und sparsamer Bewässerungsanlagen	laufend
21	Erschließung von Wasserspeichermöglichkeiten für die landwirtschaftliche Beregnung	regelmäßig
22	Änderung des Landeswasserrechts: Wasserentnahmeentgelt auch für die landwirtschaftliche Beregnung	zeitnah
23	Prüfung von Umstrukturierung/Kompetenzerweiterung der Wasser- und Bodenverbände, die – auch im Interesse des Moorklimaschutzes – eine intelligente, wassersparende Steuerung der wasserwirtschaftlichen Anlagen umsetzen sollen; Förderung von Forschungsvorhaben auf diesem Gebiet und Erforschung und Förderung der nassen Landwirtschaft (Paludikultur)	zeitnah
24	Erforschung und Etablierung einer kontrollierten Dränung	mittelfristig
25	Schaffung eindeutiger rechtlicher Rahmenbedingungen zur Transparenz wasserwirtschaftlich relevanter Daten (z.B. Düngung, Einsatz von PSM)	zeitnah

6.2.7 Landwirtschaft

M.-Nr.	Aufgabe	Umsetzung
7	Nach Möglichkeit freiwillige Umstellung auf eine ökologische Landwirtschaft innerhalb von WSG	laufend
8	Erweiterung einer wasserschonenden Bewirtschaftung (z. B. im Rahmen von AUKM)	laufend
9	Abschluss von Kooperationsvereinbarungen in WSG mit der Wasserwirtschaft	zeitnah
11	Freiwillige Umstellung auf eine ökologische, extensive, nasse Landwirtschaft	laufend
20	Klimaangepasste Landnutzung und Optimierung der landwirtschaftlichen Bewässerung/Beregnung	laufend
21	Nutzung insbesondere von vorhandenen Wasserspeichermöglichkeiten für die landwirtschaftliche Beregnung	laufend
23	Verminderung der Entwässerung über Gräben durch bessere Steuerung	laufend
24	Nutzung der Möglichkeiten einer kontrollierten Dränung	laufend

7 Zusammenfassung und Ausblick

Der Grundsatzplan Wasserversorgung 2040 bildet den zweiten Teil der Trinkwasserversorgungskonzeption Mecklenburg-Vorpommern. Nachdem im ersten Teil, dem Statusbericht, die naturräumlichen und rechtlichen Grundlagen vorgestellt wurden, widmete sich der zweite Teil der Darstellung der aktuellen Trinkwasserversorgungssituation im Land sowie der Identifizierung zukünftiger Risiken und der Erarbeitung von Anpassungsmaßnahmen.

Die Trinkwasserversorgung in M-V erfolgt überwiegend aus dem Grundwasser, das in den meisten Regionen keiner über eine Enteisenung/Entmanganung hinausgehenden Aufbereitung bedarf. Allein die Hanse- und Universitätsstadt Rostock und angeschlossene Umlandgemeinden werden auf der Basis von Oberflächenwasser der Warnow mit Trinkwasser beliefert (15 % der EW M-V).

Für die Trinkwasserversorgung in M-V sind 49 öffentlich-rechtlich oder privatrechtlich organisierte Unternehmen zuständig. Fragebögen und Interviews bildeten die Grundlage für eine steckbriefartige Charakterisierung der Unternehmen (Anhang 1) sowie eine landesweite Auswertung hinsichtlich der Wasserentnahmen, der Versorgungssicherheit und der Investitionen. Es zeigte sich eine große Variabilität bei der Struktur der Versorgungsgebiete. Die Bandbreite reicht von der Versorgung einer einzelnen ländlichen Kleinstadt bis zur Versorgung einer Großstadt, von großen, ländlich geprägten Gebieten mit sinkenden Bevölkerungszahlen bis zu vom Tourismus dominierten Versorgungsbereichen mit stark steigenden Wasserbedarfen. Aus diesen Strukturen resultieren jeweils spezifische Herausforderungen für die Wasserversorgung, denen die Unternehmen mit lokalen Versorgungskonzepten begegnen.

Das Ziel der landesweiten Trinkwasserversorgungskonzeption ist es, ausgehend von der derzeitigen Versorgungsstruktur überregionale Entwicklungen zu analysieren und zukünftige Herausforderungen und Handlungsbedarfe abzuschätzen. Es zeigten sich vor allem vier Problemfelder:

- Verschlechterung der Rohwasserqualität vor allem infolge landwirtschaftlicher Stoffeinträge
- Stetig steigender Wasserbedarf in Tourismusregionen mit Extremwerten im Sommer
- Steigerung des landwirtschaftlichen Wasserbedarfes
- Mögliche Verminderung des Wasserdangebotes aufgrund klimatischer Änderungen

Der infolge des touristischen Wachstums steigende Wasserbedarf beschränkt sich im Wesentlichen auf die Küstenregionen, die anderen drei Problembereiche gelten – mit regional unterschiedlicher Ausprägung – für das gesamte Land.

Um die hohe Qualität der Trinkwasserversorgung langfristig zu sichern und zukünftige Kostensteigerungen zu dämpfen, sind Anpassungsmaßnahmen erforderlich. Es wurden grundsätzliche Handlungsoptionen aufgezeigt und diskutiert, die geeignet sind, die identifizierten Risiken zu mindern. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf vorbeugenden, gestaltenden Maßnahmen zur Verminderung der anthropogenen Stoffeinträge, zur Begrenzung der Bedarfssteigerungen und zur Erhöhung des Wasserdangebotes.

Aus den grundsätzlichen Handlungsoptionen wurden insgesamt 25 konkrete Maßnahmen abgeleitet und daraus Aufgaben für die WVU sowie die wasserwirtschaftlichen Behörden benannt. Einige der Maßnahmen sind relativ schnell umsetzbar und wirken innerhalb von wenigen Jahren. Die meisten jedoch sind naturräumlich orientiert. Ihre Wirksamkeit ist sehr hoch, sie erfordern einen langen Atem bei der Umsetzung und entfalten ihre Wirkung erst in Jahrzehnten. Daher ist es essentiell, einen nachhaltigen Schutz unserer Wasserressourcen schnell einzuleiten, ganz im Sinne der Empfehlungen des Zukunftsrates (MV-Zukunftsrat 2021): „Was lange dauert, muss jetzt begonnen werden.“

7.1 Verzeichnis der Abkürzungen

Verzeichnis der Abkürzungen	
AUKM	Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen
BVVG	Bodenverwertungs- und -verwaltungs GmbH
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
° C	Grad Celsius
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
€	Euro
€/m ³	Euro pro Kubikmeter
EW	Einwohnerin bzw. Einwohner
FOK	Filteroberkante
FUK	Filterunterkante
ggf.	gegebenenfalls
GOW	Gesundheitlicher Orientierungswert
ha	Hektar
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (deutsch: Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen oft als Weltklimarat bezeichnet)
l/d	Liter pro Tag
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LEP M-V	Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern
LUNG	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern
LWaG	Wassergesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommern
m	Meter
mm	Millimeter
m ³	Kubikmeter
mg/l	Milligramm pro Liter
mm/d	Millimeter pro Tag

Verzeichnis der Abkürzungen	
mm/a	Millimeter pro Jahr
m ³ /a	Kubikmeter pro Jahr
m ³ /d	Kubikmeter pro Tag
Mio.	Millionen
M-V	Mecklenburg-Vorpommern
MusterVO	Muster einer Wasserschutzgebietsverordnung
µg/l	Mikrogramm pro Liter
NH ₄ ⁺	Ammonium
NO ₃	Nitrat
nrM	nicht relevante Metaboliten
PSM	Pflanzenschutzmittel
rM	relevante Metaboliten
RPV	Regionaler Planungsverband Vorpommern
RREP	Regionales Raumentwicklungsprogramm
RWW	Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH
StALU	Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt
Trinkwasserverordnung	Verordnung über die Qualität von Trinkwassers für den menschlichen Gebrauch
u.a.	unter anderem
vgl.	vergleiche
WAG Schwerin	Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsgesellschaft Schwerin mbH & Co. KG
Wasserhaushaltsgesetz	Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts
WAZ	Wasserversorgungs- und Abwasserzweckverband Güstrow-Bützow-Sternberg
WDCC	World Data Center for Climate
WSG	Wasserschutzgebiet
WVU	Wasserversorgungsunternehmen (z. B. Gemeinden, Verbände, Eigenbetriebe und Gesellschaften)
WWAV	Warnow-Wasser- und Abwasserverband
z. B.	zum Beispiel
%	Prozent

7.2 Quellenverzeichnis

- BEV#Bohm, U. & Weiß, W. (2003): Die potenziell natürliche Vegetation. In: Leibnitz-Institut für Länderkunde (Hrsg.): Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland – Klima, Pflanzen- und Tierwelt, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg-Berlin
- BeVP (2019a): 5. Bevölkerungsprognose Mecklenburg-Vorpommern bis 2040 Landesprognose (Hrsg.): Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung Mecklenburg-Vorpommern
- BeVP (2019b): 5. Bevölkerungsprognose Mecklenburg-Vorpommern bis 2040 Regionalisierung für die Landkreise, kreisfreien Städte sowie die Mittelbereiche der Zentralen Orte (Hrsg.): Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung Mecklenburg-Vorpommern
- Branchenbild (2020): Branchenbild der Deutschen Wasserwirtschaft 2020. Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V. (ATT); Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW); Deutscher Bund der verbandlichen Wasserwirtschaft e.V. (DBVW); Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.; Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V; Verband kommunaler Unternehmen e.V. (VKU) (Hg.), Bonn
- BrSchG M-V (2015): Gesetz über den Brandschutz und die Technischen Hilfeleistungen durch die Feuerwehren für Mecklenburg-Vorpommern (Brandschutz- und Hilfeleistungsgesetz M-V – BrSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. Dezember 2015, zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 30. Juni 2022 (GVOBl. M-V S. 400, 402) BZL & BLE (2017): Bräutigam, V. et al.: Agrarmeteorologie. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) (Hg.), Bonn
- Destatis (2017): Bewässerung in landwirtschaftlichen Betrieben / Agrarstrukturhebung – 2016. Statistisches Bundesamt (Hg.).
- Destatis (2020): Entgelt für die Trinkwasserversorgung in Tarifgebieten nach Tariftypen. Hg. v. Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Wasserwirtschaft/Tabellen/tw-07-entgelt-trinkwasserversorgung-tarifgeb-nach-tariftypen-2017-2019-land-bund.html>, zuletzt geprüft am 11.04.2023
- Deutscher Wetterdienst (2018): Klimareport Mecklenburg – Vorpommern: Fakten bis zur Gegenwart –Erwartungen für die Zukunft. Deutscher Wetterdienst. Bearbeitet von Michael Borsche, Andreas Friedrich, Karsten Friedrich, Kristina Fröhlich, Barbara Früh, Kirsten Heinrich et al. Deutscher Wetterdienst (Hg.), Offenbach am Main
- DIN (2016): DIN EN 15975-1 3/2016. – Sicherheit der Trinkwasserversorgung – Leitlinien für das Risiko- und Krisenmanagement – Teil 1: Krisenmanagement –, Deutsches Institut für Normung e. V. (Hg.), Berlin
- DIN (2013) DIN EN 15975-2 12/2013. – Sicherheit der Trinkwasserversorgung – Leitlinien für das Risiko- und Krisenmanagement – Teil 2: Risikomanagement –, Deutsches Institut für Normung e. V. (Hg.), Berlin DVGW (2013): Konsequenzen nachlassenden Nitratabbauvermögens in Grundwasserleitern. Abschlussbericht im DVGW F&E-Vorhaben W1/06/08. Bearbeitet von A. Bergmann, L. van Straaten, W. van Berk, P. Dietrich, U. Franko und J. Kiefer. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (Hg.)
- DVGW (2008): Technische Regel. Arbeitsblatt W 410, 12/2008. – Wasserbedarf – Kennwerte und Einflussgrößen. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (Hg.), Bonn
- DVGW (2020): DVGW-Information Wasser Nr. 89, 3/2020– Diffuse Stoffeinträge in Gewässer und aus Wald in naturnahen Nutzungen. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (Hg.), Bonn
- DVGW (2020): Technischer Hinweis. Merkblatt W 1001 (M), 11/2020: Sicherheit in der Trinkwasserversorgung – Risikomanagement im Normalbetrieb. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (Hg.), Bonn
- DVGW (2021): Wasser-Impuls. Online verfügbar unter <https://www.dvgw.de/themen/wasser/wasser-impuls>, zuletzt geprüft am 11.04.2023
- DWA (2015): DWA-Themen T2/2015: Stickstoffumsatz im Grundwasser. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. DWA (Hg.), Hennef
- DWA 2019 (2019): DWA- Regelwerk. Merkblatt DWA-M 590: Grundsätze und Richtwerte zur Beurteilung von Anträgen zur Entnahme von Wasser für die Bewässerung. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. DWA (Hg.), Hennef
- Engel, N.; Hübsch, L.; Müller, U. (2017): Beregnungsbedarfsermittlung und Beregnungssteuerung als Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel. In: Markus Porth und Holger Schüttrumpf (Hg.): Wasser, Energie und Umwelt. Aktuelle Beiträge aus der Zeitschrift Wasser und Abfall I. 1. Auflage 2017. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 508–516
- EU-Trinkwasserrichtlinie (2020): Richtlinie (EU) 2020/2184 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Neufassung) (EU-Trinkwasserrichtlinie). Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union

- Feller, M.; Grobe, S.; Sorge, H.-C. (2017): Klimawandel und demografischer Wandel. In: Markus Porth und Holger Schüttrumpf (Hg.): Wasser, Energie und Umwelt. Aktuelle Beiträge aus der Zeitschrift Wasser und Abfall I. 1. Auflage 2017. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 460–466
- Fraunhofer IKTS 2019 (2019): Durchführung von chemisch-verfahrenstechnischen Untersuchungen sowie Piloterprobung zur Beseitigung von Bentazon in Brunnenwasser des Wasserwerks Brül. Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS im Auftrag der mea Energieagentur Mecklenburg-Vorpommern GmbH, unveröffentlicht
- GrwV : Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1802) geändert worden ist
- Haas, G. (2010): Wasserschutz im Ökologischen Landbau: Leitfaden für Land- und Wasserwirtschaft. Forschungsbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft & Verbraucherschutz (Bundesprogramm Ökologischer Landbau, FKZ 06OE175), Bad Honnef
- Hannappel, S.; Köpp, C.; Bach, T. (2018): Charakterisierung des Nitratabbauvermögens der Grundwasserleiter in Sachsen-Anhalt. In: Grundwasser 23 (4), S. 311–321. DOI: 10.1007/s00767-018-0402-7
- Hennig, H.; Hilgert, T. (2007): Dränabflüsse. Der Schlüssel zur Wasserbilanzierung im nordostdeutschen Tiefland. In: Hydrologie & Wasserbewirtschaftung 51 (6), S. 248–257
- Hennig, H.; Mundthal, H. (2008): Grenzüberschreitende Grundwasserbewirtschaftung im Gebiet Ost-Usedom. Ein deutsch-polnisches Projekt. In: Neubrandenburger Geologische Beiträge Band 8, S. 50–64
- Hennig, H.; Hilgert, T. (2018): Speisung bedeckter Grundwasserleiter im norddeutschen Lockergestein – Eine Auswertung für Mecklenburg-Vorpommern. In: Brandenburg. geowiss. Beitr. (25), S. 27–37
- Hennig, H.; Hilgert, T. (2021): Der Grundwasserhaushalt in Vorpommern – Seine anthropogene Prägung, Auswirkungen von Klimaänderungen und Anpassungsstrategien. In: Grundwasser. DOI: 10.1007/s00767-020-00464-w
- Heß, J. (2017): Per se gut - Die Leistungen des Ökolandbaus für den Grund- und Trinkwasserschutz. Kritischer Agrarbericht 2017. AgrarBündnis e.V. (Hg.). Online verfügbar unter <https://www.kritischer-agrarbericht.de/agrarberichte/2017>, zuletzt geprüft am 11.04.2023
- IPCC 2007 (2007): Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC (Hg.), Cambridge
- Kahle, P.; Tiemeyer, B.; Eichler-Löbermann; Lennartz, B. (2008): Phosphorausstragung aus einem landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet des nordostdeutschen Tieflandes. In: Wasserwirtschaft (5), S. 2–7
- Kahle, P.; Bothe, A.; Lennartz, B. (2012): Controlled Drainage zur Minderung des Nährstoffaustrages aus dränierten landwirtschaftlich genutzten Flächen. Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 31.12: Wasser ohne Grenzen. Beiträge zum Tag der Hydrologie 2012, S. 343–344. Online verfügbar unter <https://www.fghw.de/download/forumsbeitraege/31.12.pdf>, zuletzt geprüft am 11.04.2023
- Kahle, P.; Bauwe, A.; Lennartz, B. (2018): Übersichtsbeitrag zu Untersuchungen zum Nährstoffaustrag im künstlich entwässerten Tieflandeinzugsgebiet der Zarnow, Mecklenburg-Vorpommern. In: Hydrologie & Wasserbewirtschaftung 62 (3), S. 159–172. DOI: 10.5675/HyWa_2018,3_3
- Koch, F.; Küchler, A.; Mehl, D.; Hoffmann, T. (2010): Ermittlung von Art und Intensität künstlicher Entwässerung von landwirtschaftlichen Nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern. In: Scientific Technical Reports“ (STR) des Deutschen GeoForschungszentrums (GFZ), S. 110–115
- Kunkel, R. (2016): Szenarien für die Reduzierung von Stickstoffeinträgen zum Erreichen der Grundwasser- und Meeres-schutzziele in Mecklenburg-Vorpommern. In: Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 60 (2). DOI: 10.5675/HYWA_2016,2_2
- LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder. Bearbeitet von M. Joneck, C. Baumgarten, A. Blatter, F. A. Emde, A. Gratzki, K. Hintermeier et al. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Hg.), Berlin
- LAWA (2018): Konzept zur Beurteilung der Grundwassergüte anhand weiterer Stoffgehalte unter Berücksichtigung eines möglichen Nitratabbaus. Bearbeitet von W. Feuerstein, L. Germershausen, U. Hauschild, G. Burucker, J. Neumann, P. Neumann et al. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (Hg.), Berlin
- LBEG 2011 (2011): Klimafolgenmanagement in der Metropolregion Hannover – Braunschweig. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hg.), Hannover (LBEG) (GeoBerichte, 18)
- LEP M-V (2016): Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern. Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung (Hg.). Online verfügbar unter <https://www.regierung-mv.de/Landesregierung/em/Raumordnung/Landesraumentwicklungsprogramm/aktuelles-Programm/>, zuletzt geprüft am 11.04.2023

- LUNG (2015): Das Landesmessnetz zur Güteüberwachung des Grundwassers in Mecklenburg-Vorpommern – Untersuchungsergebnisse 2007-2013 und Bewertung des chemischen Zustands. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) (Hg.), Güstrow
- LUNG (2012): Grundwasserressourcen Mecklenburg-Vorpommern. Bearbeitet von UmweltPlan GmbH (Hennig, H.), FUG-RO Consult GmbH (Hilgert, T.), B. Schwerdtfeger, H. Handke und G. Lemke (LUNG MV). Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG). Online verfügbar unter <https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/atlas/script/index.php>, zuletzt geprüft am 11.04.2023
- LWaG (1992): Wassergesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommern vom 30. November 1992, das zuletzt durch das Gesetz vom 8. Juni 2021 (GVBl. M-V S. 866)
- Malik, C. (2020): Isotopen – Hydrobiogeochemische Charakterisierung von Grund- und Oberflächenwässern im Einzugsgebiet des Wasserwerkes Lüssow. Bachelorarbeit im Studiengang Umweltwissenschaften. Universität Greifswald
- MLU (2014): Erlass zur Festsetzung und Änderung von Wasserschutzgebieten vom 23.01.2014. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin
- MLU (2017a): Hinweise zum Entschädigungs- bzw. Ausgleichsverfahren in Wasserschutzgebieten (MLU) vom 09.02.2017. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin
- MLU (2019a): Hinweise zum Vollzug des § 50 Absatz 5 Wasserhaushaltsgesetz zur Durchsetzung der Selbstüberwachung (Rohwassererlass M-V) vom 05.08.2020. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin
- MLU (2019b): Trinkwasserversorgungskonzeption des Landes Mecklenburg-Vorpommern. Teil 1: Statusbericht. Bearbeitet von K. Pröhl und H. Kasten. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern (Hg.), Schwerin
- MLU (2016): Landeswaldprogramm 2016 Mecklenburg-Vorpommern. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern (Hg.). Online verfügbar unter http://service.mvnet.de/_php/download.php?datei_id=1575903, zuletzt geprüft am 11.04.2023
- MLU (2017b): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern – Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzkonzeptes. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern (Hg.), Schwerin
- Müller, J. (2011): Die Anwendung von Lysimetern zur Ermittlung des Wasserhaushaltes in Wäldern des nordostdeutschen Tieflands. In: Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz (12), S. 37-46. Online verfügbar unter https://www.afsv.de/download/literatur/waldoekologie-online/waldoekologie-online_heft-12-5.pdf, zuletzt geprüft am 11.04.2023
- MV-Zukunftsrat (2021): Unsere Zukunft ist jetzt – Für ein nachhaltiges, digitales und gemeinwohlorientiertes MV. Zukunftsbilder und ein Zukunftsprogramm für die Jahre 2021-2030. MV ZUKUNFTSRAT bei der Staatskanzlei Mecklenburg-Vorpommern (Hg.). Online verfügbar unter <https://www.regierung-mv.de/Aktuell/?id=168559&processor=processor.sa.pressemitteilung>, zuletzt geprüft am 11.04.2023
- MWAG (2018): Landestourismuskonzeption Mecklenburg-Vorpommern. Bearbeitet von dwif-Consulting GmbH im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Gesundheit Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin
- Nawrocki, A. (2019): Arzneimittelbefunde in den Fließgewässern Mecklenburg-Vorpommerns 2008 bis 2017. Tagungsband: 12. Rostocker Abwassertagung. In: Schriftenreihe Umweltingenieurwesen (88)
- NLWKN (2019): Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen – Grundlagen des Kooperationsmodells und Darstellung der Ergebnisse. 3. Aufl. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hg.) (34). Online verfügbar unter https://www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/wasserwirtschaft/grundwasser/niedersaechsisches_kooperationsmodell_trinkwasserschutz/ergebnisse_zum_kooperationsmodell/kooperationsmodell-trinkwasserschutz-ergebnis-se-102721.html, zuletzt geprüft am 11.04.2023
- Oelmann, M., Czichy, C. und Hormann, L. (2017): Gutachten zur Berechnung der Kosten der Nitratbelastung in Wasserkörpern für die Wasserwirtschaft. MOcons GmbH & Co. KG im Auftrag des BDEW, Mülheim an der Ruhr. Online verfügbar unter https://www.bdew.de/media/documents/20170113_BDEW_Gutachten_Nitrat_final.pdf, zuletzt geprüft am 11.04.2023
- Ostermann, U. (2019): Wasserhaushalt in Nordostniedersachsen durch Wassernutzung und -management ausgleichen. In: Wasser und Abfall (3/2019), S. 39-46. DOI: 10.1007/s35152-019-0017-z
- Quirin, M.; Voges, D.; Hoetmer, M.; Hartung, T. (2020): Wirkung von Maßnahmen zur Reduzierung landwirtschaftlicher Stickstoffeinträge in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells. In: Korrespondenz Wasserwirtschaft 13 (7), S. 376-381

- RiStWag (2016): Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten (RiStWag), Ausgabe 2016. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- RPV (2018): Grundwassernutzung im Klimawandel – Ansätze zu einer nachhaltigen Sicherung der regionalen Wasserversorgung. Regionaler Planungsverband Vorpommern (Hg.), Greifswald
- Schmidt, C. K.; Brauch, H.-J. (2008): N,N-Dimethylsulfamide as Precursor for N-Nitrosodimethylamine (NDMA) Formation upon Ozonation and its Fate During Drinking Water Treatment. In: Environmental Science & Technology 42 (17), S. 6340–6346. DOI: 10.1021/es7030467
- Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (2011-2020): Statistische Berichte. Tourismus in Mecklenburg-Vorpommern. Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (Hg.), Schwerin
- Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (2016): Statistische Berichte. Nichtöffentliche Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in Mecklenburg-Vorpommern. 2016. Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (Hg.), Schwerin.
- Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (2019): Statistische Berichte. Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in Mecklenburg-Vorpommern. 2016. Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (Hg.), Schwerin
- Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (2020): Statistisches Jahrbuch Mecklenburg-Vorpommern 2020. Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (Hg.), Schwerin
- Thünen (Hg.) (2018): Bewässerung in der Landwirtschaft. Tagungsband zur Fachtagung am 11./12.09.2017 in Suderburg. Bearbeitet von Sonja Schimmelpfennig, Jano Anter, Claudia Heidecke, Stefan Lange, Klaus Röttcher, Florian Bittner. Johann Heinrich von Thünen-Institut. 85 Bände (Thünen Working Paper)
- TrinkwV : Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 22. September 2021 (BGBl. I S. 4343) geändert worden ist. UBA (2017a): Quantifizierung der landwirtschaftlich verursachten Kosten zur Sicherung der Trinkwasserbereitstellung. UBA-FB 002511. Endbericht. Umweltbundesamt (Hg.), Dessau-Roßlau
- UBA (2017b): Wasserwirtschaft in Deutschland. Grundlagen, Belastungen, Maßnahmen. Umweltbundesamt (Hg.), Dessau-Roßlau
- UBA (2018): Dynamik der Klarwasseranteile in Oberflächengewässern und mögliche Herausforderungen für die Trinkwassergewinnung in Deutschland. Technische Universität München – Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft in Zusammenarbeit mit DHI WASY GmbH im Auftrag des Umweltbundesamtes. Umweltbundesamt (Hg.), Dessau-Roßlau
- UBA (2020a): Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft. Umweltbundesamt (Hg.). Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/pflanzenschutzmittelverwendung-in-der#umweltwirkungen-von-pflanzenschutzmitteln>, zuletzt geprüft am 11.04.2022
- UBA (2020b): Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln (PSM), Fortschreibungsstand: November 2021. Umweltbundesamt
- UmweltPlan (2014): Trinkwasserversorgungskonzept Insel Usedom – Teil 1. Bedarfsprognose / Wasserressourcen / Versorgungsvarianten. UmweltPlan GmbH in Zusammenarbeit mit PROWA EPPLER GmbH im Auftrag des Zweckverbandes Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung der Insel Usedom. unveröffentlicht
- UmweltPlan (2015): Trinkwasserversorgungskonzept Insel Usedom – Teil 2. Vorplanung und Variantenvergleich. UmweltPlan GmbH in Zusammenarbeit mit PROWA EPPLER GmbH im Auftrag des Zweckverbandes Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung der Insel Usedom. unveröffentlicht
- VG Sigmaringen (2021): Anspruch eines selbständigen kommunalen Zweckverbandes auf Zugang zu Umweltinformationen über von Landwirten verwendete Pflanzenschutzmittel in einem Wasserschutzgebiet. In: Natur und Recht 43 (2), S. 141–144. DOI: 10.1007/s10357-021-3797-3
- Vidaurre, R.; Schmitt, H. (2021): Wirkungsanalyse von Maßnahmen zur Verringerung von Stickstoffeinträgen aus der Landwirtschaft im Rahmen des dezentralen Kooperationsmodells NRW – Teil 1: Landwirtschaftliche Evaluierung. In: Korrespondenz Wasserwirtschaft (4), S. 223–229
- WASTRA-PLAN (2015): Ergänzung zum Trinkwasserkonzept 2020. WASTRA-PLAN Ingenieurgesellschaft mbH im Auftrag der Wasser und Abwasser GmbH Boddenland, unveröffentlicht
- WWAV (2020): Ver- und Entsorgungskonzept des Warnow- Wasser- und Abwasserverbandes. Verbandsversammlung des Warnow- Wasser- und Abwasserverbandes, Rostock 19.11.2020

7.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Zusammenfassung der erwarteten Bedarfsentwicklung bis zum Jahr 2040	33
Tabelle 2:	Untersuchte Hauptelemente und Ursachen erhöhter Konzentrationen.....	38
Tabelle 3:	Rohwasserqualität – Bewertung der Gefährdungspotentiale	50
Tabelle 4:	Herausforderungen und Handlungsbedarfe.....	51
Tabelle 1:	Landesweite Übernachtungszahlen der Jahre 2010 - 2020, entnommen aus Statist M-V (2011-2020).....	140
Tabelle 2:	Übernachtungszahlen der Haupt- und Nebensaison für die einzelnen Berechnungsszenarios	142
Tabelle 3:	Haupt- und Nebensaisonbilanzen für die einzelnen Tourismusgebiete, entnommen aus Statist M-V (2011-2020).....	142
Tabelle 4:	Übernachtungszahlen großer Gemeinden im Bereich der Mecklenburgischen Ostseeküste, entnommen aus Statist M-V (2011-2020).....	143
Tabelle 5:	Übernachtungszahlen im Bereich der Seenplatte und der Mecklenburgischen Schweiz, entnommen aus Statist M-V (2011-2020).....	143
Tabelle 1:	Zur Datenverarbeitung und Auswertung verwendete R-Pakete.....	154

7.4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Wasserversorgungsunternehmen in Mecklenburg-Vorpommern (Flächengröße und Identifikationsnummer der Steckbriefe)	10
Abbildung 2:	Filter im Wasserwerk Güstrow	11
Abbildung 3:	Umkehrosmoseanlage im Wasserwerk Lüssow	12
Abbildung 4:	Entnahmebauwerk an der Warnow	13
Abbildung 5:	Durchschnittliche Wasserentnahmen der Wasserversorgungsunternehmen (2016 bis 2018)	15
Abbildung 7:	Rolle der Großabnehmer im jeweiligen Versorgungsgebiet (2016 bis 2018)	17
Abbildung 8:	Ausnutzung der wasserrechtlichen Erlaubnis durch die Wasserversorgungsunternehmen (bezogen auf die mittlere Entnahme Q_{365} in den Jahren 2016 bis 2018)	18
Abbildung 12:	Perspektivische Entwicklung der Verbundsysteme (Planungsstand 2020)	21
Abbildung 13:	Investitionen der Wasserversorgungsunternehmen	22
Abbildung 14:	Wasserschutzzonen – Neubemessungen nach 1990 (Stand 2020)	23
Abbildung 15:	Monitoringkosten	24
Abbildung 16:	Aktuelle Gefahrenpotenziale – Einschätzung der Wasserversorgungsunternehmen	25
Abbildung 17:	Fachkräftesituation – Einschätzung der Wasserversorgungsunternehmen	26
Abbildung 19:	Bevölkerungsentwicklung bis 2019 sowie weitere Prognose bis 2040 (Datengrundlage: BEVPa M-V 2019; Statist M-V 2020)	28
Abbildung 20:	Bedarfsänderungen auf Grundlage der Regionalisierung der 5. Bevölkerungsprognose M-V bis 2040 (BEVPB 2019)	29
Abbildung 21:	Entwicklung der Übernachtungszahlen zwischen 1992 und 2020 (STATIS M-V 2011-2020, 2020)	31
Abbildung 22:	Prognose der Tourismus-bedingten sommerlichen Bedarfsänderungen (Q_{30})	33
Abbildung 23:	Landwirtschaftliche Beregnungswassergabe bis 2016 (STATIS M-V 2016)	34
Abbildung 24:	Zukünftiger landwirtschaftlicher Beregnungsbedarf	35
Abbildung 25:	Änderung klimatischer Größen beim A1B-Emissionsszenario (IPCC 2007)	38
Abbildung 26:	Mögliche klimabedingte Änderung des Grundwasserdargebotes in den Versorgungsbereichen (A1B-Emissionsszenario (IPCC 2007), Differenz der Perioden 2041-2060 und 1971-2000)	39
Abbildung 27:	Mittlere Chloridgehalte von Trinkwassereinzugsgebieten und Grundwassermessstellen in Mecklenburg-Vorpommern	42
Abbildung 28:	Relevante Transport- und Stoffumwandlungsprozesse im Vorfeld einer Wasserfassung in Mecklenburg-Vorpommern	43
Abbildung 29:	Mittlere Ammoniumgehalte von Trinkwassereinzugsgebieten und Grundwassermessstellen in Mecklenburg-Vorpommern	44
Abbildung 30:	Mittlere Nitratgehalte von Trinkwassereinzugsgebieten und Grundwassermessstellen in Mecklenburg-Vorpommern	46
Abbildung 31:	Mittlere Sulfatgehalte von Trinkwassereinzugsgebieten und Grundwassermessstellen in Mecklenburg-Vorpommern	48
Abbildung 32:	Nachweise und Grenzwertüberschreitungen von Schwermetallen	49
Abbildung 33:	Nachweise und Grenzwertüberschreitungen von Pflanzenschutzmitteln (PSM) und relevanten Metaboliten (rM)	50
Abbildung 34:	Nachweise und GOW-Überschreitungen von nicht relevanten Metaboliten (nrM)	51
Abbildung 35:	Nachweise und Grenzwertüberschreitungen von Abwassermarkern	52
Abbildung 36:	Hangneigung gedränter Ackerböden (Berechnung auf der Basis des DGM 1 für Dränflächen entsprechend Koch et al. 2010; Auswertung für die Medianwerte eines 1 ha - Rasters)	60
Abbildung 37:	Erhöhung der Grundwasserneubildungsraten bei einem Umbau von Nadelwald zu Mischwald	66
Abbildung 38:	Simulierte Grundwasserstandsänderungen durch flächenhafte Anpassungsmaßnahmen in Vorpommern (aus Hennig & Hilgert 2021)	68

Anhang I Steckbriefe der Wasserversorgungsunternehmen in Mecklenburg-Vorpommern

Übersicht der Wasserversorgungsunternehmen



VID Wasserversorgungsunternehmen

101	Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung Grevesmühlen
102	Zweckverband Radegast
103	Wasserbeschaffungsverband Sude-Schaale
104	Versorgungsbetriebe Elbe GmbH
105	Stadtwerke Hagenow GmbH
106	Zweckverband kommunaler Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Ludwigslust
107	Stadtwerke Ludwigslust-Grabow GmbH
108	Zweckverband Schweriner Umland
109	Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsgesellschaft Schwerin mbH & Co. KG
110	Zweckverband Wismar
111	Stadtwerke Wismar GmbH
112	Zweckverband KÜHLUNG Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung
113	Wasserversorgungs- und Abwasserzweckverband Güstrow-Bützow-Sternberg
114	Stadtwerke Sternberg
115	Stadt Brühl
116	Wasser- und Abwasserzweckverband Parchim-Lübz
117	Stadtwerke Parchim GmbH
118	Stadtwerke Lübz GmbH
119	Westprignitzer Trinkwasser- und Abwasserzweckverband
120	Stadtwerke Güstrow GmbH

VID	Wasserversorgungsunternehmen
121	LAW Lalandorfer Abwasser und Wasser
122	Warnow- Wasser- und Abwasserverband (Grundwasser)
123	Warnow- Wasser- und Abwasserverband (Oberflächenwasser)
124	Zweckverband "Wasser/Abwasser Mecklenburgische Schweiz"
125	Müritz-Wasser-/Abwasserzweckverband
126	Stadtwerke Malchow
127	Amt Röbel-Müritz Eigenbetrieb Müritz-Elde-Wasser
128	Stadtwerke Waren GmbH
129	Wasserzweckverband Strelitz
130	Stadtwerke Neustrelitz GmbH
131	Neubrandenburger Stadtwerke GmbH
132	WasserZweckVerband Malchin Stavenhagen
133	Wasser- und Abwasserzweckverband Demmin/Altentreptow
134	Stadt Dargun
135	Stadtwerke Loitz GmbH
136	Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung Grimmen
137	Wasser- und Abwasser GmbH -Boddenland-
138	Regionale Wasser- und Abwassergesellschaft Stralsund mbH
139	Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Rügen
140	Zweckverband Wasser/Abwasser Boddenküste
141	Stadtwerke Greifswald GmbH
142	Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung - Festland Wolgast
143	Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung Insel Usedom
144	Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Anklam
145	Wasser- und Abwasserzweckverband Friedland
146	Zweckverband für Wasserver- und Abwasserentsorgung Strasburg
147	Wasser- und Abwasser-Verband Ueckermünde
148	Stadtwerke Torgelow GmbH
149	Stadtwerke Pasewalk GmbH
150	Trink- und Abwasserzweckverband Uecker-Randow, Süd-Ost

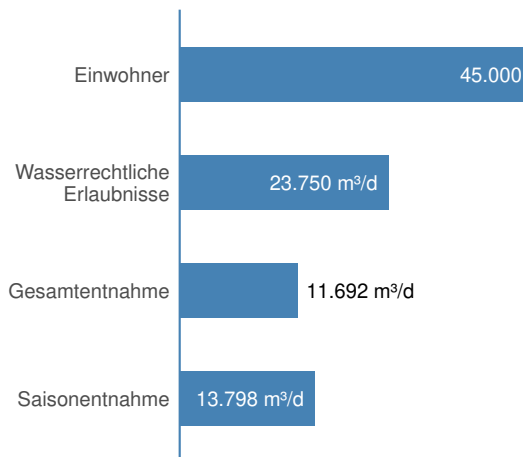
www.zweckverband-gvm.de

Brunnen	25
Wasserfassungen	4
Wasserwerke	3
Reinwasserbehälter	14
– Speichervolumen	7.400 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Der Zweckverband versorgt das zum Teil stark touristisch genutzte Gebiet zwischen Grevesmühlen und der westlich gelegenen Trave mit Trinkwasser. Neben dem Tourismus entwickeln sich derzeit auch die Einwohnerzahlen und die Wasserabgaben an Großabnehmer positiv. Die Betriebswasserfassung Meierstorf liefert täglich etwa 2.600 m³ Rohwasser an einen Lebensmittelproduzenten.

Im Verbandsgebiet existieren drei Wasserwerke, die im Verbund betrieben werden und von denen das Wasserwerk Wotenitz erst kürzlich erneuert worden ist. Aufgrund eines verbandsübergreifenden Havariekonzepts und des bestehenden Verbundbetriebs ist nach Einschätzung des Zweckverbandes eine hohe Versorgungssicherheit gegeben.

Im Umkreis der Wasserfassung Wotenitz wurde ein Altlastenstandort untersucht, der die Rohwasserqualität derzeit aber nicht negativ beeinflusst.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 101

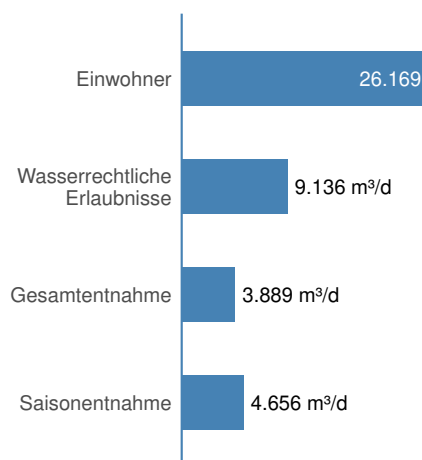
www.zvradegast.de

Brunnen	12
Wasserfassungen	5
Wasserwerke	4
Reinwasserbehälter	7
– Speichervolumen	6.100 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Das Versorgungsgebiet ist ländlich geprägt, Großabnehmer und Tourismus haben eine nachrangige Bedeutung; der Gesamtwasserverbrauch ist innerjährlich relativ stabil.

Alle Wasserwerke werden im Verbund betrieben und können sich zur Notversorgung bei geringerer Liefermenge gegenseitig ersetzen, so dass zu allen Zeiten eine hohe Versorgungssicherheit gegeben ist. Um die Gefahr von Verkeimungen im Rohrnetz zu minimieren, existiert ein Leitungsspülplan. Zukünftig wird vorrangig in die Erneuerung der technischen Infrastruktur investiert.

Im oberen Grundwasserleiter ist ein landwirtschaftlicher Einfluss nachgewiesen. Eine Verschlechterung der Rohwasserqualität wird aufgrund der Nutzung aus tiefliegenden Grundwasserleiterschichten aktuell nicht erwartet.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme



Wasserbeschaffungsverband
Sude-Schaale

Wasserbeschaffungsverband Sude-Schaale

www.wbv-sude-schaale.de

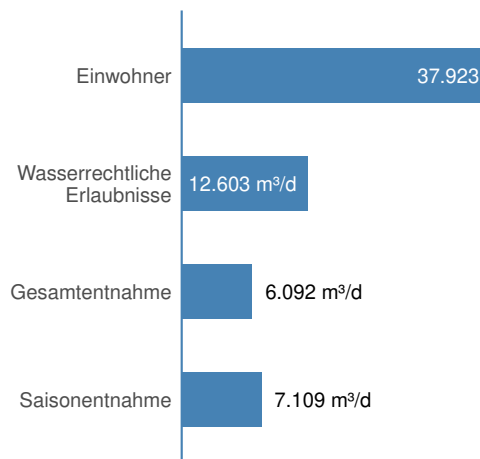
Brunnen	25
Wasserfassungen	8
Wasserwerke	8
Reinwasserbehälter	9
– Speichervolumen	6.400 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 103

Summarische Kennwerte¹



Das Versorgungsgebiet liegt im ländlichen Raum und ist wesentlich durch die Ansiedlung von Industriebetrieben geprägt. Aufgrund der Standortattraktivität wird mit einer weiteren Steigerung der Wasserentnahme gerechnet.

Die Wasserwerke können mehrheitlich im Verbund betrieben werden, lediglich drei sind isoliert. Dadurch kann nach Einschätzung des Versorgers eine hohe Versorgungssicherheit gewährleistet werden. In der Peripherie des Versorgungsgebietes werden Wasserzukäufe von den Zweckverbänden Radegast, Elbmarschen und Hagenow getätigt. Ferner wird Wasser an den Zweckverband Schweriner Umland verkauft.

Der landwirtschaftliche Einfluss auf die oberen Grundwasserleiter ist nachgewiesen. Altersbedingte Ersatzneubauten werden vorzugweise in tiefliegenden (tertiären) Grundwasserleiterschichten vorgenommen.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 103

www.versorgungsbetriebe-elbe.de

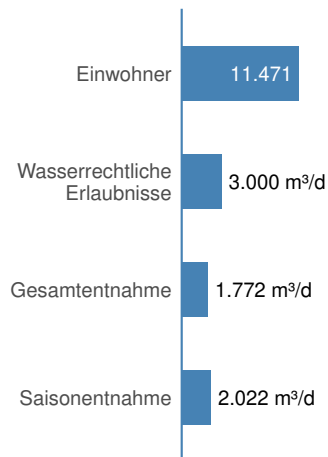
Brunnen	3
Wasserfassungen	3
Wasserwerke	1
Reinwasserbehälter	1
– Speichervolumen	1.800 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 104

Summarische Kennwerte¹



Das Versorgungsgebiet umfasst die an der Grenze zu Schleswig-Holstein liegende Kleinstadt Boizenburg/Elbe. Hier entfallen etwa 30 % der Wasserverkäufe auf angesiedelte Großabnehmer.

In Boizenburg/Elbe existiert ein Wasserwerk, dass isoliert betrieben wird. Bis 2023 werden drei Neubrunnen (zwei bereits in Betrieb) und ein Reinwasserbehälter errichtet. Perspektivisch ist außerdem ein Verbundsystem mit einem anderen Wasserversorger geplant. Die Neubrunnen sind im gegenüber Oberflächeneinflüssen gut geschützten Tertiär errichtet und zeigen eine gute Rohwasserqualität. In der Vergangenheit wurden sinkende Wasserstände von etwa -2 m registriert, die keine Auswirkungen auf die Rohwassergewinnung haben.

Aktuell und auch perspektivisch ist die Erneuerung der technischen Infrastruktur eine zentrale Herausforderung im Versorgungsgebiet.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 104

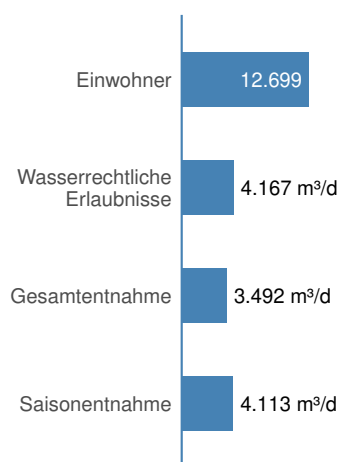
www.stadtwerke-hagenow.de

Brunnen	5
Wasserfassungen	1
Wasserwerke	1
Reinwasserbehälter	2
– Speichervolumen	2.800 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion umfasst das Umfeld der Kleinstadt Hagenow, wobei etwa 45 % der nachgefragten Wassermenge auf industriell angesiedelte Großabnehmer entfallen.

Aktuell existiert ein Wasserwerk mit einer Wasserfassung. In der Vergangenheit stark sinkende Grundwasserstände und ein zunehmender Zufluss von anthropogen überprägtem Grundwasser machten die derzeit laufende Erschließung einer zweiten Wasserfassung notwendig.

Gefährdungen werden zukünftig vorrangig in potentiell weiter sinkenden Grundwasserständen und der begleitend auftretenden Verschlechterung der Rohwasserqualität gesehen. Ein klimabedingt steigender Bewässerungsbedarf in der Landwirtschaft kann zusätzlich zu Nutzungskonflikten führen.

Wasserverkäufe werden an den benachbarten Wasserversorger WBV Sude-Schaale getätigt, die derzeit ein Volumen von etwa 300 m³/d erreichen.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 105



Zweckverband kommunaler Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Ludwigslust

www.zkwal.de

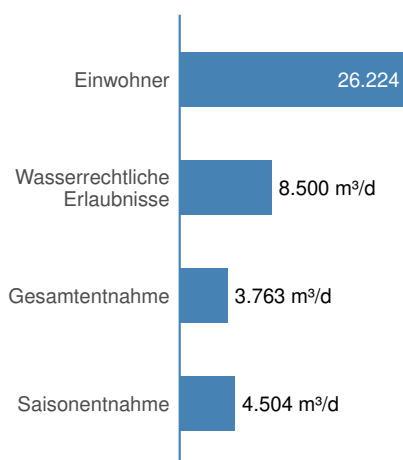
Brunnen	11
Wasserfassungen	6
Wasserwerke	2
Reinwasserbehälter	4
– Speichervolumen	6.000 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 106

Summarische Kennwerte¹



Das Umfeld der Versorgungsregion ist überwiegend ländlich geprägt, aber auch einige größere gewerbliche Abnehmer machen einen relevanten Anteil am Gesamtwasserverbrauch aus. Im Verbandsgebiet existieren zwei Wasserwerke (Neustadt-Glewe und Wanzlitz), die getrennt voneinander betrieben werden. Etwa 75 % des Gesamtwasserbedarfs wird vom Wasserwerk Wanzlitz gedeckt.

Das genutzte Grundwasser ist durch eine gute Qualität gekennzeichnet und die Mehrzahl der Förderbrunnen ist in Waldgebieten installiert. Auffallend, jedoch für die Wasseraufbereitung unkritisch, sind zeitweise hohe Mangangehalte und eine starke Kalkaggressivität im geförderten Rohwasser. Um eine uneingeschränkte Versorgungssicherheit im Raum Dambeck zu garantieren, wird in diesem Bereich Wasser vom benachbarten Versorgungsbetrieb WTAZV Perleberg (ca. 6 m³/d) bezogen.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 106

www.stw-ludwigslust-grabow.de

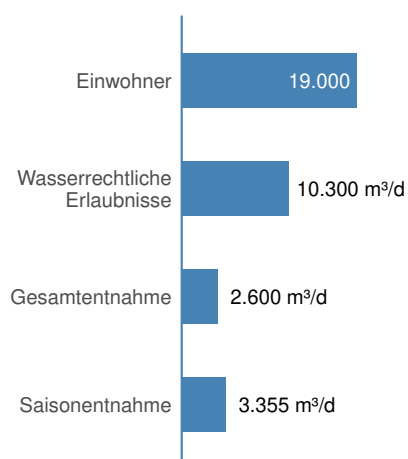
Brunnen	9
Wasserfassungen	2
Wasserwerke	1
Reinwasserbehälter	2
– Speichervolumen	1.800 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 107

Summarische Kennwerte¹



Die Stadtwerke sichern die Trinkwasserversorgung im überwiegend ländlich geprägten Raum Ludwigslust-Grabow. Von der Gesamtwasserabnahme entfallen derzeit etwa 15 % auf die im Versorgungsgebiet angesiedelten Großabnehmer.

Bereitgestellt wird das Trinkwasser über ein Wasserwerk, an das zwei Wasserfassungen angeschlossen sind. Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit wird derzeit ein Reinwasserbehälter mit einem Fassungsvermögen von 3.000 m³ als Ersatzneubau errichtet.

Die Rohwasserqualität am Standort ist im guten Zustand und es sind aktuell keine negativen Trends erkennbar. Als Herausforderung für die Zukunft wird die Anpassung des existierenden Leitungsnetzes an sich ändernde demografische Voraussetzungen gesehen.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018; Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 107



Zweckverband Schweriner Umland

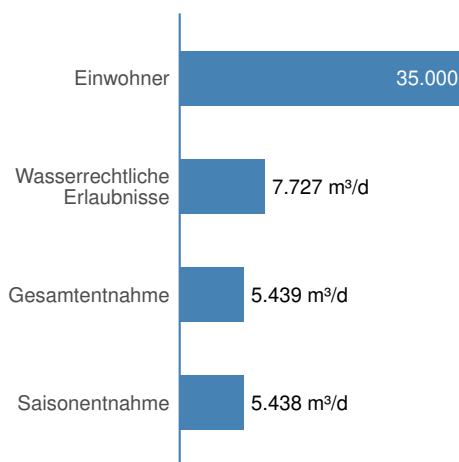
www.zv-schwerinerumland.de

Brunnen	30
Wasserfassungen	28
Wasserwerke	12
Reinwasserbehälter	13
– Speichervolumen	7.300 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Der Zweckverband versorgt die Umlandgemeinden der Landeshauptstadt Schwerin mit Trinkwasser. Aktuell ist der Wasserbedarf relativ stabil, allerdings ist in Folge der positiven Bevölkerungsentwicklung perspektivisch eine leichte Bedarfszunahme zu erwarten.

Von den derzeit zwölf Wasserwerken werden neun isoliert betrieben. Zusätzlich wird von der benachbarten WAG Schwerin aktuell Reinwasser zugekauft (etwa 1.400 m³/d).

Nach Einschätzung des Versorgers ist die Versorgungssicherheit im Verbandsgebiet angemessen. Wasserressourcen mit guter Rohwasserqualität sind ausreichend vorhanden, auch wenn sich der Einfluss anthropogener Stoffeinträge punktuell andeutet. Der Aufbau eines Messnetzes zur quantitativen und/oder qualitativen Überwachung der Brunnenumfelder befindet sich derzeit im Aufbau, wird aufgrund hoher Investitionskosten jedoch erst mittelfristig beendet werden können.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 108

www.wag-schwerin.de

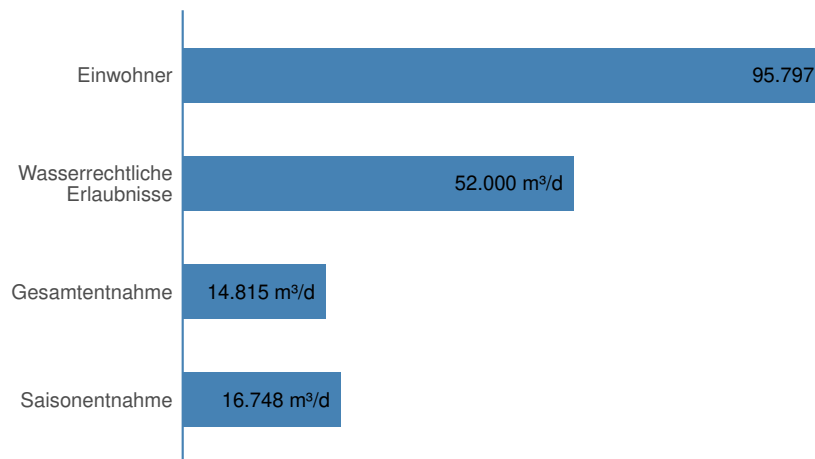
Brunnen	14
Wasserfassungen	7
Wasserwerke	2
Reinwasserbehälter	7
– Speichervolumen	13.550 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 109

Summarische Kennwerte¹



Der Versorgungsraum umfasst die Stadt Schwerin und einige Umlandgemeinden. Es ist ein kontinuierlich leicht steigender Wasserbedarf zu verzeichnen. Die Versorgung erfolgt über zwei Wasserwerke, die sich wechselseitig ersetzen können, Konzepte zur Notwasserversorgung wurden erarbeitet. Um die Versorgungssicherheit in den Randbereichen weiter zu erhöhen, wird der Ausbau des Verbundes mit dem Zweckverband "Schweriner Umland" diskutiert. Weitere Investitionsvorhaben der nächsten Jahre sind die Erneuerung des Leitungsnetzes und der Reinwasserspeicherkapazitäten.

Neben landwirtschaftlichen Stoffeinträgen sind in den Einzugsgebieten der Wasserfassungen auch Altlastenstandorte (Deponie, Abwassersammelgruben, LCKW-Schaden) zu beachten, woraus ein erhöhter Monitoringbedarf resultiert. Um den Schutz vor anthropogenen Stoffeinträgen zu verbessern, wird ein Flächenerwerb in den Wasserschutzzonen II und III.A angestrebt.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 109

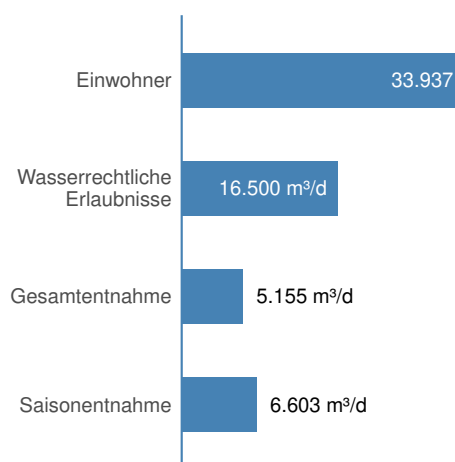
www.zvwis.de

Brunnen	24
Wasserfassungen	6
Wasserwerke	6
Reinwasserbehälter	14
– Speichervolumen	4.457 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist zweigeteilt – der Küstenbereich ist stark touristisch, der Südteil hingegen eher ländlich geprägt. Auch in Anbetracht der Ausweisung von Baugebieten im Umfeld von Wismar wird insgesamt ein leicht steigender Wasserbedarf erwartet.

Durch einen Verbund zwischen den Wasserwerken des Zweckverbandes und dem benachbarten Versorgungsgebiet der Stadtwerke Wismar ist eine hohe Versorgungssicherheit gegeben.

Da in den Wasserfassungen sehr tiefe Grundwasserleiter genutzt werden, ist das Rohwasser von einer überwiegend guten Qualität und landwirtschaftliche Einflüsse sind erst in Ansätzen erkennbar. Um auch langfristig einen wirkungsvollen Schutz vor anthropogenen Stoffeinträgen gewährleisten zu können, wird ein Flächenerwerb in den Wasserschutzzonen angestrebt.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
 Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

www.stadtwerke-wismar.de

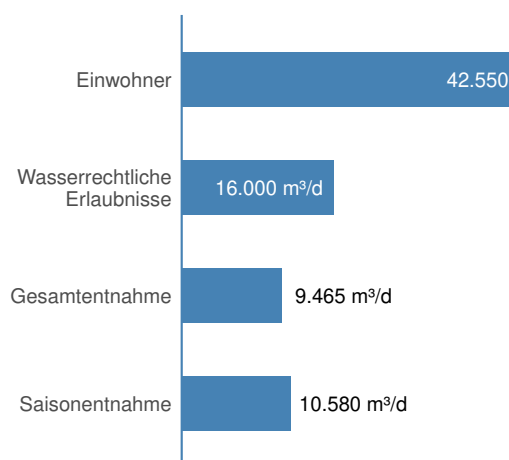
Brunnen	29
Wasserfassungen	2
Wasserwerke	2
Reinwasserbehälter	7
– Speichervolumen	15.200 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 111

Summarische Kennwerte¹



Die Stadtwerke Wismar versorgen die Bevölkerung sowie mehrere Großabnehmer mit Trinkwasser. Der Gesamtanteil der Großabnehmer am Wasserbedarf beträgt etwa 30 %. Der aus dieser Zusammensetzung resultierende Wasserbedarf ist relativ stabil, perspektivisch werden keine Änderungen erwartet.

Da zwei Wasserwerke in das Versorgungsnetz einspeisen und eine relativ hohe Reinwasserspeicherkapazität zur Verfügung steht, ist nach Einschätzung der Stadtwerke eine hohe Versorgungssicherheit gewährleistet.

Zukünftige Herausforderungen werden vor allem in der Modernisierung der Anlagen zur Wasseraufbereitung und Verteilung gesehen. Darüber hinaus sind Anstrengungen zur Stabilisierung der guten Rohwasserqualität erforderlich, da sich Einflüsse durch landwirtschaftliche Stoffeinträge abzeichnen.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
 Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 111



Zweckverband KÜHLUNG Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung

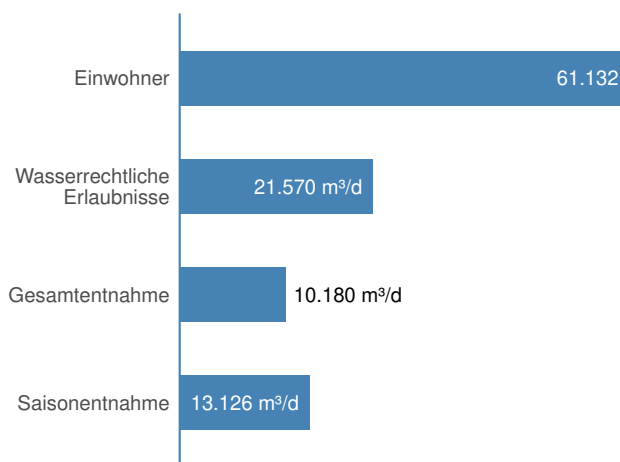
www.zvk-dbr.de

Brunnen	57
Wasserfassungen	13
Wasserwerke	10
Reinwasserbehälter	10
– Speichervolumen	10.100 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist zweigeteilt – der Küstenbereich ist sehr stark touristisch, der Südteil hingegen ländlich geprägt. Infolge von Zuwächsen im Tourismus und einer Bevölkerungszunahme sind weiter steigende Wasserbedarfe zu erwarten.

Bis auf den Verbund der Wasserfassungen Kühlung / Bad Doberan und Kröpelin werden alle Wasserwerke als Einzelstandorte betrieben. Ein Ausbau der Verbundsysteme ist aus ökonomischen Gründen nicht vorgesehen.

An der zentralen Wasserfassung Kühlung / Bad Doberan sind Stoffbelastungen im Grundwasser zu verzeichnen, die auf Einträge infolge der landwirtschaftlichen Nutzung zurückzuführen sind (Nitrat, Sulfat, Pflanzenschutzmittel). Damit auch langfristig eine konventionelle Trinkwasseraufbereitung ausreichend ist, werden Erkundungen zu den Einträgen und Stoffumsetzungen durchgeführt und die Umwandlung von bislang konventionell bewirtschafteten Ackerflächen angestrebt.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 112



Wasserversorgungs- und Abwasserzweckverband Güstrow-Bützow-Sternberg

www.waz-güstrow.de

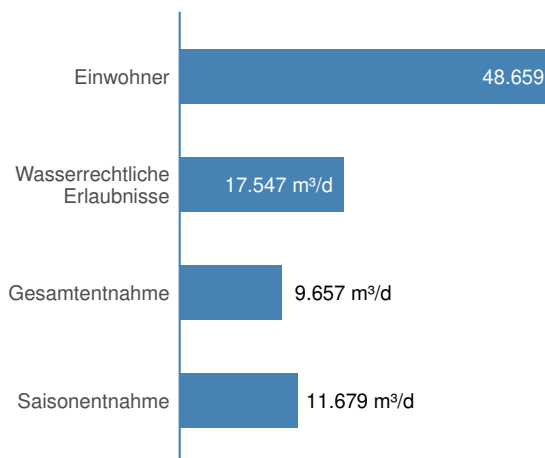
Brunnen	112
Wasserfassungen	45
Wasserwerke	45
Reinwasserbehälter	24
– Speichervolumen	5.900 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 113

Summarische Kennwerte¹



Der Zweckverband versorgt ein großes, ländlich geprägtes Gebiet im Raum Güstrow-Bützow-Sternberg mit Trinkwasser. Dabei bildet der Verband mit dem benachbarten WWAV eine Verwaltungsgemeinschaft und die EURAWASSER GmbH agiert als betriebsführendes Unternehmen.

Innerhalb des Gebietes ist die Versorgung stark dezentral organisiert, derzeit werden 45 Wasserwerke betrieben. Seit geraumer Zeit wird daran gearbeitet, die Gesamtanzahl der Wasserwerke auf 24 zu begrenzen. Dies ist allerdings mit weiterhin großen Investitionen in der technischen Infrastruktur verbunden. Darüber hinaus liefert der Zweckverband Trinkwasser für etwa 30.000 Einwohner der Stadt Güstrow.

Für den Zweckverband stellt die Umstrukturierung der Versorgungsinfrastruktur in Zukunft die größte Herausforderung dar.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 113



Stadtwerke Sternberg

www.stadt-sternberg.de/stadtwerke/

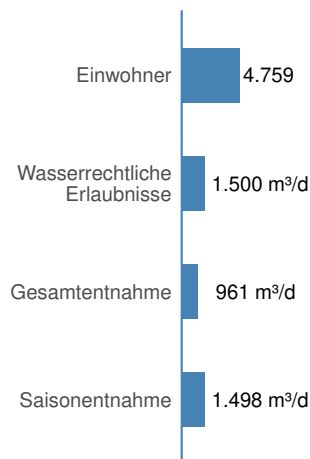
Brunnen	5
Wasserfassungen	3
Wasserwerke	1
Reinwasserbehälter	2
– Speichervolumen	1.500 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 114

Summarische Kennwerte¹



Die Stadtwerke sichern die Trinkwasserversorgung der Stadt Sternberg. Neben der Belieferung der Bevölkerung wird der Gesamtwasserbedarf durch einzelne Großabnehmer bestimmt, auf die etwa 30 % der Wasserabnahme entfallen.

An den benachbarten WAZ Güstrow-Bützow-Sternberg werden durchschnittlich 175 m³ Trinkwasser am Tag geliefert. Aufgrund der bereits modernisierten Infrastruktur und der guten Wasserverfügbarkeit und -qualität wird die Versorgungssicherheit durch den Betreiber als hoch eingeschätzt.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 114

Stadt Brüel

www.mea-energieagentur.de

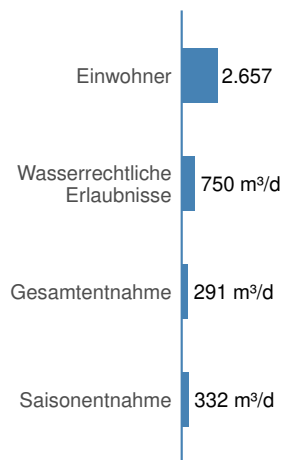
Brunnen	3
Wasserfassungen	1
Wasserwerke	1
Reinwasserbehälter	2
– Speichervolumen	300 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 115

Summarische Kennwerte¹



Das Wasserwerk versorgt die Kleinstadt Brüel und das ländliche Umfeld. Ein Verbund mit einem anderen Versorger besteht nicht; im Falle von Havarien kann eine Versorgung über Tankwagen sichergestellt werden.

Die Rohwasserqualität ist stark durch die landwirtschaftliche Nutzung des Einzugsgebietes geprägt (Pflanzenschutzmittel, Sulfat), so dass ein Brunnen bereits stillgelegt werden musste. Um die Versorgung mit qualitätsgerechtem Trinkwasser langfristig sicherstellen zu können, wurden verschiedene Aufbereitungsverfahren geprüft, die aber alle mit hohen Investitions- und Betriebskosten verbunden wären. Daher wird derzeit erkundet, ob der tiefere tertiäre Grundwasserleiter für die Rohwassergewinnung geeignet ist.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 115

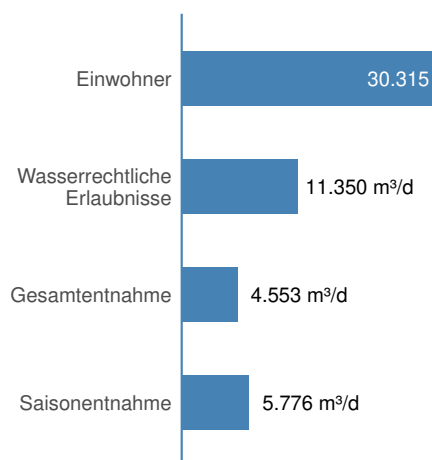
www.wazv-parchim-luebz.de

Brunnen	24
Wasserfassungen	7
Wasserwerke	7
Reinwasserbehälter	8
– Speichervolumen	7.850 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist durch ein überwiegend ländliches Umfeld und eine eher abnehmende Einwohnerzahl gekennzeichnet. Aufgrund von Wasserverkäufen an landwirtschaftliche Betriebe und durch Zuwächse im touristischen Bereich am Plauer See ist der Wasserverbrauch aktuell relativ stabil.

Um eine hohe Versorgungssicherheit zu gewährleisten, werden die Wassergewinnung und -aufbereitung sukzessiv stärker zentralisiert und Verbundnetze aufgebaut. Auch ein Verbund mit den Stadtwerken Lübz ist geplant.

Allgemein ist eine gute Rohwasserqualität gegeben. Vereinzelt zeichnet sich eine Beeinflussung durch landwirtschaftlich bedingte Stoffeinträge ab, so dass in zwei Wasserfassungen die Entnahme auf tiefere Grundwasserleiter verlagert wurde.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 116

}



Stadtwerke Parchim GmbH

www.stadtwerke-parchim.de

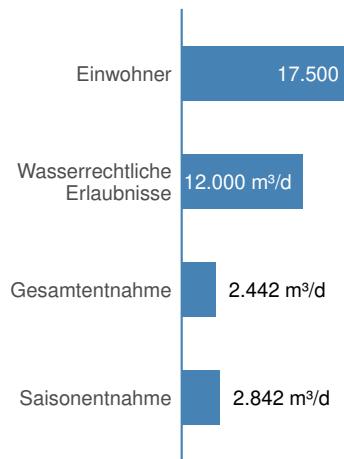
Brunnen	10
Wasserfassungen	2
Wasserwerke	2
Reinwasserbehälter	1
– Speichervolumen	2.300 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 117

Summarische Kennwerte¹



Für die Trinkwasserversorgung der Stadt Parchim sind die Stadtwerke zuständig. Zur wasserwirtschaftlichen Infrastruktur gehören zwei Wasserwerke, von denen eins wegen des zu geringen Wasserbedarfes temporär stillgelegt wurde. Eine vollständige Schließung ist vorgesehen, wenn sich auch in den nächsten Jahren kein erhöhter Bedarf durch Großabnehmer rund um den Flughafen ergibt.

Das verbleibende Wasserwerk verfügt über zwei separate, wechselseitig nutzbare Aufbereitungslinien und zwei Reinwasserspeicher. Durch diese Konfiguration ist eine hohe Versorgungssicherheit gegeben. Die zugehörige Wasserfassung nutzte zunächst den quartären Grundwasserleiter. Aufgrund einer sich abzeichnenden Verschlechterung der Grundwasserqualität infolge landwirtschaftlicher Einflüsse wurde um 2010 der tiefere tertiäre Grundwasserleiter durch Tiefbrunnen erschlossen, dessen Grundwasser eine gute Qualität aufweist.

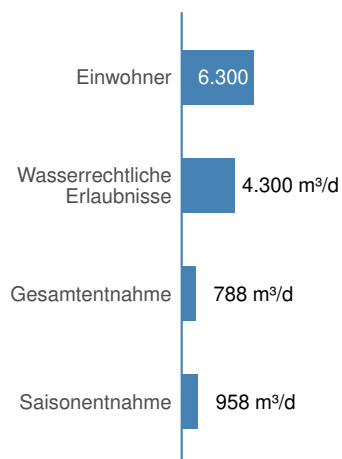
¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 117

www.stadtwerke-luebz.de

Brunnen	5
Wasserfassungen	1
Wasserwerke	1
Reinwasserbehälter	2
– Speichervolumen	1.800 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020

**Summarische Kennwerte¹**

Die Stadtwerke Lütz versorgen die Stadt Lütz und die eingemeindeten Ortsteile mit Trinkwasser, Großabnehmer spielen keine Rolle. Perspektivisch wird ein stabiler Wasserbedarf erwartet.

Angesichts der guten Rohwasserqualität und der hohen Reinwasserspeicherkapazität ist nach Einschätzung des Versorgers zu allen Zeiten eine hohe Versorgungssicherheit gegeben. Für den Havariefall existieren Pläne zur Notfallversorgung über das Netz oder über Tankwagen.

Um die gute Grundwasserqualität auch langfristig zu sichern, ist die Neuausweisung der Wasserschutzzonen geplant.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme



Westprignitzer Trinkwasser- und Abwasserzweckverband

www.wtazv.de

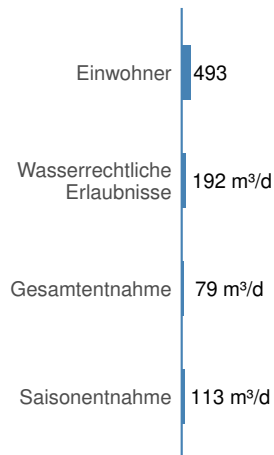
Brunnen	2
Wasserfassungen	1
Wasserwerke	1
Reinwasserbehälter	2
– Speichervolumen	480 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 119

Summarische Kennwerte¹



Der Zweckverband ist hauptsächlich in Brandenburg tätig, versorgt im hiesigen Landesgebiet aber das Umfeld der Gemeinde Brunow mit Trinkwasser.

Im gesamten Verbandsgebiet befinden sich derzeit 17 Wasserwerke, das in Brunow betriebene Wasserwerk wird jedoch von den weiteren Standorten isoliert betrieben. Im Jahr 2020 wurde der Reinwasserbehälter saniert. Das existierende Leitungsnetz befindet sich in einem guten Zustand. Auch in Zukunft wird mit weitgehend konstanten Abnahmeverhältnissen gerechnet, auch daher wird die Versorgungssicherheit durch den Zweckverband als angemessen eingeschätzt.

Darüber hinaus gibt es aktuell keine Probleme mit dem Grundwasserdargebot oder der -beschaffenheit. Derzeit rechnet der Versorger damit, dass die Grundwasserentnahme zur Beregnung von Agrarflächen im näheren Umfeld intensiviert wird und strebt daher in naher Zukunft die Neuausweisung der Wasserschutzzonen an.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 119

www.stadtwerke-guestrow.de

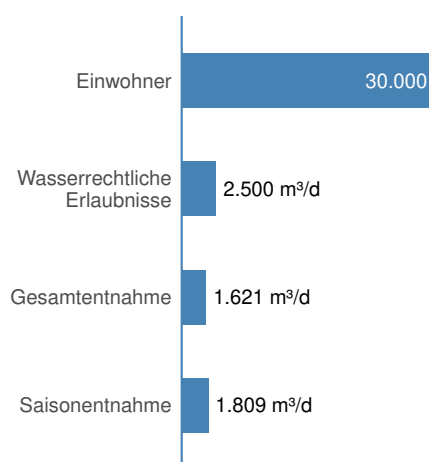
Brunnen	5
Wasserfassungen	1
Wasserwerke	1
Reinwasserbehälter	2
– Speichervolumen	3.000 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 120

Summarische Kennwerte¹



Die Stadtwerke sichern die Trinkwasserversorgung der Kreisstadt Güstrow.

Im Bereich des Versorgungsgebietes ist eine zunehmende anthropogene Überprägung (nrM, Sulfat, Spurenstoffe) der geförderten Rohwässer zu beobachten, Grenzwerte im Mischrohwasser werden derzeit nicht überschritten.

Für die Zukunft wird mit konstanten Wasserverbrauchszahlen gerechnet. Darüber hinaus wird durch das Versorgungsunternehmen aktuell eine gebietsspezifische Trinkwasserversorgungskonzeption erarbeitet.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 120



LAW Lalendorfer Abwasser und Wasser

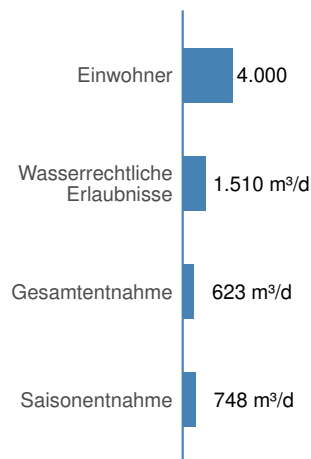
www.kdv-lalendorf.de

Brunnen	9
Wasserfassungen	3
Wasserwerke	3
Reinwasserbehälter	6
– Speichervolumen	800 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist ländlich geprägt. Durch die Ausweisung neuer Baugebiete und dem damit einhergehenden Bevölkerungszuwachs ist eine leichte Zunahme des Wasserbedarfes zu verzeichnen, die sich nach Einschätzung des Wasserversorgers voraussichtlich auch fortsetzen wird.

Zwei der drei Wasserwerke werden im Verbund betrieben. Ein Anschluss des dritten Wasserwerkes ist angesichts der großen Entfernungen und der geringen Abnahmen nicht sinnvoll. Reinwasserspeicher an den Wasserwerken gewährleisten, dass etwa der Bedarf eines Tages abgesichert werden kann.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 121



Warnow- Wasser- und Abwasserverband (Grundwasser)

www.wwav.de

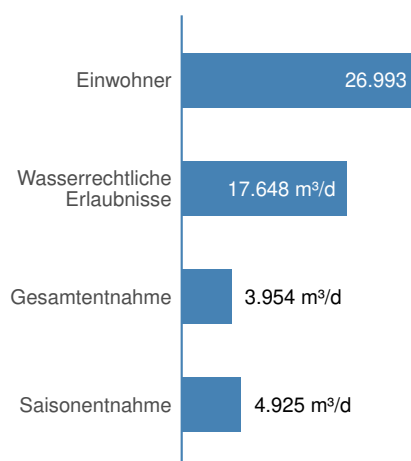
Brunnen	41
Wasserfassungen	11
Wasserwerke	10
Reinwasserbehälter	8
– Speichervolumen	3.050 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 122

Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion mit 16 Gemeinden setzt sich zusammen aus dem touristisch geprägten Küstenbereich und dem Rostocker Umland, wo weiter steigende Wasserbedarfe erwartet werden sowie dem ländlich geprägten Südteil mit einem gleichbleibenden Wasserbedarf.

Eine langfristige Gefährdung wird vor allem in einer Verschlechterung der Rohwasserqualität gesehen. So mussten bereits Brunnen aufgrund von Belastungen durch Schwermetalle und Radionuklide geschlossen werden.

Bis auf drei Standorte sind alle Wasserwerke in Verbundsystemen zusammengeführt. Um die Versorgungssicherheit zu erhöhen, werden in den nächsten Jahren die Verbundsysteme ausgebaut und die Reinwasserspeicherkapazität erhöht.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 122



Warnow- Wasser- und Abwasserverband (Oberflächenwasser)

www.wwav.de

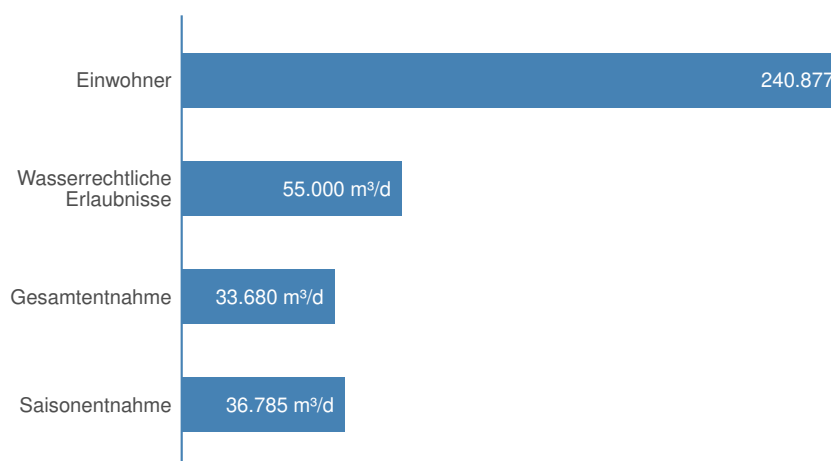
Brunnen	-
Wasserfassungen	1
Wasserwerke	1
Reinwasserbehälter	3
– Speichervolumen	17.500 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 123

Summarische Kennwerte¹



Die Stadt Rostock sowie 12 Umlandgemeinden werden aus Oberflächenwasser der Warnow mit Trinkwasser versorgt. Zahlreiche Großabnehmer und die städtische Struktur bewirken einen über das Jahr relativ gleichmäßigen Wasserbedarf. Infolge zunehmender Einwohnerzahlen und zusätzlicher Großabnehmer wird auch zukünftig ein steigender Wasserbedarf erwartet. Kurzfristige Investitionen betreffen vor allem die Schaffung zusätzlicher Speicherkapazität, um die Versorgungssicherheit weiter zu erhöhen.

Eine langfristige Gefährdung wird in einer Verschlechterung der Wasserqualität der Warnow (Pflanzenschutzmittel, Arzneimittel, Huminstoffe) sowie in einer Verringerung des sommerlichen Durchflusses infolge klimatischer Änderungen gesehen. Um die Trinkwasserversorgung sicherzustellen, werden daher schon jetzt Alternativen zur derzeitigen Wasserversorgung untersucht.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 123

Zweckverband "Wasser/Abwasser Mecklenburgische Schweiz"

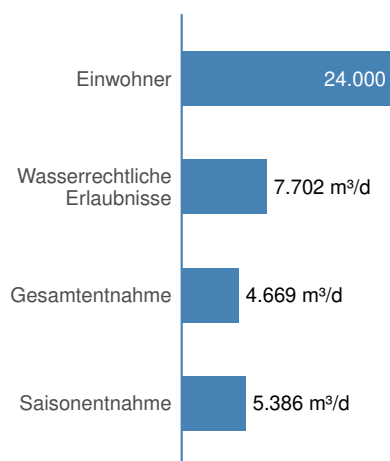
www.zv-mecklenburgische-schweiz.de

Brunnen	42
Wasserfassungen	11
Wasserwerke	11
Reinwasserbehälter	11
– Speichervolumen	6.960 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist durch ein ländliches Umfeld gekennzeichnet. Großabnehmer der Lebensmittelindustrie haben einen Anteil von etwa 20 % am Gesamtwasserverbrauch und tragen damit zur Stabilisierung der Wasserversorgung bei. Perspektivisch wird ein gleichbleibender Wasserverbrauch erwartet.

Alle Wasserwerke werden als Einzelstandorte betrieben, da ein Verbund angesichts der großen Entfernungen und der geringen Abnahmen nicht sinnvoll ist. Reinwasserspeicher können jeweils die Versorgung über etwa einen Tag absichern. Im Falle von Havarien kann eine Versorgung über Tankwagen sichergestellt werden.

Punktuell sind an der Wasserfassung Gnoien Stoffbelastungen im Grundwasser zu verzeichnen, die auf Einträge infolge der landwirtschaftlichen Nutzung zurückzuführen sind (Nitrat, Sulfat, Pflanzenschutzmittel). Durch eine gewässerschonende Landbewirtschaftung und den Ausgleich von Ertragseinbußen wird einer weiteren Qualitätsverschlechterung entgegengewirkt.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 124



Müritz-Wasser-/Abwasserzweckverband

www.mueritz-zweckverband.de

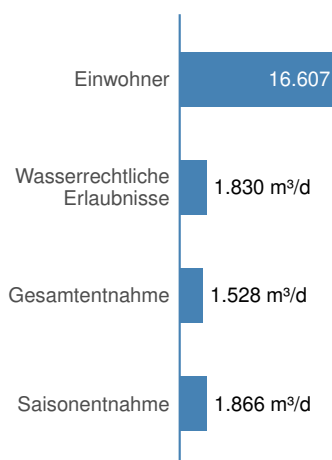
Brunnen	29
Wasserfassungen	10
Wasserwerke	8
Reinwasserbehälter	5
– Speichervolumen	2.325 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 125

Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist überwiegend durch ein ländliches Umfeld gekennzeichnet und leicht touristisch geprägt. Perspektivisch wird ein stabiler Wasserbedarf erwartet.

Es dominieren kleinere Wasserwerke. Ein Verbund besteht nur zwischen Penzlin und Möllenhagen; angesichts der großen Entfernungen und der geringen Abnahmen ist ein Ausbau des Verbundnetzes nicht sinnvoll. Im Falle von Havarien kann eine Versorgung über Tankwagen sichergestellt werden.

Gemeinden im Umfeld der Stadt Waren werden durch den Zukauf von Reinwasser der Stadtwerke Waren versorgt (ca. 1.000 m³/d), hier ist ein weiterer Ausbau vorgesehen. So ist auch geplant, in den nächsten Jahren drei kleinere Wasserfassungen stillzulegen, an denen z. T. eine Verschlechterung der Rohwasserqualität infolge landwirtschaftlicher Stoffeinträge zu beobachten ist.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 125

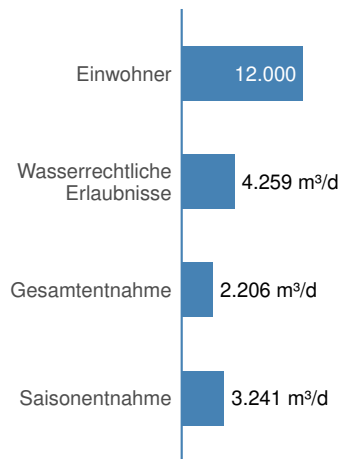
www.stadtwerke-malchow.de

Brunnen	14
Wasserfassungen	3
Wasserwerke	3
Reinwasserbehälter	7
– Speichervolumen	2.616 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist durch den Tourismus und dadurch stark schwankende Wasserbedarfe geprägt. So beträgt der Saisonbedarf etwa das Dreifache der winterlichen Wasserabgabe. Tendenziell ist ein weiter steigender Bedarf zu verzeichnen.

Die Versorgung erfolgt in erster Linie über das zentrale Wasserwerk Malchow. Darüber hinaus werden zwei kleinere Wasserwerke betrieben, deren Anschluss an Malchow nicht wirtschaftlich wäre. Im Falle von Havarien kann eine Versorgung über Tankwagen sichergestellt werden.

Durch die Wasserfassung Malchow wird ein tiefer tertiärer Grundwasserleiter erschlossen, der geogen bedingt höhere Chloridgehalte aufweist, aber gegenüber anthropogenen Stoffeinträgen relativ gut geschützt ist. Um Konflikte mit der Bebauung in Malchow weiter zu vermindern, ist vorgesehen, die Wasserfassung an den Rand der Ortslage zu verlegen.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme



Amt Röbel-Müritz Eigenbetrieb Müritz-Elde-Wasser

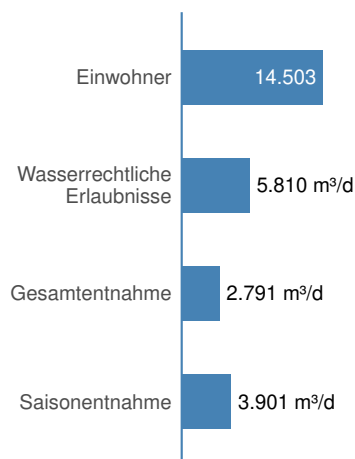
www.mewa-roebel.de

Brunnen	35
Wasserfassungen	11
Wasserwerke	11
Reinwasserbehälter	10
– Speichervolumen	2.100 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist durch ein ländliches Umfeld gekennzeichnet und im Umfeld der Seen touristisch geprägt. Perspektivisch wird ein stabiler Wasserbedarf erwartet.

Es dominieren kleinere Wasserwerke. Ein Verbund zwischen den Wasserwerken ist angesichts der großen Entfernungen und der geringen Abnahmen nicht sinnvoll. Um auch bei geringen Abnahmemengen eine Verkeimung im historisch größer dimensionierten Rohrnetz zu vermeiden, ist ein vermehrtes Spülen der Leitungen erforderlich. Leitungserneuerungen erfolgen mit kleinerem Querschnitt.

Die landwirtschaftliche Nutzung spiegelt sich in der Rohwasserqualität wider. Wegen hoher Nitratgehalte wird die Wasserfassung Röbel geschlossen; die Versorgung erfolgt zukünftig aus der im tertiären Grundwasserleiter neu errichteten Wasserfassung Gotthun. Auch für die Wasserfassung Bütow wird angesichts der Belastung durch Sulfat und Pflanzenschutzmittel ein Alternativstandort gesucht.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018; Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 127

www.stadtwerke-waren.de

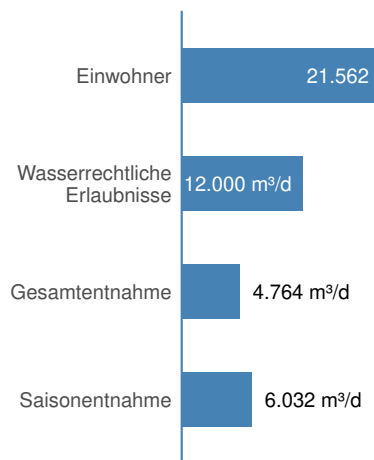
Brunnen	15
Wasserfassungen	2
Wasserwerke	2
Reinwasserbehälter	1
– Speichervolumen	1.000 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 128

Summarische Kennwerte¹



Die Stadtwerke Waren versorgen die touristisch attraktive Stadt Waren (Müritz), mehrere Großabnehmer sowie einige (zum Versorgungsraum des Müritz-Wasser-/Abwasserzweckverbandes gehörende) Umlandgemeinden mit Trinkwasser. Der daraus resultierende Wasserbedarf ist relativ stabil, perspektivisch ist durch die Intensivierung des Tourismus eine leichte Zunahme zu erwarten.

In den beiden Wasserwerken wird Grundwasser aus dem tiefen tertiären Grundwasserleiter aufbereitet. Durch den Verbund beider Wasserwerke und eine hohe Pumpenkapazität ist nach Einschätzung des Versorgers eine angemessene Versorgungssicherheit gegeben. Bei Bedarf ist langfristig der Bau eines zweiten Reinwasserspeichers vorgesehen. Gefährdungen werden vor allem in technischen/technologischen Havarien und Störungen gesehen.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018; Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 128

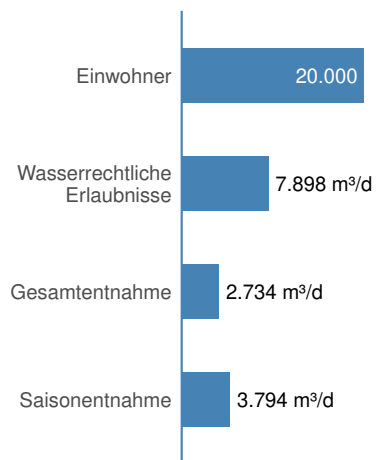
www.wzv-strelitz.de

Brunnen	44
Wasserfassungen	13
Wasserwerke	13
Reinwasserbehälter	11
– Speichervolumen	3.650 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist durch ein ländliches Umfeld gekennzeichnet und im Umfeld der Seen touristisch geprägt. Perspektivisch wird ein stabiler Wasserbedarf erwartet.

In den letzten Jahrzehnten wurde die Wasserversorgung zentralisiert, zahlreiche kleine Wasserwerke wurden stillgelegt und die Gemeinden an benachbarte Wasserwerke angeschlossen. Ein weiterer Verbund zwischen den Wasserwerken ist angesichts der großen Entfernungen und der geringen Abnahmen nicht sinnvoll. Die bestehenden Wasserwerke verfügen über Reinwasserspeicher, die eine Versorgung über etwa einen Tag absichern können.

Aufgrund der relativ großen Mächtigkeit der Deckschichten und des hohen Waldanteiles in den Einzugsgebieten ist das Grundwasser von einer überwiegend guten Qualität und landwirtschaftliche Einflüsse sind erst in Ansätzen erkennbar.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 129

www.stadtwerke-neustrelitz.de

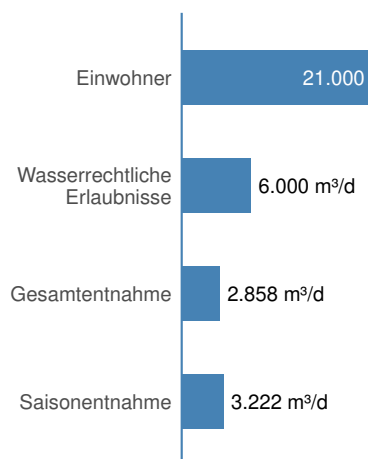
Brunnen	11
Wasserfassungen	2
Wasserwerke	1
Reinwasserbehälter	2
– Speichervolumen	5.200 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 130

Summarische Kennwerte¹



Die Stadtwerke Neustrelitz versorgen die Stadt Neustrelitz und die eingemeindeten Ortsteile sowie einige Umlandgemeinden mit Trinkwasser. Perspektivisch wird ein stabiler Wasserbedarf erwartet.

Das Wasserwerk wird aus zwei Wasserfassungen gespeist und verfügt über zwei separate, wechselseitig nutzbare Aufbereitungslinien und zwei Reinwasserspeicher. Durch diese Konfiguration ist eine hohe Versorgungssicherheit gegeben.

Aufgrund der relativ großen Mächtigkeit der Deckschichten und des hohen Waldanteiles in den Einzugsgebieten ist das Grundwasser von einer überwiegend guten Qualität und landwirtschaftliche Einflüsse sind erst in Ansätzen erkennbar.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 130

www.neu-sw.de

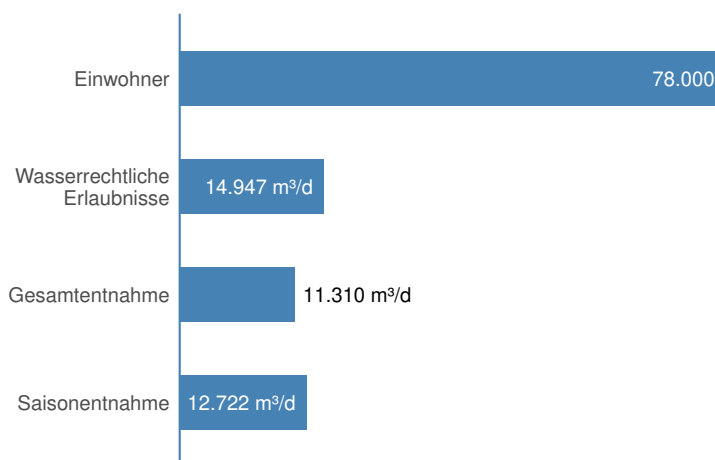
Brunnen	24
Wasserfassungen	3
Wasserwerke	3
Reinwasserbehälter	14
– Speichervolumen	23.690 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 131

Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion umfasst die Stadt Neubrandenburg und ein ländliches Umfeld. Während für Neubrandenburg und Burg Stargard ein zunehmender Wasserbedarf erwartet wird, ist im Umland mit einem sinkenden Bedarf zu rechnen.

Die beiden Neubrandenburger Wasserwerke sind in einem Verbundsystem zusammengeführt. Darüber hinaus wird nur noch das Wasserwerk Groß Nemerow betrieben, das zur Versorgung des südlichen, ländlich geprägten Versorgungsraumes dient.

Kleinere Wasserfassungen wurden u. a. aufgrund steigender Stoffbelastungen in den letzten Jahren geschlossen. Um die sehr gute Rohwasserqualität in den verbliebenen drei Wasserfassungen auch langfristig zu sichern, wird vom Versorger neben der Grundwasserüberwachung auch eine jährliche Bodenbeprobung auf landwirtschaftlichen Flächen durchgeführt.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018; Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 131



WasserZweckVerband Malchin Stavenhagen

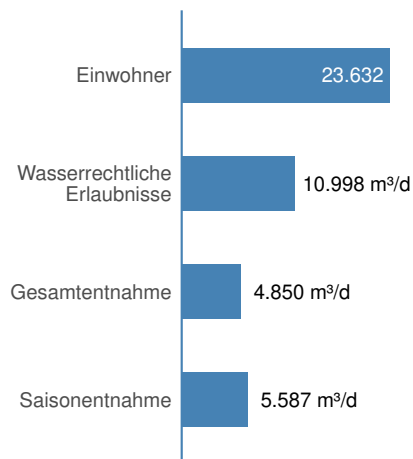
www.wzv-malchin-stavenhagen.de

Brunnen	57
Wasserfassungen	19
Wasserwerke	19
Reinwasserbehälter	14
– Speichervolumen	7.327 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist durch ein ländliches Umfeld gekennzeichnet. Großabnehmer der Lebensmittelindustrie haben einen Anteil von über 20 % am Gesamtwasserverbrauch und tragen damit zur Stabilisierung der Wasserversorgung bei.

Bis auf den Verbund Stavenhagen-Basepohl-Jürgenstorf werden alle Wasserfassungen und Wasserwerke als Einzelstandorte betrieben. In den kommenden Jahren ist eine stärkere Zentralisierung vorgesehen, fünf Wasserfassungen sollen geschlossen werden. Ein Ausbau der Verbundsysteme ist hingegen aus ökonomischen Gründen nicht vorgesehen; eine Notfallversorgung kann durch Tankwagen gewährleistet werden.

Zukünftige Herausforderungen werden vor allem in einer Verschlechterung der Rohwasserqualität und in der qualitätsgerechten Versorgung ländlicher Regionen mit sinkenden Abnehmerzahlen gesehen.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018; Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 132

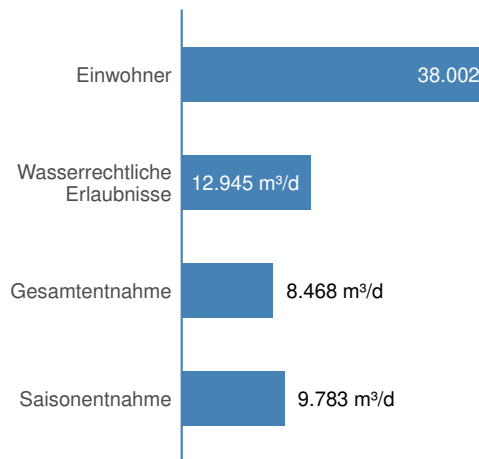
www.gku-mbh.de

Brunnen	88
Wasserfassungen	24
Wasserwerke	23
Reinwasserbehälter	20
– Speichervolumen	9.250 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist durch ein ländliches Umfeld gekennzeichnet. Etwa ein Drittel des gewonnenen Grundwassers wird als Rohwasser an einen Großabnehmer der Lebensmittelindustrie geliefert.

Nach einem starken Rückgang des Trinkwasserbedarfes in den 1990er Jahren ist derzeit nur noch ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Die Wasserversorgungsanlagen wurden in den letzten Jahrzehnten an die geringen Trinkwasserabnahmen angepasst. Ein Verbund zwischen den Wasserwerken ist angesichts der großen Entfernungen und der geringen Abnahmen nicht sinnvoll. Im Falle von Havarien kann eine Versorgung über Tankwagen sichergestellt werden.

Eine langfristige Gefährdung wird vor allem in einer Verschlechterung der Wasserqualität durch die landwirtschaftliche Nutzung gesehen, die sich bei der durchgeführten Rohwasserüberwachung immer deutlicher abzeichnet.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 133



Stadt Dargun

www.dargun.de

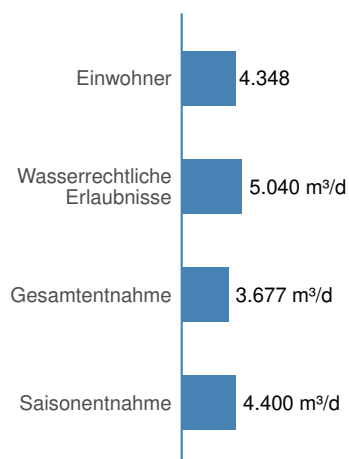
Brunnen	19
Wasserfassungen	2
Wasserwerke	2
Reinwasserbehälter	4
– Speichervolumen	950 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 134

Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist durch Großabnehmer geprägt. Fast 85 % des gewonnenen Grundwassers werden als Roh- bzw. Reinwasser an zwei Großabnehmer der Lebensmittelindustrie geliefert, die übrigen 15 % dienen der Versorgung der Stadt Dargun und des näheren Umfeldes. Diese Abnehmerstruktur bewirkt, dass saisonale Schwankungen sehr gering sind. Perspektivisch wird ein gleichbleibender Bedarf erwartet.

Im Grundwasser sind nach Einschätzung des Versorgers geringe Stoffbelastungen zu verzeichnen, die aus der landwirtschaftlichen Nutzung resultieren (Nitrat, Sulfat, Pflanzenschutzmittel). Die Entwicklung der Grundwasserqualität wird regelmäßig beobachtet und es werden alternative Brunnenstandorte erkundet.

Zukünftige Gefährdungen werden neben der weiteren Verschlechterung der Rohwasserqualität in technischen Havarien gesehen.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 134



Stadtwerke Loitz GmbH

www.stadtwerke-loitz.de

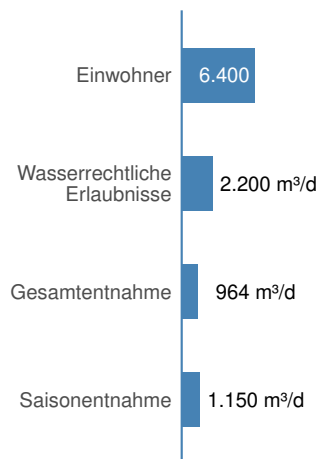
Brunnen	4
Wasserfassungen	1
Wasserwerke	1
Reinwasserbehälter	1
– Speichervolumen	800 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 135

Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist durch ein ländliches Umfeld und eine stagnierende Einwohnerzahl gekennzeichnet. Ein zentrales Wasserwerk versorgt die Kleinstadt Loitz und umliegenden Gemeinden des Amtes Peenetal/Loitz sowie die Ortsteile Kletzin und Ückeritz der Gemeinde Kletzin, die zum Landkreis Mecklenburgische Seenplatte gehören. Ein Reinwasserspeicher 2 x 400 m³ - technologisch ein Durchgangsbbehälter am Wasserwerk - gewährleistet eine sichere Wasserversorgung.

Das genutzte Grundwasser ist von guter Qualität. Gefährdungen werden in der Verschlechterung der Rohwasserqualität und in technischen bzw. technologischen Havarien gesehen.

Etwa 150 m³/d Reinwasser werden an den Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung Grimmen geliefert.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018; Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 135



Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung Grimmen

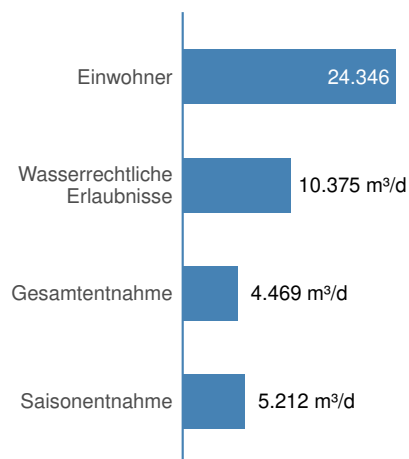
www.zwa-grimmen.de

Brunnen	30
Wasserfassungen	7
Wasserwerke	7
Reinwasserbehälter	3
– Speichervolumen	4.200 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist durch ein ländliches Umfeld und eine abnehmende Einwohnerzahl gekennzeichnet. Bis auf einen Standort sind alle Wasserwerke in einem Verbundsystem zusammengeführt. Nach Einschätzung des Versorgers ist zu allen Zeiten eine hohe Versorgungssicherheit gegeben.

Etwa 350 m³/d Reinwasser werden an die Stadtwerke Greifswald zur Versorgung der Insel Riems / Riemserort geliefert. Darüber hinaus wurde 2020 ein Verbund mit dem benachbarten Zweckverband Wasser/Abwasser Boddenküste (Levenhagen-Griebenow) realisiert.

An fünf von sieben Wasserfassungen sind Pflanzenschutzmittel im Grundwasser nachweisbar. Um die Rohwasserqualität zu stabilisieren, wird eine Kooperation mit den Landwirten angestrebt. Zukünftige Gefährdungen werden vor allem in einer Verschlechterung der Wasserqualität und in klimatischen Veränderungen gesehen.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 136

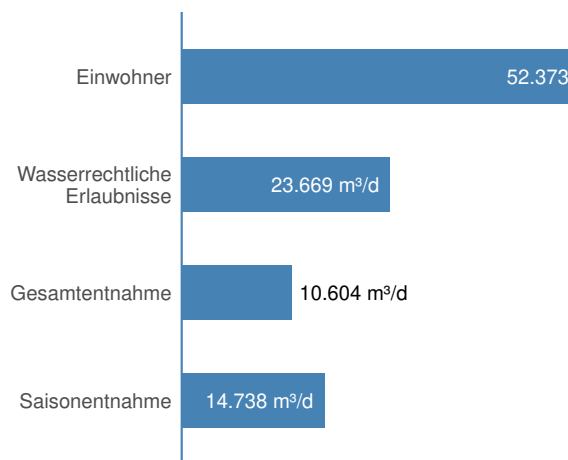
www.boddenland.de

Brunnen	80
Wasserfassungen	15
Wasserwerke	13
Reinwasserbehälter	22
– Speichervolumen	13.503 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist zweigeteilt – der Küstenbereich ist sehr stark touristisch, der Südtteil hingegen ländlich geprägt. Insgesamt steigt der Wasserbedarf um ca. 1 % pro Jahr.

Bis auf einen Standort sind alle Wasserwerke in einem Verbundsystem zusammengeführt. In Anbetracht des steigenden Wasserbedarfes soll perspektivisch die Wasserfassung Wöpkendorf erschlossen werden, es sind ein eigenes Wasserwerk und der Anschluss in Richtung Ribnitz vorgesehen.

Aufgrund hoher Nitratgehalte musste in den letzten Jahren die Wasserfassung Barth - Sundischer Berg stillgelegt werden. Die benachbarte Wasserfassung Divitz weist geogen bedingt hohe Chloridwerte auf, so dass ein Verschnitt mit der Wasserfassung Martenshaagen erforderlich ist. Derzeit ist nach Einschätzung des Versorgers zu allen Zeiten eine hohe Versorgungssicherheit gegeben. Eine langfristige Gefährdung wird vor allem in einer Verschlechterung der Wasserqualität durch die landwirtschaftliche Nutzung gesehen.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018; Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 137

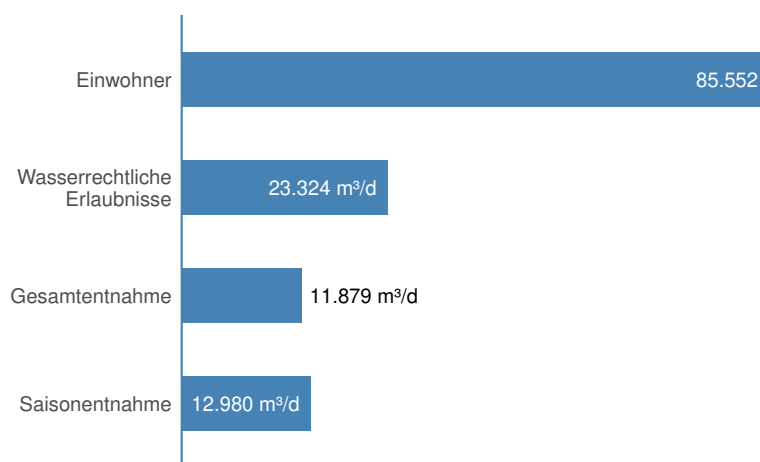
www.rewa-stralsund.de

Brunnen	51
Wasserfassungen	12
Wasserwerke	10
Reinwasserbehälter	19
– Speichervolumen	14.530 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist durch die touristisch attraktive Hansestadt Stralsund und ein ländliches Umfeld geprägt. Für die Stadt Stralsund wird ein weiter zunehmender Wasserbedarf erwartet.

Bis auf einen separaten Standort sind alle Wasserwerke in zwei Verbundsystemen zusammengeführt. Eine Erweiterung und die Erhöhung der Durchleitungskapazitäten sind vorgesehen. Nach Einschätzung des Versorgers ist zu allen Zeiten eine hohe Versorgungssicherheit gegeben.

Aufgrund grenzwertüberschreitender Sulfatgehalte im Rohwasser ist zur Versorgung der Stadt Stralsund eine Wasseraufbereitung über Umkehrosmose erforderlich.

Gefährdungen werden vor allem in einer weiteren Verschlechterung der Wasserqualität und – angesichts der aufwendigen Wasseraufbereitung – in technischen Havarien gesehen.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme



Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Rügen

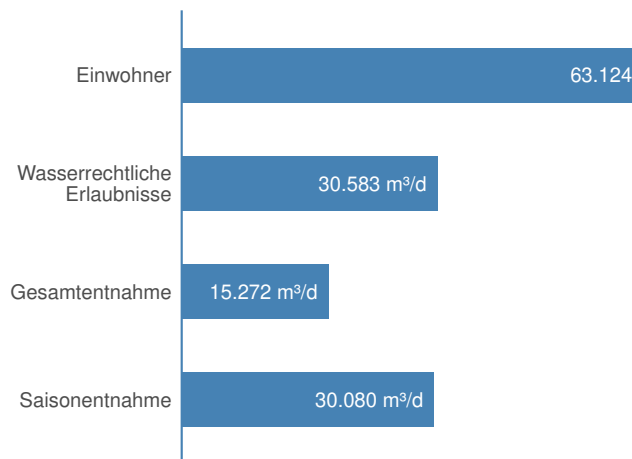
www.zwar.de

Brunnen	137
Wasserfassungen	26
Wasserwerke	25
Reinwasserbehälter	25
– Speichervolumen	18.530 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist durch den Tourismus und dadurch schwankende Wasserbedarfe geprägt. Tendenziell wird ein weiter steigender Bedarf vor allem aufgrund touristischer Zuwachsraten erwartet. Unter Umständen kann sich das Gewerbegebiet um den Fährhafen Mukran zu einem Großabnehmer entwickeln.

Die Wasserwerke in den Tourismusregionen werden überwiegend in Verbundsystemen betrieben. Darüber hinaus gibt es noch 18 einzelne Wasserwerke. Es ist vorgesehen, die Wassergewinnung und -aufbereitung weiter zu zentralisieren, die Verbundsysteme auszubauen und den Anschlussgrad von derzeit ca. 98 % weiter zu erhöhen. Nach Einschätzung des Versorgers ist zu allen Zeiten eine hohe Versorgungssicherheit gegeben, eine Notfallversorgung kann durch Tankwagen gewährleistet werden.

Gefährdungen werden in erster Linie in einer Verschlechterung der Rohwasserqualität gesehen.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 139

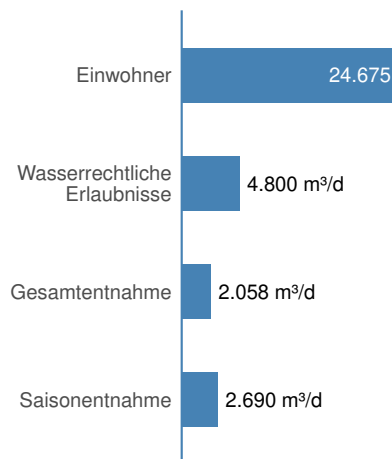
www.zvwab.de

Brunnen	15
Wasserfassungen	2
Wasserwerke	2
Reinwasserbehälter	3
– Speichervolumen	1.130 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist durch ein ländliches Umfeld und einen stabilen Wasserbedarf gekennzeichnet. Perspektivisch wird mit einer leichten Bedarfszunahme gerechnet. Die beiden Wasserwerke stellen das Reinwasser für den westlichen und südlichen Versorgungsraum zur Verfügung. Der östliche Versorgungsraum wird durch den Zukauf von Reinwasser der EWN-GmbH beliefert.

Nach Einschätzung des Versorgers ist eine angemessene Versorgungssicherheit gegeben. Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit wird ein Verbund beider Versorgungsbereiche angestrebt. Wasserverkäufe werden mit den benachbarten Wasserversorgern, dem ZWA Grimmen und dem ZWA Usedom getätigt.

Gefährdungen werden vor allem in technischen/technologischen Störungen der Wasserwerke und im Versorgungsnetz gesehen. Die Wasserressourcen sind ausreichend und in überwiegend guter Rohwasserqualität vorhanden.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018; Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

www.sw-greifswald.de

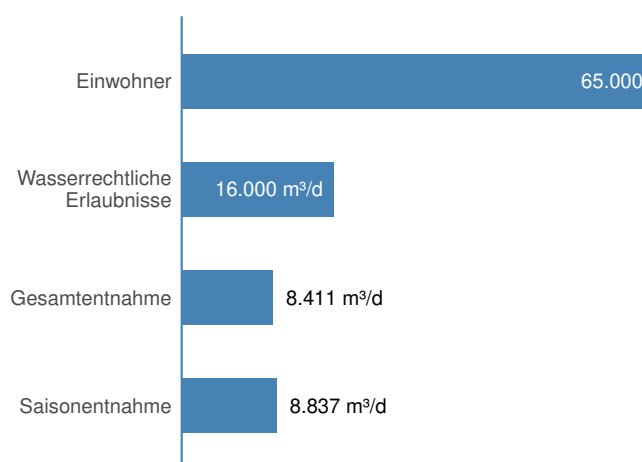
Brunnen	23
Wasserfassungen	5
Wasserwerke	3
Reinwasserbehälter	4
– Speichervolumen	7.050 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 141

Summarische Kennwerte¹



Das Versorgungsgebiet umfasst die Städte Greifswald und Gützkow. Der Wasserverbrauch ist relativ stabil, es sind weder eine ausgeprägte Saisonalität noch ein langfristiger Trend zu beobachten.

Die beiden Greifswalder Wasserwerke werden im Verbund und das Gützkower Wasserwerk separat betrieben. Derzeit wird ein neuer Reinwasserspeicher für Gützkow errichtet. Die zur Stadt Greifswald gehörende Insel Riems und der Riemserort werden durch einen Zukauf von Reinwasser vom Zweckverband Grimmen versorgt.

Angeichts bereits bestehender hydrochemischer Auffälligkeiten, die aus der landwirtschaftlichen Nutzung resultieren (Sulfat, nicht relevante Metaboliten von Pflanzenschutzmitteln) werden zukünftige Gefährdungen vor allem in einer Verschlechterung der Rohwasserqualität gesehen.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018; Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 141



Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung - Festland Wolgast

www.zv-festland-wolgast.de

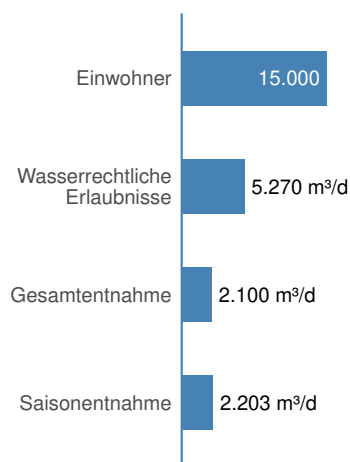
Brunnen	10
Wasserfassungen	4
Wasserwerke	2
Reinwasserbehälter	9
– Speichervolumen	5.250 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 142

Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist durch ein überwiegend ländliches Umfeld und eine eher abnehmende Einwohnerzahl gekennzeichnet. Bedarfssteigerungen können durch eine Erhöhung der Überleitungsmenge auf die Insel Usedom entstehen. Die zwei Wasserwerke sind in einem Verbundsystem zusammengeführt. Dadurch wird eine Versorgung des Bereiches Lassan vom Wasserwerk Hohendorf ermöglicht, so dass eine hohe Versorgungssicherheit gegeben ist.

Die Rohwasserqualität ist durch die landwirtschaftliche Nutzung beeinflusst. In mehreren Wasserfassungen mussten Brunnen aufgrund erhöhter Stoffbelastungen (Nitrat, Pflanzenschutzmittel) stillgelegt werden. Für das besonders betroffene Wasserwerk Lassan wird derzeit geprüft, ob eine langfristige Weiternutzung der Fassung möglich ist, alternative Brunnenstandorte vorhanden sind oder die Versorgung zukünftig vollständig aus dem Wasserwerk Hohendorf erfolgen sollte.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 142

Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung Insel Usedom

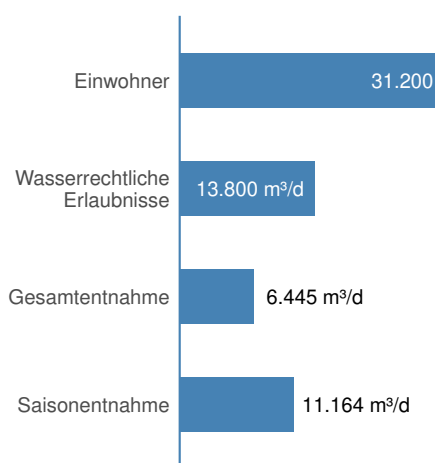
www.zv-usedom.de

Brunnen	40
Wasserfassungen	11
Wasserwerke	6
Reinwasserbehälter	11
– Speichervolumen	33.220 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist durch den Tourismus und dadurch stark schwankende Wasserbedarfe geprägt. In den Ostseebädern beträgt der Saisonbedarf mehr als das Dreifache der winterlichen Wasserabgabe. Tendenziell ist ein weiter steigender Bedarf zu verzeichnen.

Zur Deckung der Bedarfe wird Reinwasser vom Festland übergeleitet (im Mittel 2.350 m³/d, im Maximum >4.500 m³/d), eine Ausweitung der Überleitungen ist vorgesehen.

In der Sommersaison werden die Kapazitäten teilweise vollständig ausgeschöpft. Die Wasserwerke sind in zwei Verbundsystemen zusammengeführt. Eine Verbindung beider Systeme ist geplant, um bei technischen Havarien eine Notversorgung zu gewährleisten.

Zukünftige Gefährdungen werden im begrenzten Wasserdargebot verbunden mit einer Verschlechterung der Wasserqualität gesehen.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 143

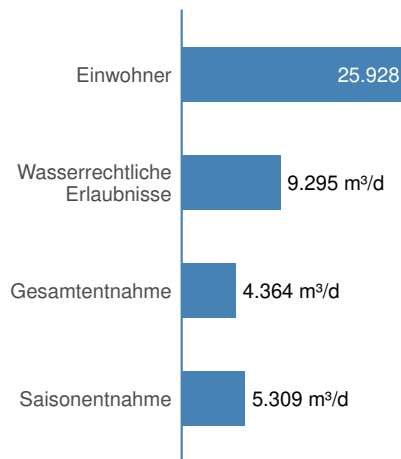
www.gku-mbh.de

Brunnen	42
Wasserfassungen	13
Wasserwerke	12
Reinwasserbehälter	7
– Speichervolumen	4.800 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist ländlich geprägt, Großabnehmer spielen kaum eine Rolle. Nach einem starken Rückgang des Trinkwasserbedarfes in den 1990er Jahren ist derzeit nur noch ein leichter Rückgang aufgrund des demografischen Wandels zu verzeichnen. Die Wasserversorgungsanlagen wurden in den letzten Jahrzehnten an die geringen Trinkwasserabnahmen angepasst.

Es dominieren kleinere Wasserwerke. Ein Verbund zwischen den Wasserwerken ist angesichts der großen Entfernungen und der geringen Abnahmen nicht sinnvoll. Im Falle von Havarien kann eine Versorgung über Tankwagen sichergestellt werden.

Das Grundwasser in der Wasserfassung Anklam weist hohe Sulfatgehalte auf, die u. a. auf die landwirtschaftliche Nutzung zurückzuführen sind. Hier werden derzeit die Erschließung alternativer Brunnenstandorte und die Möglichkeiten einer erweiterten Wasseraufbereitung geprüft.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
 Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme



Wasser- und Abwasserzweckverband Friedland

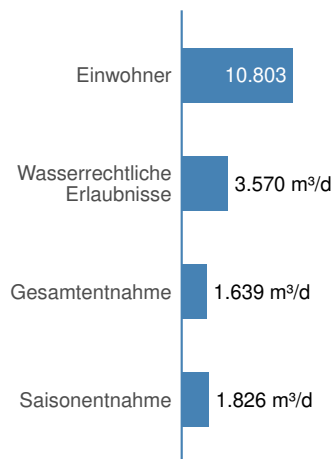
www.waz-friedland.de

Brunnen	23
Wasserfassungen	5
Wasserwerke	5
Reinwasserbehälter	5
– Speichervolumen	4.450 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist ländlich geprägt, Großabnehmer spielen keine Rolle. Nach einem starken Rückgang des Trinkwasserbedarfes in den 1990er Jahren ist derzeit nur noch ein leichter Rückgang aufgrund des demografischen Wandels zu verzeichnen.

Es dominieren kleinere Wasserwerke. Ein Verbund zwischen den Wasserwerken ist angesichts der großen Entfernungen und der geringen Abnahmen nicht sinnvoll. Reinwasserspeicher an allen Wasserwerken gewährleisten, dass etwa der Bedarf für zwei Tage abgesichert werden kann.

Das Grundwasser ist vielfach durch landwirtschaftliche Stoffeinträge beeinflusst. So mussten die Friedländer Wasserfassungen wegen hoher Uran- und Sulfatgehalte geschlossen und eine neue Fassung in Genzkow errichtet werden. Vor diesem Hintergrund wird dem Grundwasserschutz eine hohe Priorität beigemessen.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 145

www.gku-mbh.de

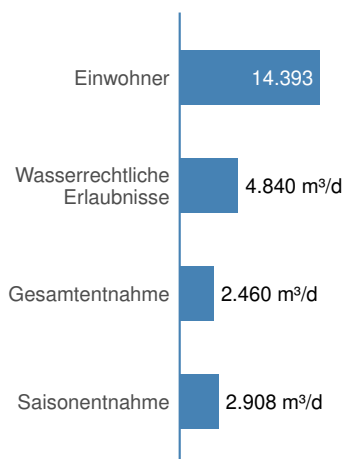
Brunnen	27
Wasserfassungen	8
Wasserwerke	8
Reinwasserbehälter	9
– Speichervolumen	3.600 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 146

Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist ländlich geprägt, Großabnehmer spielen kaum eine Rolle. Nach einem starken Rückgang des Trinkwasserbedarfes in den 1990er Jahren ist derzeit nur noch ein leichter Rückgang aufgrund des demografischen Wandels zu verzeichnen. Die Wasserversorgungsanlagen wurden in den letzten Jahrzehnten an die geringen Trinkwasserabnahmen angepasst.

Aufgrund des ländlichen Charakters dominieren kleinere Wasserwerke. Ein Verbund zwischen den Wasserwerken ist angesichts der großen Entfernungen und der geringen Abnahmen nicht sinnvoll. Im Falle von Havarien kann eine Versorgung über Tankwagen sichergestellt werden.

Eine langfristige Gefährdung wird vor allem in einer Verschlechterung der Wasserqualität durch die landwirtschaftliche Nutzung gesehen, die sich bei der durchgeführten Rohwasserüberwachung immer deutlicher abzeichnet.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
 Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 146

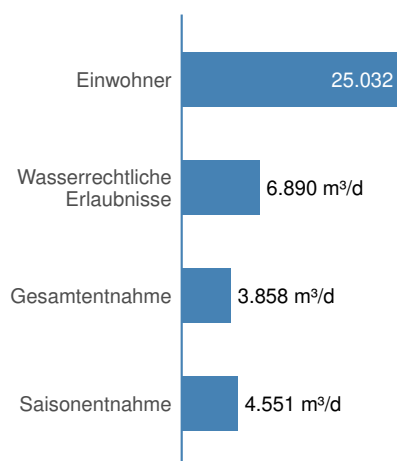
www.gku-mbh.de

Brunnen	28
Wasserfassungen	6
Wasserwerke	7
Reinwasserbehälter	6
– Speichervolumen	5.550 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist überwiegend ländlich geprägt und durch relativ geringe Wasserbedarfe charakterisiert. Aufgrund des demografischen Wandels ist ein weiterer leichter Rückgang zu beobachten. Davon abweichend ist die Haffregion durch Zuwächse infolge der touristischen Nutzung gekennzeichnet.

Aufgrund des ländlichen Charakters dominieren kleinere Wasserwerke. Ein Verbund zwischen den Wasserwerken ist angesichts der großen Entfernungen und der geringen Abnahmen nicht sinnvoll. Im Falle von Havarien kann eine Versorgung über Tankwagen sichergestellt werden.

Eine langfristige Gefährdung wird vor allem in einer Verschlechterung der Wasserqualität durch die landwirtschaftliche Nutzung gesehen, die sich bei der durchgeführten Rohwasserüberwachung immer deutlicher abzeichnet.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

www.stadtwerke-torgelow.de

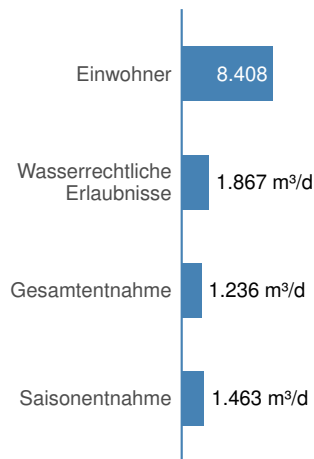
Brunnen	8
Wasserfassungen	1
Wasserwerke	1
Reinwasserbehälter	1
– Speichervolumen	3.200 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



VID 148

Summarische Kennwerte¹



Die Stadtwerke Torgelow versorgen die Stadt Torgelow sowie einzelne Großabnehmer mit Trinkwasser. Das Rohwasser wird über eine Uferfiltratfassung gewonnen. Die flachen Brunnen befinden sich zwischen der Randow und einem Umfluter, deren Wasserspiegel über ein Wehr gesteuert werden. Die gute Qualität des entnommenen Grundwassers erfordert lediglich eine Enteisung / Entmanganung.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 148

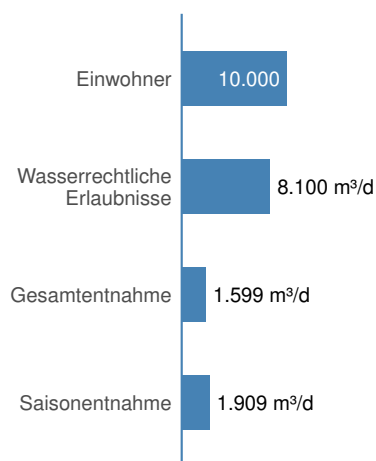
www.stadtwerke-pasewalk.de

Brunnen	11
Wasserfassungen	2
Wasserwerke	2
Reinwasserbehälter	1
– Speichervolumen	1.000 m ³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Wasserversorgung der Stadt Pasewalk erfolgt aus zwei Wasserfassungen, die jeweils auch einzeln die Versorgung aufrechterhalten könnten. Dies gewährleistet zu allen Zeiten eine hohe Versorgungssicherheit.

Der Wasserbedarf war lange Zeit rückläufig, seit 2018 hat er sich leicht stabilisiert. Ein erneuter Anstieg wird evtl. durch Ansiedlungen auf einem bereits erschlossenen Großgewerbestandort erwartet.

Durch die gesunkene Wasserabnahme vermindert sich die Fließgeschwindigkeit im Rohrnetz und es besteht die Gefahr von Verkeimungen. Um die hohe Trinkwasserqualität zu sichern, ist ein vermehrtes Spülen der Leitungen erforderlich. Leitungserneuerungen erfolgen mit kleinerem Querschnitt, ferner sind zusätzliche Ringschlüsse vorgesehen.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018;
Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

VID 149

Trink- und Abwasserzweckverband Uecker-Randow, Süd-Ost

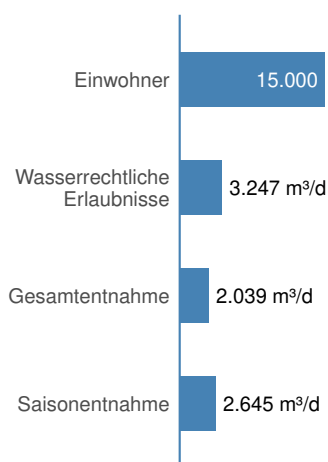
www.zweckverband-uer.de

Brunnen	24
Wasserfassungen	8
Wasserwerke	8
Reinwasserbehälter	11
– Speichervolumen	2.730 m³

Bearbeitungsstand: 30.10.2020



Summarische Kennwerte¹



Die Versorgungsregion ist ländlich geprägt, Großabnehmer spielen keine Rolle. Nach einem starken Rückgang des Trinkwasserbedarfes in den 1990er Jahren hat sich der Wasserverbrauch stabilisiert, größere Änderungen werden nicht mehr erwartet. Die Wasserversorgungsanlagen wurden in den letzten Jahrzehnten weitgehend an die geringen Trinkwasserabnahmen angepasst, so dass Verkeimungen nur selten auftreten.

Aufgrund des ländlichen Charakters dominieren kleinere Wasserwerke. Ein Verbund zwischen den Wasserwerken ist angesichts der großen Entfernungen und der geringen Abnahmen nicht sinnvoll. Reinwasserspeicher an allen Wasserwerken gewährleisten, dass etwa der Bedarf eines Tages abgesichert werden kann. Die Versorgungssicherheit wird vom Versorger als angemessen eingeschätzt.

¹ Balkenlänge nicht maßstäblich; Gesamt- und Saisonentnahme als Mittel 2016-2018; Saisonentnahme = Monat mit höchster Entnahme

Anhang II

Abschätzung zukünftiger Bedarfsänderungen

II. 1	Einführung.....	145
II. 2	Demografisch bedingte Bedarfsänderungen.....	145
II. 3	Touristisch bedingte Bedarfsänderungen.....	147
II. 4	Landwirtschaftlicher Beregnungsbedarf.....	152
II. 5	Quellenverzeichnis	153

II.1 Einführung

Gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklungen werden in der Zukunft zu Veränderungen im Wasserbedarf führen. Nachstehend wird die Methodik zur Abschätzung der zu erwartenden Bedarfsänderungen dargelegt.

II.2 Demografisch bedingte Bedarfsänderungen

Um die Bevölkerungsentwicklung in den zurückliegenden Jahren sowie deren zukünftige Prognosen einzuordnen und Konsequenzen für die Wasserversorgung ableiten zu können, wurden sowohl die Einwohnerstatistiken der Jahre 1990 - 2019, als auch die aktuell verfügbaren Bevölkerungsprognoserechnungen bis zum Jahr 2040 ausgewertet. Als Datengrundlage fungierten:

- das Statistische Jahrbuch 2020 (Statis M-V 2020),
- die 5. Bevölkerungsprognose des Landes (BEVP 2019a) sowie
- deren Regionalisierung für die Mittelbereiche (BEVP 2019b).

Für die zukünftige Bevölkerungsentwicklung werden drei Variantenrechnungen angegeben, die in der Abbildung 1 dargestellt sind. Als Grundlage für die Betrachtungen der Grundsatzplanung Trinkwasser dient die mittlere, als Standardvariante (V2, vgl. Abbildung 1 – rote Linie) bezeichnete Prognose. Darüber hinaus beinhaltet die Grafik auch die Ergebnisse der vorherigen 4. Landesprognose inklusive aller Variantenrechnungen. Dabei stehen die Kürzel V1, V2 und V3 jeweils für die optimistische, die Standard- und die pessimistische Variante.

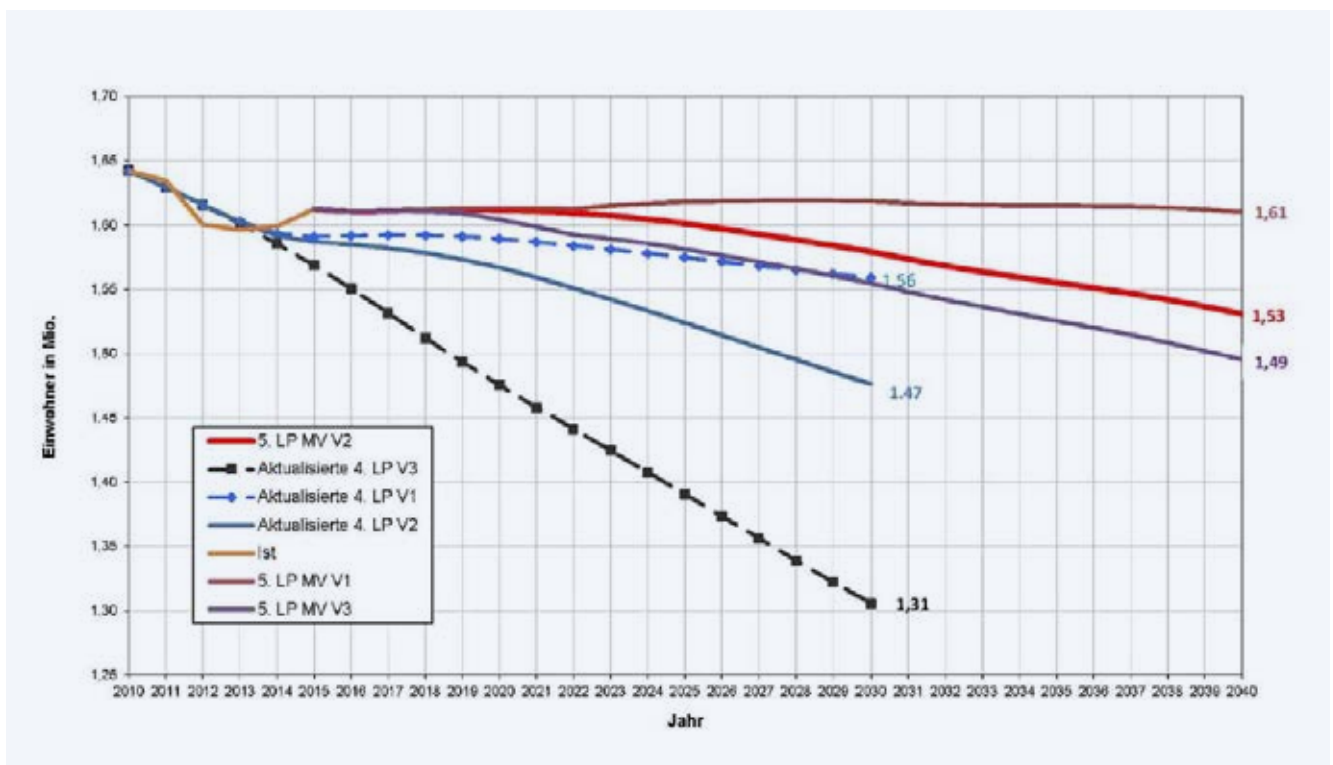
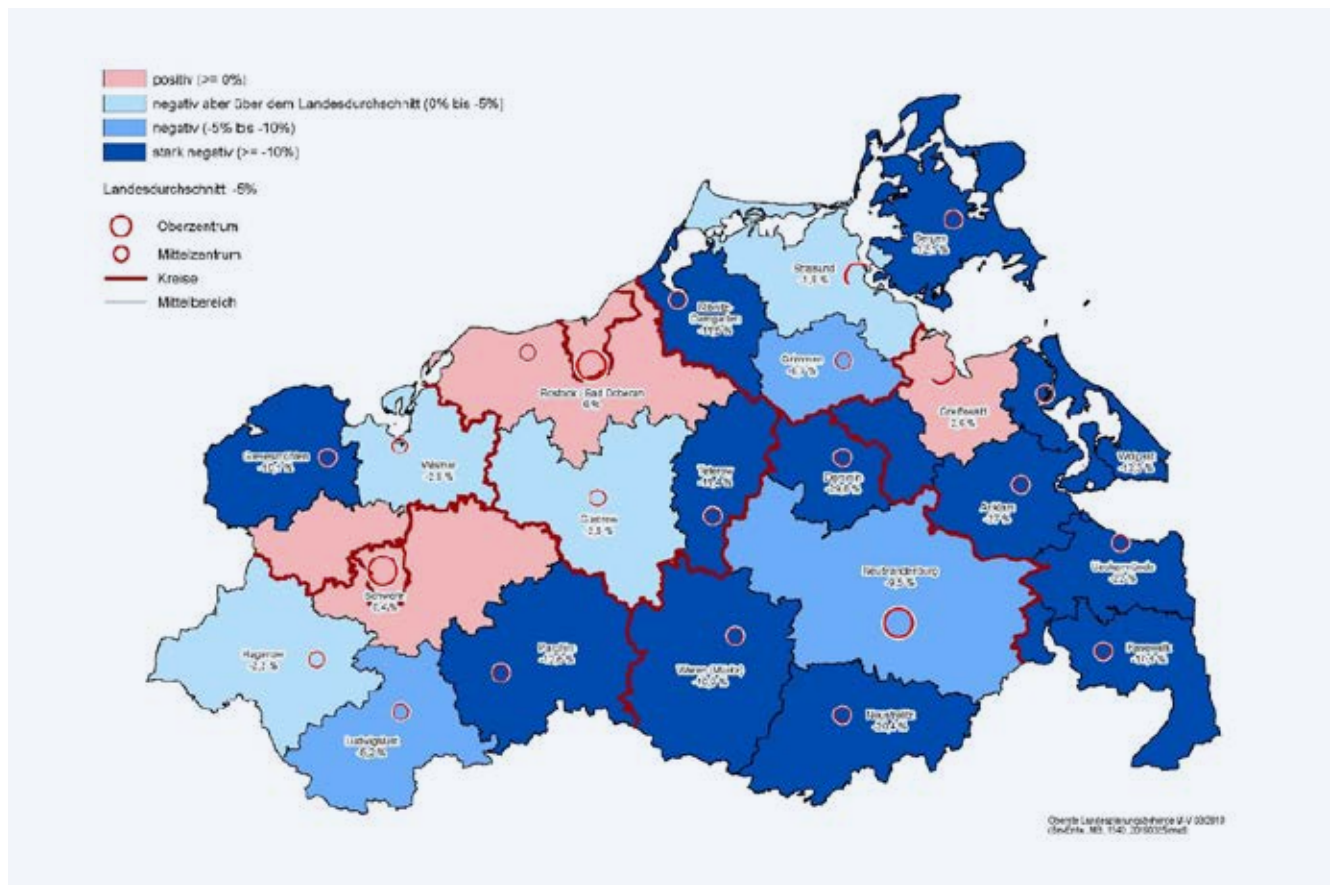


Abbildung 1: Verschiedene Varianten der geschätzten Bevölkerungsentwicklung bis zum Jahr 2040, entnommen aus BEVP 2019a



Auf Basis der Standardvariante (V2, vgl. Abbildung 1 – rote Linie) der aktuellen Landesprognose steht darüber hinaus eine Regionalisierung der Bevölkerungsentwicklung auf Ebene der Mittelbereiche zur Verfügung, deren Größenordnung näherungsweise den Versorgungsbereichen entspricht. In der Abbildung 2 ist die erwartete Bevölkerungsentwicklung dieser Variante dargestellt.

Zur Abschätzung der demografisch bedingten Bedarfsänderungen wurde die Bevölkerungsentwicklung der Mittelzentren flächengewichtet auf die Versorgungsbereiche übertragen. Auf dieser Grundlage ergab sich die Bedarfsänderung unter Ansatz eines spezifischen Wasserverbrauchs von 108 l/d (Statis M-V 2019).

Das Ergebnis ist in dem Kapitel 3.1 des Hauptteils dokumentiert.

II.3 Touristisch bedingte Bedarfsänderungen

Aufgrund der natürlichen Gegebenheiten wird M-V touristisch räumlich stark unterschiedlich genutzt. Die auftretenden Tourismusströme konzentrieren sich vornehmlich auf die Küstengebiete, die Ostseeinseln, die Seenplatte und die Mecklenburgische Schweiz. Andere Gebiete sind dagegen kaum vom Tourismus beeinflusst.

Ziel war es daher, die in der Zukunft erwarteten tourismusbedingten Entwicklungen einzelnen Tourismusgebieten und/oder Gemeinden zuzuordnen, um anhand dieser Differenzierung Bedarfsänderungen für einzelne WVU ableiten zu können. Die Bearbeitung erfolgte in vier Schritten, die im Weiteren als Analyse, Extrapolation, Zuordnung und Bedarfsberechnung bezeichnet werden.

ANALYSE

In einem ersten Schritt, wurden die in M-V realisierten Gesamtübernachtungszahlen der Jahre 1992 - 2020 betrachtet. Hier wird ein starker Zuwachs in den 1990er Jahren deutlich, der sich in den 2000er Jahren verlangsamt.

Die Abschätzung von zukünftigen Daten basiert stets auf der jüngeren Vergangenheit bzw. der gegenwärtigen Entwicklung, dem Trend. In die Berechnung sind Daten aus den Jahren 2010 - 2020 eingeflossen, da diese einerseits einen gleichmäßigen Anstieg aufweisen und andererseits die Separation von Haupt- und Nebensaison zulassen. Die für die allgemeine Auswertung berücksichtigten Daten sind in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Landesweite Übernachtungszahlen der Jahre 2010 - 2020, entnommen aus Statist M-V (2011-2020)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Juni	3.164.469	3.574.017	3.157.785	3.078.828	3.295.629	3.068.148	3.313.131	3.601.061	3.327.080	4.235.140	3.816.974
Juli	5.693.853	5.199.856	4.767.542	5.193.152	4.610.641	5.028.708	5.384.221	5.179.017	5.433.175	6.155.301	5.799.425
August	4.832.019	4.728.831	5.060.010	4.946.165	5.456.387	5.542.448	5.172.250	4.938.457	5.232.162	5.421.036	6.008.969
September	2.765.720	2.724.154	2.910.308	2.874.419	2.935.695	2.935.394	3.201.472	3.076.437	3.259.852	3.348.623	4.196.106
Haupt-saison	16.456.061	16.226.858	15.895.645	16.092.564	16.298.352	16.574.698	17.071.074	16.794.972	17.252.269	19.160.100	19.821.474
Hauptsai-son/Monat	4.114.015	4.056.715	3.973.911	4.023.141	4.074.588	4.143.675	4.267.769	4.198.743	4.313.067	4.790.025	4.955.369
Oktober	2.255.555	2.283.857	2.157.450	2.275.157	2.396.188	2.459.094	2.561.150	2.444.166	2.607.990	2.893.121	3.237.686
November	999.539	1.033.753	1.114.539	1.135.173	1.183.517	1.185.727	1.163.977	1.179.401	1.269.412	1.356.714	299.376
Dezember	921.744	945.484	1.069.284	1.108.969	1.128.551	1.159.929	1.164.888	1.202.276	1.297.451	1.389.326	193.058
Januar	749.048	747.981	821.213	821.964	868.711	874.980	936.416	949.661	927.160	1.029.024	1.102.243
Februar	802.892	866.788	927.710	989.846	1.053.780	1.093.686	1.137.069	1.090.013	1.161.860	1.237.140	1.424.259
März	1.201.826	1.178.948	1.335.893	1.507.615	1.338.456	1.416.880	1.750.198	1.407.524	1.601.846	1.590.590	821.135
April	1.709.303	2.028.607	1.944.124	1.502.155	1.990.145	1.932.061	1.556.839	2.159.322	1.803.887	2.557.608	99.211
Mai	2.573.805	2.286.742	2.674.862	2.724.303	2.465.278	2.771.135	2.950.870	2.524.546	2.962.424	2.903.576	771.202
Neben-saison	11.213.712	11.372.160	12.045.075	12.065.182	12.424.626	12.893.492	13.221.407	12.956.909	13.632.030	14.957.099	7.948.170
Nebensai-son/Monat	1.401.714	1.421.520	1.505.634	1.508.148	1.553.078	1.611.687	1.652.676	1.619.614	1.704.004	1.869.637	993.521

EXTRAPOLATION DER ÜBERNACHTUNGSZAHLEN

Aus den vorhandenen Daten wurden die mittleren monatlichen Übernachtungszahlen für die Haupt- und Nebensaison bestimmt. Darüber hinaus ergab die Auswertung, dass die Übernachtungszahlen des maximalen Monats im Schnitt 129 % der durchschnittlichen monatlichen Hauptsaisonübernachtungen betragen.

Es folgte eine lineare Regression für die durchschnittlichen Übernachtungen in der Haupt- und Nebensaison. Die ermittelten Anstiege dienten als Extrapolationsgrundlage für die zwei anschließend entwickelten Szenarios.

Im ersten Szenario wurde eine lineare Trendfortschreibung durchgeführt, in der die Haupt- und Nebensaisonentwicklung bis zum Jahr 2040 linear extrapoliert wurde.

Das zweite Szenario orientierte sich an den Zielstellungen der Landestourismuskonzeption, die den Ausbau der Nebensaison auf 17,5 Mio. Übernachtungen vorsieht. Zusätzliche Übernachtungen in der Hauptsaison werden nicht angestrebt (MWAG 2018). Die Analyse der Daten zeigte jedoch, dass sich die Zuwachsraten von Haupt- und Nebensaison nicht unabhängig voneinander entwickeln. Daher wurde auch in der Hauptsaison ein weiterer Zuwachs unterstellt, wobei das Verhältnis zwischen Hauptsaison und Nebensaison gleichblieb. Die Ergebnisse der Szenario-rechnungen sind in der Abbildung 3 verdeutlicht.

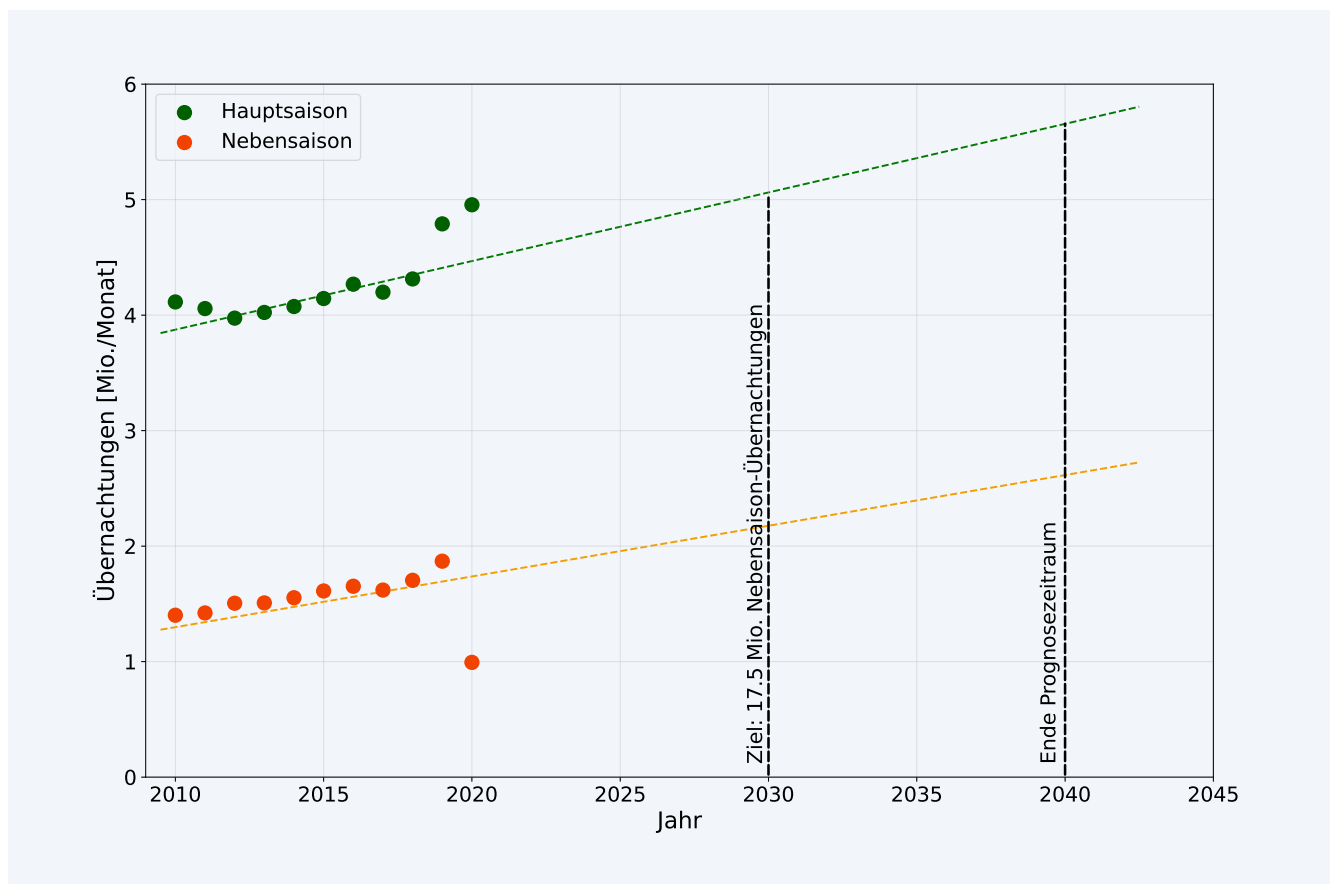


Abbildung 3: Darstellung der linearen Regressionsgeraden sowie dem Extrapolationsansatz für die Szenarios 1 und 2

Für den Prognosehorizont 2040 ergeben sich damit die in der Tabelle 2 aufgeführten Übernachtungszahlen:

Tabelle 2: Übernachtungszahlen der Haupt- und Nebensaison für die einzelnen Berechnungsszenarios

Saison	Szenario 1	Szenario 2
Hauptsaison	22,6 Mio.	20,3 Mio.
Nebensaison	20,9 Mio.	17,5 Mio.

SEPARATION

In diesem Schritt wurden die Gesamtübernachtungszahlen proportional zu den derzeitigen Übernachtungszahlen auf die einzelnen Tourismusgebiete umgelegt und den dort tätigen WVU zugeordnet.

Wie bereits oben erwähnt, existieren in M-V fünf größere Tourismusgebiete:

- Mecklenburgische Ostseeküste
- Insel Usedom
- Inseln Rügen/Hiddensee
- Halbinsel Fischland-Darß-Zingst
- Seenplatte und die Mecklenburgische Schweiz

Die Verteilung der Übernachtungszahlen erfolgt auf Grundlage der realisierten Übernachtungszahlen aus dem Jahr 2016, die in der Tabelle 3 zusammengestellt wurden und in der summarischen Betrachtung einen Anteil von 92 % der Gesamtübernachtungen in M-V ausmachten. Das Jahr 2016 wird ebenfalls in der Landestourismuskonzeption als Basisjahr verwendet.

Tabelle 3: Haupt- und Nebensaisonbilanzen für die einzelnen Tourismusgebiete, entnommen aus Statist M-V (2011-2020)

Tourismusgebiet	Hauptsaison (2016)	Nebensaison (2016)	Gesamt
Mecklenburgische Ostseeküste	4.292.229	3.947.416	8.239.645
Fischland-Darß-Zingst Halbinsel	1.673.712	1.053.269	2.726.981
Usedom, Insel	3.009.418	2.352.498	5.361.916
Rügen/Hiddensee	3.862.831	2.641.141	6.503.972
Teilsumme — Küstengebiete	12.838.190	9.994.324	22.832.514
Mecklenburgische Schweiz und Seenplatte	2.544.613	1.807.881	4.352.494

Für die Zukunft wird davon ausgegangen, dass etwa 85 % des Übernachtungszuwachses auf die Küstenregionen entfällt (MWAG 2018). Daher wurde für die weiteren Betrachtungen angenommen, dass diese Größenordnung auf die Gebiete Usedom, Rügen/Hiddensee, Halbinsel Fischland-Darß-Zingst und die Mecklenburgische Ostseeküste zu verteilen sind.

Für den Bereich der Seenplatte und der Mecklenburgischen Schweiz, wurde laut Tourismuskonzeption kein Wachstum angestrebt (MWAG 2018), dennoch entfielen etwa 10 % der Mehrübernachtungen bis zum Jahr 2019 auf dieses Gebiet. Somit wurden diese Zuwächse in den Zukunftsansatz übernommen.

Im Anschluss wurden die Zuwächse entsprechend den derzeitigen prozentualen Anteilen auf die Teilgebiete übertragen.

Für die Gebiete Usedom, Rügen/Hiddensee und die Halbinsel Fischland-Darß-Zingst war dies ohne Probleme möglich, da hier die Zuordnung zu den zuständigen WVU eindeutig ist.

In den Bereichen der Mecklenburgischen Ostseeküste und der Seenplatte sowie der Mecklenburgischen Schweiz ist das nicht der Fall, da in diesen Bereichen mehrere Versorgungsunternehmen tätig sind. Somit sind für die Verteilung der Übernachtungszahlen in den letztgenannten Bereichen weitere Spezifizierungen nötig.

Auf das Gebiet der Mecklenburgischen Ostseeküste entfallen mengenmäßig die größten Übernachtungszahlen, die sich auf eine mehr als 150 km lange Küstenlinie verteilen. Um die geschätzten Mehrbedarfe zu bestimmen, wurden die größten Tourismusdestinationen im Gebiet ermittelt (vgl. Tabelle 4) und die zusätzlichen Übernachtungszahlen den einzelnen Gemeinden anhand ihrer derzeitigen Mengenanteile zugeordnet. Damit erfolgte auch die Zuweisung zu den WVU.

Tabelle 4: Übernachtungszahlen großer Gemeinden im Bereich der Mecklenburgischen Ostseeküste, entnommen aus Statistisches M-V (2011-2020)

Übernachtungen	2013	2016	2019
Graal-Mueritz	836.620	1.001.621	890.176
Warnemuende	1.098.856	1.215.637	1.316.106
Kuehlungsborn	1.606.439	1.664.611	2.043.391
Boltenhagen	805.832	976.130	1.150.127
Wismar	287.933	311.049	415.151
Rostock	1.817.669	1.966.750	2.288.907
Summe	6.453.349	7.135.798	8.103.858

Im Bereich der Seenplatte und der Mecklenburgischen Schweiz wurde ein ähnliches Verfahren angewandt. Hier sind zunächst alle Gemeinden, mit mehr als 100.000 Übernachtungen pro Jahr identifiziert (vgl. Tabelle 5) und einem WVU zugeordnet worden. Anhand der prozentualen Anteile wurden so die Übernachtungszuwächse in Bedarfsänderungen überführt und den WVU zugeordnet.

Tabelle 5: Übernachtungszahlen im Bereich der Seenplatte und der Mecklenburgischen Schweiz, entnommen aus Statistisches M-V (2011-2020)

Gemeinde	Übernachtungszahlen (2016)	Übernachtungszahlen (2019)
Waren (Müritz)	598.518	725.138
Krakow am See, Stadt	50.139	53.450
Malchow, Stadt	169.610	185.763
Plau am See, Stadt	379.059	381.086
Klink	162.716	157.196
Mirow, Stadt	253.847	333.389
Rechlin	186.812	213.654
Sternberg, Stadt	42.442	55.853
Wesenberg	75.634	144.686
Zislow	74.944	101.636
Röbel/Müritz, Stadt	70.783	108.070
Demmin, Stadt	16.772	17.388
Feldberger Seenlandschaft	245.999	240.802
Güstrow, Stadt	142.130	142.781
Neustrelitz, Stadt	43.629	45.581
Priepert	7.329	10.544
Stavenhagen, Stadt	57.305	63.148
Wustrow	90.595	85.744
Neubrandenburg	106.282	119.397

BEDARFSBERECHNUNG

Anhand der Übernachtungszahlen konnte der zukünftige Bedarf geschätzt werden. Der Approximation lag ein spezifischer Verbrauch von 280 l/d zugrunde, der im Rahmen einer Bedarfsprognose für die Insel Usedom aus beobachteten Entnahmeschwankungen abgeleitet wurde (UmweltPlan 2014). Die maximalen Monatswerte Q_{30} ergaben sich aus dem in der Analyse ermittelten Verhältnis zwischen mittlerem und maximalen Monat der Hauptsaison (129 %). Das Berechnungsergebnis ist in dem Kapitel 3.2 des Hauptteils dokumentiert.

II. 4 Landwirtschaftlicher Beregnungsbedarf

Der landwirtschaftliche Beregnungswasserbedarf hängt wesentlich von den lokal natürlichen Randbedingungen und der Wirtschaftlichkeit der nötigen Investitionen ab. Die Wirtschaftlichkeit bemisst sich am eingesetzten Maschinen- und Arbeits-einsatz inkl. der dafür nötigen Anschaffungs- und Nebenkosten im Vergleich zum erreichbaren Ertragsniveau in Menge und Qualität. Dabei muss der durch die Beregnung erzielbare Mehrertrag die getätigte Investition übertreffen. Inwieweit sich der Bewässerungsbedarf in naher Zukunft verändern wird, hängt stark von den klimatischen Rahmenbedingungen ab. Hervorzuheben sind hier insbesondere die Entwicklungen der Temperatur und des Niederschlags, die maßgebliche Eingangsparameter für die Verdunstung und somit die klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode darstellen (Thunen 2018).

Trotz verhältnismäßig guter Standortbedingungen in M-V ist eine kontinuierliche Zunahme der Feldberegnung zu verzeichnen. Zwischen 2007 und 2016 hat sich die zur Bewässerung eingesetzte Wassermenge auf 14,35 Mio. m³/d (Statis M-V 2016) vervielfacht, wobei etwa 2 % (Destatis 2017) der Agrarflächen im Land beregnet wurden (vgl. Kapitel 3.3 des Hauptteils).

Für den Raum M-V wird bis 2050 mit relativ stabilen Jahresniederschlägen gerechnet, die jedoch mit einer leichten Verschiebung der Niederschläge in den Winter konnotieren und mit einer Erhöhung der Starkniederschlagsereignisse um mindestens 10 mm/d einhergehen. Begleitet werden diese Entwicklungen von einem weiteren Temperaturanstieg, der bis zum Jahr 2050 in der Größenordnung von etwa 1°C prognostiziert wird (DWD 2018).

Die Verschiebung der Niederschläge in den Winter, sowie die Vermehrung der Starkniederschlagsereignisse wirken sich potenziell direkt auf die in Zukunft zu erwartende klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode (April – September) aus, da somit einerseits das Gesamtwasserangebot in diesem Zeitraum vermindert wird und sich andererseits der Direktabfluss erhöht. Daher kann weniger Wasser in die Böden infiltrieren und durch die Pflanzen aufgenommen werden.

Längere Trockenperioden wurden bereits in den Sommern der Jahre 2018 und 2019 dokumentiert. In diesem Zeitraum wurden in den neuen Bundesländern etwa 1,3 % der Agrarflächen, mit durchschnittlich 108 mm/a beregnet (Kalwa et al. 2021). Bei daraufhin erfolgten Umfragen unter Landwirtschaftsunternehmen, konnte für die Zukunft eine potenzielle Beregnungswürdigkeit auf etwa 14 % der Agrarflächen in den neuen Bundesländern ermittelt werden, wobei die Beregnungshöhe durchschnittlich etwa 104 mm/a betragen könnte (Kalwa et al. 2021).

Der bei Kalwa et al. eingebrachte Ansatz gibt eine mittlere Beregnungsmenge für die neuen Bundesländer aus. Allerdings besteht beispielsweise in Brandenburg sowohl aus klimatischen Gründen als auch infolge der sandigeren Böden eine stärkere Beregnungsbedürftigkeit (BZL & BLE 2017), so dass in M-V tendenziell von geringeren Beregnungshöhen ausgegangen werden kann. Wiederum modellbasierte Untersuchungen aus Hessen weisen für den 25-jährigen Durchschnitt klimatischer Normaljahre einen Beregnungsbedarf von 60 - 100 mm/a aus (BGS Umweltplanung 2010). Eine ähnliche Größenordnung wird auch für große Bereiche Niedersachsens prognostiziert (Engel et al. 2017).

Um den zukünftigen landwirtschaftlichen Beregnungswasserbedarf abschätzen zu können, wurden die beregnungswürdigen Ackerflächen mit Hilfe einer Weißflächenkartierung bestimmt. Dazu wurden dem CORINE-Datensatz zur Bodenbedeckung zunächst alle Ackerflächen (Klasse 211) entnommen und anschließend die Flächen eliminiert, die vermutlich nicht beregnet werden. Dazu gehören reine Sandböden, da sie nur bedingt Wasser halten, sodass eine Beregnung an diesen Standorten nur selten wirtschaftlich ist. Das betrifft in M-V hauptsächlich die Grieseggend im Südwesten Mecklenburgs, in der überwiegend eine Grabenbewässerung durchgeführt wird.

Darüber hinaus wurden auch organische Böden ausgespart, die vornehmlich als Grünland bzw. Weideland genutzt und in der Regel nicht beregnet werden. Zusätzlich wurde angenommen, dass in Wasserschutzgebieten keine Beregnung erfolgt.

Der anschließenden Schätzung des Beregnungswasserbedarfes lagen nachstehende Annahmen zugrunde, die im Vergleich mit Kalwa et al. (2021) als eher konservativ eingeschätzt werden können:

- Bis 2040 werden 10 % der verbliebenen, potenziell beregnungswürdigen Flächen beregnet.
- Die durchschnittliche Zusatzwassergabe beträgt 80 mm/a.

Das Berechnungsergebnis ist im Hauptteil im Kapitel 3.3 dokumentiert.

II.5 Quellenverzeichnis

- BEVPa M-V (2019): 5. Bevölkerungsprognose Mecklenburg-Vorpommern bis 2040. Landesprognose. Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung (Hg.), Schwerin
- BEVPb (2019): 5. Bevölkerungsprognose Mecklenburg-Vorpommern bis 2040. Regionalisierung. Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung (Hg.), Schwerin
- BZL & BLE (2017):
Bräutigam, V. et al.: Agrarmeteorologie. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) (Hg.) 184 S.
- Destatis (2017): Bewässerung in landwirtschaftlichen Betrieben / Agrarstrukturerhebung – 2016. Statistisches Bundesamt (Hg.) 38 S.
- Kalwa, F.; Junghans, V.; Wallschläger, R. (2021): Bewässerungsbedarf in den neuen Bundesländern – Die Perspektive der Landwirte nach dem „Dürresommer“ 2018. In: Korrespondenz Wasserwirtschaft 14 (1), S. 23–28. DOI: 10.3243/kwe2021.01.002
- Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (Hg.) (2011–2020): Statistische Berichte. Tourismus in Mecklenburg-Vorpommern. Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (Hg.), Schwerin
- Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (Hg.) (2016): Nichtöffentliche Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in Mecklenburg-Vorpommern 17 S.
- Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (Hg.) (2019): Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in Mecklenburg-Vorpommern. 2016. Statistische Berichte. Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (Hg.)
- Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (Hg.) (2020): Statistisches Jahrbuch Mecklenburg-Vorpommern 2020. Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (Hg.) 583 S.
- Thünen (Hg.) (2018): Bewässerung in der Landwirtschaft. Tagungsband zur Fachtagung am 11./12.09.2017 in Suderburg. Bearbeitet von Sonja Schimmelpfennig, Jano Anter, Claudia Heidecke, Stefan Lange, Klaus Röttcher, Florian Bittner. Johann Heinrich von Thünen-Institut. 85 Bände (Thünen Working Paper)
- BGS Umweltplanung GmbH, Hessenwasser GmbH und Hessisches Landesamt für Umwelt (Hg.) (2010): Anpassungsstrategien an Klimatrends und Extremwetter und Maßnahmen für ein nachhaltiges Grundwassermanagement. BMBF-Fördermaßnahme „Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen“. Teilaspekt B: Anpassung an Klimatrends und Extremwetter. BGS Umweltplanung GmbH, Hessenwasser GmbH und Hessisches Landesamt für Umwelt (Hg.). Online verfügbar unter http://www.anklig.de/_docs_/AnKliG-Bericht.pdf, zuletzt geprüft am 22.06.2020
- Deutscher Wetterdienst (2018): Klimareport Mecklenburg – Vorpommern: Fakten bis zur Gegenwart – Erwartungen für die Zukunft. Deutscher Wetterdienst. Bearbeitet von Michael Borsche, Andreas Friedrich, Karsten Friedrich, Kristina Fröhlich, Barbara Früh, Kirsten Heinrich et al. Deutscher Wetterdienst (Hg.), Offenbach am Main
- Engel, N.; Hübsch, L.; Müller, U. (2017): Beregnungsbedarfsermittlung und Beregnungssteuerung als Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel. In: Markus Porth und Holger Schüttrumpf (Hg.): Wasser, Energie und Umwelt. Aktuelle Beiträge aus der Zeitschrift Wasser und Abfall I. 1. Auflage 2017. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 508–516
- dwif-Consulting GmbH (2018): Landestourismuskonzeption Mecklenburg-Vorpommern. Bearbeitet von dwif-Consulting GmbH im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Gesundheit Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin
- UmweltPlan (2014): Trinkwasserversorgungskonzept Insel Usedom –Teil 1. Bedarfsprognose / Wasserressourcen / Versorgungsvarianten. UmweltPlan GmbH in Zusammenarbeit mit PROWA EPPLER GmbH im Auftrag des Zweckverbandes Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung der Insel Usedom. unveröffentlicht

Anhang III

Einfluss von Klimaänderungen auf das Grundwasserdargebot

III. 1	Methodik	155
III. 2	Ergebnisse.....	157
III. 3	Quellenverzeichnis.....	159

III.1 Methodik

Analog zur Vorgehensweise in (RPV 2018) wurden mögliche klimabedingte Änderungen des Grundwasserdargebotes abgeschätzt. Im Weiteren ist die Methodik basierend auf den Ausführungen in RPV (2018) erläutert.

Die zukünftige Grundwasserneubildung ergibt sich am Ende einer Modellkette, die in der Abbildung 1 veranschaulicht ist.

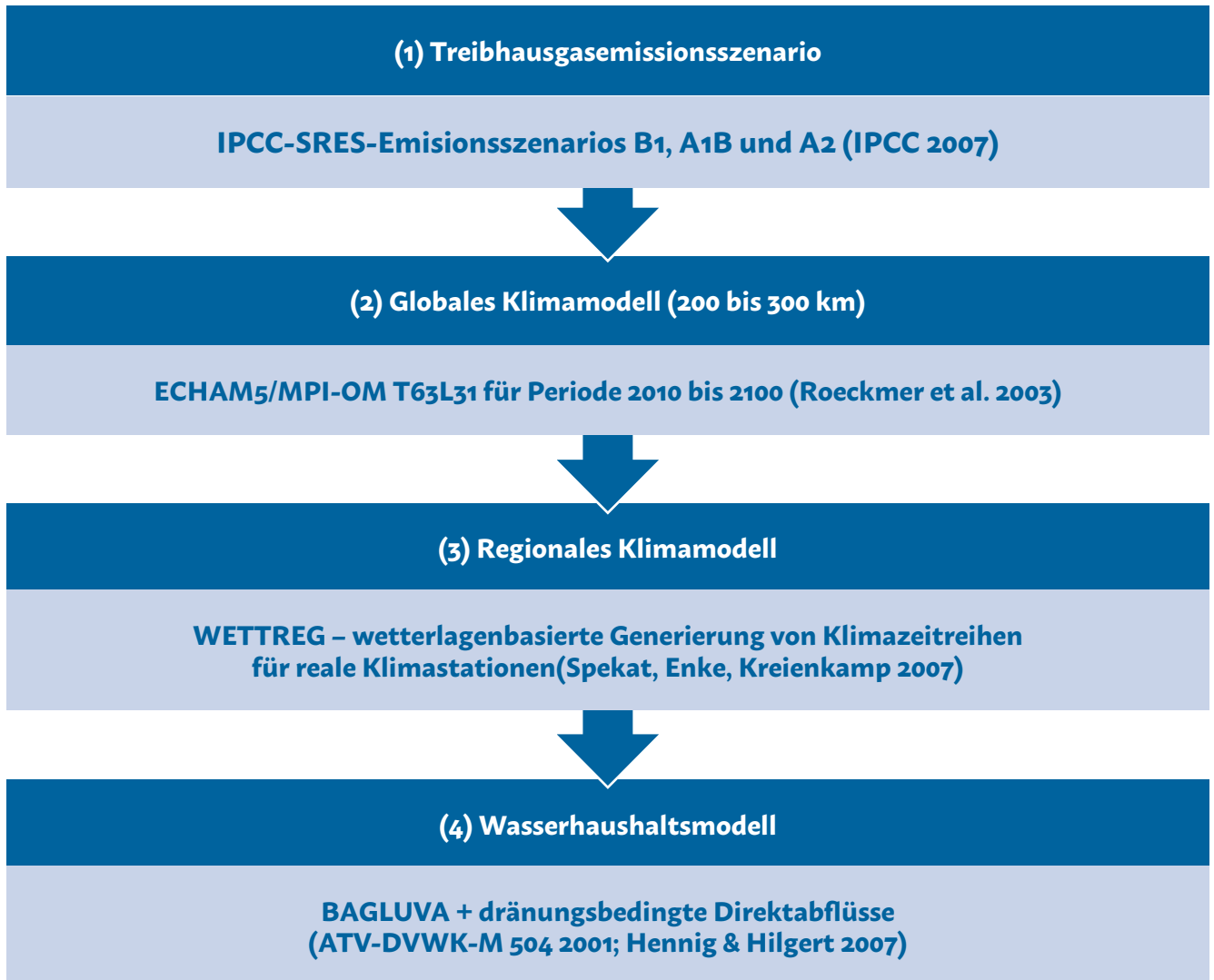


Abbildung 1: Modellkette zur Simulation möglicher Grundwasserneubildungsänderungen

Aus Annahmen zur globalen Entwicklung der Wirtschaft und der Bevölkerung werden Treibhausgasemissionsszenarios abgeleitet, die als Randbedingungen für globale Klimamodelle dienen. Diese liefern Szenarios für die großräumige Verteilung der klimatischen Kennzahlen, welche wiederum mit Hilfe von regionalen Klimamodellen auf eine höhere räumliche Auflösung projiziert werden müssen. Die Ergebnisse dieser ersten drei Schritte der Modellkette wurden bestehenden Untersuchungen entnommen. Auf der Basis der so generierten Klimadaten konnten anschließend die potenziellen Änderungen der Grundwasserneubildung und des Grundwasserdargebotes berechnet werden. Die Wasserhaushaltsberechnungen erfolgten entsprechend dem Ansatz von (Hennig & Hilgert 2007), der auch die Basis für die landesweite Grundwasserneubildungsberechnung (LUNG 2009) und die Grundwasserressourcenkarte (Hennig et al. 2014) bildet.

Eine in Deutschland verbreitete Kombination sind die in der Tabelle 1 kurz charakterisierten IPCC-SRES-Szenarios (IPCC 2007) A1B, A2 und B1 in Verbindung mit dem globalen Klimamodell ECHAM5/MPI-OM (Roeckner et al. 2003). Die damit berechneten großräumigen Klimaszenarios müssen mit Hilfe statistischer oder dynamischer Regionalisierungsverfahren räumlich verfeinert werden, wobei sich die Ergebnisse der Regionalmodelle deutlich unterscheiden können. Einen Überblick über die in Deutschland gebräuchlichen Regionalmodelle sowie die Spannweite möglicher Ergebnisse geben z.B. Jacob et al. (2012).

Tabelle 1: Emissionsszenarios für das 21. Jahrhundert (IPCC 2007)

	Beschreibung	Treibhausgasemissionen
A1B	Beschreibung Wirtschaftswachstum, Globalisierung, ausgewogene Nutzung aller Energieträger	Treibhausgasemissionen kontinuierlich zunehmend bis zur Mitte des Jahrhunderts, danach geringer Rückgang
A2	langsamere und stärker lokale Entwicklung, stetiges Bevölkerungswachstum	kontinuierlich zunehmend bis zum Ende des Jahrhunderts
B1	Wirtschaftswachstum, Globalisierung, aber ressourcenschonenderes Wachstum als bei A1B	moderat zunehmend bis zur Mitte des Jahrhunderts, danach starker Rückgang

Herrmann et al. (2017) untersuchten, wie sich die Verwendung unterschiedlicher Regionalmodelle auf die projizierte Änderung der Grundwasserneubildung in Niedersachsen auswirkt. Dabei zeigte sich, dass die Streuung der Berechnungsergebnisse zu groß ist, als dass sie als Planungsgrundlage für wasserwirtschaftliche Anpassungsmaßnahmen genutzt werden könnte. Dieser Genauigkeitsaspekt ist auch bei der Bewertung der hier vorgestellten Ergebnisse zu berücksichtigen. Sie sind keine Prognose zukünftiger Verhältnisse, sondern lediglich ein Szenario, das die mögliche Größenordnung klimatisch bedingter Grundwasserdargebotsänderungen aufzeigt.

Der Grundwasserneubildungsberechnung wurden die Ergebnisse des statistischen Regionalmodells WETTREG (Spekat et al. 2007) zugrunde gelegt, das Klimazeitreihen für reale Stationen stochastisch generiert. Die Ergebnisse der im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführten WETTREG-Simulationen waren über die Klimadatenbank des World Data Center for Climate (WDCC) verfügbar. Es wurden die Klimazeitreihen für die in der Abbildung 2 dargestellten Stationen ausgewertet. Die räumliche Interpolation erfolgte analog zu Spekat et al. (2007) über eine Inverse Distanzwichtung.

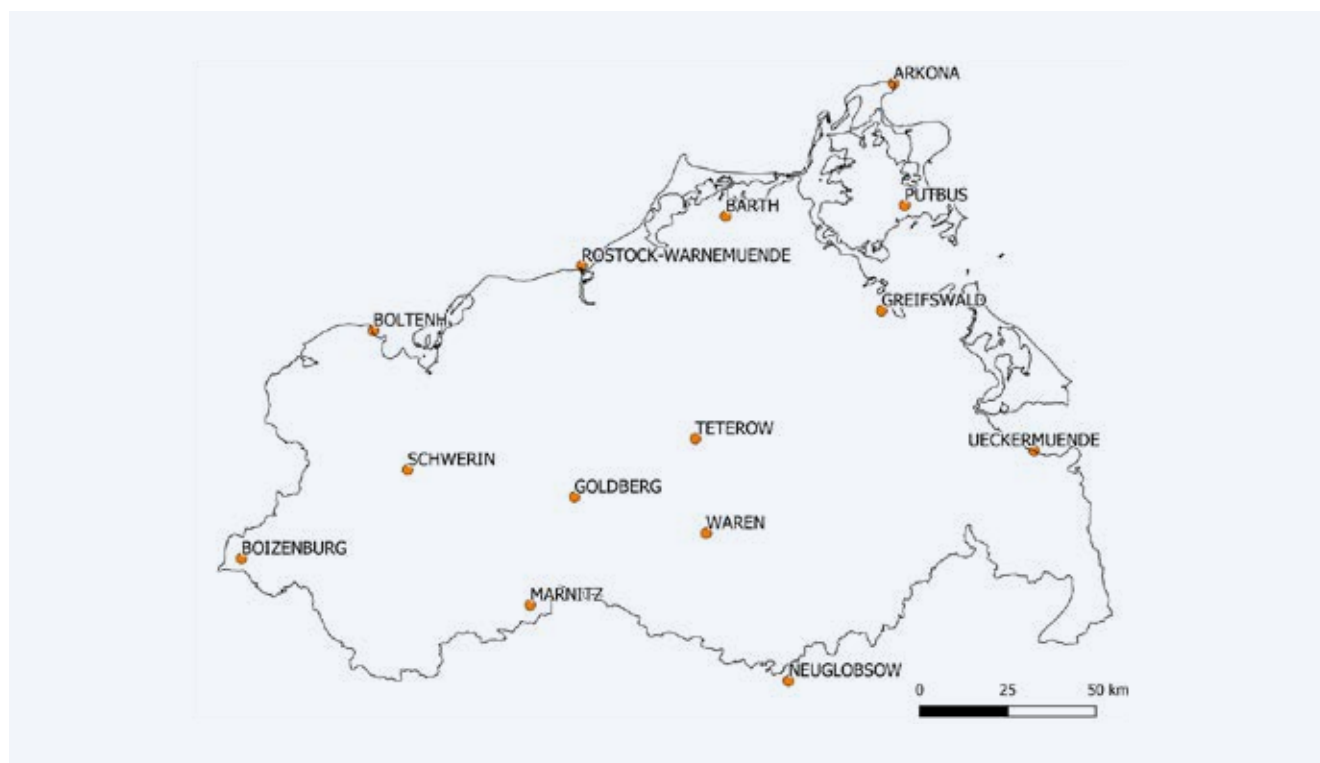


Abbildung 2: Verteilung der WETTREG-Klimastationen

Die WETTREG-Simulationen umfassten jeweils 10 stochastische Realisierungen. Betrachtet man langjährige Mittelwerte, sind die Unterschiede zwischen den Einzelrealisierungen nur relativ gering, da sie alle die gleiche Grundvariabilität aufweisen. Den Betrachtungen im Rahmen der Trinkwasserversorgungskonzeption wurde die Realisierung 7 für das mittlere Szenario A1B zugrunde gelegt. Durch Hinzuziehung der Szenarios A2 und B1 würde sich die Spannweite möglicher Dargebotsänderungen vergrößern; in RPV (2018) und Hennig & Hilgert (2021) sind solche Betrachtungen für die Region Vorpommern dokumentiert.

III.2 Ergebnisse

In der Abbildung 3 sind die bis 2100 projizierten Änderungen des Niederschlages und der Grasreferenzverdunstung als Mittelwert aller Stationen dargestellt. Bezugswert ist die Periode 1971–2000, die auch der aktuellen Grundwasserneubildungsberechnung (LUNG 2009) und den Grundwasserdargebotsbetrachtungen (Hennig et al. 2014) zugrunde liegt. Um die längerfristige Entwicklung hervorzuheben, wurden die simulierten Zeitreihen ausgehend von der Referenzperiode 1971–2000 als gleitendes 9-Jahresmittel abgebildet. Es zeigt sich tendenziell eine Abnahme des Niederschlages bei einer gleichzeitigen Zunahme des Verdunstungsanspruches der Atmosphäre (charakterisiert durch die Grasreferenzverdunstung). Für den in der Trinkwasserversorgungskonzeption angesetzten Aussagehorizont ab 2040 werden mittlere Änderungen von etwa -5 % bzw. +8 % gegenüber der Referenzperiode erwartet.

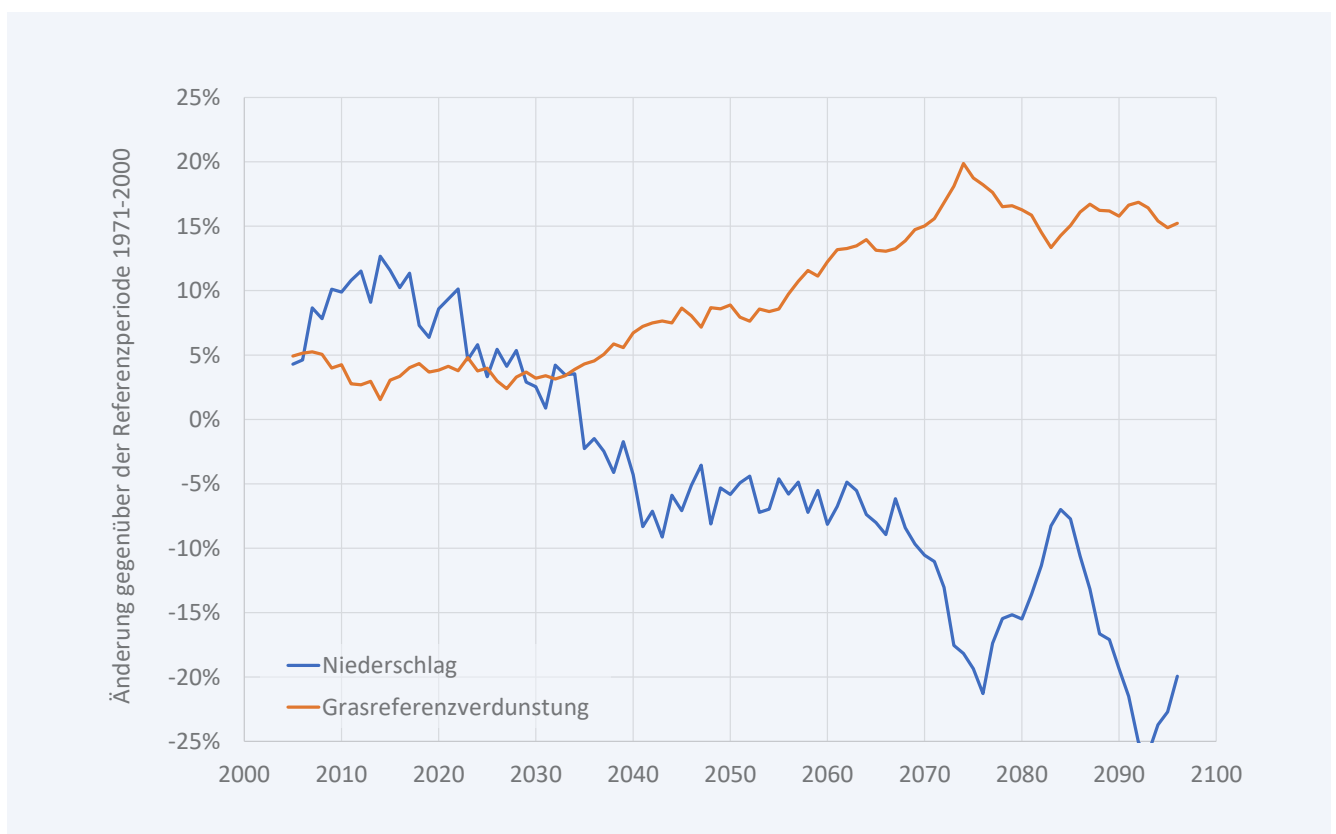


Abbildung 3: Szenarios des Niederschlages und der Grasreferenzverdunstung (gleitendes 9-Jahresmittel aller Stationen, A1B-Emissionsszenario)

Für alle in der Abbildung 2 dargestellten Stationen wurden die simulierten Klimadaten ausgewertet und die mittleren klimatischen Größen für die Periode 2041 - 2060 berechnet (Niederschlag und Grasreferenzverdunstung jeweils für das Sommer- und das Winterhalbjahr). Anschließend erfolgte eine räumliche Interpolation der gegenüber der Referenzperiode (1971 - 2000) berechneten Änderungen. Die Ergebnisse sind im Kapitel 3.2 des Hauptteiles dargestellt und diskutiert.

Auf der Basis dieser klimatischen Änderungen ist die Grundwasserneubildung neu berechnet worden. In der Abbildung 4 sind die daraus resultierenden Änderungen gegenüber der Referenzperiode visualisiert. Die berechnete Abnahme der Grundwasserneubildung liegt zwischen 10 mm und 50 mm; die stärkste Abnahme ergab sich für den Südwesten Mecklenburg-Vorpommerns.

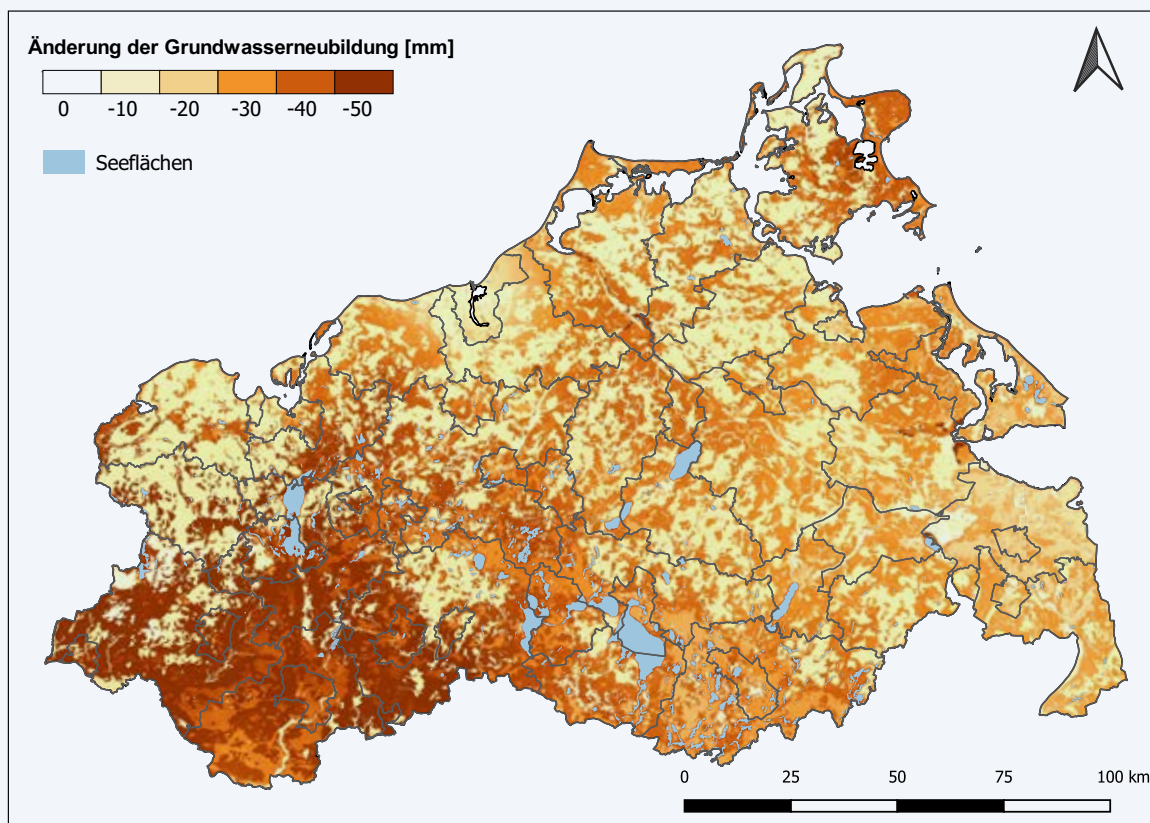


Abbildung 4: Änderung der Grundwasserneubildung beim A1B-Emissionsszenario (Differenz der Perioden 2041-2060 und 1971-2000)

Um zu ermitteln, wie stark sich die verringerte Grundwasserneubildung auf das nutzbare Grundwasserdargebot auswirkt, müssen die lateralen Grundwasserabflüsse in den Hangendschichten über dem Hauptgrundwasserleiter berücksichtigt werden. Das kann näherungsweise über Reduktionsfaktoren nach Hennig & Hilgert (2018) erfolgen. So reduziert sich die Speisung eines durch Geschiebemergel bedeckten Grundwasserleiters auf ca. 80 % des neu gebildeten Grundwassers; bei Vorhandensein eines lokalen oberen Grundwasserleiters beträgt die Speisung des Hauptgrundwasserleiters nur ca. 50 % des neu gebildeten Grundwassers. Unter Verwendung dieser Faktoren wurde die Änderungen des Grundwasserdargebotes für die einzelnen Versorgungsbereiche berechnet. Das Ergebnis ist im Kapitel 3.2 des Hauptteiles dokumentiert.

Bei der Interpretation ist zu beachten, dass es sich bei der Berechnung um ein mögliches Szenario und nicht um eine Prognose handelt. Dabei betreffen die Unsicherheiten sowohl den Betrag der Änderungen als auch deren räumliche Variabilität. Die Simulationsergebnisse können aber dazu dienen, die Größenordnung von Tendenzen zu veranschaulichen und sie bilden damit die Grundlage für eine Diskussion der Handlungserfordernisse.

III.3 Quellenverzeichnis

- Hennig, H.; Hilgert, T. (2007): Dränabflüsse. Der Schlüssel zur Wasserbilanzierung im nordostdeutschen Tiefland. In: Hydrologie & Wasserbewirtschaftung 51 (6), S. 248–257
- Hennig, H., Hilgert, T., Schwerdtfeger, B., Handke, H. und Lemke, G. (2014): Grundwasserressourcen Mecklenburg-Vorpommern – Erläuterung zur Karte. Online verfügbar unter https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/erlaeuterung_zur_karte.pdf, zuletzt geprüft am 26.02.2018
- Hennig, H.; Hilgert, T. (2018): Speisung bedeckter Grundwasserleiter im norddeutschen Lockergestein – Eine Auswertung für Mecklenburg-Vorpommern. In: Brandenburg. geowiss. Beitr. (25), S. 27–37. Online verfügbar unter https://lbgr.brandenburg.de/media_fast/4055/1-2_18_Hennig_27-37.pdf
- Hennig, H.; Hilgert, T. (2021): Der Grundwasserhaushalt in Vorpommern – Seine anthropogene Prägung, Auswirkungen von Klimaänderungen und Anpassungsstrategien. In: Grundwasser. DOI: 10.1007/s00767-020-00464-w
- Herrmann, F.; Hübsch, L.; Elbracht, J.; Engel, N.; Keller, L.; Kunkel, R. et al. (2017): Mögliche Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Grundwasserneubildung in Niedersachsen. In: Hydrologie & Wasserbewirtschaftung 61 (4), S. 244–260
- IPCC 2007 (2007): Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC (Hg.), Cambridge
- Jacob, D., Bülow, K., Kotova, L., Moseley, C., Petersen, J. und Rechid, D. (2012): Regionale Klimaprojektionen für Europa und Deutschland: Ensemble Simulationen für die Klimafolgenforschung (2192–4058). Online verfügbar unter <http://edoc-alt.sub.uni-hamburg.de/klimawandel/frontdoor/index/index/docId/809>
- LUNG (2009): Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG): Grundwasserneubildungsraten Mecklenburg-Vorpommern. Online verfügbar unter <https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/atlas/script/index.php>, zuletzt geprüft am 07.12.2020
- Roeckner, E., Bauml, G., Bonaventura, L., Brokopf, R., Esch, M., Giorgetta, M., Hagemann, S., Kirchner, I., Kornblueh, L., Manzini, E., Rhodin, A., Schlese, U., Schulzweida, U. und Tompkins, A. (2003): The atmospheric general circulation model ECHAM5 – Part 1. Model Description. Max-Planck-Institut für Meteorologie (Hg.) (MPI-Berichte, 349)
- RPV (2018): Grundwassernutzung im Klimawandel – Ansätze zu einer nachhaltigen Sicherung der regionalen Wasserversorgung. Regionaler Planungsverband Vorpommern (Hg.) 74 S., Greifswald
- Spekat, A., Enke, W. und Kreienkamp, F. (2007): Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES-Szenarios B1, A1B und A2. Förderkennzeichen 204 41 138 149 S., Berlin

Anhang IV

Datenauswertung

Rohwasserbeschaffenheit

IV. 1	Datengrundlage und Methodik	161
IV. 1.1	Datenaufbereitung	162
IV. 1.2	Berechnung statistischer Kennwerte für zensierte Daten	163
IV. 1.3	Auswertung der Hauptelemente	164
IV. 1.4	Auswertung der Spurenelemente	166
IV. 1.5	Abschätzung des Nitratabbauvermögens	167
IV. 2	Zusätzliche Auswertungsergebnisse	168
IV. 2.1	Kalium	168
IV. 2.2	Ammonium	170
IV. 2.3	Sulfat	171
IV. 2.4	Schwermetalle	171
IV. 2.5	Pflanzenschutzmittel und relevante Metaboliten	172
IV. 2.6	Nicht relevante Metaboliten	172
IV. 2.7	Abwassermarker	173
IV. 2.8	Quellenverzeichnis	174

IV.1 Datengrundlage und Methodik

Der vom LUNG übermittelte Datensatz bestand aus zwei Excel-Tabellen. Die Datei „2019-09-23_Chemie.xlsx“ enthielt die im LUNG zentral erfassten Daten zur Rohwasserbeschaffenheit von Brunnen und Grundwassermessstellen (ca. 23.000 Datensätze). In der Datei „2019-09-25_Stammdaten.xlsx“ wurden die zugehörigen Stammdaten (Rechtswert, Hochwert, FOK, FUK etc.) von etwa 2.400 Brunnen und Grundwassermessstellen erfasst. Der in beiden Tabellen enthaltene Schlüssel „fk_invid“ ermöglichte eine Verknüpfung der Tabellen.

Für die Erstellung thematischer Karten zur Rohwasserbeschaffenheit der Wasserfassungen wurde vom LUNG die Geometrie der Einzugsgebiete der zur Trinkwassergewinnung genutzten Wasserfassungen als Shape-Datei („daten_wf_2017_entwurf.shp“) bereitgestellt. Über das Attribut „wwident“ konnten die Einzugsgebiete mit den Stammdaten der Brunnen und somit auch mit den hydrochemischen Analysendaten verknüpft werden.

Die Verknüpfung der Eingangsdaten, weitere Vorbereitungsschritte sowie die Datenauswertung selbst erfolgten mit der Statistik Software R (Version 3.6.3, R Core Team 2020) unter Nutzung der grafischen Benutzeroberfläche RStudio (Version 1.2.5, RStudio Team 2019). Die Tabelle 1 enthält eine Auflistung der genutzten R-Pakete.

Tabelle 1: Zur Datenverarbeitung und Auswertung verwendete R-Pakete

R-Paket	Autor / Jahr	Funktion / Anwendung
Lubridate	Grolemund & Wickham 2011	Verarbeitung von Datumsangaben
NADA	Lee 2020	Statistische Verfahren für zensierte Daten
Readxl	Wickham & Bryan 2020	Einlesen der Excel-Daten
Tidyverse	Wickham et al. 2019	Datenumformung

Zur Erstellung der thematischen Karten wurde das Programm QGIS (Version 3.4, QGIS Development Team 2009) genutzt.

IV.1.1 Datenaufbereitung

Zur Vorbereitung der Datenauswertung wurde der Datensatz zunächst bereinigt.

- Substitution von Nullwerten

Die vom LUNG übermittelten Daten enthielten Analysenergebnisse mit dem Wert „0“ anstelle der jeweiligen Bestimmungsgrenze (z. B. $< 0,1$). Dies führt bei der Berechnung summarischer Kennwerte (Mittelwerte, Median) zu fehlerhaften Ergebnissen. Daher wurden „Nullwerte“ wie folgt ersetzt:

- Ammonium: 0,1 mg/l
- Arsen: 0,001 mg/l
- Cadmium: 0,0005 mg/l
- Eisen: 0,02 mg/l
- Nitrat: 1 mg/l
- Sauerstoff: 0,1 mg/l
- Sulfat: 1 mg/l

- Entfernen von Datensätzen ohne Werte für die untersuchten Parameter

- Trennung von Brunnen und Grundwassermessstellen Insgesamt lagen für die Bewertung der Grundwasserbeschaffenheit Analysendaten von 1299 Brunnen (13.761 Analysen) aus 337 Wasserfassungen sowie von 781 Grundwassermessstellen (8.119 Analysen) vor.

Etwa 75 % der Wasserfassungen bestehen aus vier oder weniger Wasserfassungen (Abbildung 1). Für 54 % der Brunnen lagen fünf oder weniger Analysen vor.

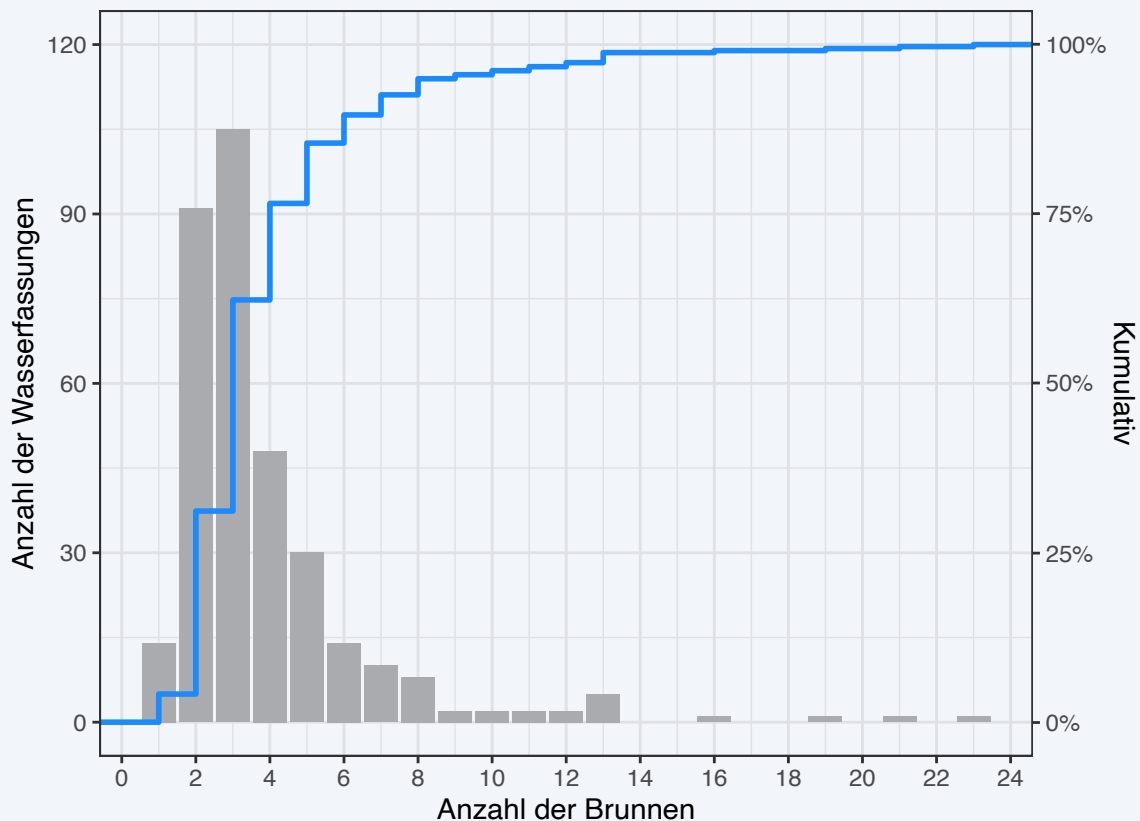


Abbildung 1: Anzahl der Brunnen pro Wasserfassung

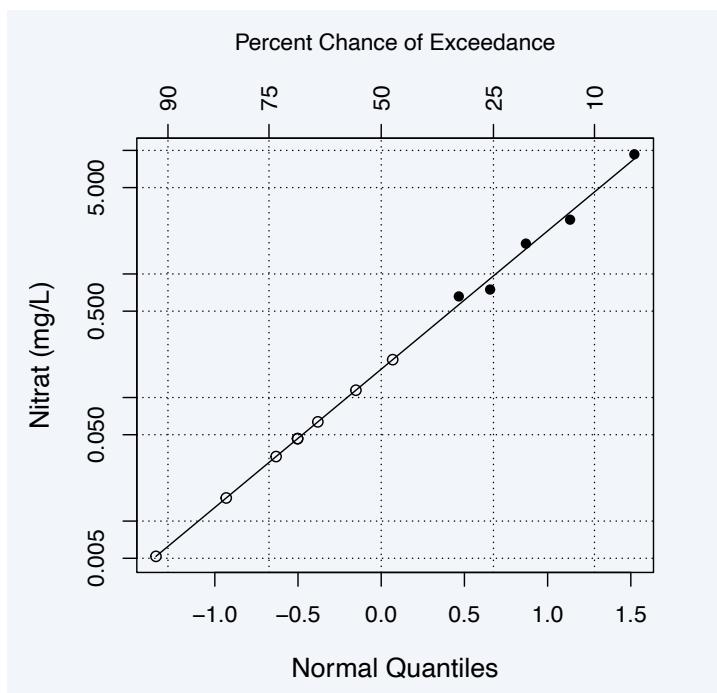
IV.1.2 Berechnung statistischer Kennwerte für zensierte Daten

In der Umweltanalytik kommt es häufig vor, dass Konzentrationen von Parametern, die unterhalb eines Schwellenwertes liegen, nicht quantitativ bestimmt werden können. Die parameterspezifische Bestimmungsgrenze variiert je nach verwendetem Analysenverfahren und den verwendeten Analysengeräten. Die Angabe dieser Werte erfolgt in der Regel als „< Bestimmungsgrenze“, wobei der tatsächliche Parameterwert, der zwischen Null und der jeweiligen Bestimmungsgrenze liegt, „zensiert“ wird. Für die Berechnung statistischer Kennwerte (Mittelwert, Median, Standardabweichung) ist es erforderlich, die zensierten Werte in numerische Werte zu überführen.

Ein einfaches und vielfach angewandtes Verfahren ist die Substitution links-zensierter Daten durch Anteile der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Verbreitet ist die Substitution von Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze durch die Hälfte der Bestimmungsgrenze. Abgesehen davon, dass es keine theoretische Grundlage für die Wahl des Substitutionswertes gibt, kann die einfache Substitution zu unerwünschten und unnötigen Fehlern bei der Berechnung statistischer Kennwerte und Tests führen (Helsel 1990). Insbesondere ungeeignet ist die einfache Substitution, wenn ein hoher Anteil zensierter Werte oder verschiedene Bestimmungsgrenzen vorhanden sind (Helsel 2012).

Für die Berechnung statistischer Kennwerte und das Testen statistischer Hypothesen (z. B. Trend-Tests) wurden zahlreiche alternative Verfahren entwickelt, die im Zusammenhang mit zensierten Daten besser geeignet sind, da sie keine künstlichen Signale in den Daten erzeugen (Helsel 2012). Beispielhaft seien hier die Maximum-Likelihood-Methode, das robuste ROS-Verfahren (Regression on Order Statistics) sowie das Kaplan-Meier-Verfahren genannt, welche auch in das R-Paket NADA (Lee 2020) implementiert wurden.

Bolks et al. (2014) empfehlen für die Berechnung statistischer Kennwerte bei bis zu 80 % zensierten Daten und weniger als 50 Analysen die Anwendung des ROS-Verfahrens. Das ROS-Verfahren ist eine semi-parametrische Methode, bei welcher eine Normal- oder Log-Normal-Verteilung der zugrundeliegenden Population angenommen wird. Die Berechnung der statistischen Kennwerte erfolgt durch lineare Regression in einem Wahrscheinlichkeitsdiagramm. Eine umfassende Methodenbeschreibung enthält Helsel (2012). Beispielhaft ist das ROS-Verfahren für die an einem Brunnen gemessenen Nitratgehalte in der Abbildung 2 illustriert.



Für die Berechnung des Medianwertes der Brunnen mit Hilfe des ROS-Verfahrens wurde zunächst geprüft ob weniger als 80 % der parameterbezogenen Messwerte eines Brunnens zensiert sind und ob mindestens drei nicht-zensierte Messwerte vorliegen. Für den Fall, dass mehr als 80 % der Messwerte zensiert sind oder weniger als 3 Messerwerte unzensiert sind, wurden die zensierten Messwerte durch die Hälfte der am häufigsten vorkommenden Bestimmungsgrenze ($0,5 \cdot \text{Modus der Bestimmungsgrenze}$) ersetzt.

Abbildung 2:
ROS-Verfahren – Lineare Regression im Wahrscheinlichkeits-Plot zur Berechnung statistischer Kennwerte (nicht ausgefüllte Datenpunkte = Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze)

IV.1.3 Auswertung der Hauptelemente

Für die statistische Auswertung der aufgeführten Hauptelemente wurde jeweils der Medianwert aller Analysen eines Brunnens ermittelt. Gegenüber dem arithmetischen Mittelwert liegt der Vorteil des Medianwertes darin, dass potentielle Ausreißer nur einen geringen Einfluss auf das Berechnungsergebnis haben (siehe z. B. Helsel et al. 2020). Anschließend wurde für jeden Parameter der fassungsbezogene arithmetische Mittelwert aus den Medianwerten aller Brunnen einer Wasserfassung gebildet. In der Abbildung 3 ist das Verfahrensschema für die Auswertung der Hauptelemente visualisiert.

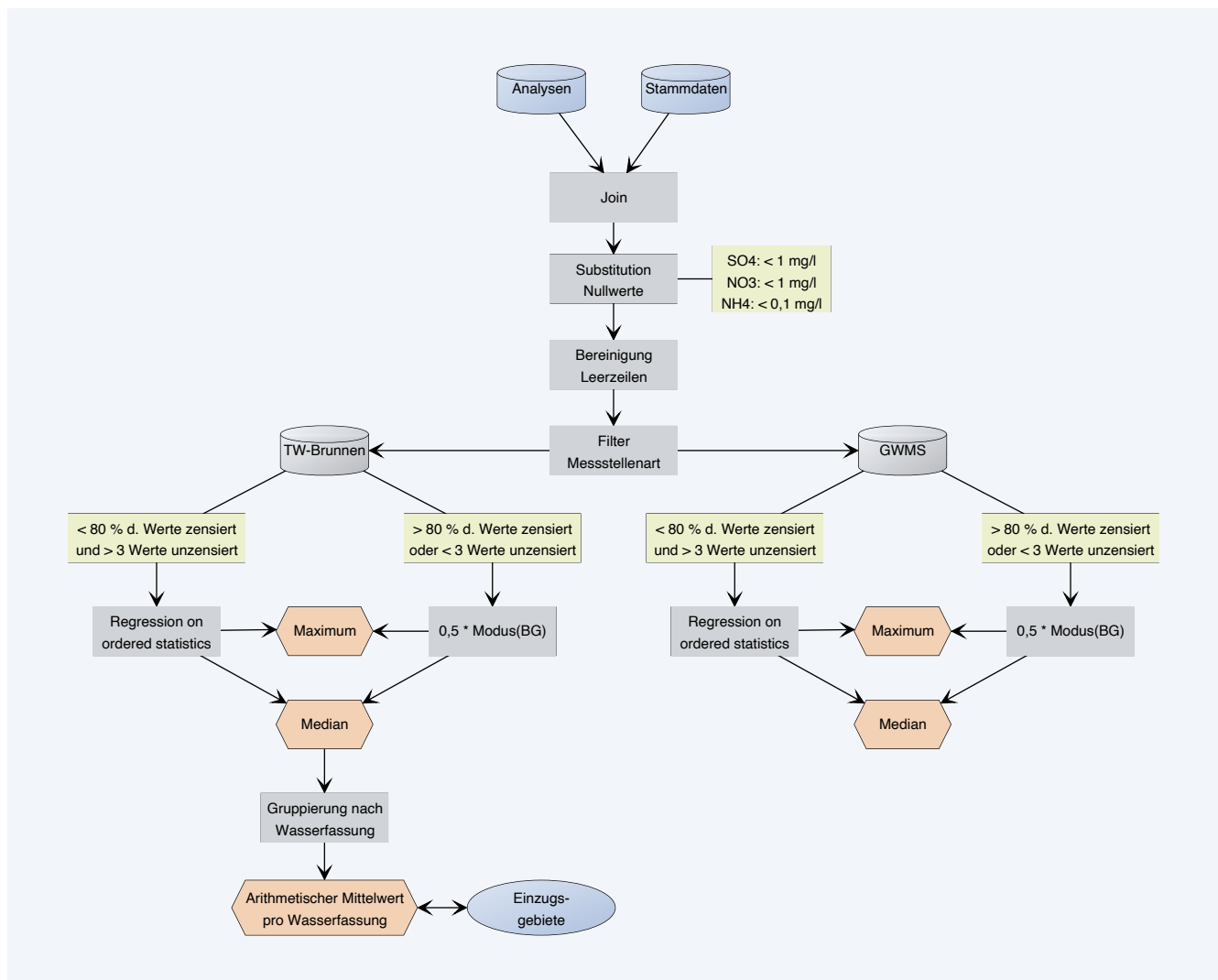


Abbildung 3: Verfahrensschema für die Auswertung der Hauptelemente

In der Abbildung 4 ist die Berechnung der mittleren fassungsbezogenen Konzentration am Beispiel von Sulfat für die Wasserfassung Dargun dargestellt.

Die Auswertung diente einer überblicksweisen Bewertung der Rohwasserbeschaffenheit auf Landesebene. Innerhalb einer Wasserfassung können mitunter erhebliche Differenzen zwischen der Rohwasserqualität einzelner Brunnen bestehen. Sowohl zeitliche als auch räumliche Konzentrationsunterschiede werden in der vorliegenden Betrachtung nicht berücksichtigt (vgl. Abbildung 4). Eine Trendbetrachtung war nicht Teil der Aufgabenstellung und würde den Rahmen einer landesweiten Trinkwasserversorgungskonzeption übersteigen. Dennoch ermöglicht die gewählte Methode eine Einschätzung der aktuellen und zukünftigen Herausforderungen für die Trinkwasserversorgung in M-V.

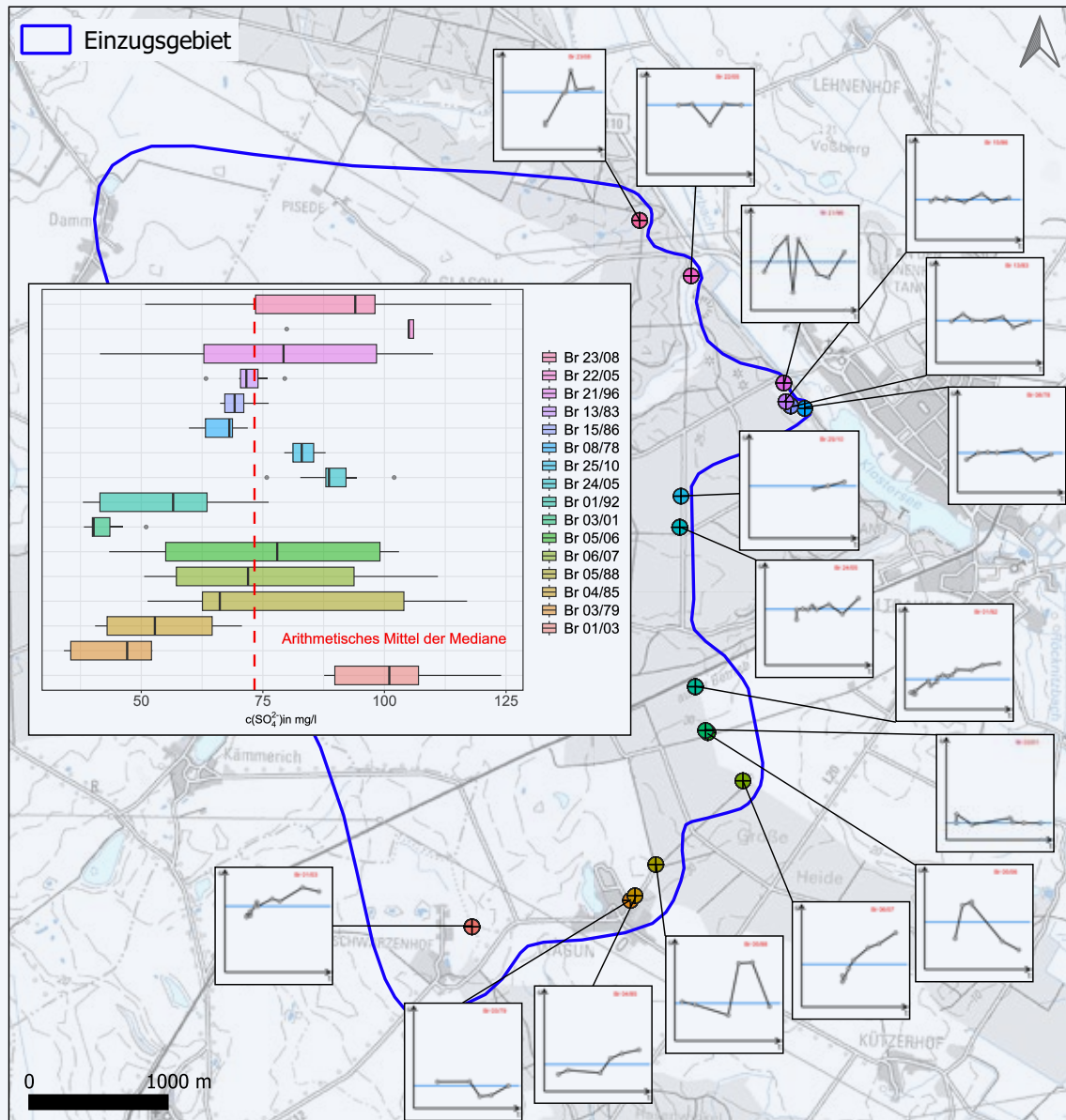


Abbildung 4: Methodik der Bildung einzugsgebietsbezogener Mittelwerte am Beispiel der Wasserversorgung Dargun

Für die farbkodierte Kartendarstellung der Hauptelemente wurde der jeweilige Grenzwert gemäß Trinkwasserverordnung (TrinkwV) herangezogen und parameterbezogene Schwellenwerte festgelegt.

IV.1.4 Auswertung der Spurenelemente

Für die Spurenelemente liegen in der Regel wenige Messwerte aus einem relativ kurzen Zeitraum vor, weshalb die Bildung brunnenspezifischer Mediane und daraus abgeleiteter arithmetischer Mittelwerte für die Wasserfassungen nicht zweckdienlich wäre. Bezogen auf die jeweilige Wasserfassung und Stoffgruppe wurden daher die nachfolgend aufgelisteten Fälle unterschieden.

- Stoffgruppe ohne Befund eines zugehörigen Parameters
- Stoffgruppe mit quantitativen Nachweisen eines oder mehrerer Parameter an weniger als 50 % der Brunnen
- Stoffgruppe mit quantitativen Nachweisen eines oder mehrerer Parameter an mindestens 50 % der Brunnen
- Stoffgruppe mit mehr als einer Grenzwertüberschreitung eines oder mehrerer Parameter

Das Verfahrensschema für die Auswertung der Spurenelemente ist in der Abbildung 5 visualisiert.

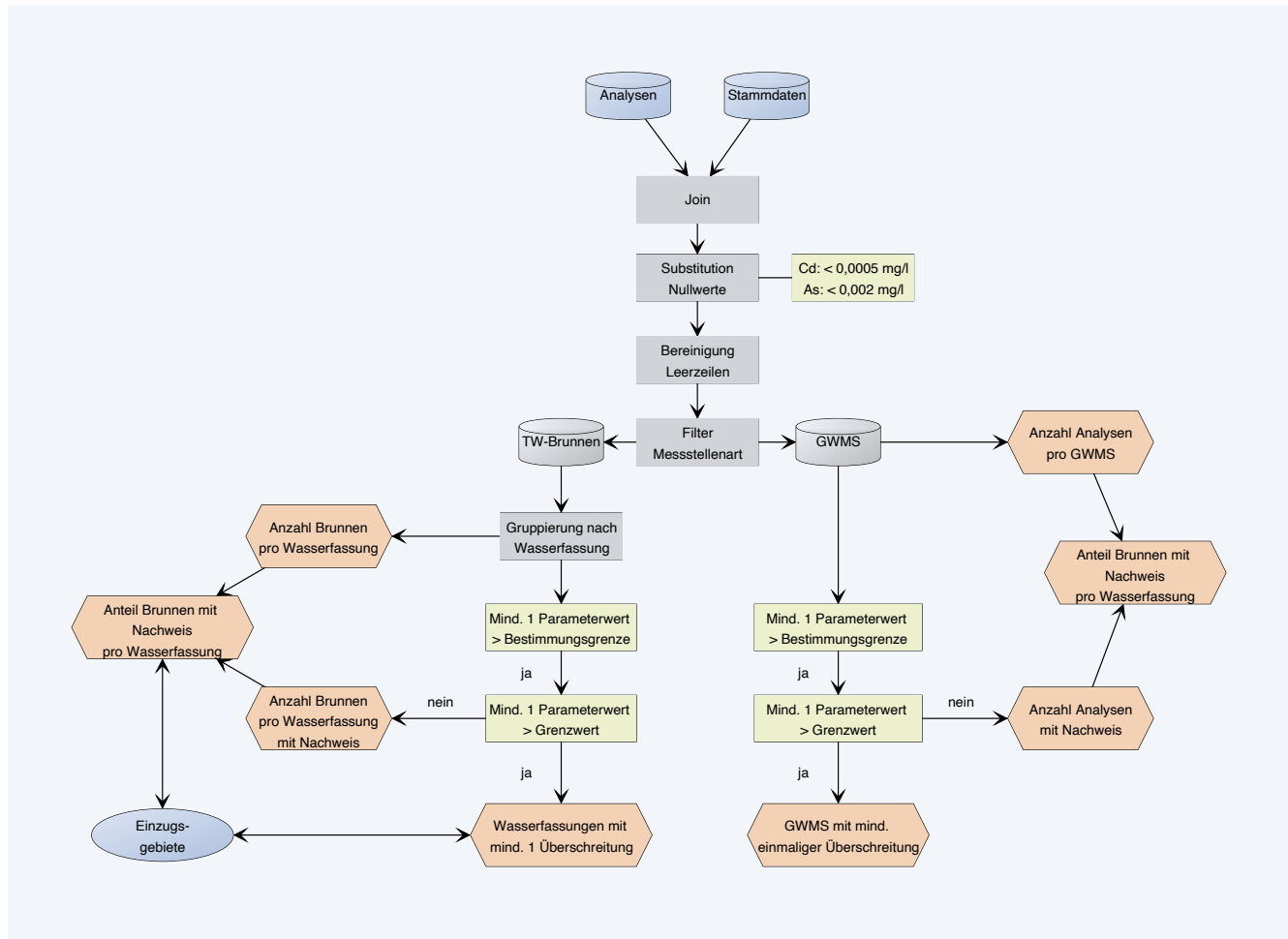


Abbildung 5: Verfahrensschema für die Auswertung der Spurenelemente

Die Grenzwerte für Schwermetalle wurden der aktuellen Trinkwasserverordnung entnommen.

Für PSM und rM wird in der Trinkwasserverordnung ein Grenzwert von 0,1 µg/l definiert. Der Bewertung der nrM lagen die in der Anlage 4 der Hinweise zum Vollzug des § 50 Absatz 5 Wasserhaushaltsgesetz zur Durchsetzung der Selbstüberwachung (Rohwassererlass) in der Fassung vom 15.07.2019 definierten Grenzwerte zugrunde. Dabei handelt es sich zumeist um gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW), die vom Umweltbundesamt fortwährend dem jeweiligen Wissenstand angepasst werden (zuletzt Mai 2020).

IV.1.5 Abschätzung des Nitratabbauvermögens

Eine grobe Einschätzung der Nitratabbauwahrscheinlichkeit ermöglicht in Anlehnung an LAWA (2018) und Hannappel (2018) eine Betrachtung von Sauerstoffgehalt und Redoxpotential gegenüber den Nitratgehalten (Abbildung 6). Der Bewertung liegen die folgenden Annahmen zugrunde:

- Redoxspannung ≤ 250 mV; Sauerstoff ≤ 2 mg/l $\rightarrow$ Starker Nitratabbau (blau),
- Redoxspannung > 250 mV; Sauerstoff ≤ 2 mg/l $\rightarrow$ Nitratabbau vorhanden (grün),
- Redoxspannung > 250 mV; Sauerstoff > 2 mg/l $\rightarrow$ Kein Nitratabbau (rot).

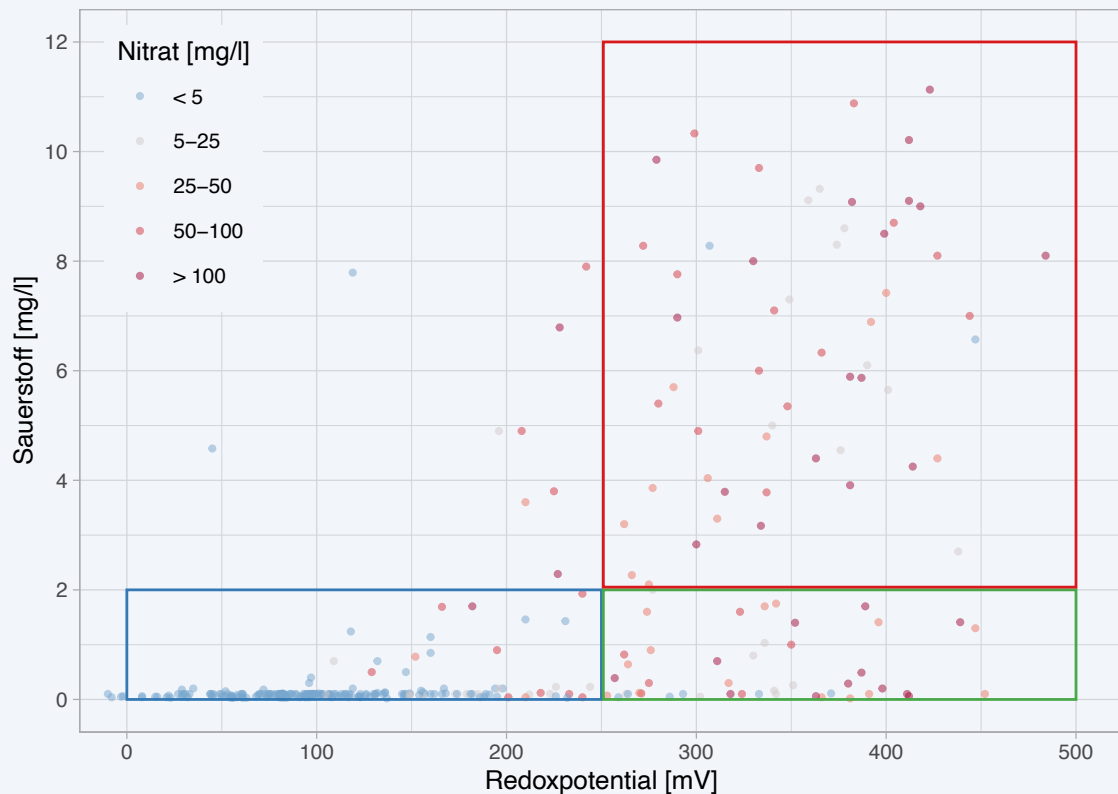


Abbildung 6: Bewertung der Nitratabbauwahrscheinlichkeit in Anlehnung an LAWA (2018) und Hannappel (2018)

Die Auswertung von 315 aus Grundwassermessstellen im Jahr 2018 entnommenen Grundwasserproben zeigt, dass etwa 79 % der Grundwassermessstellen Nitratabbauprozessen unterliegen.

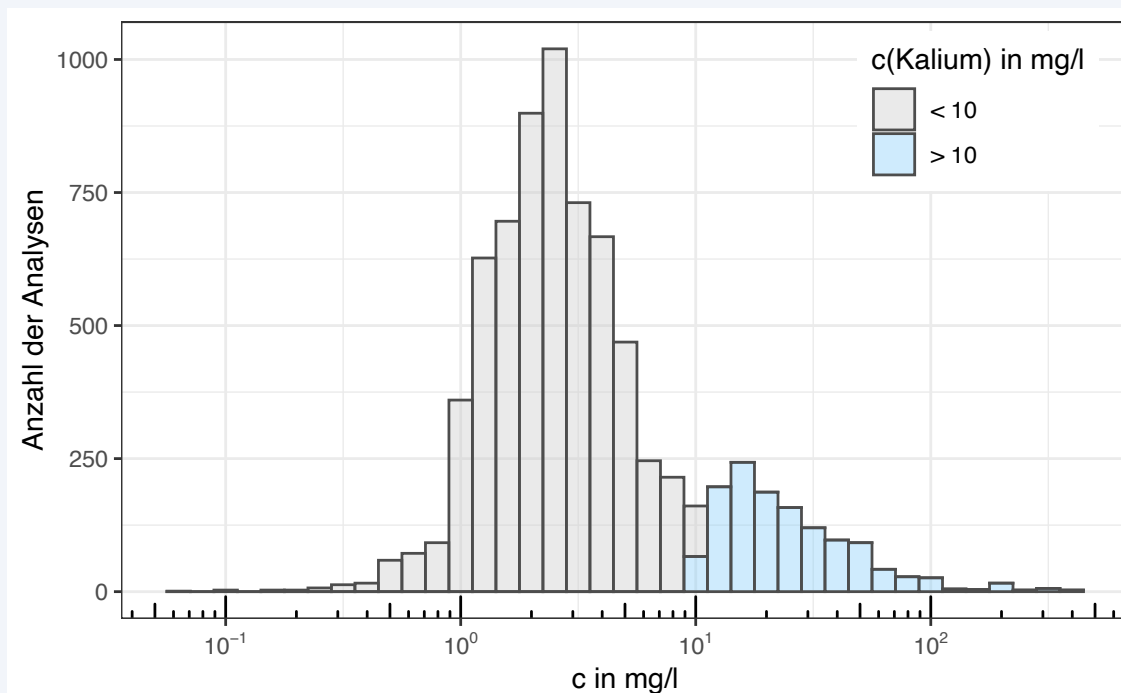
IV.2 Zusätzliche Auswertungsergebnisse

IV.2.1 Kalium

Kalium ist ein essentieller Nährstoff und zählt zu den Hauptbestandteilen des Grundwassers. In der aktuell rechtsgültigen Trinkwasserverordnung ist kein Grenzwert für Kalium festgelegt. Erhöhte Kaliumgehalte treten geogen infolge der Verwitterung kaliumhaltiger Gesteine oder durch die Ablaugung von Kalisalzen in tieferen Grundwasserleitern auf. Zudem wird Kalium durch die Mineralisation abgestorbener Pflanzen freigesetzt. Die Mobilität von oberflächennah freigesetztem Kalium ist insbesondere durch die Sorption an Tonminerale begrenzt und variiert in Abhängigkeit von der Bodenart. Für das Mecklenburg-Vorpommersche Jungpleistozän werden Kaliumhintergrundwerte von 0,7...7,2 mg/l angegeben (BGR 2014).

Oftmals sind oberflächennah erhöhte Kaliumgehalte mit Stoffeinträgen aus der landwirtschaftlichen Flächennutzung und dem damit einhergehenden Einsatz kaliumhaltiger Düngemittel zur Ertragssteigerung verbunden. In der Nähe von Siedlungsräumen weisen erhöhte Kaliumgehalte zudem auf einen potentiellen Einfluss von Abwässern oder Deponiesickerwässern hin.

Die Häufigkeitsverteilung der Kaliumkonzentrationen für den gesamten Datensatz (Brunnen und Grundwassermessstellen) ist in der Abbildung 7 visualisiert.



In der Abbildung 8 sind die mittleren Kaliumgehalte der Brunnen (Grundwassereinzugsgebiete) und Grundwassermessstellen dargestellt.

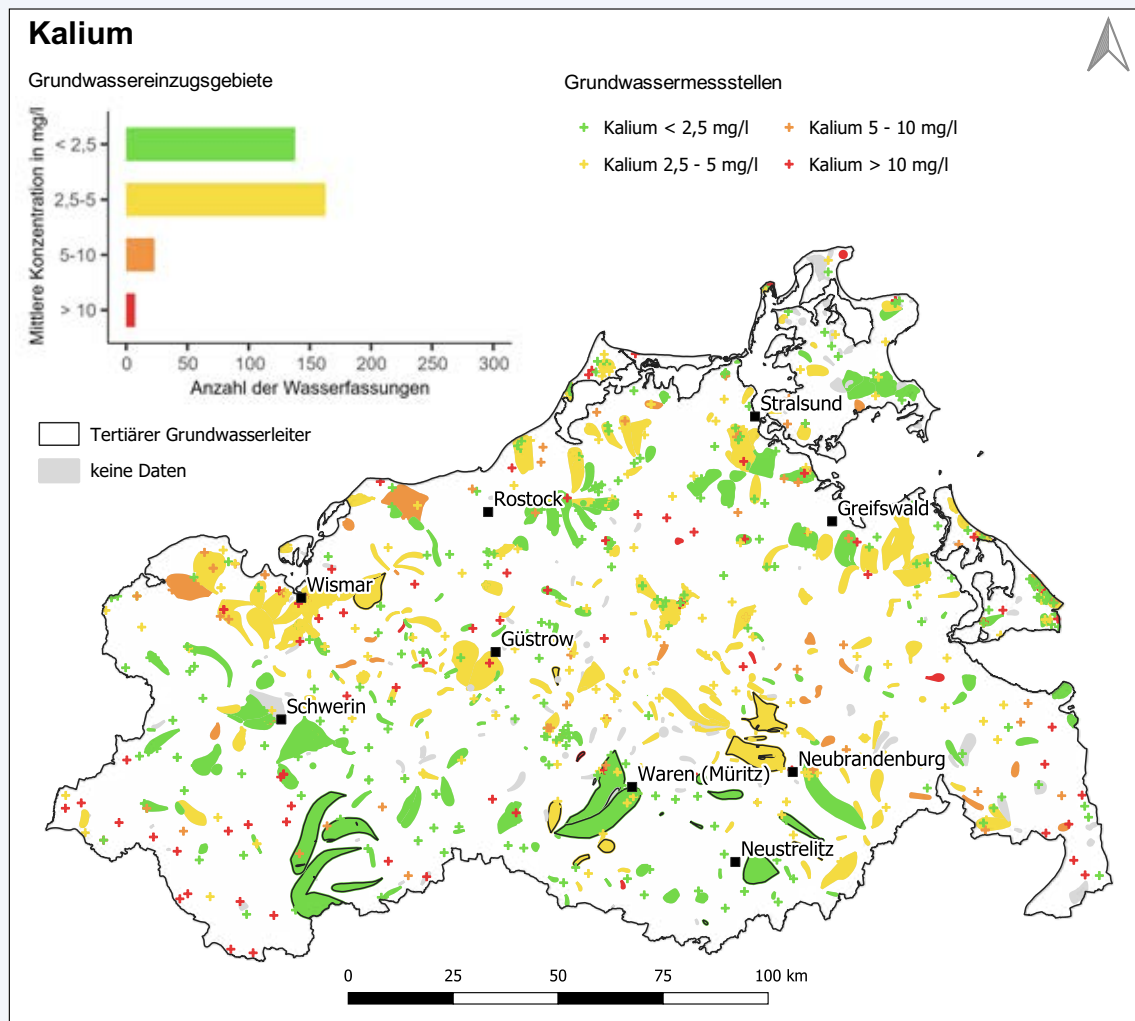


Abbildung 8: Mittlere Kaliumgehalte von Trinkwassereinzugsgebieten und Grundwassermessstellen in Mecklenburg-Vorpommern

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen erhöhten Kalium- und Chloridgehalten, welcher auf eine primär geogen bedingte Kaliumerhöhung hindeuten würde, ist auf der Ebene der Wasserfassungen nicht festzustellen. Gleichwohl kann dieser für einzelne Brunnen oder Grundwassermessstellen nicht ausgeschlossen werden.

Auf primär anthropogene Ursachen erhöhter Kaliumgehalte deutet eine verbreitete Korrelation zwischen erhöhten Ammonium- und Kaliumgehalten hin. Darüber hinaus weist eine vergleichsweise hohe Anzahl der Analysen der Messstellen des Grundwassergütemessnetzes Kaliumgehalte > 10 mg/l auf. Die Grundwassermessstellen sind gegenüber Wasserwerksbrunnen häufig flacher ausgebaut, weshalb die Kaliumerhöhungen mit hoher Wahrscheinlichkeit im Zusammenhang mit oberflächennahen Stoffeinträgen aus der Landwirtschaft stehen.

IV.2.2 Ammonium

Die Spannweite der in den Brunnen der öffentlichen Trinkwasserversorgung gemessenen Ammoniumkonzentrationen ist in der Abbildung 9 visualisiert. Gegenüber den Ammoniumkonzentrationen der zur Trinkwassergewinnung genutzten tertiären Grundwasserleiter sind die Ammoniumkonzentrationen in den oberflächennäheren pleistozänen Grundwasserleitern signifikant erhöht. Dort wurden Extremwerte bis zu 30 mg/l Ammonium festgestellt.

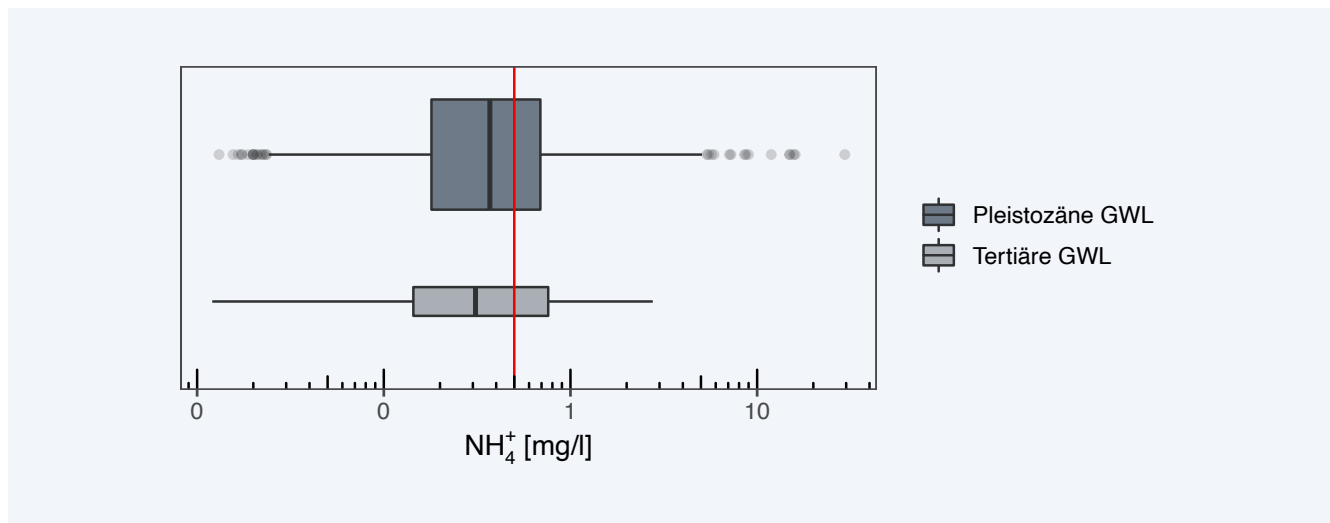


Abbildung 9: Spannweite der im Zeitraum 2000–2019 in Brunnen der öffentlichen Wasserversorgung gemessenen NH_4^+ -Konzentrationen (Grenzwert: 0,5 mg/l –roter Strich)

Durch den Einsatz von organischen Düngemitteln (Gülle, Gärreste) wird Ammonium freigesetzt. Erhöhte Ammoniumgehalte treten auch im Abstrom von Deponien sowie im Zusammenhang mit Kontaminationen durch Abwasser auf. Im oxidierenden Milieu wird Ammonium bakteriell zu Nitrat umgesetzt. In sauerstofffreiem Grundwasser ist hingegen auch die Umwandlung von Nitrat zu Ammonium (Ammonifikation) möglich. Unter ungünstigen Bedingungen (geringer Flurabstand, sandige Deckschichten, reduzierende Redoxverhältnisse) kann von der Oberfläche eingetragenes Ammonium nicht vollständig umgesetzt und in tiefere Schichten verfrachtet werden.

Zum Teil sind erhöhte Ammoniumgehalte auf geogene Quellen zurückzuführen, da Ammonium unter reduzierenden Bedingungen in tieferen Grundwasserleitern stabil ist. So geben Wolfgramm et al. (2011) für das Zechstein im norddeutschen Becken einen Medianwert der Ammoniumkonzentration von 173 mg/l an. Geogen bedingte Ammoniumgehalte werden in M-V bis zu einem Maximum von 30 mg/l toleriert (MLU 2019). Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass eine Konzentration von 1 mg/l Ammonium bei vollständiger Umwandlung einer Konzentration von 3,26 mg/l Nitrat entspricht. Daher können bei hohen Ammoniumgehalten infolge der Aufbereitung durch Belüftung auftretende Grenzwertüberschreitungen im Reinwasser für Nitrat nicht ausgeschlossen werden.

Eine Korrelation der Grenzwertüberschreitungen mit dem Auftreten erhöhter Chloridgehalte, die auf einen Zustrom reduzierter Tiefenwässer hindeuten würde, ist nicht erkennbar. Gleichzeitig ist ein räumlicher Zusammenhang mit der Verbreitung leicht erhöhter Kaliumgehalte (2,5 – 5,0 mg/l) festzustellen. Dies deutet auf einen anthropogenen Einfluss hin, weshalb nicht ausgeschlossen werden kann, dass flächenhafte Stickstoffeinträge einen signifikanten Anteil der Schwellenwertüberschreitung bedingen. Die häufig niedrigen Ammoniumkonzentrationen in den vermehrt oberflächennah ausgebauten Grundwassermessstellen stehen in Zusammenhang mit der unter Sauerstoffeinfluss ablaufenden Nitrifikation (Umwandlung von Ammonium zu Nitrat).

Belastbare Aussagen zur Abgrenzung von geogenem und anthropogenem Ammonium erfordern in der Regel eine Einzelfallprüfung (MLU 2019).

IV.2.3 Sulfat

In der Abbildung 10 ist die Spannweite der Sulfatgehalte der in M-V zur Trinkwasserversorgung genutzten Brunnen dargestellt.

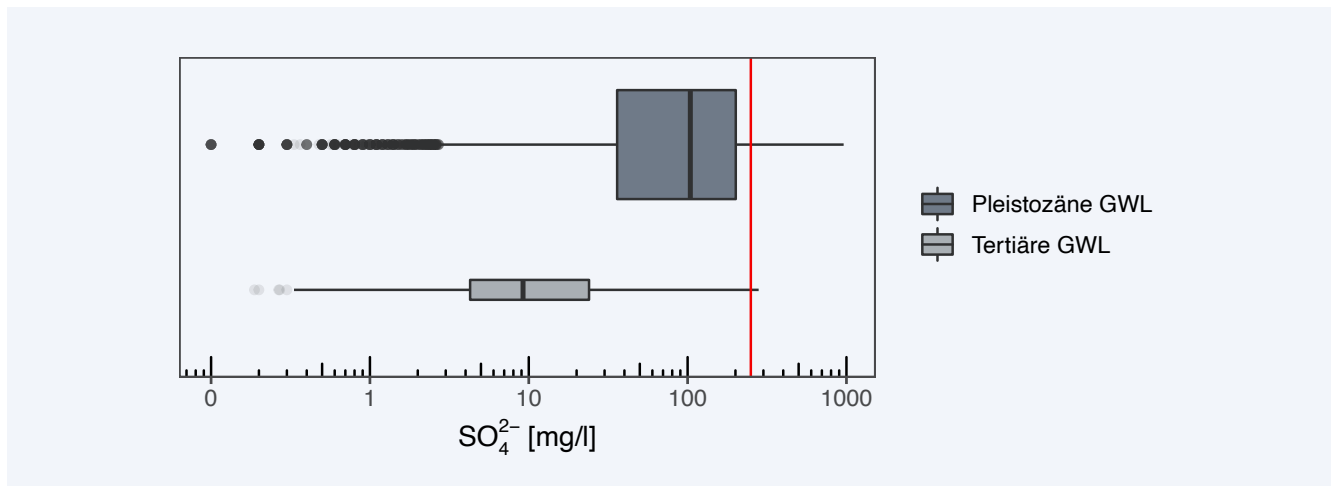


Abbildung 10: Spannweite von Sulfatgehalten der in Mecklenburg-Vorpommern zur Trinkwassergewinnung genutzten Brunnen (Grenzwert: 250 mg/l –roter Strich)

In den Trinkwasserbrunnen von M-V wurden maximale Sulfatgehalte von 960 mg/l festgestellt. Sulfatkonzentrationen < 1 mg/l treten oftmals in tieferen Grundwasserleitern unter sulfatreduzierenden Verhältnissen auf.

Der Median der Sulfatkonzentration liegt in den genutzten pleistozänen Grundwasserleitern etwa eine Größenordnung über dem Medianwert der tertiären Grundwasserleiter. Konzentrationen oberhalb des Grenzwerts von 250 mg/l sind nahezu ausschließlich in den pleistozänen Grundwasserleitern festzustellen. Es wird angenommen, dass dies primär auf anthropogene Stoffeinträge zurückzuführen ist.

IV.2.4 Schwermetalle

Ausgewertet wurde die Verteilung der Schwermetalle Uran, Nickel, Blei, Cadmium und Arsen. Die Spannweite der in den Brunnen zur öffentlichen Trinkwasserversorgung gemessenen Schwermetallgehalte ist in der Abbildung 11 visualisiert. In der landesweiten Betrachtung liegen die errechneten Medianwerte für Nickel und Arsen unterhalb einer Konzentration von 1 µg/l. Für die seltener auftretenden Schwermetalle Blei, Cadmium und Uran sind Medianwerte < 0,1 µg/l zu verzeichnen.

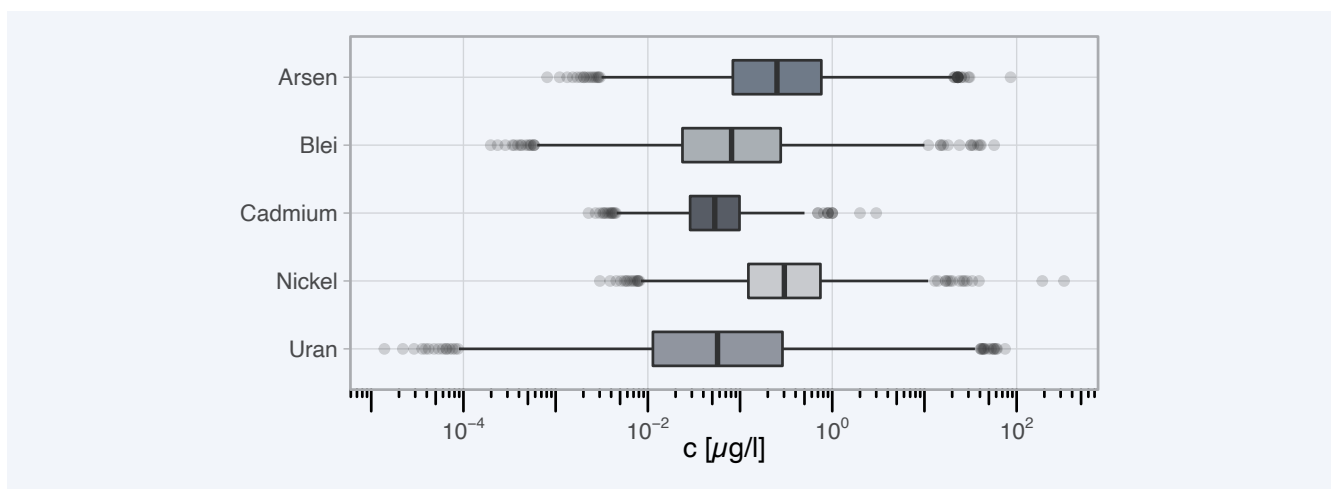


Abbildung 11: Spannweite der im Zeitraum 2000–2019 in Brunnen der öffentlichen Wasserversorgung gemessenen Schwermetall-Konzentrationen

Parameterbezogene Überschreitungen der Schwellenwerte sind am häufigsten für Arsen (1,7 % der Brunnen) festzustellen. Die Konzentrationen von Blei, Nickel und Uran liegen in weniger als 1 % der untersuchten Brunnen über den Grenzwerten der Trinkwasserverordnung (Tabelle 2). Eine Überschreitung des Grenzwerts für Cadmium wurde im Untersuchungszeitraum nicht festgestellt.

Tabelle 2: Häufigkeit der Schwellenwertüberschreitungen von Schwermetallen in Brunnen der öffentlichen Trinkwasserversorgung

Parameter	Grenzwert TrinkwV	Untersuchte Brunnen	Grenzwert-überschreitungen	Relative Häufigkeit
Arsen	10 µg/l	1120	19	1,7 %
Blei	10 µg/l	1109	10	0,9 %
Cadmium	3 µg/l	1109	0	0,0 %
Nickel	20 µg/l	1109	8	0,7 %
Uran	10 µg/l	1188	10	0,8 %

IV.2.5 Pflanzenschutzmittel und relevante Metaboliten

Von den gemäß Rohwassererlass untersuchten PSM und rM wurde das bis 1998 in M-V flächendeckend als Hauptgetreideherbizid eingesetzte Bentazon (MLU 2019) in den Brunnen deutlich häufiger als die übrigen PSM / rM aufgefunden. Die Anwendung von Bentazon, das unter anaeroben Bedingungen nur sehr langsam abgebaut wird (EFSA 2015), ist seit dem Ende der Aufbrauchsfrist am 30.06.2018 nicht mehr zulässig. Gleichwohl wurden in 4 % der Brunnen Bentazon nachgewiesen. Grenzwertüberschreitungen wurden für Bentazon in 1,7 % der Brunnen registriert.

Signifikante Befundhäufigkeiten sind auch für die im Getreideanbau eingesetzten Pflanzenschutzmittelwirkstoffe Dichlorprop (1% der Brunnen) und Mecoprop (0,6 % der Brunnen) zu verzeichnen, wobei Grenzwertüberschreitungen an 0,2 % bzw. 0,3 % der untersuchten Brunnen vorlagen. Ferner wurden die Pflanzenschutzmittelwirkstoffe Atrazin, Diuron, Fenuron, MCPA, Prometryn, Terbutylazin, Isoproturon und Simazin sowie der rM Desethylatrazin in den zur Trinkwassergewinnung genutzten Brunnen detektiert. Von den genannten Wirkstoffen sind aktuell nur noch MCPA und Terbutylazin zur Anwendung in Deutschland zugelassen.

IV.2.6 Nicht relevante Metaboliten

Geringfügige Überschreitungen des GOW treten für die Parameter N,N-Dimethylsulfamid (GOW: 1 µg/l) und Metazachlorsulfonsäure (GOW: 3 µg/l) auf. Mit 1,5 µg/l bzw. 4,2 µg/l liegen die Messwerte innerhalb des kurz- bis mittelfristig tolerierbaren Bereichs (< 10 µg/l).

In der Abbildung 12 sind die Anzahl der jährlichen analysierten Brunnen und die Anzahl der Positivbefunde dargestellt. Stellvertretend für die nicht relevanten Metaboliten des Herbizids Metazachlor ist an dieser Stelle die Entwicklung der Befundhäufigkeiten von Metazachlorsulfonsäure dargestellt. Insgesamt wurde in 24 % der untersuchten Brunnen Metazachlorsulfonsäure nachgewiesen. Die weiter fortschreitende Verlagerung von Metazachlor-Metaboliten in den genutzten Grundwasserleiter verdeutlichen die Befunde des Jahres 2018, in welchem 31,6 % der untersuchten Brunnen Positivbefunde aufwiesen.

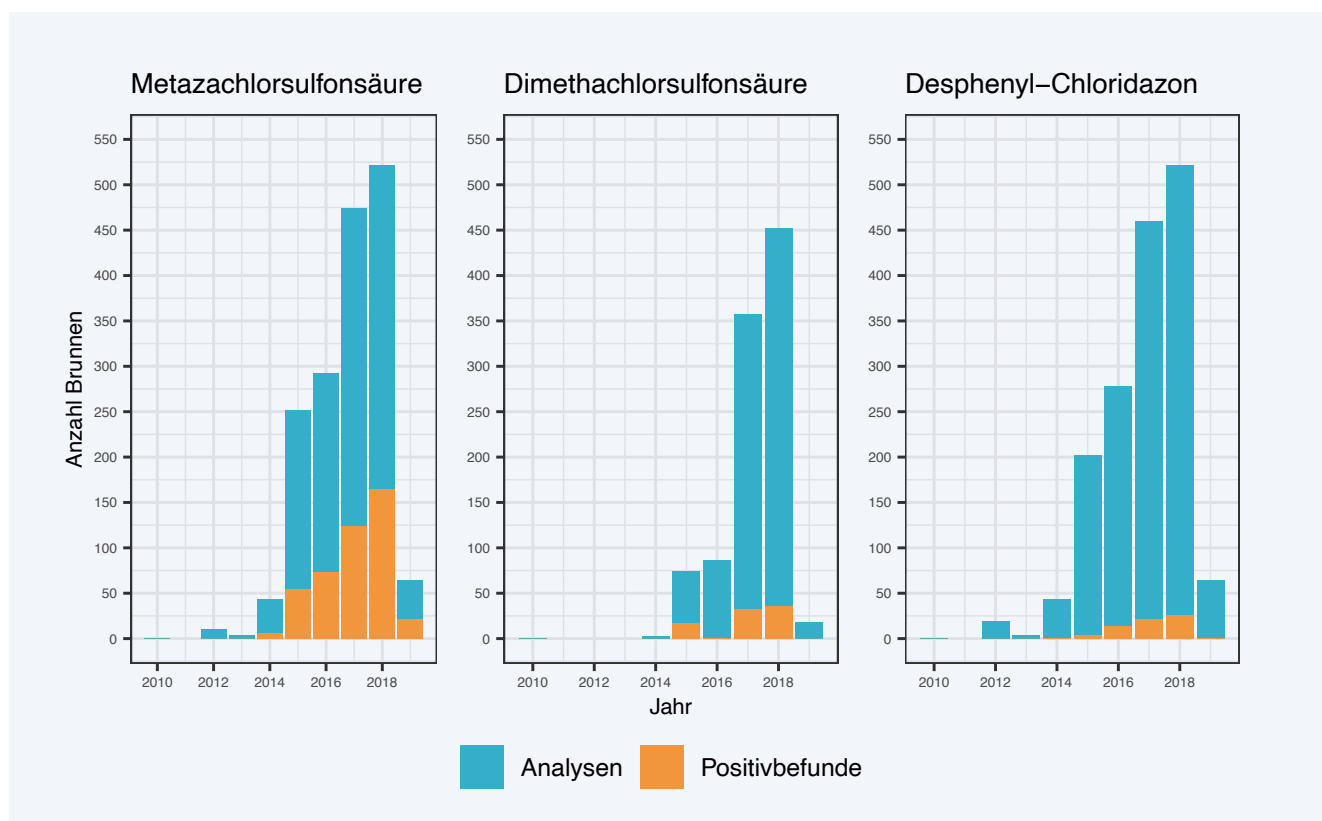


Abbildung 12: Anzahl der jährlich untersuchten Brunnen und Positivbefunde der häufigsten nicht relevanten Metaboliten im Zeitraum 2010–2019

Für die weniger häufig nachweisbaren nrM der Herbizide Dimethachlor und Chloridazon ist ein steigender Trend nicht nachweisbar. Der Anstieg der absoluten Positivbefunde ist auf eine umfassende Analytik der Rohwasserbeschaffenheit im Zuge der Anwendung des Rohwassererlasses zurückzuführen. Dimethachlorsulfonsäure wurde insgesamt in 6,6 % der Brunnen nachgewiesen. In 3,8 % der Brunnen wurde Desphenyl-Chloridazon nachgewiesen. Zu den weiteren nachgewiesenen nicht relevanten Metaboliten zählen mit absteigender Befundhäufigkeit Abbau- produkte der Pflanzenschutzmittel Metolachlor, Glyphosat, Tolyfluanid, Flurtamon und Chlorthalonil.

IV.2.7 Abwassermarker

Von den Abwassermarkern werden verbreitet sowohl in den Brunnen als auch Grundwassermessstellen die Süß- stoffe nachgewiesen. Sulfamethoxazol wurde in den Trinkwasserbrunnen bislang nicht aufgefunden. Carbamazepin wurde einmalig in einem Brunnen nachgewiesen. In den oberflächennahen Grundwassermessstellen treten die Arzneistoffe häufiger auf. Dennoch ist festzustellen, dass Arzneimiteleinträge bislang nur in Einzelfällen im Grund- wasser festzustellen sind.

IV.2.8 Quellenverzeichnis

- Bolks, A.; DeWire, A.; Harcum, J.B. (2014):
Baseline assessment of left-censored environmental data using R. Tech Notes 10, June 2014. Developed for U.S. Environmental Protection Agency by Tetra Tech, Inc., Fairfax, VA, 28 p. Online verfügbar unter: <https://www.epa.gov/nps/nonpoint-source-monitoring-technotes>
- Grolemond, G.; Wickham, H. (2011):
Dates and Times Made Easy with lubridate. Journal of Statistical Software, 40(3), 1-25. URL <http://www.jstatsoft.org/v40/i03/>
- Hannappel, S.; Köpp, C.; Bach, t. (2018):
Charakterisierung des Nitratabbauvermögens der Grundwasserleiterin Sachsen-Anhalt. Grundwasser – Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie 23:311–321
- Helsel, D.R. (1990):
Less than obvious: statistical treatment of data below the detection limit. Environmental Science and Technology 24, 1766–1774
- Helsel, D. R. (2012):
Statistics for censored environmental data using Minitab and R. – 2nd ed. (Wiley series in statistics in practice) Rev. ed. of: Nondetects and data analysis / D. R. Helsel. 2005.
- Helsel, D.R.; Hirsch, R.M.; Ryberg, K.R.; Archfield, S.A.; Gilroy, E.J. (2020):
Statistical methods in water resources: U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 4, chapter A3, 458 p., <https://doi.org/10.3133/tm4a3>
- LAWA (2018):
Länderarbeitsgemeinschaft Wasser: Konzept zur Beurteilung der Grundwassergüte anhand weiterer Stoffgehalte unter Berücksichtigung eines möglichen Nitratabbaus. http://www.lawa.de/documents/LAWA_Bericht_Beurteilung_GW-Guefte_gbe.pdf
- Lee, L. (2020):
NADA: Nondetects and Data Analysis for Environmental Data. R package version 1.6-1.1. <https://CRAN.R-project.org/package=NADA>
- QGIS Development Team (2009):
QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. URL <http://qgis.org>
- R Core Team (2020):
R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- RStudio Team (2019):
RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>
- Wickham et al. (2019):
Welcome to the tidyverse. Journal of Open Source Software, 4(43), 1686, <https://doi.org/10.21105/joss.01686>
- Wickham, H.; Bryan, J. (2019):
readxl: Read Excel Files. R package version 1.3.1. <https://CRAN.R-project.org/package=readxl>

Anhang V

Vorbehaltsgebiete zur Sicherung der langfristigen Trinkwasserversorgung

V. 1	Einführung und Kurzfassung.....	177
V. 2	Entwicklung einer Methodik zur Bewertung der Eignung von Brunnenstandorten sowie zur Ausweisung von Vorbehaltsgebieten zur Sicherung der langfristigen Trinkwasserversorgung.....	178
V. 3	Zusammenfassung.....	192

V.1 Einführung und Kurzfassung

Zur Sicherung von Grundwasserdargeboten, die bisher nicht öffentlich genutzt werden, aber nachgewiesen langfristig die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser gewährleisten, wurden im Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern (LEP 2016) insgesamt 21 Vorbehaltsgebiete zur Trinkwassersicherung (LEP-Vorbehaltsgebiete) festgelegt.

Ferner schreibt das LEP 2016 vor, dass aus diesen Vorbehaltsgebieten in den Regionalen Raumentwicklungsprogrammen (RREP) Vorranggebiete für die Trinkwassersicherung (RREP-Vorranggebiete) festzulegen sind. Sie sind dazu aus den festgelegten Vorbehaltsgebieten Trinkwassersicherung zu entwickeln, die künftig und langfristig als Einzugsgebiete der Wasserfassungen die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser sichern. Die Abgrenzung von Einzugsgebieten soll dazu führen, dass in einem späteren Bearbeitungsschritt nur die tatsächlich für eine mögliche Grundwasserentnahme (auf Basis einer in den RREP festzulegenden Prognose) benötigten Flächen als RREP-Vorranggebiete ausgewiesen werden müssen.

Zur Vereinheitlichung des Vorgehens wurde hierzu in den Jahren 2017 - 2019 im Auftrag des LUNG eine Standardmethode entwickelt, um innerhalb eines zunächst nur grob abgegrenzten LEP-Vorbehaltsgebietes die optimale Lage möglicher Wasserfassungen bestimmen zu können. Die entwickelte Standardmethode wurde exemplarisch an dem LEP-Vorbehaltsgebiet Nr. 4 östlich von Schwerin angewendet, welches sich über die Ortschaften Müßelmow, Kritzow, Webern, Basthorst und Kladow erstreckt. Beauftragt mit diesem Vorhaben „Modellierung potenzieller Grundwasserentnahmen in den neuen Vorbehaltsgebieten Trinkwassersicherung des Landesentwicklungsplanes (LEP) von Mecklenburg-Vorpommern“ wurde die DHI WASY GmbH (Berlin).

Kernelement der Standardmethodik ist die Computersimulation der Grundwasserströmung im Untersuchungsgebiet mit Hilfe eines numerischen Grundwassermodells. Ein solches Modell verwendet die vorhandenen hydrogeologischen Informationen über das zu untersuchende Gebiet (inkl. Schichtabfolge und -mächtigkeiten, hydraulische Durchlässigkeiten der relevanten geologischen Schichten, Grundwasserneubildung und Lage der Vorfluter), um die Eignung von Brunnenstandorten anhand verschiedener Kriterien (z.B. Grundwasserabsenkungen, Fließzeiten zum Brunnen etc.) zu bewerten. Hierzu kommt eine spezielle Modellierungssoftware (hier FEFLOW) zum Einsatz.

Als Teil des Modellaufbaus wird zur Sicherung der Prognosefähigkeit des Modells geprüft, ob das Modell in der Lage ist, bereits vorliegende (gemessene) Wasserstände im Untersuchungsgebiet zu reproduzieren. Im Falle von Abweichungen werden dann die relevanten Modellparameter angepasst (kalibriert), bis eine zufriedenstellende Übereinstimmung erreicht wird.

Üblicherweise wird ein Modell nach erfolgreicher Kalibrierung als prognosefähig erachtet. Bei der Modellierung des LEP-Vorbehaltsgebietes Nr. 4 ergab sich aber eine besondere Herausforderung, da für eine Modellkalibrierung nur wenige Grundwassermessstellen zur Verfügung standen. Aufgrund ihrer Nähe zu den Vorflutern sind diese zudem nicht repräsentativ für die Grundwasserverhältnisse in der Fläche. In der Konsequenz bedeutet dies, dass trotz erfolgreicher Modellkalibrierung (Modell kann die vorliegenden Grundwasserstände reproduzieren) weiterhin mit erheblichen Unsicherheiten in der Modellaussage gerechnet werden muss.

Da dieser Umstand auch für andere LEP-Vorbehaltsgebiete zu erwarten ist, musste bei der Entwicklung der Standardmethodik darauf geachtet werden, dass diesen Unsicherheiten bei der Festlegung der Vorranggebiete Rechnung getragen werden kann. Dies konnte dadurch erreicht werden, dass die Parameter des Modells (hydraulische Durchlässigkeit, Porosität, Dispersivität) nach der Kalibrierung innerhalb plausibler Grenzen variiert wurden. Sofern das Modell nach der Parametervariation weiterhin in der Lage ist, beobachtete Messwerte zu reproduzieren, wird es als ein mögliches Szenario betrachtet. Durch Wiederholung dieses Prozesses wurde ein Ensemble mit 43 Modellen erzeugt, welche nun anstelle eines einzelnen Modells zur Prognose verwendet werden.

Die Streuung der unterschiedlichen Prognoseergebnisse erlaubt schließlich die Bestimmung der Modellunsicherheit, welche für die unterschiedlichen Brunnenstandorte teilweise stark unterschiedlich ausfallen kann. Für die Auswahl von Standorten ist dieser Aspekt essenziell, da Standorte mit geringeren Unsicherheiten präferiert werden sollen, um die mit der Errichtung und dem Betrieb von Brunnenanlagen verknüpften Betriebsrisiken zu vermeiden. Weiterhin kann auf diese Weise eine weitere Erkundung zielgerichteter stattfinden, was der weiteren Kostenoptimierungen bei der Entwicklung der Trinkwasserversorgung dient.

Diese Anforderungen werden mit der entwickelten Standardmethodik erfüllt, indem die Kriterien nicht nach ihrer Metrik (z.B. möglichst geringe Absenkung), sondern nach der Wahrscheinlichkeit der Verletzung der Metrik (z.B. möglichst geringes Risiko, dass die Absenkung über einem Grenzwert liegt) bewertet werden. Die Berücksichtigung der Unsicherheit stellt den wesentlichen Vorteil dieser Methodik gegenüber traditionellen Ansätzen dar, dies bietet einen entscheidenden Mehrwert bei Entscheidungsfindungen falls nur unzureichende Informationen über das Modellgebiet vorliegen.

Im Weiteren werden die einzelnen Arbeitsschritte der Modellierung ausführlicher vorgestellt.

V.2 Entwicklung einer Methodik zur Bewertung der Eignung von Brunnenstandorten sowie zur Ausweisung von Vorbehaltsgebieten zur Sicherung der langfristigen Trinkwasserversorgung

Das in der Fallstudie verwendete LEP-Vorbehaltsgebiet Nr. 4 liegt östlich von Schwerin und umfasst ca. 35 km². Das Gebiet Nr. 4 ist überwiegend der Raumstruktur „Ländliche Räume“ zugeordnet. Der größere Teil ist mit Nadelwald bedeckt. Urban geprägte Bereiche sind kaum vorhanden, nur der Bereich um Basthorst ist als Siedlungsgebiet ausgewiesen. Im Norden und im Süden sind außerdem große Flächen mit nicht bewässertem Ackerland vorhanden. An der Westgrenze des Gebietes befinden sich ein Golfplatz und die Moor- und FFH-Flächen entlang des Flusses Warnow. Zusammen mit dem Fluss Göwe im Osten bilden die beiden Flüsse zusammen die Grenze nahezu des gesamten Gebietes. Sie wirken im Wesentlichen dränierend und bilden die Vorflut für das Grundwasserdargebot in dem Gebiet.

HYDROGEOLOGISCHE MODELLVORSTELLUNG

Die äußeren Grenzen des Modellgebiets wurden entlang der unterirdischen Wasserscheiden gelegt. Das Modellgebiet mit einer Fläche von ca. 219 km² schließt das Untersuchungsgebiet komplett ein und lässt sich durchgängig mit Randstromlinien („No-Flow“ Grenzen) definieren (Abbildung 1).

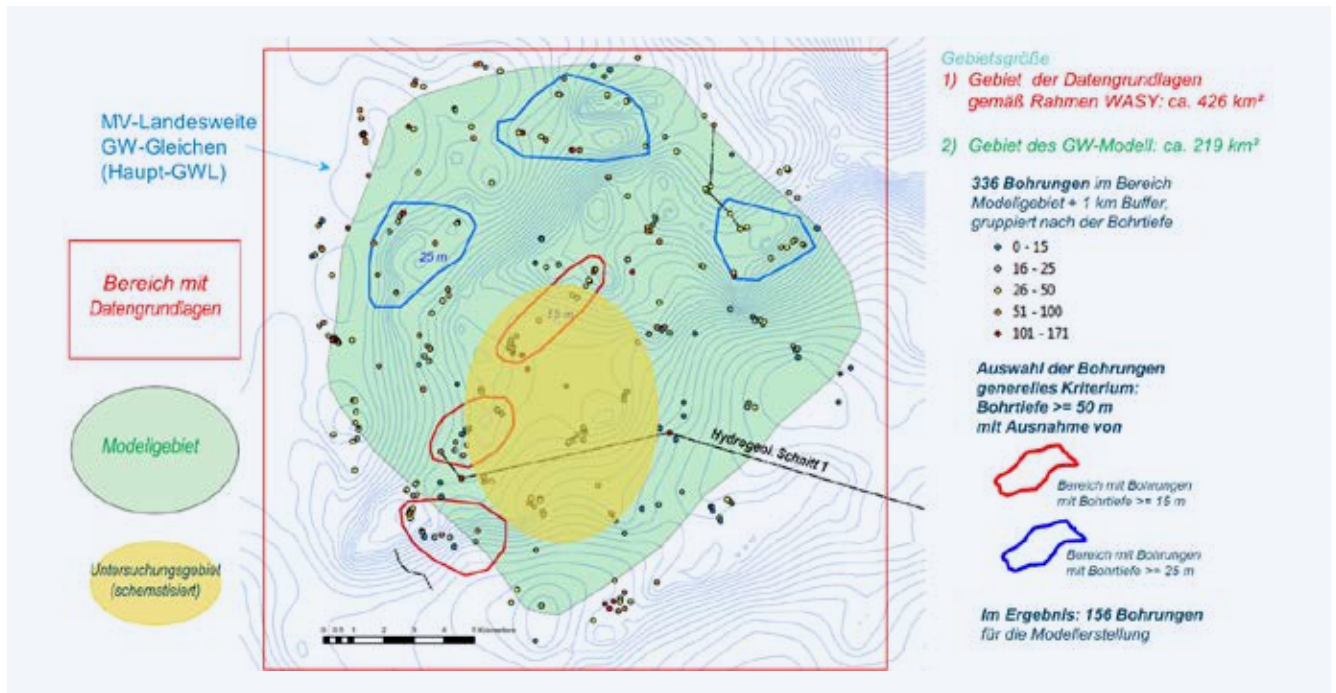


Abbildung 1: Übersicht zur Abgrenzung des Grundwassermodellgebiets und Lage der Bohrungen

Zur Erarbeitung des hydrogeologischen Strukturmodells lagen 156 ausgewählte Bohrungen, hydrogeologische Schnitte und Kartenblätter der HK 50 vor. Das Modellkonzept zum hydrogeologischen Schichtaufbau im Modellgebiet wird in Abbildung 2 anhand des Profilschnittes 1 schematisiert. Das hydrogeologische Modell besteht aus 8 Basisschichten: einer Deckschicht, 4 Grundwasserleiterkomplexen (GWLK 1 - 4) und 3 GW-Stauschichten (GWS).

Entsprechend diesem Modellkonzept zum Schichtaufbau wurden die Unterkanten (UK) der Schichtgrenzen von Deckschicht, GWLK 1 - 4 sowie GWS 1/2, GWS 2/3 und GWS 3/4 zunächst anhand der Schichtenverzeichnisse der 156 Bohrungen ermittelt. Danach wurden die Bohrungen mit den Höhenwerten der Schichtgrenzen als Stützpunkte durch Interpolation auf das numerische GW-Modell übertragen. Die Modell-Oberkante entspricht der Geländeoberkante, die anhand des digitalen Geländemodells (DGM) definiert wurde.

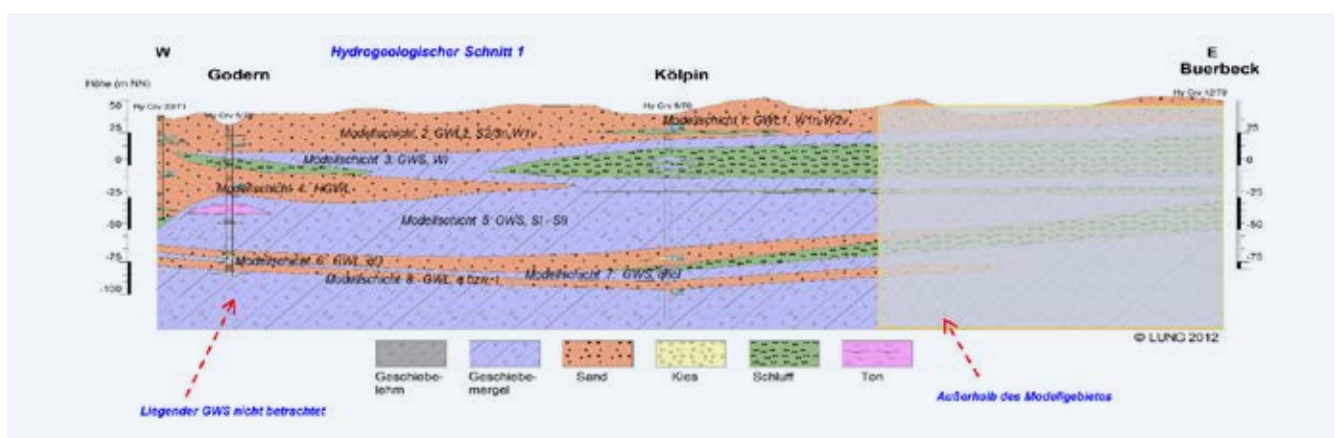


Abbildung 2: Schematisierung des hydrogeologischen Schichtaufbaus für das numerische GW-Modell (Schnitt 1)

AUFBAU UND KALIBRIERUNG DES NUMERISCHEN GRUNDWASSERMODELLS

Der Aufbau und die Kalibrierung erfolgt nach den einschlägig bekannten Prinzipien der Grundwassermodellierung. Es wird hier beispielhaft für die Fallstudie beschrieben, das genaue Vorgehen wird sich aber je nach Untersuchungsgebiet zum Teil deutlich unterscheiden.

Das Modell wurde als stationäres 3D-Grundwasser-Strömungsmodell erstellt. Zur Bestimmung von Brunneneinzugsgebieten sowie von Fließzeiten wurden advektiv-dispersive Transportmodelle (sogenannte Age-Modelle in FEFLOW) verwendet.

Mit der Diskretisierung wurde die 3D-Modelldomäne durch das Finite-Elemente-Netz in der Horizontalen und durch die Schichtgrenzen in der Vertikalen gemäß dem hydro-geologischen Schichtaufbau geometrisch abgebildet. Die resultierenden vernetzten Knoten und Elemente stellen nach ihrer Parametrisierung die Berechnungsbasis des numerischen 3D-GW-Modells dar. Abbildung 3 stellt dieses Model als Übersicht dar.

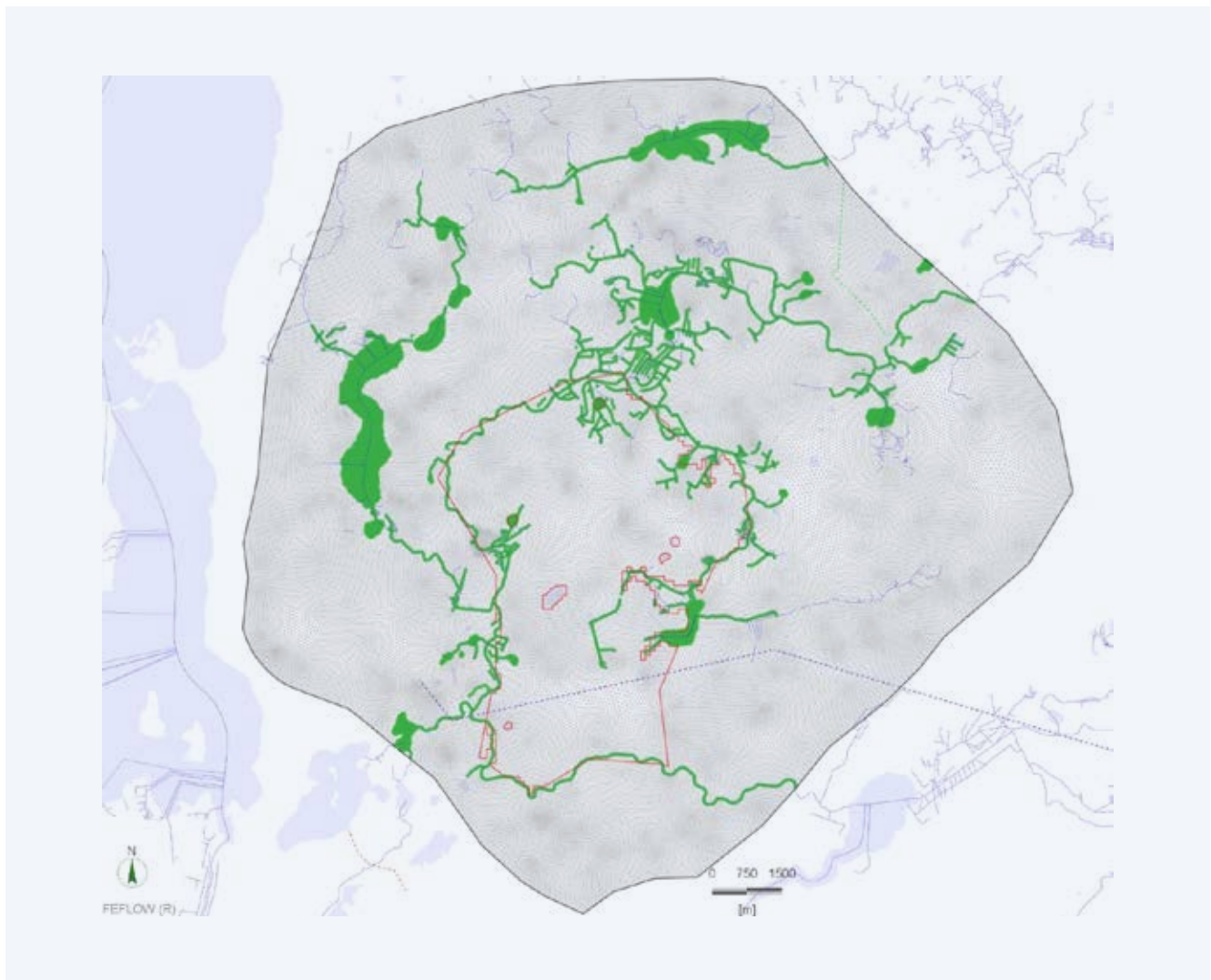


Abbildung 3: Übersicht zum erstellten Finite-Elemente-Modellnetz mit den im Modell als Gewässerrandbedingung berücksichtigten Gewässern

Die Modell-Oberkante (= Geländeoberkante) wurde durch das DGM 5 definiert. Die anderen Schichtgrenzen, d.h. die UK von Deckschicht, GWLK 1 - 4 sowie GWS 1/2, GWS 2/3 und GWS 3/4 wurden durch Interpolation der entsprechenden Höhenwerte aus den Bohrdaten generiert.

Das resultierende 3D-GW-Modell ist in Abbildung 4 dargestellt.

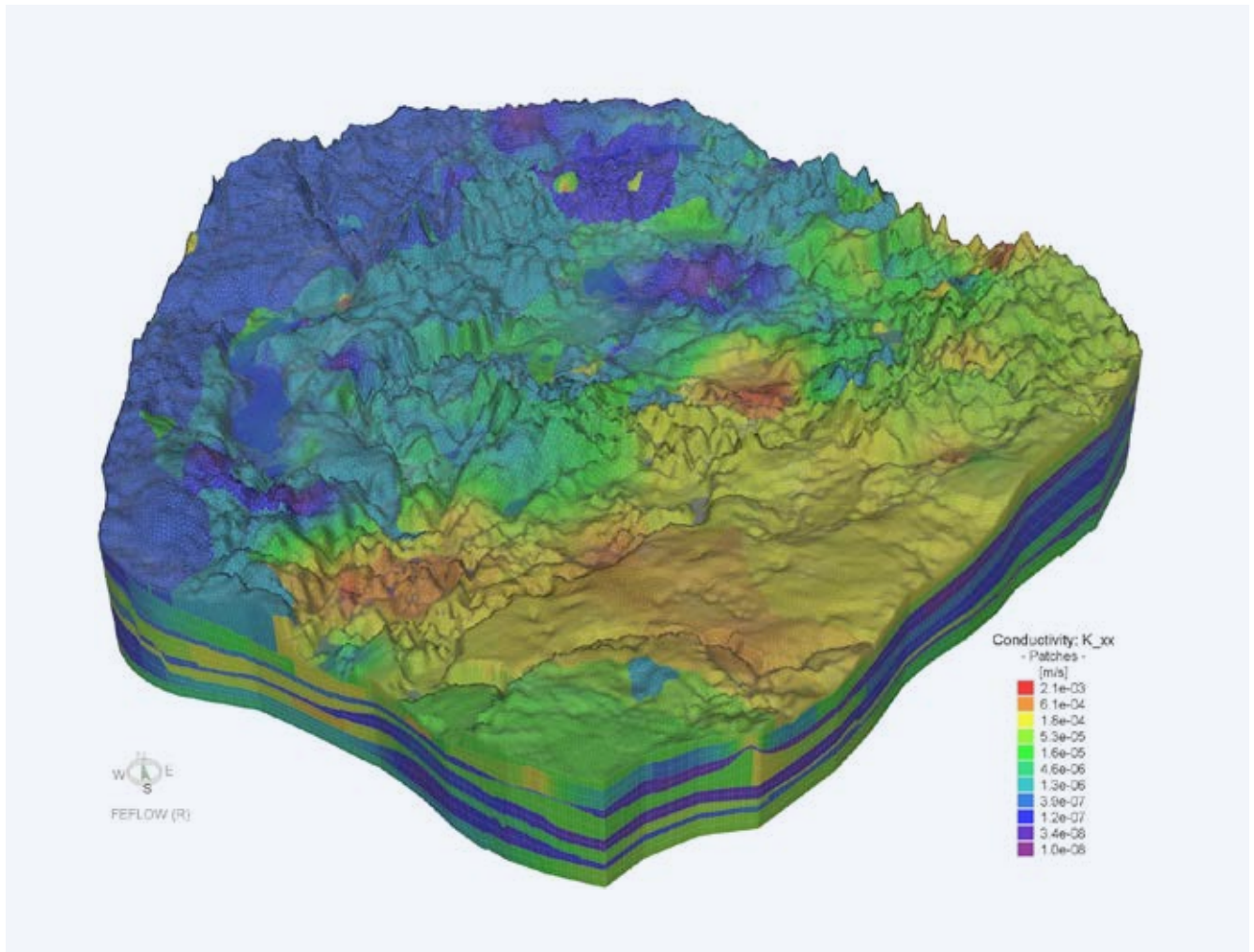


Abbildung 4: 3D-Darstellung des numerischen GW-Modells mit der kf-Wertverteilung

Die Belegung der hydraulischen Parameter (kf-Werte) für die 8 hydrogeologischen Schichteinheiten basiert auf den lithologischen Beschreibungen in den 156 Bohrprofilen. Danach wurden die kf-Werte der Bohrungen als Stützpunkte durch Interpolation schichtweise auf das numerische GW-Modell übertragen. Während der Modellkalibrierung erfolgten dann bereichsweise Anpassungen dieser Anfangs-kf-Wert-Belegung.

Um die stark vertikale Inhomogenität (Anisotropie) u. a. im GWLK 1 zu berücksichtigen, wurde der vertikale kf-Wert im Verhältnis von 1 : 10 bezüglich der horizontalen Durchlässigkeit in den Modellschichten 1 - 3 angenommen.

Die Modellierung der Freiwasserspiegel (ungespannte Strömungsbedingungen) bzw. der lokal vorkommenden schwebenden Grundwasserleiter auf der Hochfläche erfolgte mit dem modifizierten van Genuchten-Modell.

Die im Modellgebiet liegenden Oberflächengewässer wurden als Randbedingung „kolmatiertes Gewässer“ (sogenannte Randbedingung 3. Art oder Transferrandbedingung) angesetzt. Sie beschreiben den Austausch zwischen dem Gewässersystem und dem Grundwasser. Der Wasseraustausch mit dem Grundwasserleiter ist proportional zur Potentialdifferenz zwischen dem vorgegebenen Gewässer-Wasserstand und dem Grundwasserstand im Modellknoten. Da die Durchlässigkeit und die Mächtigkeit der Kolmationsschicht im betrachteten Gewässersystem generell unbekannt sind, stellt sich die Transferrate als ein Kalibrierungsparameter dar.

Die Grundwasserneubildung variiert im Modellgebiet zwischen wenigen mm/a bis maximal 280 mm/a. Sie beträgt im Mittel rd. 133 mm/a und liefert einen Grundwasserzustrom von ca. 80.000 m³/d bzw. 0,93 m³/s in das Modellgebiet.

Mit den o. g. Belegungen der Modellparameter und Randbedingungen wurde die stationäre Modellkalibrierung zur Simulation langjähriger GW-Strömungsverhältnisse im Modellgebiet durchgeführt. Im Rahmen des Kalibrierungsprozesses wurden im Wesentlichen die Modellparameter kf-Werte (Durchlässigkeitsbeiwerte) in entsprechenden plausiblen Bereichen und die Transferraten (Leakagekoeffizienten) an den Gewässer-Randbedingungen angepasst bzw. modifiziert.

Mit dieser stationären Modellkalibrierung ist es gelungen, die regionalen GW-Strömungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet plausibel abzubilden. Die punktuelle Gegenüberstellung der beobachteten, mittleren Grundwasserstände in den betrachteten Grundwassermessstellen (GWM) mit den Berechnungsergebnissen zeigt eine gute Modellanpassung. Durch die gute Reproduktion der MNQ-Verhältnisse an den Warnow-Pegeln wurde auch wasserbilanzmäßig die erfolgreiche Modellkalibrierung bestätigt.

SENSITIVITÄTSANALYSE UND ENSEMBLEBILDUNG

Das zuvor beschriebene Vorgehen der Modellkalibrierung vor entspricht dem üblichen Vorgehen in der Grundwassermodellierung. Sie stellt sicher, dass die für das Modell gefundenen Parameterwerte nicht im Widerspruch zu den beobachteten Messungen und Kenntnissen der Materialparameter steht.

Allerdings stellt die so gefundene Kombination an Modellparametern nur eine von vielen möglichen Lösungen dar, welche die vorliegenden Beobachtungen erklären können. Aus dieser Uneindeutigkeit erwächst in der Prognose eine Modellunsicherheit, welche umso größer ist, je weniger Grundwassermessstellen zur Kalibrierung zur Verfügung stehen (bzw. je geringer die Sensitivität dieser Messstellen in Bezug auf die Modellparameter ist).

Da im vorliegenden Fall die Zahl der verfügbaren Messstellen besonders gering und die wenigen Messstellen aufgrund ihrer Nähe zu den Vorflutern nur einen eingeschränkten Wert für die Kalibrierung haben, ist es notwendig, die resultierende Modellunsicherheit zu quantifizieren und in die Bewertung möglicher Brunnenstandorte einfließen zu lassen.

Abbildung 5: Lage der Grundwassermessstellen

Hierfür wurde für die vorliegende Untersuchung ein sogenanntes gefiltertes Monte-Carlo Verfahren gewählt, welches zu den globalen Sensitivitätsanalysen und hierin zu den Rejektionsverfahren zählt.

Wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens ist seine einfache Verständlichkeit und seine Anwendbarkeit auf unterschiedliche Arten von Modellen (das Verfahren kann mit jeder beliebigen numerischen Modellsoftware oder auch mit analytischen Modellen verwendet werden). Wesentlicher Nachteil ist ein höherer Rechenaufwand im Vergleich zu fortschrittlicheren Methoden.

Das Verfahren umfasst folgende Schritte:

- Zunächst wird für jeden Modellparameter ein als plausibel angesehener Wertebereich festgelegt (entweder als Absolutwert oder als relative Änderung zum kalibrierten Wert).
- Durch Variation der Parameter (z.B. durch zufällige Auswahl eines Parameterwertes innerhalb dieser Bereiche) wird eine größere Zahl an Modellrealisationen generiert.
- Die Modellrechnung wird für jede dieser Modellrealisationen wiederholt. Falls die Kalibrationsmetrik (typischerweise die RMS-Fehlernorm) über einem festgelegten Grenzwert liegt, wird die Modellrealisation verworfen.
- Die Modellrealisationen, welche den Kriterien an die RMS-Fehlernorm genügen, bilden ein sogenanntes Modellensemble. Die Gesamtheit der Modelle innerhalb dieses Ensembles wird als Menge der möglichen kalibrierten Modelle angesehen (Abbildung 6).
- Für eine Prognoserechnung kann nun anstelle eines einzelnen, kalibrierten Modells das gesamte Modellensemble verwendet werden. Durch Mittelung der Ergebnisse aus den 47 Rechnungen kann dann eine deutlich sicherere Vorhersage getroffen werden, weiterhin lässt sich aus der Streuung der Ergebnisse die Modellunsicherheit abschätzen.

Dies ermöglichte in den weiteren Schritten, die Schwankungsbreite und damit die Unsicherheiten der Modellergebnisse abzuschätzen. Somit können die Ergebnisse der Prognoseberechnungen belastbar dazu verwendet werden, das Risiko von Verletzungen der oben beschriebenen Eignungskriterien von Brunnenstandorten vorherzusagen.

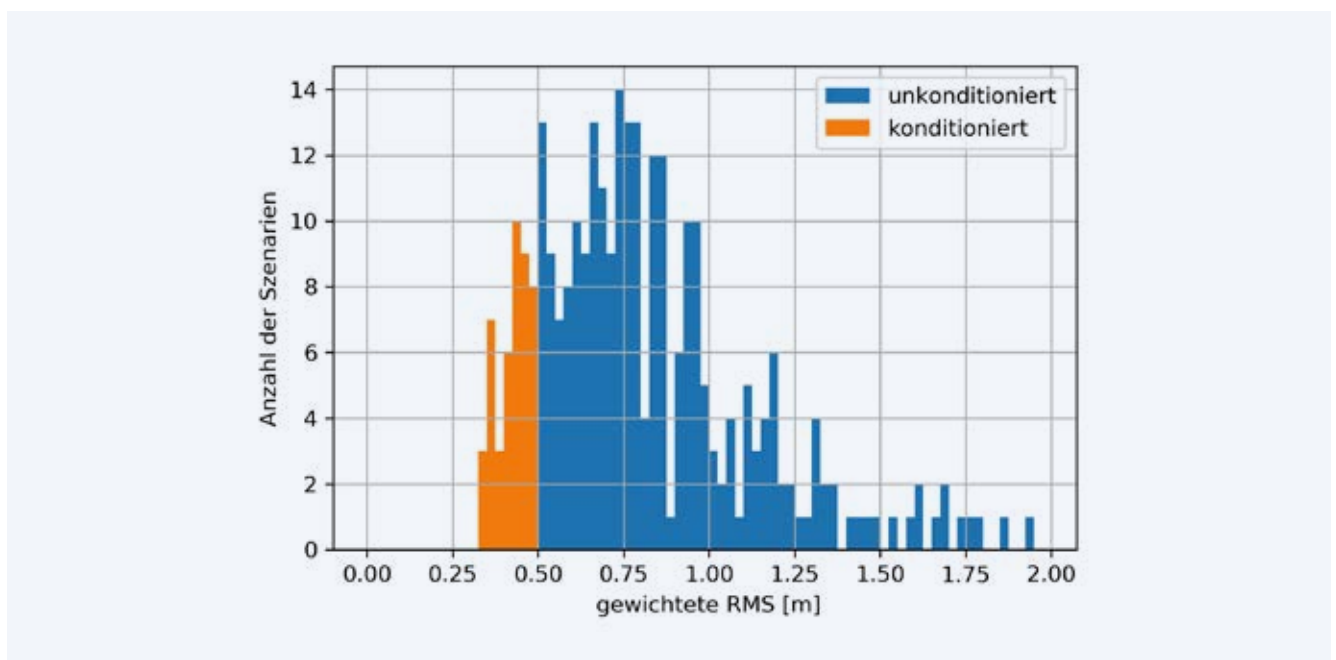


Abbildung 6: RMS Werte des Modellensembles. Modelle mit einer RMS > 0.5 werden als nicht kalibriert angesehen und verworfen (blau). Die übrigbleibenden Modelle bilden das Modellensemble (orange)

KRITERIEN ZUR STANDORTBEWERTUNG

Die Eignung eines Standortes zur Wasserentnahme wird durch mehrere Kriterien beeinflusst. Diese wurden in Zusammenarbeit zwischen DHI WASY und dem LUNG erarbeitet:

1. Ist die GW-Absenkung unter Moorflächen akzeptabel?
2. Ist die GW-Absenkung unter Waldflächen akzeptabel?
3. Ist der Brunnenstandort ergiebig genug?
4. Liegt das Einzugsgebiet im Untersuchungsgebiet?
5. Liegt das Einzugsgebiet im Bereich einer Altlast / altlastverdächtigen Fläche?
6. Liegt das Einzugsgebiet unter einer Deckschicht?
7. Ist der Anteil an Uferfiltrat in der Entnahme akzeptabel?
8. Ist die Fließzeit an der Grenze zu Siedlungsflächen akzeptabel?
9. Ist die Gesamtfließzeit akzeptabel?

Diese Kriterien beinhalten die Auswertung von Fließzeiten, Grundwasseralter und sogenannten Austrittswahrscheinlichkeiten. Über die Austrittswahrscheinlichkeiten kann pro Brunnen das Einzugsgebiet automatisch ermittelt werden.

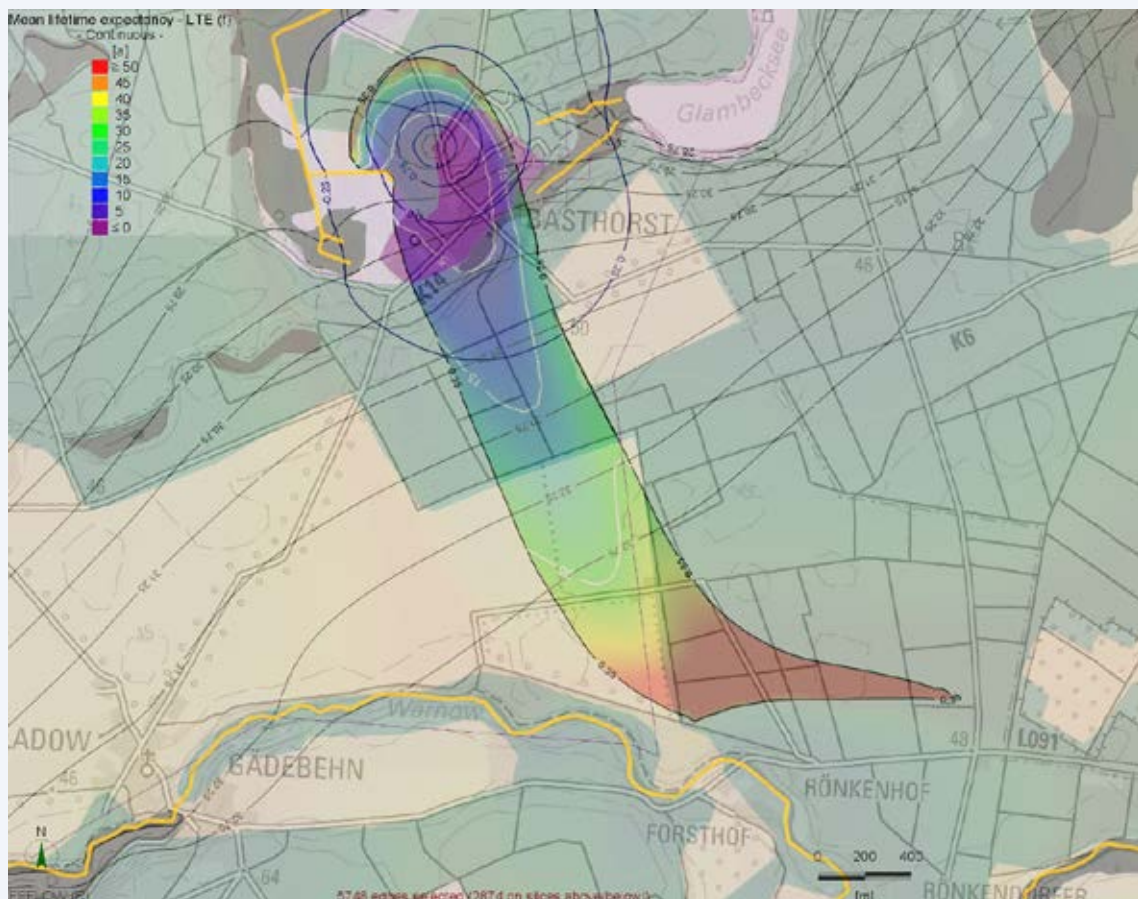


Abbildung 7: Beispiel einer Fließzeiteauswertung und des Brunneneinzugsgebietes.

ERSTBEWERTUNG DER BRUNNENSTANDORTE ANHAND DER EIGNUNGSKRITERIEN

Das Konzept zur Modellierung der potenziellen Grundwasserentnahmen basiert auf einem 500 m Suchraster, wobei bestimmte Gebiete (z.B. FFH Gebiete) von vornherein ausgeschlossen wurden.

Für jeden Rastermittelpunkt wurde in jedem der GWLK 1-3 die Standorteignung zur Wasserentnahme auf der Basis des Modellensembles getestet. Für die geeigneten 273 Punkte wurde jeweils eine Entnahme von 30, 40 und 50 m³/h im Modell angesetzt und eine anschließende stationäre Berechnung durchgeführt. Insgesamt konnten so 711 mögliche Entnahmekonfigurationen analysiert werden (bestehend aus Brunnenposition, Brunnentiefe und Brunnenentnahme).

Diese 711 Brunnenkonfigurationen wurden zunächst einer Erstbewertung unterzogen, in deren Verlauf auf Basis des kalibrierten Modells je ein Modelllauf ausgeführt wurde und die Ergebnisse auf ihre Eignung gemäß den neun festgelegten Eignungskriterien geprüft wurden.

Dies ermöglichte es, die Anzahl der zu untersuchenden Brunnenkonfigurationen frühzeitig zu reduzieren (von 711 auf 44), da eine große Zahl an Konfigurationen gleich mehrere Kriterien verletztten und somit als aussichtslos angesehen und ausgeschlossen wurden. Dies diente vor allem der Reduzierung des Rechenbedarfs im weiteren Verlauf.

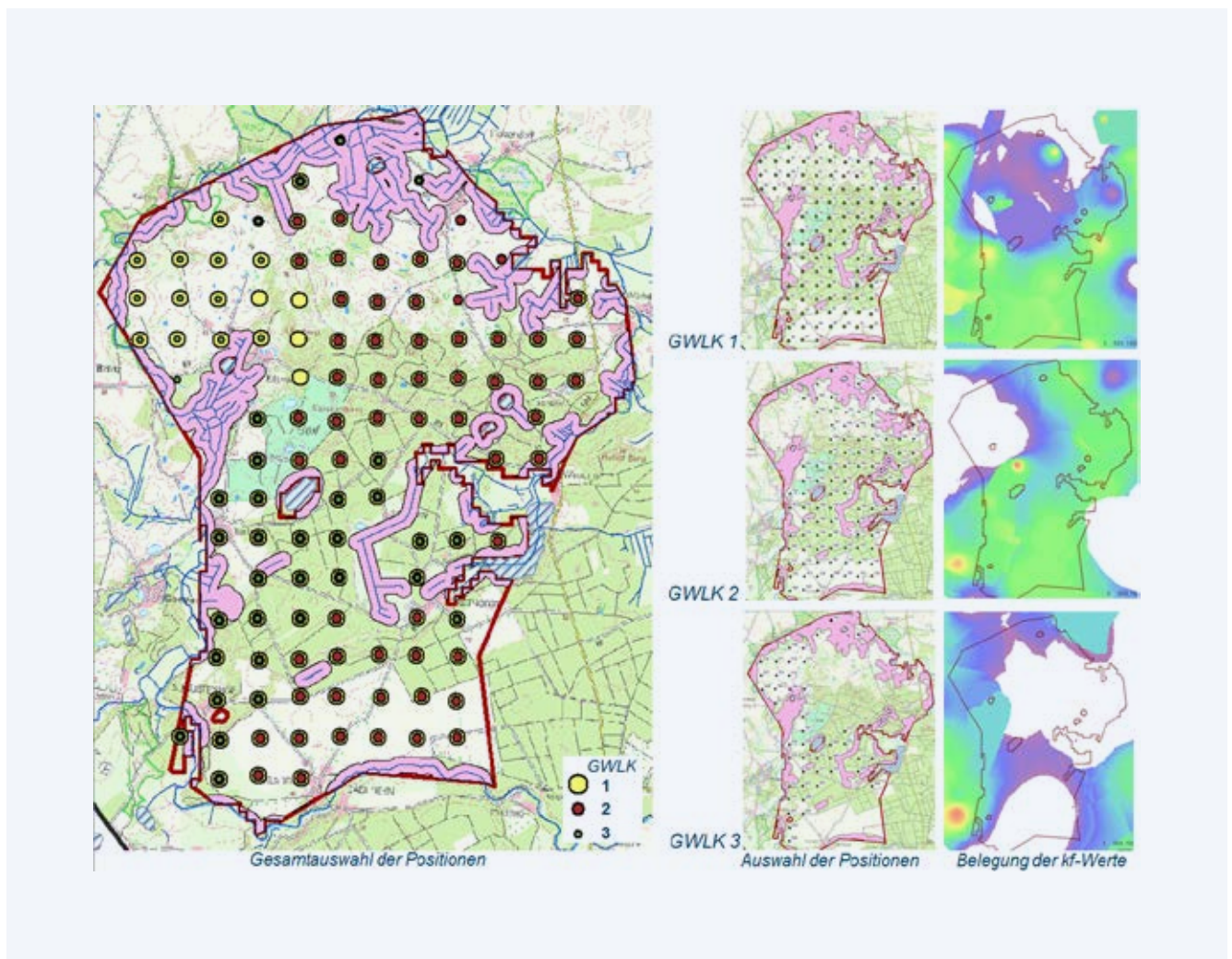


Abbildung 8: Position der ausgewerteten Brunnenstandorte

BEWERTUNG DER BRUNNENSTANDORTE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER MODELLUNSICHERHEIT

Anschließend wurden die 44 Brunnenstandorte, welche sich aufgrund der ersten Analyse mit dem Basismodell als aussichtsreich erwiesen hatten, einer Unsicherheitsanalyse unterzogen. Hierbei wurde die Simulation jeder Brunnenkonfiguration mehrfach mit den insgesamt 47 unterschiedlichen Modellen des Ensembles wiederholt.

Da sich die Ergebnisse der 47 Modellensemblemitglieder zwangsläufig mehr oder weniger stark unterscheiden, führt dies zu einer entsprechenden Unschärfe der Modellaussage. Diese Unschärfe ist die direkte Konsequenz aus der unvollständigen Kenntnis des Systems, insbesondere aufgrund der geringen Dichte an vorhandenen Grundwassermessstellen.

Als Beispiel für eine solche Modellunschärfe kann die wahrscheinliche Lage eines Brunneneinzugsgebietes (Abbildung 9) verwendet werden. Die Abbildung zeigt die Wahrscheinlichkeit an, mit welcher ein Ort im Modell innerhalb des Einzugsgebietes des Standortes liegt. Im Zentrum des Einzugsgebietes liegt die Wahrscheinlichkeit konstant bei 100 %, außerhalb bei 0 %. Im Randbereich gibt es einen Unschärfebereich, in welchem es nicht sicher ist, ob der Ort innerhalb des Einzugsgebietes liegt.

Ähnlich dazu entsteht auch bei der Auswertung der Eignungskriterien eine Verteilung des Ergebnisses, dessen Streuung die Modellunsicherheit der jeweiligen Aussage widerspiegelt.

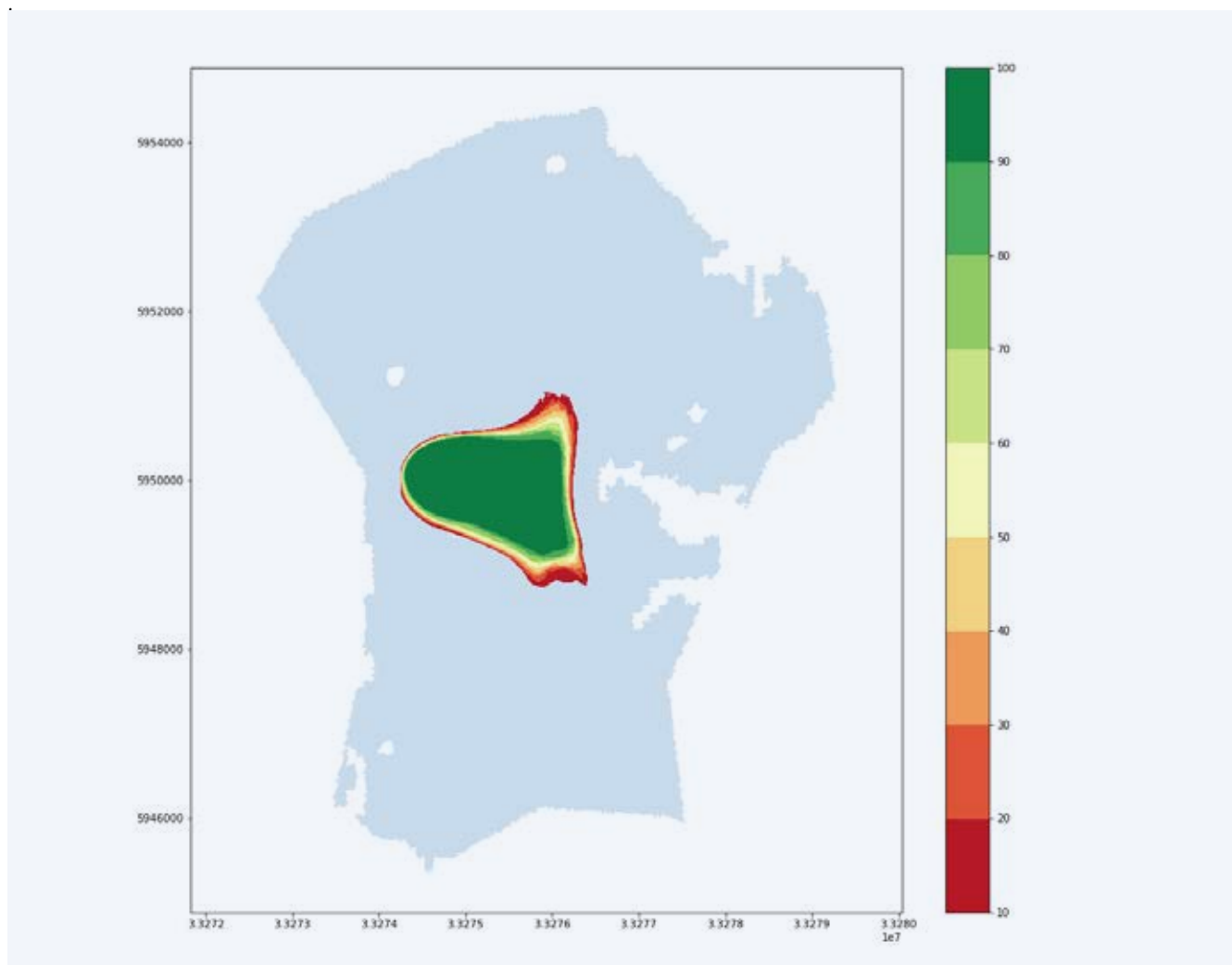


Abbildung 9: Wahrscheinlichkeitsverteilung der Ausdehnung eines Brunneneinzugsgebietes. 100 % (grün) zeigt Bereiche an, welche sicher vom Brunnen erfasst werden.

Dies lässt sich am Beispiel des Kriteriums 1 illustrieren. Nach diesem ist ein Brunnenstandort ungeeignet, wenn er zu Absenkungen von mehr als 1 m unter einem Mooregebiet führt. Abbildung 10 stellt die Ergebnisse des Modellensembles für die jeweils berechnete maximale Absenkung dar. Es wird deutlich, dass sich die Brunnen nicht nur anhand ihres Mittelwertes, sondern auch anhand ihrer Streuung deutlich unterscheiden.

Dies erlaubt nun die Bewertung der Eignung der Brunnenstandorte mit der geforderten Berücksichtigung der Streuung der Modellergebnisse, indem aus dem der Anteil der Simulationen, in welchen die Absenkung oberhalb des Schwellwertes lag, eine „Verletzungswahrscheinlichkeit“ für den Standort bestimmt wird. Dieses ist als Maß für die Eignung eines Brunnenstandortes einer bloßen Mittelwertbildung (oder gar dem Ergebnis eines einzelnen Modelllaufes, wie in klassischen Vorgehensweisen üblich) eine deutlich zuverlässigere Beschreibung.

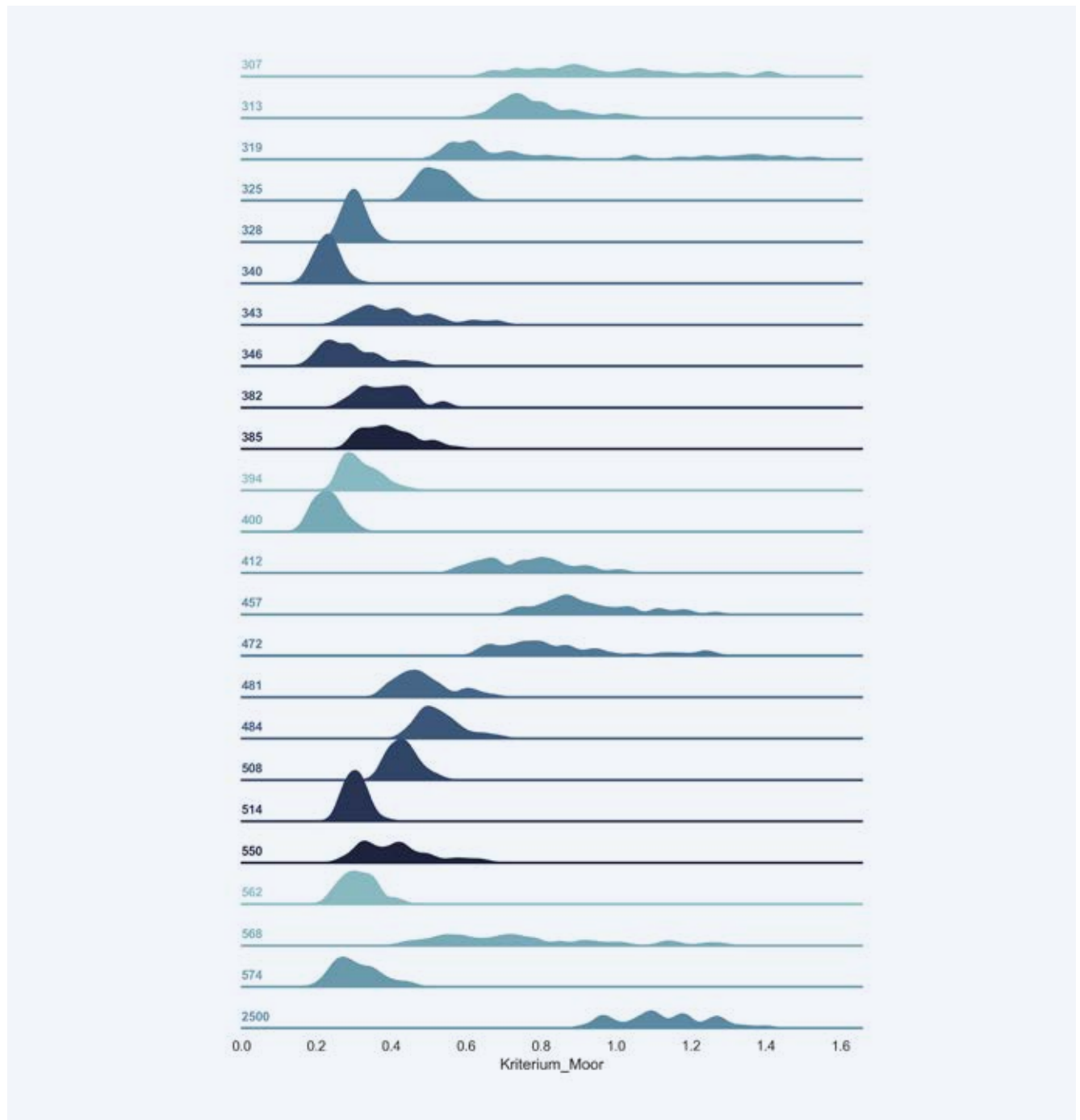


Abbildung 10: Wahrscheinlichkeitsverteilung der maximalen Absenkung unter Mooregebieten (Eignungskriterium 1). Liegen alle Ergebnisse unterhalb des Schwellenwertes von 1 m (rote Linie), kann der Standort als geeignet werden.

Nach Anwendung dieser Methodik auf alle Kriterien lässt sich eine Rangfolge der Brunnenstandorte in Bezug auf ihre wahrscheinliche Eignung erstellen. Insgesamt konnten in der Fallstudie 6 Standorte ermittelt werden, welche alle Kriterien auch unter den gegebenen Modellunsicherheiten erfüllten (d. h. es trat in keiner Simulation des Modellensembles eine Verletzung auf).

Sim-Nr	Brunnen-ID	GVK	Q (m³/d)	1 Moor	2 Wald	3 Brunnentiefe	4 EZG	5 ALF	6 Deck schicht	7 Lössfilter	8 Siedlungsflächen	9 Alter	Score (Produkt)	Score (Minimum)
325	109	2	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	100%	100%
328	110	2	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	100%	100%
329	110	2	960	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	100%	100%
508	170	2	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	100%	100%
509	170	2	960	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	100%	100%
514	172	2	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	100%	100%
697	233	3	720	✓ 98%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	98%	98%
313	105	2	720	✓ 98%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	98%	98%
340	114	2	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 90%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	98%	98%
655	219	3	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 96%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	96%	96%
515	172	2	960	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 91%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	91%	91%
550	104	2	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 00%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	89%	89%
346	116	2	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 93%	✓ 93%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	87%	93%
481	161	2	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 87%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	87%	87%
500	190	2	720	✓ 87%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 90%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	85%	87%
510	170	2	1200	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 85%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	85%	85%
622	208	3	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 95%	✓ 98%	83%	85%
509	197	3	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 00%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	83%	83%
412	138	2	720	✓ 98%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 98%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 85%	✓ 100%	81%	85%
472	158	2	720	✓ 95%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 96%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	81%	85%
343	115	2	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 90%	✓ 00%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	81%	83%
649	217	3	720	✓ 83%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 96%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 98%	79%	83%
698	233	3	960	✓ 83%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 96%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 98%	✓ 100%	78%	83%
457	150	2	720	✓ 74%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	74%	74%
482	161	2	960	✓ 98%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 72%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	71%	72%
551	184	2	960	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 72%	✓ 98%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	71%	72%
404	162	2	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 00%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	66%	66%
656	219	3	960	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 66%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	66%	66%
569	190	2	960	✓ 64%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 98%	✓ 100%	62%	64%
562	188	2	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 66%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 94%	62%	66%
574	132	2	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 60%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	60%	60%
307	103	2	720	✓ 67%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 96%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	58%	61%
483	161	2	1200	✓ 85%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 98%	✓ 66%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	55%	66%
347	116	2	960	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 83%	✓ 60%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	53%	60%
394	132	2	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 67%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 78%	53%	67%
385	129	2	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 70%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 72%	50%	70%
319	107	2	720	✓ 72%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 67%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	48%	67%
400	134	2	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 70%	✓ 67%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	47%	67%
623	208	3	960	✓ 57%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 74%	✓ 100%	43%	57%
552	184	2	1200	✓ 96%	✓ 100%	✓ 100%	✗ 53%	✓ 81%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	41%	53%
649	233	3	1200	✗ 53%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 98%	✓ 88%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 85%	✓ 100%	40%	53%
413	138	2	960	✗ 45%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 77%	✓ 100%	34%	45%
382	128	2	720	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 54%	✗ 48%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 83%	23%	48%
2500	500	2	720	✗ 27%	✓ 100%	✓ 98%	✓ 100%	✗ 7%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	✓ 100%	1%	7%

Abbildung 11: Ranking der Brunnenstandorte in Bezug auf ihre wahrscheinliche Eignung unter Berücksichtigung der Modellunsicherheit.

FESTLEGUNG VON ENTNAHMESTRATEGIEN MIT MEHREREN BRUNNEN

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse aus den Untersuchungen der Einzelentnahmen wurden nun die aussichtsreichen Brunnenstandorte kombiniert. Ziel war die Ermittlung potenziell geeigneter Entnahmestrategien unter Berücksichtigung kumulativer Effekte. Insgesamt soll dabei möglichst viel des ermittelten GW-Dargebots (in der Fallstudie $4,486 \text{ m}^3/\text{d}$) ausgeschöpft werden.

Die Ermittlung erfolgte händisch unter jeweils detaillierter Betrachtung der Modellergebnisse. Dies war trotz des großen Datenumfangs möglich, da mittels der vorherigen Arbeitsschritte ungeeignete Brunnen bereits ausgeschlossen werden konnten, und aufgrund der Unsicherheitsanalyse zielführende Informationen über die Verlässlichkeit der Brunnenstandorte vorlagen.

DATENWERTANALYSE

Aus der Feststellung, dass im Modellgebiet nur unzureichende Informationen zur Verfügung stehen und dies die Prognosefähigkeit des Modells herabsetzt, folgt natürlicherweise die Frage, wie diese Situation verbessert werden kann.

Eine gezielte Auswertung des Modellensembles kann hierfür wertvolle Informationen liefern, mit welchen Erkundungsmaßnahmen die Informationslage gezielt verbessert werden kann. Dies ist nicht Teil der Standardmethodik, soll aber aufgrund ihrer Nützlichkeit hier noch in Kürze beschrieben werden.

Bei der Erstellung des Modellensembles wurden deren Modellparameter zunächst innerhalb eines Intervalls variiert, dass die Parameterwerte einer Gleichverteilung entsprechen (Diese Parametersätze werden als un konditioniert bezeichnet).

Nach dem Ausschluss derjenigen Modelle, deren Ergebnisse nicht zu den Messungen passten, kommt es nun zu einer Veränderung der Parameterverteilung (konditionierte Parameterverteilung). Bei besonders sensiblen Parametern kommt es dabei zu einer deutlichen Reduzierung der Streuung. Dies zeigt an, dass aufgrund der Kalibrierung der Parameterwert innerhalb eines schmalen Bandes identifiziert werden konnte. Ein Beispiel ist in Abbildung 12 dargestellt.

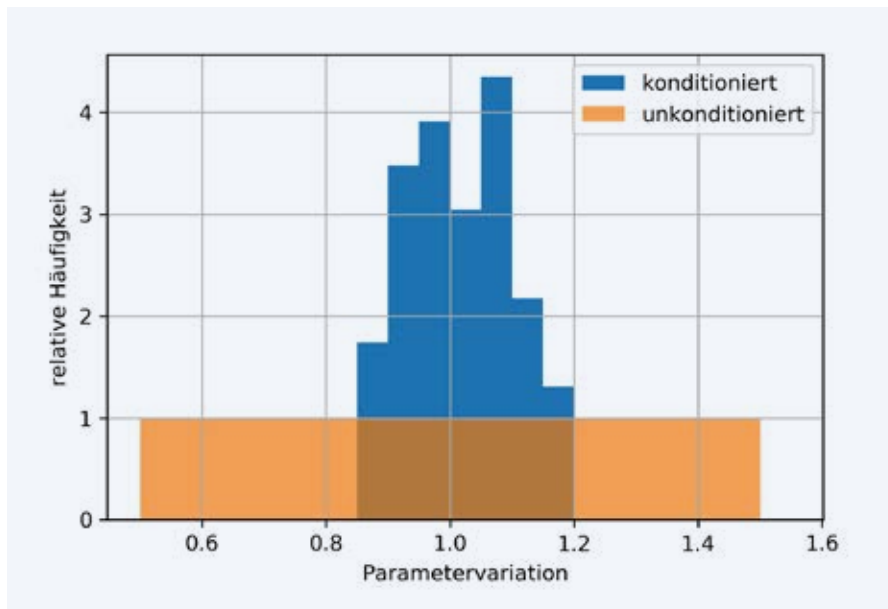


Abbildung 12: Parameterverteilung im Ensemble vor (unkonditioniert) und nach dem Ausschluss schlecht kalibrierter Modelle (konditioniert). Die Einengung des Wertebereichs zeigt an, dass der Parameter mit einer geringen Unsicherheit identifiziert werden konnte.

Umgekehrt wird der Wertebereich von Parametern mit geringer Sensitivität kaum oder gar nicht eingeschränkt (Abbildung 13). Eine Reduktion der Unbestimmtheit des Modellergebnisses findet in diesem Fall nicht statt, der Parameter konnte also auf Basis der vorliegenden Informationen nicht identifiziert werden und sollte somit für weitere Erkundungen in Betracht gezogen werden.

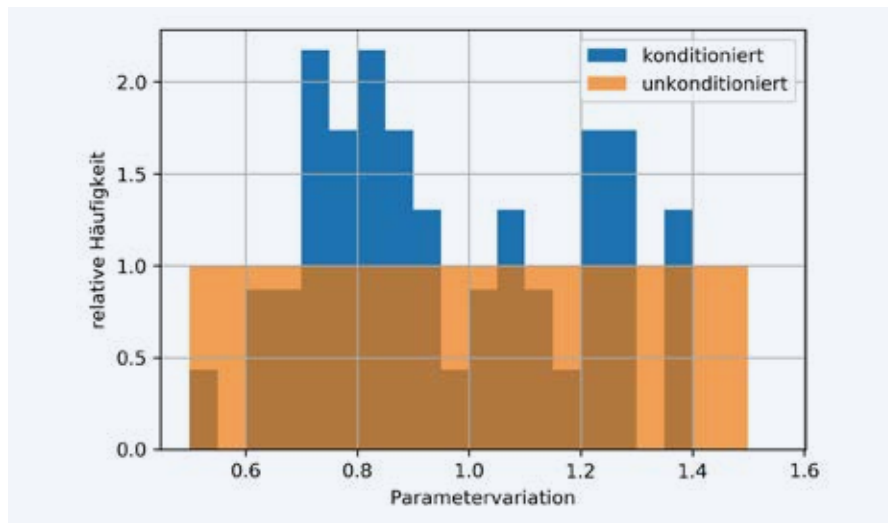


Abbildung 13: Parameterverteilung im Ensemble vor (unkonditioniert) und nach dem Ausschluss schlecht kalibrierter Modelle (konditioniert). Die Einengung des Wertebereichs zeigt an, dass der Parameter mit einer geringen Unsicherheit identifiziert werden konnte.

Neben einer Aussage über die Unsicherheit in Bezug auf Parameter lässt sich aus dem Modellensemble auch eine Information in Bezug auf die Genauigkeit der Grundwasserstände ziehen. Hierzu genügt es, die berechneten stationären Wasserspiegel der 47 Ensemblemodelle zu vergleichen und ihre Schwankung räumlich darzustellen. Das Ergebnis der Fallstudie zeigt, dass auch nach erfolgreicher Kalibrierung (das Modell kann die gemessenen Wasserstände hinreichend genau reproduzieren) die modellierten Wasserstände abseits von bekannten Wasserständen deutlich variieren. Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass sich diese Messstellen jeweils in der Nähe der Vorfluter befinden, in welchen keine große Schwankungen der Grundwasserspiegel zu erwarten.

Diese Information ist besonders interessant bei der Festlegung neuer Messstellenstandorte, da diese den größten Wert haben, wenn sie in Bereichen größter Unsicherheit errichtet werden. Erwartungsgemäß ist dies der Fall entlang der Wasserscheiden, wie in Abbildung 14 zu sehen ist.

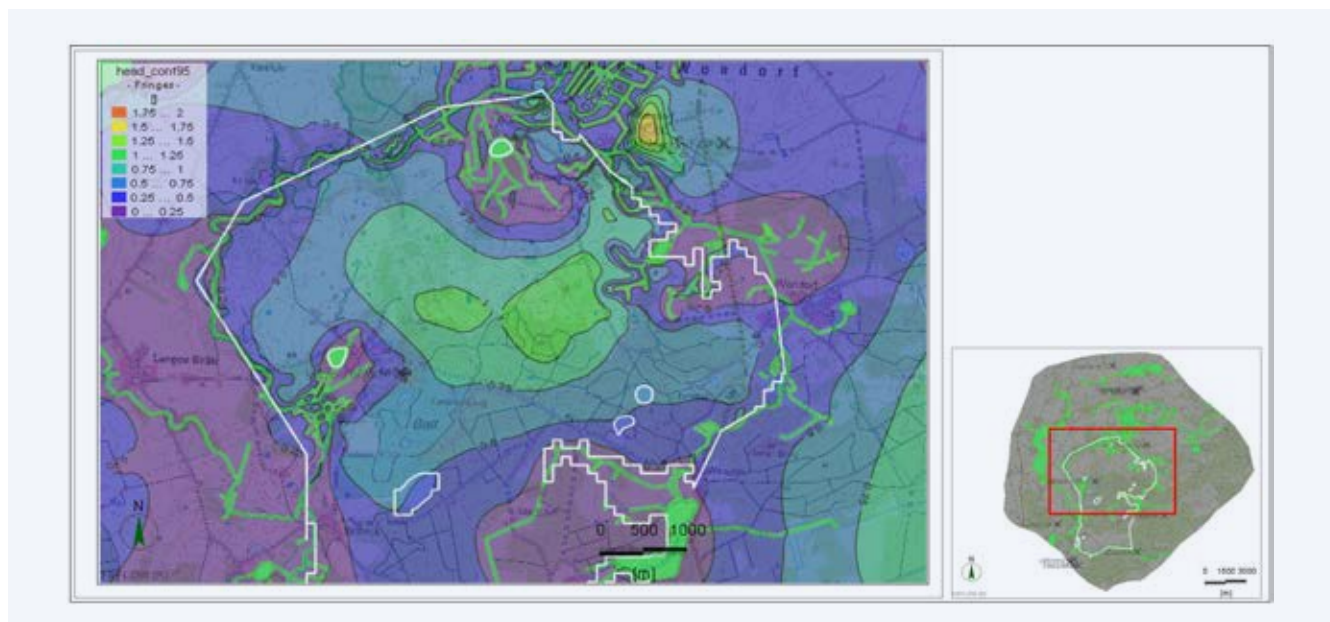


Abbildung 14: Streuung des durch das Ensemble berechneten Wasserspiegels. In Bereichen mit großer Streuung ist die Errichtung neuer Grundwassermessstellen am sinnvollsten und ökonomischsten.

GRUNDWASSERBESCHAFFENHEIT

Bei der Festlegung der Vorranggebiete soll auch die Grundwasserbeschaffenheit Berücksichtigung finden.

Hierfür lag im gewählten Modellgebiet allerdings keine ausreichende Datenbasis vor, um Brunnenstandorte auszuschließen. Derartige Untersuchungen sollten zumindest für die nun identifizierten Standorte nachgeholt werden.

V.3 Zusammenfassung

Die von DHI WASY im Auftrag des LUNG entwickelte Methodik zur Bestimmung von Brunnenstandorten in einem LEP-Vorranggebiet kann wie folgt zusammengefasst werden:

- 1. Aufbau eines Grundwassermodells**
Ermittlung der Grundlagendaten,
Geostatistische Analyse der Grundlagendaten,
Aufbau eines hydrogeologischen Modells,
Aufbau eines hydraulischen Modells inkl. Altersverteilung.
- 2. Kalibrierung des Grundwassermodells und Erstellung eines Ensembles**
Kalibrierung eines Basismodells,
Erstellung eines kalibrierten Modellensembles durch Variation der Parameter,
Prüfen der Datenverfügbarkeit (ergibt möglicherweise Notwendigkeit weiterer Datenerhebung oder Abbruch des Verfahrens).
- 3. Ermittlung einer Entnahmestrategie unter Berücksichtigung der Modellunsicherheit**
Prüfen von Brunnenstandorten auf einem Suchraster,
Vorauswahl (Ausschluss aussichtsloser Standorte),
Risikoanalyse der Standorte unter Verwendung des Modellensembles,
Ermittlung möglicher Kombinationsvarianten,
Analyse der Datenverfügbarkeit und evtl. weitere Exploration.

Wesentliche Aspekte dieses Vorgehens sind die Verwendung eines numerischen Grundwassermodells, welches die Auswirkung eines Brunnenbetriebes auf verschiedenen Aspekten der Grundwasserströmung – insbesondere in Bezug auf Absenkungen, Lage des Einzugsgebietes und Fließzeiten – prognostizieren kann.

Dieses Grundwassermodell wurde nun im Rahmen einer stochastischen Modellierung verwendet, um ein Modellensemble zu erstellen, das eine Vielzahl an Modellrealisierungen enthält, die als gleichwertig kalibriert angesehen werden können.

Die Prognosen zu den Brunnenstandorten wurden basierend auf diesem Modellensemble durchgeführt. Gegenüber dem klassischen Ansatz mit Verwendung nur eines einzelnen kalibrierten Modells kann somit durch Mittelwertbildung aller Modellergebnisse ein deutlich robusteres Ergebnis erhalten werden und durch Betrachtung der Streuung der Ergebnisse die Prognoseunsicherheit für einzelne Brunnenstandorte bestimmt werden. Beides führt zu einer deutlichen Risikominimierung in Hinblick auf auszuweisende Wasserschutzgebiete sowie für Investitionen in Bau und Betrieb von Brunnenanlagen. Außerdem kann mit den Erkenntnissen die weitere Erkundung der Gebiete zielgerichteter und somit kostengünstiger durchgeführt werden.

Anhang VI Maßnahmenplan

Nr.	Maßnahme	Ziel	Wirk-samkeit	Umsetzbarkeit
1	Aktualisierung/regelmäßige Fort-schreibung der Trinkwasserver-sorgungskonzeptionen der WVU	Anpassung der Konzeptionen an zeitliche und räumliche Rahmenbedingungen, Prüfen überregionaler Zusammenarbeit mit anderen WVU	sehr hoch	generell möglich
2	Monitoring - Beobachtung der Qualitäts- und Dargebotsent-wicklung und Steuerung der Bewirtschaftung	frühzeitiges Erkennen und Abwehr potenzieller Gefährdungen	hoch	generell möglich
3	Ausweisung/Überarbeitung von WSG entsprechend den aktuellen fachlichen und rechtlichen An-forderungen	Stabilisierung der Rohwasserqualität, Voraussetzung für Nutzungsbeschränkungen mit dem Ziel der Verringerung von Stoff-einträgen	hoch	generell möglich
4	Strukturelle Anpassung des Fest-setzungsverfahrens für WSG	Verkürzung der Verfahrensdauer, Akzeptanz-steigerung, höhere Flexibilität bei der Fest-setzung von Nutzungsbeschränkungen	hoch	generell möglich
5	Differenzierte Nutzungsbe-schränkungen in WSG	gezielte Verringerung von Stoffeinträgen, Stabilisierung der Rohwasserqualität, Verbesserung der Konsensfähigkeit von Nutzungsbeschränkungen	hoch	generell möglich
6	Ausstattung mit ausreichendem und qualifiziertem Personal in den unteren Wasserbehörden und im LUNG	Stärkung der Gewässeraufsicht, Stärkung der fachlichen Kompetenz in den Wasserbehör-den, Verkürzung der Verfahrensdauer	hoch	generell möglich
7	Ökolandbau in WSG	Verringerung von Stoffeinträgen, Stabilisie-rung und Verbesserung der Rohwasserquali-tät, Förderung des Ökolandbaus	sehr hoch	lokal möglich
8	Weitere wasserschonende Bewirt-schaftung von Flächen in WSG (z. B. im Rahmen Agrarumwelt-und Klimamaßnahmen - AUKM)	Verringerung von Stoffeinträgen, Stabilisie-rung der Rohwasserqualität	mittel	regional möglich

Umsetzungs- zeitraum	Wirkungseintritt	Dringlichkeit	Aufwand	Zuständige Akteure	Bemerkungen
wenige Jahre, laufend	Jahre	regional unter- schiedlich hoch	mittel	WVU	Grundlage für kurz-, mit- tel- und langfristige Pla- nungen, Investitionen und Versorgungssicherheit, ggf. kurzfristige Umsetzung reaktiver Maßnahmen
laufend	laufend	hoch	mittel	WVU, Land	Eigenüberwachung, Um- setzung Rohwassererlass sowie Gewässermoni- toringkonzeption und Gewässerüberwachungs- erlass
mehrere Jahre	Jahrzehnte	hoch	mittel	WVU, Wasserbehör- den	Differenzierte Anwen- dung der Verbote und Nutzungsbeschränkungen erforderlich, förmliche Rechtssetzungsverfahren, Aktualisierung der Mus- terVO
zeitnah	Jahrzehnte	hoch	mittel	Wasserbehörden, WVU	
viele Jahre	Jahrzehnte	regional unter- schiedlich hoch	hoch	Land, WVU, betroffe- ne Öffentlichkeit	Aktualisierung der Mus- terVO, Interessenaus- gleich schaffen, juristische Auseinandersetzungen möglichst abwenden
wenige Jahre	Wochen	hoch	hoch	Wasserbehörden	
viele Jahre	Jahrzehnte	regional unter- schiedlich hoch	hoch	örtliche Landwirte, (öffentliche) Flächen- eigentümer als Ver- pächter, WVU	finanzielle Förderung durch das Land über AUKM
viele Jahre	Jahrzehnte	regional unter- schiedlich hoch	mittel	örtliche Landwirte, (öffentliche) Flächen- eigentümer als Ver- pächter, WVU	finanzielle Förderung durch das Land über AUKM

Nr.	Maßnahme	Ziel	Wirksamkeit	Umsetzbarkeit
9	Kooperationen zwischen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft	Verringerung von Stoffeinträgen, Stabilisierung der Rohwasserqualität, Minimierung der Nutzungskonflikte, Verbesserung der Konsensfähigkeit von Nutzungsbeschränkungen, Ausgleich von Nutzungseinschränkungen	hoch	generell möglich
10	Flächenerwerb in WSG durch die WVU und Umsetzung einer wasserschonenden Landnutzung	Verringerung von Stoffeinträgen, Stabilisierung und Verbesserung der Rohwasserqualität	sehr hoch	lokal möglich
11	Moorwiedervernässung	Verringerung von Stoffeinträgen, Stabilisierung und Verbesserung der Rohwasserqualität	hoch	regional möglich
12	Waldmehrung in WSG	Verringerung von Stoffeinträgen, Stabilisierung und Verbesserung der Rohwasserqualität	sehr hoch	regional möglich
13	Waldumbau	Erhöhung der Grundwasserneubildung unter Waldflächen, Verringerung von Stoffeinträgen durch atmosphärische Deposition	sehr hoch	generell möglich
14	Land- und forstwirtschaftliche Beratung im Sinne des Gewässerschutzes	Grundwasserschutz, Verringerung von Stoffeinträgen, Stabilisierung der Rohwasserqualität	mittel	generell möglich
15	Ausweisung von Vorranggebieten Trinkwassersicherung in den Regionalen Raumentwicklungsprogrammen	Langfristige Sicherung noch ungenutzter Ressourcen (Wasserqualität und Wassermenge)	hoch	generell möglich
16	Rückhaltung der tiefen Grundwasserleiter für die öffentliche Trinkwasserversorgung	Langfristige Sicherung noch ungenutzter Ressourcen (Wasserqualität und Wassermenge)	sehr hoch	generell möglich
17	Regelmäßige Überprüfung der Wasserrechte, Überprüfung des tatsächlichen Bedarfes, Beachtung von Summationseffekten	soweit möglich bedarfsgerechte Gestattung von Wassernutzungen, Vermeidung von Nutzungskonflikten, Ausgleich von Nutzungsinteressen, Sicherung der öffentlichen Wasserrechte	hoch	generell möglich

Umsetzungs- zeitraum	Wirkungseintritt	Dringlichkeit	Aufwand	Zuständige Akteure	Bemerkungen
wenige Jahre	Jahrzehnte	sehr hoch	hoch	WVU, örtliche Landwirte, untere Wasserbehörden, Interessenverbände Wasserwirtschaft, Bauernverbände, Land	Freiwilligkeitsprinzip, gute Realisierungschancen bei Interessenübereinstimmung, ggf. finanzielle Förderung durch das Land, Moderation durch Wasserbehörde
viele Jahre	Jahrzehnte	regional unterschiedlich hoch	hoch	WVU, Flächeneigentümer, z. B. BVVG	kommunale Vorkaufsrechte bzw. Erstzugriffsoptionen für WVU nutzen bzw. rechtlich stärken
wenige Jahre	Jahrzehnte	hoch	hoch	Land, Ministerien	finanzielle Fördermöglichkeiten prüfen
sukzessiv über Jahrzehnte	Jahrzehnte	hoch	sehr hoch	Initiierung durch Landesregierung, WVU	finanzielle Fördermöglichkeiten prüfen, Ökosystemleistungen in die Bewertung einbeziehen
sukzessiv über Jahrzehnte	Jahrzehnte	hoch	sehr hoch	(Landes-)Forstwirtschaft, Waldbesitzer	finanzielle Fördermöglichkeiten prüfen, Ökosystemleistungen in die Bewertung einbeziehen
wenige Jahre	Jahrzehnte	hoch	gering	Landwirtschaftliche Fachbehörden, landwirtschaftliche Beratungsstellen	finanzielle Fördermöglichkeiten prüfen
wenige Jahre	Jahrzehnte	hoch	mittel	WVU, Land, insbesondere Raumordnung, Planungsbehörden, LUNG	
wenige Jahre	Jahrzehnte	hoch	gering	Untere Wasserbehörden, Land	unterirdische Raumplanung
wenige Jahre, laufend	Jahre	sehr hoch	mittel	Untere Wasserbehörden, LUNG	Grundwasserressourcenkarte regelmäßig aktualisieren (LUNG)

Nr.	Maßnahme	Ziel	Wirk-samkeit	Umsetzbarkeit
18	Entwicklung der Tourismusbranche entsprechend Landestourismuskonzeption; Konzentration auf qualitative Verbesserungen und Steigerungen ausschließlich in der Nebensaison	Begrenzung der Maximalbedarfe während der Saison	sehr hoch	regional möglich
19	Prüfung und ggf. Anpassung der Gebühren- und Entgeltstruktur der WVU	verursachergerechte Gebühren und Entgelte, Lenkungswirkung auf Höhe und zeitliche Verteilung von Wasserbedarfen, ökonomische Resilienz gegenüber Bedarfsschwankungen	mittel	generell möglich
20	Klimaangepasste Landnutzung und Optimierung der landwirtschaftlichen Bewässerung/Beregnung	Reduzierung der landwirtschaftlichen Wasserentnahmen	hoch	Anreize und Unterstützung erforderlich
21	Nutzung von Wasserspeichermöglichkeiten für die landwirtschaftliche Beregnung	Reduzierung der landwirtschaftlichen Grundwasserentnahmen	mittel	lokal möglich
22	Wasserentnahmeentgelt auch für die landwirtschaftliche Beregnung, Änderung des Landeswasserrechts	Lenkungswirkung, Beteiligung der Landwirtschaft an Finanzierung von Maßnahmen zum Wasserschutz	mittel	generell möglich
23	Verminderung der Entwässerung über Gräben durch bessere Steuerung und Förderung der nassen Landwirtschaft (Paludikultur)	Anhebung der Grundwasserstände und Wasserrückhalt, Verbesserung des Landschaftswasserhaushalts	hoch	Anreize und Unterstützung erforderlich
24	Erforschung und Etablierung einer kontrollierten Dränung	Verbesserung der Wasserqualität, Erhöhung des Wasserdargebotes, Verminderung des Bewässerungsbedarfes	hoch	Anreize und Unterstützung erforderlich
25	Transparenz wasserwirtschaftlich relevanter Daten zur Landnutzung (z. B. Düngung, Einsatz von Pflanzenschutzmitteln)	Informationsaustausch, Anpassung des Monitorings der WVU, Ursachenforschung	hoch	generell möglich

Umsetzungs- zeitraum	Wirkungseintritt	Dringlichkeit	Aufwand	Zuständige Akteure	Bemerkungen
wenige Jahre	Jahre	sehr hoch	gering	örtliche Planungsbe- hörden, Kommunen, Land, WVU	stärkere Lenkung der Tourismusentwicklung, stärkere Berücksichtigung von Landesentwicklungs- konzepten, insbesondere der Landestourismuskon- zeption
wenige Jahre	Jahre	hoch	gering	WVU, Kommunen	
viele Jahre	Jahre	regional unter- schiedlich hoch	mittel	Landwirtschaft, Land	finanzielle Fördermöglich- keiten prüfen
viele Jahre	Jahre	regional unter- schiedlich hoch	mittel	Landwirtschaft, untere Wasserbehörden, Land	finanzielle Fördermöglich- keiten prüfen
wenige Jahre	Jahre	hoch	gering	Land	
viele Jahre	Jahre	regional unter- schiedlich hoch	hoch	Flächennutzer, Was- ser- und Bodenver- bände, Land	finanzielle Fördermöglich- keiten prüfen
sukzessiv über viele Jahre	Jahre	mittel	hoch	Forschung, Landwirt- schaft, Land	Forschungsbedarf, finan- zielle Fördermöglichkei- ten prüfen, Fortführung Projekt Drainfit
wenige Jahre	Jahre	hoch	gering	Landwirtschaftliche Fachbehörden	

Anhang VII

Anforderungen an

Trinkwasserversorgungskonzepte

der Wasserversorgungsunternehmen

VII. 1	Bedarfsprognose.....	201
VII. 2	Aufzeigen von Problembereichen, von Möglichkeiten zur Optimierung der technischen Infrastruktur sowie Betrachtungen zum Risiko- und Krisenmanagement	203
VII. 3	Prüfung weiterer Möglichkeiten zur Trinkwasserbereitstellung.....	204
VII. 4	Ausarbeitung und Vergleich möglicher Lösungsvarianten	206

VII.1 Überblick

Als Grundlage der langfristigen wasserwirtschaftlichen Planungen müssen durch die Wasserversorger Trinkwasserversorgungskonzepte erarbeitet werden, die folgende Schwerpunkte umfassen:

1. Bedarfsprognose (ggf. getrennt für einzelne Versorgungsbereiche)
2. Aufzeigen von Problembereichen (räumlich und zeitlich), von Möglichkeiten zur Optimierung der technischen Infrastruktur sowie Betrachtungen zum Risiko- und Krisenmanagement
3. Prüfung weiterer Möglichkeiten zur Trinkwasserbereitstellung, Ermittlung und Bewertung der nutzbaren Wasserressourcen
4. Ausarbeitung und Vergleich möglicher Lösungsvarianten

Im Weiteren werden die Inhalte der genannten Bearbeitungsschwerpunkte kurz erläutert. Die enthaltenen Abbildungen sind Beispiele, die lediglich der Veranschaulichung dienen. Sie entstammen konzeptionellen Ausarbeitungen für Versorgungsgebiete, die durch vielfältige Probleme bei der Wasserversorgung gekennzeichnet sind.

Der tatsächlich erforderliche Umfang und die Detailliertheit der zu erarbeitenden Versorgungskonzepte ist von den Rahmenbedingungen des jeweiligen Versorgungsgebietes abhängig, sollte sich aber an den genannten Bearbeitungsschwerpunkten orientieren.

VII.2 Bedarfsprognose

Als Grundlage für die Erarbeitung von wasserwirtschaftlichen Ausbauplanungen sind die Ermittlung des aktuellen Wasserbedarfs und eine Abschätzung der künftigen Bedarfswerte durchzuführen. In der Regel sind die in der Abbildung 1 dargestellten Recherchen erforderlich.

Thema der Recherchen	Recherchen bei
Wasserversorgung – Versorgungsbereiche – Rohwasserentnahme und Wasserabgabe (Förderzahlen der vergangenen Jahre, Wasserverluste und Betriebswasser, bisherige Förderspitzen, saisonale Schwankungen) – Lieferung an andere WVU, Havarieabsicherung	WVU
Bevölkerung – Anzahl der Einwohner, Altersstruktur – Tendenzen der Bevölkerungsentwicklung – Entwicklungs- und Bebauungsplanungen	statistisches Landesamt, Gemeindeverwaltung, Raumordnungsamt
Großabnehmer – vertraglich vereinbarte und tatsächliche Wasserabnahme – Planungen, zukünftiger Bedarf	WVU, ggf. direkt beim Großabnehmer
Tourismus – Bettenkapazitäten – Übernachtungszahlen – saisonale Schwankungen der Touristenzahlen – Entwicklung in den letzten Jahren – Entwicklungsplanungen – Ausbau der Bettenkapazitäten und saisonverlängernde Maßnahmen	statistisches Landesamt, Gemeindeverwaltung, Tourismusverband, Raumordnungsamt

Abbildung 1: Erforderliche Recherchen für die Bedarfsprognose

Die Bearbeitung erfolgt in zwei Schritten: Zunächst wird die bisherige Entwicklung der Gebietsstruktur und des Wasserbedarfs analysiert. Auf dieser Basis kann dann der zukünftige Wasserbedarf abgeschätzt werden.

ERFASSUNG UND ANALYSE DES IST-ZUSTANDES

Die Rechercheergebnisse werden hinsichtlich der demografischen, der wirtschaftlichen und der touristischen Entwicklung ausgewertet und der Entwicklung des Wasserverbrauchs gegenübergestellt. Aus dem Vergleich

- der Struktur des Versorgungsbereiches der öffentlichen Wasserversorgung (u.a. Bevölkerung, Tourismus, Gewerbe/Industrie) und
- der Wasserabgabe durch den WVU

werden gebietsspezifische Bedarfszahlen und Spitzenfaktoren in Anlehnung an das DVGW-Regelwerk W 410 (A) „Wasserbedarf – Kennwerte und Einflussgrößen“ abgeleitet. Sie dienen der Ermittlung des derzeitigen Gesamtwasserverbrauchs (öffentliches Netz und Eigenwasserversorgung) und der Prognose des künftigen Wasserbedarfs.

PROGNOSE

In Auswertung der recherchierten Planungen und der Entwicklungstendenzen der Vergangenheit erfolgt eine Prognose der strukturellen Entwicklung:

- demografische Entwicklung,
- wirtschaftliche Entwicklung (Großabnehmer),
- touristische Entwicklung (Bauvorhaben, mögliche Obergrenzen der Touristenzahlen),

Kleingewerbe und öffentliche Einrichtungen können in den meisten Fällen der demografischen Entwicklung zugeordnet werden. Saisonale Schwankungen sind insbesondere in vom Tourismus dominierten Gebieten von Belang.

Aus den gebietsspezifischen Bedarfszahlen und Spitzenfaktoren sowie der prognostizierten strukturellen Entwicklung wird der künftige Wasserbedarf berechnet. In Tourismusregionen, die starke saisonale Schwankungen aufweisen, ist eine detaillierte Ermittlung der innerjährlichen Bedarfe sinnvoll (siehe Beispiel in der nachstehenden Abbildung 2).

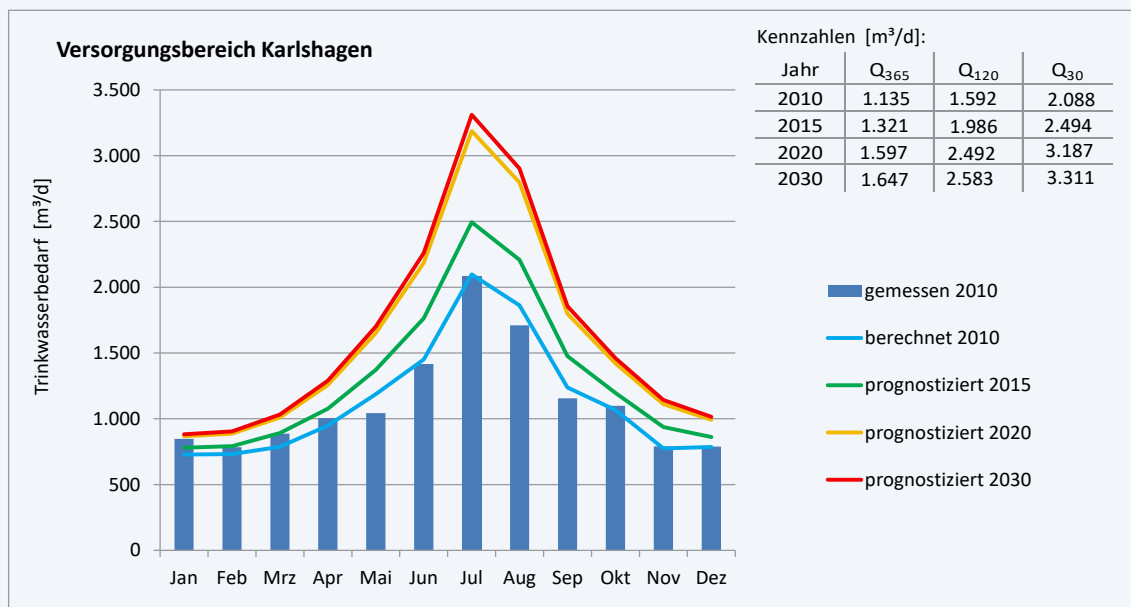


Abbildung 2: Bedarfsermittlung am Beispiel Karlshagen

VII.3 Aufzeigen von Problembereichen, von Möglichkeiten zur Optimierung der technischen Infrastruktur sowie Betrachtungen zum Risiko- und Krisenmanagement

Die aktuell genutzten Wasservorkommen werden hinsichtlich des Dargebotes und der Wasserqualität bewertet. Dabei ist es nicht generell zulässig, auf die laut Wasserrecht zulässigen Entnahmeraten zurückzugreifen, da sich bei älteren Wasserrechten die Rahmenbedingungen und/oder der fachliche Kenntnisstand seit der Genehmigung geändert haben können (vgl. Kapitel 2.2 des Hauptteiles). Die Bewertung sollte für jede Wasserefassung kurz (eventuell tabellarisch) dokumentiert werden.

Anschließend werden die aktuell nutzbaren Wasservorkommen den prognostizierten Bedarfen gegenübergestellt und hinsichtlich der nachstehenden Fragestellungen ausgewertet:

- Welche Versorgungssicherheiten sind unter Zugrundelegung des derzeit vorhandenen und aktuell schon in der Planung befindlichen Anlagenbestandes (Verbundleitungen, Speicher) gegeben?
- Welche zusätzlichen baulichen Maßnahmen sind sinnvoll, um sich abzeichnende Versorgungsengpässe zu mindern?
- Wo ist die Erschließung neuer Wasserressourcen erforderlich?

Eine Möglichkeit der Visualisierung der Problembereiche zeigen die nachstehenden Abbildungen 3 und 4 für unterschiedliche Bedarfskennzahlen.

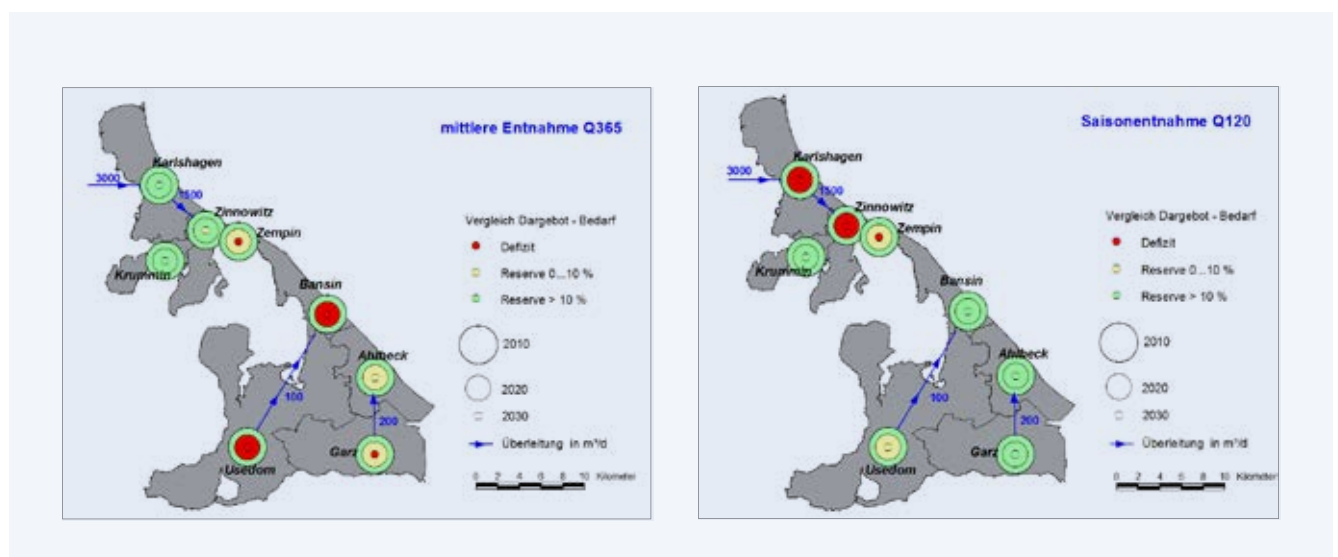


Abbildung 3: Problembereiche bei einer mittleren Entnahme (Q 365)

Abbildung 4: Problembereiche bei Saisonentnahme (Q 120)

Bei der Auswertung muss auch die zu erwartende Entwicklung der Rohwasserqualität beachtet werden. Wenn eine tendenzielle Verschlechterung gegeben ist, ist es erforderlich, präventive und reaktive Maßnahmen zur Sicherung der Rohwasserqualität in die Analyse einzubeziehen und deren Erfolgsaussichten und Kosten abzuschätzen (vergleiche Kapitel 5.1 des Hauptteiles).

Die WVU sind gehalten, sich mit Fragen der Sicherheit im betrieblichen Alltag und der Vorbereitung auf Krisenfälle aktiv zu befassen und entsprechende Notfallvorsorgeplanung zu betreiben. In diesem Zusammenhang wird beispielhaft auf das DVGW-Regelwerk W 1001 (M) „Sicherheit in der Trinkwasserversorgung – Risiko- und Krisenmanagement“, auf die Technischen Regeln DIN EN 15975-1 Sicherheit der Trinkwasserversorgung – Leitlinien für das Risiko- und Krisenmanagement – Teil 1: Krisenmanagement sowie die DIN EN 15975-2 Sicherheit der Trinkwasserversorgung – Leitlinien für das Risiko- und Krisenmanagement – Teil 2: Risikomanagement sowie auf die Veröffentlichungen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe zur Sicherheit der Trinkwasserversorgung hingewiesen¹

VII.4 Prüfung weiterer Möglichkeiten zur Trinkwasserbereitstellung

Wenn die langfristige Versorgung nicht allein durch eine Optimierung der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur gewährleistet werden kann, müssen weitere Möglichkeiten zur Trinkwasserbereitstellung untersucht werden. Das können sein

- die Erschließung noch nicht genutzter (Grund-)Wasservorkommen im eigenen Versorgungsgebiet,
- die Erschließung von (Grund-)Wasservorkommen in benachbarten Versorgungsgebieten, wenn diese vom dortigen WVU auch perspektivisch nicht benötigt werden,
- der Zukauf von Trink- oder Rohwasser von anderen Versorgern,
- die Nutzung von Oberflächenwasser, ggf. auch Meerwasser.

Die Optionen sind hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit und der zu erwartenden Kosten zu bewerten.

Bei der Ermittlung der noch verfügbaren Grundwasservorkommen im eigenen oder im benachbarten Versorgungsgebiet kann auf die Karte der Grundwasserressourcen zurückgegriffen werden². Für die dort ausgewiesenen Räume muss ermittelt werden, an welchen Standorten das Grundwasser gewinnbar ist, welche Erschließungsmaßnahmen erforderlich sind und welche Risiken bestehen. Für eine übersichtliche Bewertung hinsichtlich der Hydraulik, der Hydrochemie und des Raumwiderstandes bei der Erschließung (potenzielle Konflikte mit Nutzungen und Naturschutz) hat sich eine Einteilung in jeweils drei Klassen bewährt, die in der Abbildung 5 dargestellt sind:

Klasse	Dargebot/Hydraulik	Hydrochemie	Raumwiderstand
A	konzentrierte Gewinnbarkeit durch hydrogeologische Detailuntersuchungen nachgewiesen	keine Probleme zu erwarten	gering (großer Grundwasserflurabstand, keine Schutzgebiete)
B	vermutlich günstige hydrogeologische Bedingungen für eine konzentrierte Grundwassergewinnung	chemische Beeinträchtigungen bei langandauernder höherer Entnahme möglich → erhöhter Monitoringbedarf	hoch (grundwasserabhängige Landökosysteme zu beachten, Siedlungsbereiche)
C	geringe Ergiebigkeit, Gefahr von Fehlbohrungen, nur dezentrale Gewinnung möglich	hydrochemische Auffälligkeiten bekannt, Nutzung u.U. nur im Verschnitt möglich	sehr hoch (naturschutzfachliche Restriktionsgebiete)

Abbildung 5: Bewertung Hydraulik, Hydrochemie und Raumwiderstand bei Erschließung von Grundwasserressourcen

¹ z. B. <https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Mediathek/Publikationen/PiB/PiB-15-sicherheit-trinkwasserversorgung-teil1.html>

² <https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/atlas/script/index.php>

Durch eine kartografische Aufbereitung wie in der nachstehenden Abbildung 6 können die Ergebnisse veranschaulicht werden. Zu empfehlen ist, auch die bestehenden Wasserfassungen in die Darstellung aufzunehmen.

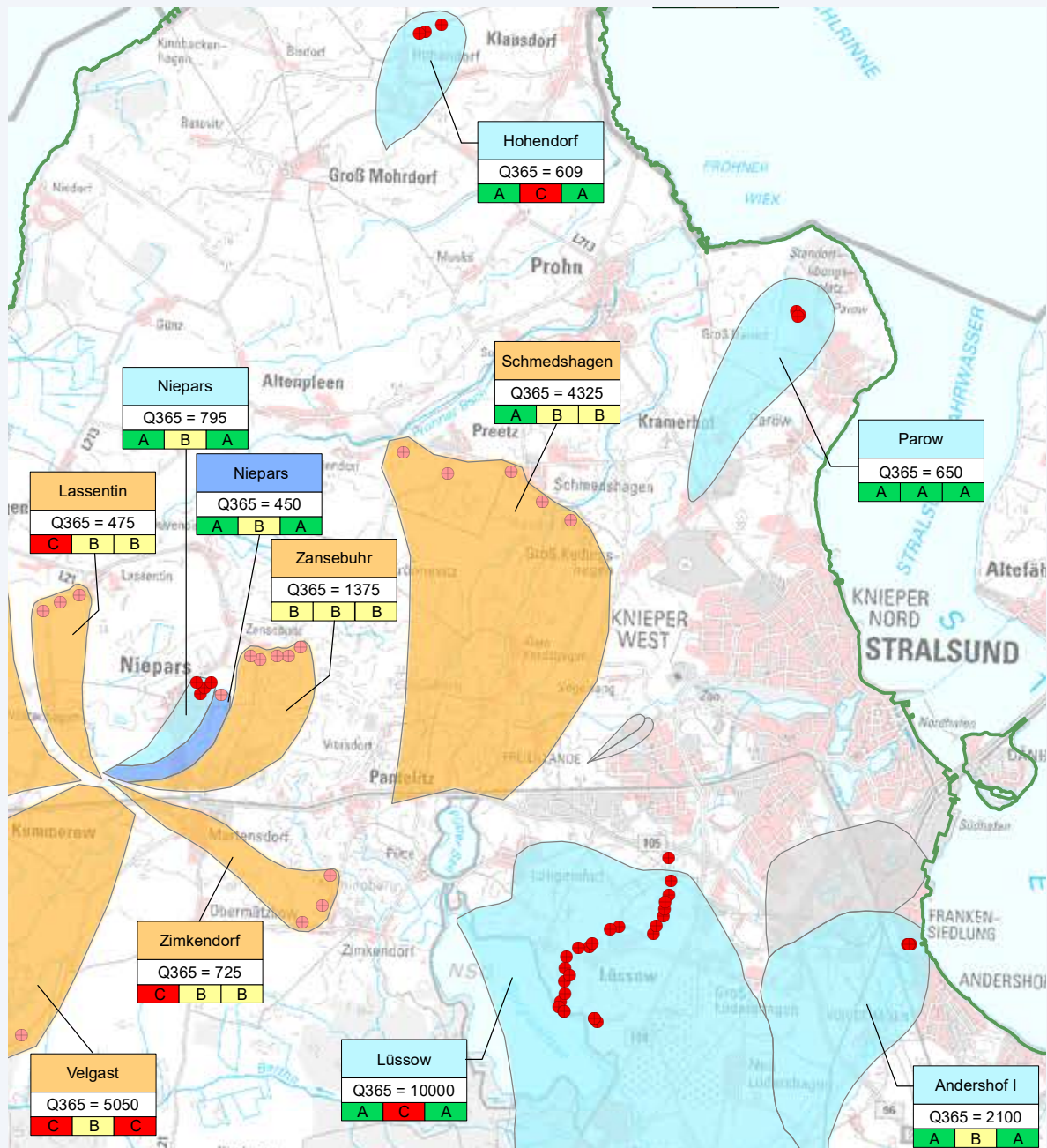


Abbildung 6: Beispiel einer kartografischen Darstellung der Bewertung

VII.5 Ausarbeitung und Vergleich möglicher Lösungsvarianten

Im Ergebnis der vorangegangenen Bearbeitungsschritte werden konkrete Varianten erarbeitet, die geeignet sind, die Wasserversorgung langfristig zu sichern. Sie sind im Rahmen einer qualifizierten Vorplanung so weit auszuarbeiten, dass eine detaillierte Kostenschätzung möglich ist. Mit Hilfe von Kostenvergleichsrechnungen wird anschließend die Wirtschaftlichkeit bewertet. Der Variantenvergleich sollte neben den Kosten aber auch Fragen der Umsetzbarkeit und der Versorgungssicherheit berücksichtigen.

Die nachstehenden Abbildungen zeigen exemplarisch das Ergebnis einer Kostenvergleichsrechnung sowie einen Investitionskostenplan.

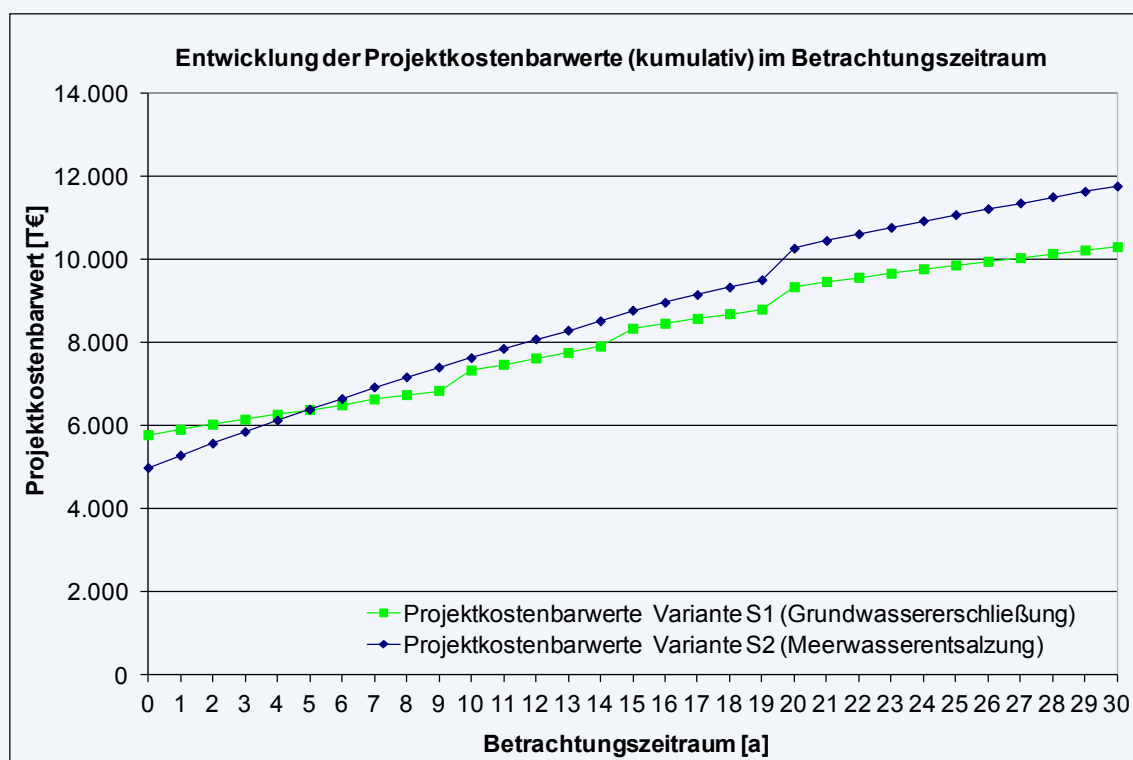


Abbildung 7: Kostenvergleichsrechnung

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Behälterfüllleitung Mahlzow-Krummin	39.700 €	396.495 €						
Reaktivierung WF Karlshagen		163.300 €	163.300 €					
Neubau RWB Zinnowitz 2 x 2000 m³		151.000 €	1.142.000 €	489.500 €				
Behälterfüllleitung Zinnowitz			56.000 €	393.440 €	266.320 €			
Überleitung zum WW Karlshagen					47.800 €	318.000 €	245.425 €	
Grundwassererschließung Suckow				21.390 €	86.250 €	103.275 €	374.550 €	
Grundwassererschließung Mellenthin/Katschow		34.500 €	172.500 €	172.500 €	205.805 €	661.870 €		
Neubau RWB Pudagla 2 x 2.000 m³			150.000 €	55.000 €	1.077.500 €	500.000 €		
Neubau Wasserwerk Neppermin					126.900 €	760.000 €	734.600 €	
Behälterfüllleitung Pudagla						87.950 €	1.035.830 €	
Verbindungsleitung Zempin-Koserow							69.650 €	741.100 €

Gesamtinvestitionen



Abbildung 8: Investitionskostenplan

Impressum

Herausgeber

Ministerium für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern
Paulshöher Weg 1/19061 Schwerin
Telefon (0385) 588-0/ Fax (0385) 588 16024
Internet: www.lm.mv-regierung.de
E-Mail: e.klaussner-ziebarth@lm.mv-regierung.de

Redaktion und Text:

Autorenkollektiv unter Verwendung der Projektarbeit „Trinkwasserversorgungskonzeption des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Teil 2: Grundsatzplan Wasserversorgung 2040“ (Projekt-Nr.: 28715-00) der Firma UmweltPlan GmbH Stralsund und unter Leitung des Ministeriums für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern (LM)

Referat 430 Boden- und Grundwasserschutz, Altlastenfreistellung

Referat 440 Grundsatzangelegenheiten der Wasserwirtschaft und des Wasserrechts, Förderung wasserwirtschaftlicher Vorhaben, Abwasserbeseitigung

projektbegleitende Arbeitsgruppe

Annett Andreas	UWV Landkreis Mecklenburgische Seenplatte
Heike Handke	LUNG
Dr. Gerhard Hauk	LAGuS
Soeren Hinrichsen	StALU VP
Katrin Pröhl	LM
Henning Schmidt	WAZV Parchim Lübz
Olaf Seefeldt	LM
Dr. Markus Wolfgramm	ehemals LUNG, jetzt LM
Volkhardt Zillmann	WAG Schwerin
Thomas Zimmermann	REWA Stralsund
Eckart Zobel	ZV Grimmen

Fotos

Fotostudio Berger, Schwerin (Porträt)
shutterstock.com (Titel)

Druck

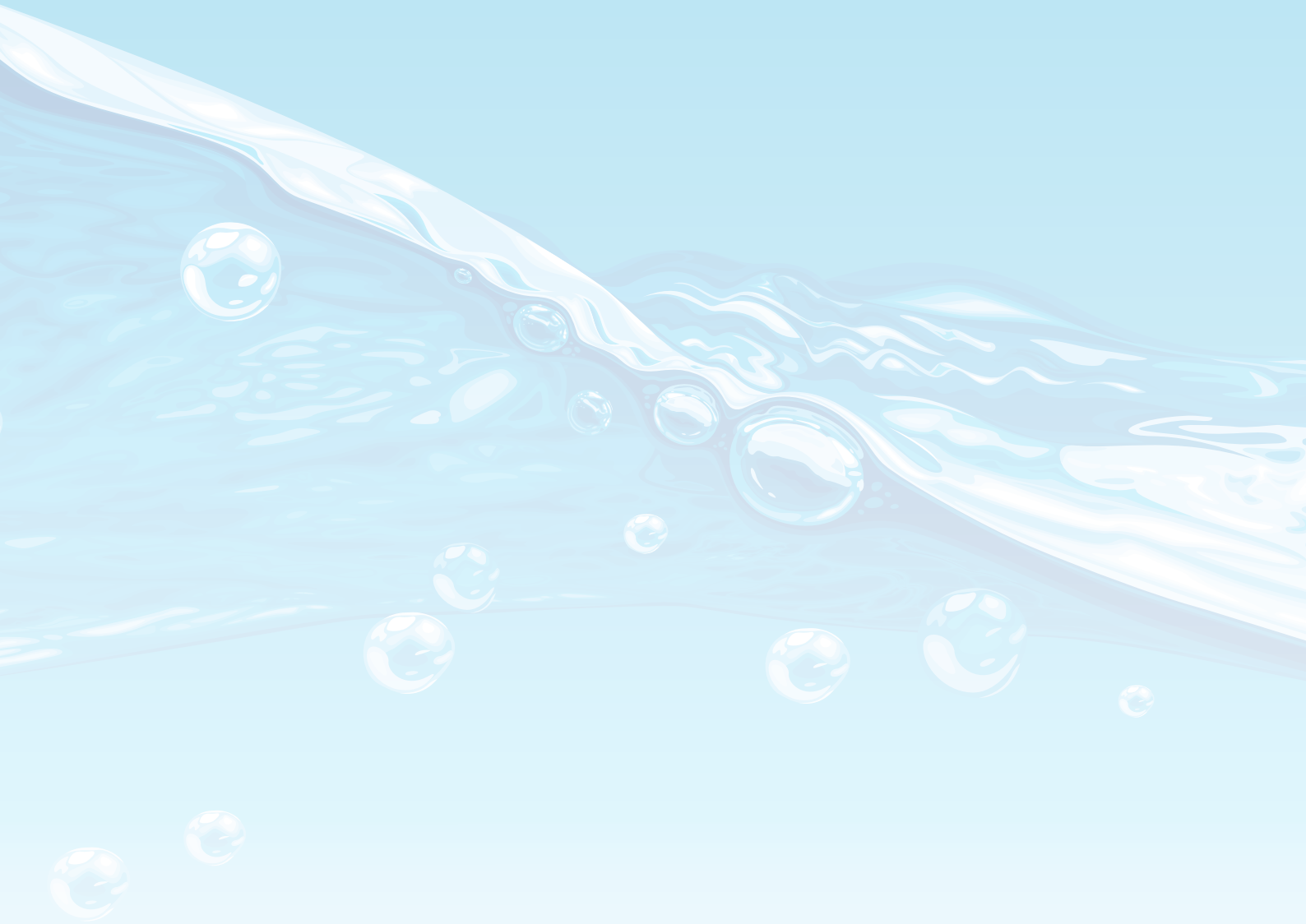
Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern

Layout

produktionsbüro TINUS, Schwerin

Diese Publikation wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern unentgeltlich abgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt.

Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen/Wahlwerbern oder Wahlhelferinnen/Wahlhelfern während des Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin/dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.



Mecklenburg-Vorpommern
Ministerium für Klimaschutz,
Landwirtschaft, ländliche
Räume und Umwelt