

**Vorlage – zur Kenntnisnahme –**

**Masterplan Wasser Berlin – Zwischenbericht zum Stand der Erarbeitung**



Der Senat von Berlin  
UVK – II B 20  
Tel.: 9025-2048

An das

Abgeordnetenhaus von Berlin

über Senatskanzlei - G Sen -

V o r l a g e

- zur Kenntnisnahme –

des Senats von Berlin

über

Masterplan Wasser Berlin – Zwischenbericht zum Stand der Erarbeitung

-----  
Der Senat legt nachstehende Vorlage dem Abgeordnetenhaus zur Besprechung vor.

### **Masterplan Wasser Berlin – Zwischenbericht zum Stand der Erarbeitung**

Die Berliner Bevölkerung wird seit mehr als hundert Jahren mit Trinkwasser aus dem eigenen Stadtgebiet und dem direkt angrenzenden Umland versorgt. Nach einem langjährigen Rückgang des Trinkwasserverbrauchs seit den 1990er Jahren steigen seit einigen Jahren die Verbrauchsmengen wieder merklich an. Die weiterhin wachsende Bevölkerung in Berlin und dem Berliner Umland wird zu einem steigenden Trinkwasserbedarf und somit auch einem erhöhten Abwasseranfall führen. Zugleich werden durch den Klimawandel Trockenphasen voraussichtlich zunehmen und länger andauern.

Die Trinkwasserversorgung erfolgt über ca. 600 Brunnen in neun Wasserwerken. Da die natürlich gebildeten Grundwasservorräte zur Versorgung nicht ausreichen, werden rund 10 Prozent der benötigten Rohwassermenge mit Hilfe künstlicher Grundwasseranreicherung durch Oberflächenwasser und rund 60 Prozent durch Uferfiltration aus Havel und Spree gewonnen.

Die Berliner Gewässer sind durch Einträge von Nähr- und Schadstoffen erheblichen Belastungen ausgesetzt. Darüber hinaus stellen die Folgen des Braunkohletagebaus sowie des Kohleausstiegs bis 2038 in der Lausitz die Berliner Wasserwirtschaft vor große Herausforderungen. Neben der Sulfatproblematik rückt zunehmend das Wassermengenproblem in den Fokus. Die Trockenjahre 2018, 2019 und 2020 lassen bereits erahnen, welche bedeutsamen Herausforderungen zur Stützung des Wasserhaushaltes auf Bund, Länder und Verursacher zur Aufrechterhaltung der wasserwirtschaftlichen Mindestanforderungen für das Spreesystem zukommen. Auch im Einzugsgebiet der Havel bestand durch die temperaturbedingt hohe Verdunstung und die geringen Niederschlagsjahressummen in den Jahren 2018-2020 ein Wasserdefizit und die Zuflüsse nach Berlin waren besonders niedrig. Zudem steigt der Druck auf die

Grundwasserressourcen angesichts einer wachsenden Bevölkerung bei gleichzeitig abnehmender Grundwasserneubildung spürbar.

Um die Bevölkerung auch zukünftig mit qualitativ hochwertigem Trinkwasser zu versorgen und zugleich dem Gewässerschutz und den vielfältigen Gewässernutzungen bestmöglich Rechnung zu tragen, erarbeitet die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz derzeit den „Masterplan Wasser“. Der beigefügte Zwischenbericht zum Stand der Erarbeitung des Masterplans Wasser (s. Anlage) beleuchtet die potentiellen Veränderungen wasserwirtschaftlich relevanter Rahmenbedingungen und stellt die bislang erzielten Ergebnisse szenarienbasierter Risikobetrachtungen für das Oberflächen- und Grundwasser vor. Er enthält des Weiteren eine Zusammenstellung der erforderlichen sowie zu prüfenden Maßnahmen bzw. Handlungsoptionen und des derzeitigen Umsetzungsstands.

Zwischenergebnisse der laufenden bzw. abgeschlossenen Teilprojekte des Masterplans Wasser wurden 2020 und 2021 in ersten Stakeholderworkshops vorgestellt. Diese Stakeholderbeteiligung wird 2021 fortgeführt, ebenso ist 2021 auch eine breitere Öffentlichkeitsbeteiligung vorgesehen. Die Aufstellung des Masterplans Wasser erfolgt in kontinuierlicher Zusammenarbeit und Abstimmung mit den Berliner Wasserbetrieben. Des Weiteren fanden zum Masterplan Wasser und relevanten Teilprojekten Gespräche mit Vertreterinnen und Vertretern der Wasserwirtschaftsverwaltung in Brandenburg statt. Diese Gespräche werden auch in 2021 fortgesetzt.

Es wird angestrebt, einen ersten Entwurf des Masterplans nach Abschluss der laufenden Grundlagenarbeiten und des Beteiligungsverfahrens im Herbst 2021 vorzulegen. Der Masterplan Wasser wird einer fortlaufenden Evaluierung und Anpassung an neue Erkenntnisse unterliegen und ist somit als ein dynamischer Erkenntnis- und Strategieprozess angelegt.

Berlin, den 22. Juli 2021

Der Senat von Berlin

Michael Müller

Regierender Bürgermeister

R. Günther

Senatorin für  
Umwelt, Verkehr und Klimaschutz



# Masterplan Wasser Berlin

**Zwischenbericht zum Stand der Erarbeitung**

**Stand: 24.06.2021**

Senatsverwaltung Umwelt, Verkehr und Klimaschutz  
Abteilung II „Integrativer Umweltschutz“  
Referat II B „Wasserwirtschaft, Wasserrecht, Geologie“  
Brückenstraße 6  
10179 Berlin

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung und Ziel des Masterplans Wasser</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Projektstruktur und Einordnung des Masterplans in die wasserwirtschaftliche Planung des Landes Berlin</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Potenzielle Veränderungen wasserwirtschaftlich relevanter Rahmenbedingungen</b> .....	<b>5</b>
3.1	Folgen des Klimawandels .....	5
3.2	Folgen des Braunkohletagebaus.....	7
3.3	Zwischenfazit zu den klimawandel- und bergbaubedingten Veränderungen.....	8
3.4	Bevölkerungsentwicklung .....	8
3.5	Entwicklung des Trinkwasserbedarfs und des Abwasseranfalls .....	10
<b>4</b>	<b>Szenarienbasierte Risikobetrachtungen für das Oberflächen- und Grundwasser</b> .....	<b>13</b>
4.1	Teilprojekt I: Modellgestützte Berechnung der Effekte verschiedener Szenarien des Oberflächenwasserdargebots und der Wassernutzung im Berliner Gewässersystem.....	13
4.1.1	Szenarien.....	14
4.1.2	Ergebnisse Stauhaltung Spandau.....	16
4.1.3	Ergebnisse Stauhaltung Mühlendamm .....	16
4.1.4	Ergebnisse Stauhaltung Brandenburg.....	17
4.2	Teilprojekt II: Berechnung der Anteile geklärten Abwassers an ausgewählten Bilanzpunkten des Berliner Gewässersystems für verschiedene Szenarien.....	18
4.3	Zwischenergebnisse Teilprojekt III: Überschlägige Grundwasserbilanzbetrachtungen in den Einzugsgebieten der Wasserwerke auf dem Berliner Stadtgebiet.....	22
4.3.1	Bilanzgrößen.....	23
4.3.2	Betrachtete Zustände und Szenarien .....	26
4.3.3	Verwendete Datengrundlagen.....	29
4.3.4	Unsicherheiten .....	29
4.3.5	Ergebnisse .....	30
4.3.6	Ausblick .....	34
4.4	Zusammenfassung der bislang erzielten Ergebnisse.....	34
<b>5</b>	<b>Maßnahmen und Handlungsoptionen</b> .....	<b>35</b>
5.1	Wassermengenmanagement.....	35
5.2	Abwasserinfrastruktur / Klärwerke / Regenwasserbewirtschaftung .....	37
5.3	Rohwassergewinnung / Wasserversorgung / Wasserwerke.....	39
5.4	Übergreifende / weitere Maßnahmen.....	41
5.5	Strategien auf Bundesebene / EU-Ebene.....	42
<b>6</b>	<b>Fazit und weitere Schritte</b> .....	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>46</b>

## **1 Veranlassung und Ziel des Masterplans Wasser**

Die Berliner Bevölkerung wird seit mehr als hundert Jahren mit Trinkwasser aus dem eigenen Stadtgebiet und dem direkt angrenzenden Umland versorgt. Nach einem langjährigen Rückgang des Trinkwasserverbrauchs seit den 1990er Jahren steigen seit einigen Jahren die Verbrauchsmengen wieder merklich an. Die weiterhin wachsende Bevölkerung in Berlin und dem Berliner Umland wird zu einem steigenden Trinkwasserbedarf und somit auch einem erhöhten Abwasseranfall führen. Zugleich werden durch den Klimawandel Trockenphasen voraussichtlich zunehmen und länger andauern.

Die Berliner Gewässer sind durch Einträge von Nähr- und Schadstoffen erheblichen Belastungen ausgesetzt. Darüber hinaus stellen die Folgen des Braunkohletagebaus sowie des Kohleausstiegs bis 2038 in der Lausitz die Berliner Wasserwirtschaft vor große Herausforderungen. Neben der Sulfatproblematik rückt zunehmend das Wassermengenproblem in den Fokus. Die Trockenjahre 2018, 2019 und 2020 lassen bereits erahnen, welche bedeutsamen Herausforderungen zur Stützung des Wasserhaushaltes auf Bund, Länder und Verursacher zur Aufrechterhaltung der wasserwirtschaftlichen Mindestanforderungen für das Spreesystem zukommen werden. Auch im Einzugsgebiet der Havel bestand durch die temperaturbedingt hohe Verdunstung und die geringen Niederschlagsjahressummen in den Jahren 2018-2020 ein Wasserdefizit und die Zuflüsse nach Berlin waren besonders niedrig. Zudem steigt der Druck auf die Grundwasserressourcen angesichts einer wachsenden Bevölkerung bei gleichzeitig abnehmender Grundwasserneubildung spürbar.

Ziel des „Masterplans Wasser“ ist es, auf Grundlage von Analysen potenzieller Veränderungen wasserwirtschaftlich relevanter Rahmenbedingungen und darauf aufbauender Risikobetrachtungen, Strategien und Handlungsoptionen zu erarbeiten, um die Trinkwasserversorgung, den Gewässerschutz und eine angepasste Abwasserentsorgung Berlins und des Berliner Umlands zu sichern. Er soll als mittel- und langfristige Strategie der Wasserwirtschaft in Berlin die Grundlage für darauf aufbauende Konzepte und Planungen von Anpassungsmaßnahmen bilden.

## **2 Projektstruktur und Einordnung des Masterplans in die wasserwirtschaftliche Planung des Landes Berlin**

Der Masterplan Wasser ist als mittel- bis langfristige Strategie zur Bewältigung der wasserwirtschaftlichen Zukunftsherausforderungen angelegt und wird in aufeinander aufbauenden bzw. sich ergänzenden Teilprojekten erarbeitet. Ein Überblick über die aktuelle Projektstruktur gibt Abbildung 3.1-1.

Eine wichtige Grundlage des Masterplans Wasser bilden die Prognosen zur Bevölkerungsentwicklung in Berlin und dem Berliner Umland, auf deren Basis durch die Berliner Wasserbetriebe (BWB) die zukünftigen Trinkwasserbedarfe und Abwassermengen abgeschätzt wurden. Von hoher Bedeutung sind darüber hinaus die aktuellen Studien zum Klimawandel in Berlin und der Region Berlin-Brandenburg, die beispielsweise im Rahmen des Projektes „Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Berlin“ (AFOK, Reusswig et al. 2016) durchgeführt wurden.

Basierend auf diesen und weiteren Studien, Prognosen und Projektionen zu potenziellen Veränderungen wasserwirtschaftlich relevanter Rahmenbedingungen erfolgen im Rahmen des Masterplans Wasser szenarienbasierte Risikobetrachtungen für das Oberflächen- und Grundwasser. Von hoher Bedeutung sind hierbei die drei Grundlagenprojekte, in Abbildung 3.1-1 bezeichnet als Teilprojekte I-III. In diesen Teilprojekten werden maßgebliche, aktuelle Erkenntnisdefizite beleuchtet.

Im Teilprojekt I werden verschiedene Szenarien des Wasserdargebots der Oberflächengewässer in Kombination mit der Wassernutzung modellgestützt untersucht und ihre Effekte auf die

Wasserstände und Durchflüsse im Berliner Gewässersystem beschrieben. Dieses Projekt ist abgeschlossen, der Endbericht liegt vor (IWU 2020a, noch unveröffentlicht). Die Ergebnisse dieses Projekts werden zusammenfassend in Kapitel 4.1 vorgestellt.

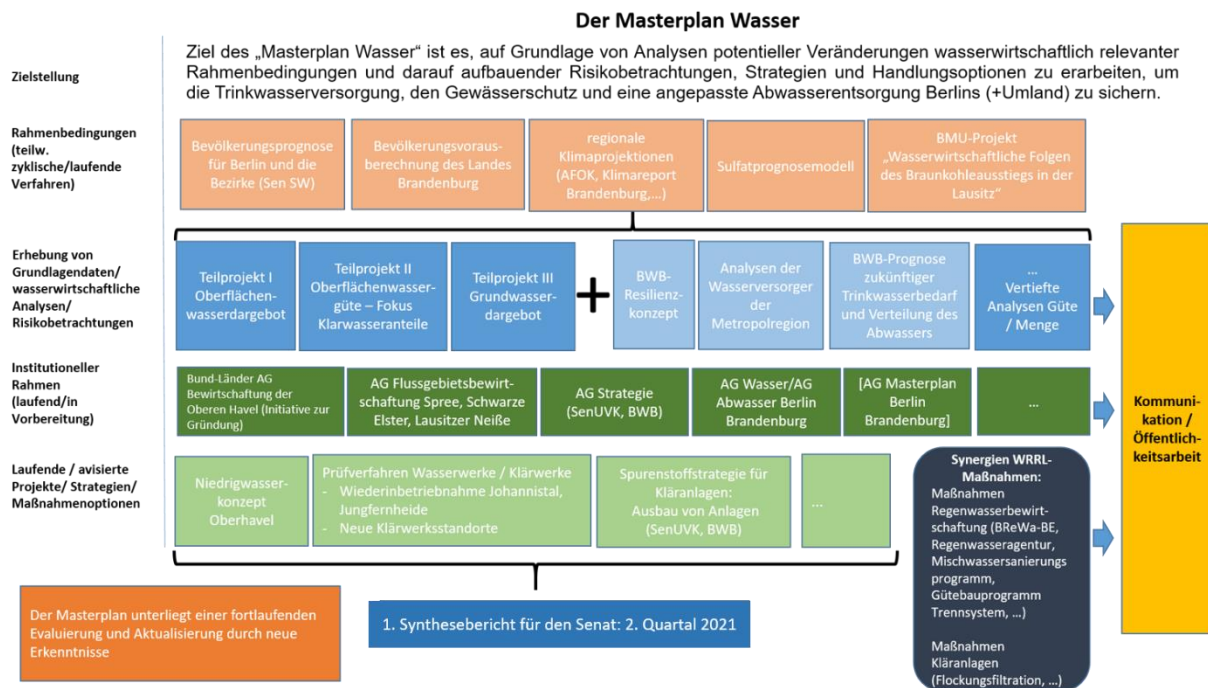


Abbildung 3.1-1: Projektstruktur des Masterplans Wasser

Aufbauend auf den Ergebnissen des Teilprojekts I werden im Teilprojekt II vertiefte Betrachtungen der qualitativen Auswirkungen auf die Berliner Wasserressourcen durchgeführt. Im Kern steht die Erfassung der Abwasseranteile und -mengen an ausgewählten Bilanzpunkten für die jeweiligen Szenarien. Hieraus können erste Rückschlüsse sowohl auf ökologische und hygienische Beeinträchtigungen als auch die Gefährdung der Trinkwasserressourcen gezogen werden. Dieses Projekt ist ebenfalls abgeschlossen, der Endbericht (IWU 2020b, unveröffentlicht) befindet sich derzeit in Abstimmung. Die Ergebnisse dieses Projekts werden zusammenfassend in Kapitel 4.2 dargelegt.

Parallel werden im derzeit laufenden Teilprojekt III die Veränderungen des Grundwasserdargebots szenarienbasiert betrachtet. Für die Einzugsgebiete der Wasserwerke wurden in einem ersten Schritt überschlägige Bilanzbetrachtungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser überschlägigen Bilanzbetrachtungen werden zusammenfassend in Kapitel 4.3 vorgestellt. Die weiteren Arbeiten am Teilprojekt III dauern noch an.

Neben diesen Grundlagenermittlungen gibt es eine Reihe weiterer wasserwirtschaftlicher Analysen und Projekte, deren Ergebnisse in den Masterplan Wasser (perspektivisch) einbezogen werden, so etwa die Ergebnisse des laufenden Forschungsprojekts „Wasserwirtschaftliche Folgen des Braunkohleausstiegs in der Lausitz“. Auch werden im Rahmen des Masterplans Wasser bereits Maßnahmen geprüft bzw. Handlungsstrategien erarbeitet. Zu nennen sind hier u.a. die Umsetzung eines Niedrigwasserkonzepts für die Oberhavel sowie die Spurenstoffstrategie, die derzeit gemeinsam mit dem Land Brandenburg aufgestellt wird.

Schon jetzt werden in Berlin durch verschiedene Programme umfassende Maßnahmen und Investitionen zur Erhöhung des Gewässer- und Ressourcenschutzes unternommen. Mit Blick auf die Zukunftsherausforderungen braucht es aber auch neue Konzepte und Maßnahmen.



Auf Grundlage der in den Teilprojekten durchgeführten Risikobetrachtungen werden im Rahmen des Masterplans Wasser potenzielle Defizite und Problemlagen erkannt, das Systemverständnis – insbesondere mit Blick auf Extremsituationen (Worst Case-Ansatz) – verbessert und geeignete Maßnahmen und Handlungsoptionen entwickelt. Der Masterplan Wasser minimiert Unsicherheiten und schließt Kenntnislücken, erfordert darüber hinaus aber auch Entscheidungen zum Umgang mit verbleibenden Unsicherheiten bzw. Risiken.

Der Masterplan Wasser agiert nicht auf Einzelprojektebene. Vielmehr setzt er als strategische Rahmenplanung die „Klammer“ um aktuelle und perspektivische Maßnahmen und Handlungsoptionen. Er aggregiert die Ergebnisse, analysiert und evaluiert die Wechselwirkungen, minimiert Zielkonflikte, beschreibt Kenntnisdefizite und überwacht den Umsetzungsstand.

Aufgrund seiner Wirkung auf UVP-pflichtige Vorhaben unterliegt der Masterplan Wasser voraussichtlich der Pflicht einer strategischen Umweltprüfung mit formaler Behörden- und Öffentlichkeitsbeteiligung. Darüber hinaus wird seiner Aufstellung durch informelle Beteiligungsformate begleitet und gestützt. Es wird angestrebt, einen ersten Entwurf des Masterplans nach Abschluss der laufenden Grundlagenarbeiten und des Beteiligungsverfahrens im Herbst 2021 vorzulegen. Der Masterplan Wasser wird einer fortlaufenden Evaluierung und Anpassung an neue Erkenntnisse unterliegen und ist somit als ein dynamischer Erkenntnis- und Strategieprozess angelegt.

### **3 Potenzielle Veränderungen wasserwirtschaftlich relevanter Rahmenbedingungen**

#### **3.1 Folgen des Klimawandels**

Die Jahresmitteltemperatur in Berlin bzw. in der Region Berlin-Brandenburg hat seit den 1960er Jahren bereits um über 1°C zugenommen (DWD 2019, Reusswig et al. 2016). Der Jahresniederschlag weist keine eindeutigen Trends auf, es zeichnen sich jedoch Tendenzen zur Zunahme von Winterniederschlägen sowie zu mehr Starkniederschlägen und einer längeren Saison für konvektive Niederschlagsereignisse ab. In Berlin hat aufgrund zunehmender Sommertemperaturen die Anzahl der Hitzewellentage seit den 1950er Jahren signifikant und die Anzahl der Dürremonate im Sommer leicht zugenommen (Paton et al. 2021). Beispielsweise sind acht Monate im Jahr 2018 (fünf davon im Sommerhalbjahr) als Dürremonate charakterisiert.

Zukünftige Projektionen des Klimawandels ergeben eine große Bandbreite der möglichen Ergebnisse aufgrund der verwendeten Klimamodelle und der betrachteten Szenarien der Treibhausgaskonzentrationen. Die aktuelle Generation dieser Szenarien sind die für den fünften Sachstandbericht des IPCC entwickelten repräsentativen Konzentrationspfade (representative concentration pathways, RCP) RCP8.5 („Weiter-wie-bisher-Szenario“), RCP6.0, RCP4.5 und RCP2.6 („Klimaschutz-Szenario“). Die jeweilige Zahl vergleicht die „zusätzliche“ der Erde zur Verfügung stehende Energie im Jahr 2100 mit der solaren Einstrahlung von 1861-1880 (d.h. RCP8.5 bedeutet Zunahme um 8,5 W/m<sup>2</sup>). Aktuelle Studien zum zukünftigen Klimawandel in Berlin und der Region Berlin-Brandenburg wurden beispielsweise im Rahmen des Projektes „Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Berlin“ (AFOK (Reusswig et al. 2016), Grundlage: Ensemble globaler und regionaler Klimaprojektionen in naher Zukunft (bis 2050) und ferner Zukunft (bis 2100)) und im Rahmen des „Klimareport Brandenburg“ (DWD 2019, 38 Klimaprojektionen auf Basis von RCP8.5 und RCP2.6) durchgeführt. Weiterhin liegen Ergebnisse der Klimagrößen unter diesen Szenarien aus europaweiten Studien vor (z.B. Kjellström et al. 2018).

Aus diesen Studien lässt sich für Berlin bzw. die Region Berlin-Brandenburg für die nahe Zukunft (bis 2050) und die ferne Zukunft (bis 2100) zusammenfassen:

Für die Temperatur ermittelt die Mehrheit der Modelle eine Zunahme. Die Jahresmitteltemperatur wird sich unter Annahme von RCP 8.5 in der nahen Zukunft um ca. 1,5 °C und in der fernen Zukunft um ca. 4 °C erhöhen. Unter den anderen RCPs ergibt sich eine deutlich geringere Temperaturzunahme (beispielsweise um 1 °C in der nahen und fernen Zukunft in RCP 2.6).

Ebenso wie es in der Vergangenheit keine eindeutigen Niederschlagstrends gab, bestehen auch in zukünftigen Projektionen größere Unsicherheiten und Unterschiede zwischen Klimamodellen und Szenarien im Vergleich zur Temperatur (siehe beispielsweise Uhe et al. 2020). Die in der AFOK Studie betrachteten Modelle gehen im Jahresmittel von einem Anstieg der Niederschlagsmenge um ca. 3 bis 10% in der nahen Zukunft und um ca. 7,5 bis 18% in der fernen Zukunft aus. Für die Entwicklung der sommerlichen Niederschläge lassen diese Modellergebnisse keine Tendenz erkennen, der „Klimareport Brandenburg“ geht von einer leichten Abnahme der Sommerniederschläge in der Region aus. Für die winterlichen Niederschläge wird eine Zunahme ermittelt. Es wird erwartet, dass das Niederschlagsgeschehen insgesamt variabler wird, das heißt, einerseits nimmt die Wahrscheinlichkeit von Starkregentagen zu, andererseits gibt es vermehrt ausgedehnte Trockenperioden. Die Modelle berechnen, dass Trockenphasen einer Dauer von länger als 20 Tagen mit einer Durchschnittshöchsttemperatur über 25 °C und einer über den Zeitraum gemittelten Niederschlagsmenge von unter 1 mm/Tag („DrySpell-Tage“) in der nahen Zukunft um 20 bis 70% und in der fernen Zukunft um 60 bis 140% zunehmen werden.

Änderungen im Abflussgeschehen ergeben sich als Konsequenz der temperaturbedingt ansteigenden Verdunstung und der Niederschlagsänderungen. Für den Gesamtabfluss gibt es auch unter Annahme von RCP8.5 Unterschiede zwischen den Modellergebnissen, sodass keine eindeutigen Aussagen getroffen werden können (siehe beispielsweise Di Sante et al. 2021). Die Mehrheit der in der AFOK Studie ausgewählten Modelle geht von einer Zunahme des Gesamtabflusses (hier definiert als Grundwasserneubildung plus Oberflächenabfluss) in der nahen und fernen Zukunft aus. Saisonale Entwicklungen des Abflusses werden in der AFOK Studie allerdings nicht betrachtet (Reusswig et al. 2016). Hierbei ist anzumerken, dass frühere Studien (auf Grundlage der SRES Szenarien als Vorgänger der RCP Szenarien) teils deutliche Abflussrückgänge vor allem im Sommerhalbjahr aufzeigen (z.B. BMVI 2015). Unterschiedliche regionale Klimamodelle führen zu einer großen Bandbreite der Ergebnisse. Wie Gädeke et al. (2017) für Teileinzugsgebiete der Spree und Schwarzen Elster gezeigt haben, ergeben sich auf Basis statistischer regionaler Klimamodelle deutlich stärkere Abflussrückgänge als unter Annahme dynamischer regionaler Klimamodelle. Für die Elbe modellierten Roers et al. (2015) unter Annahme von SRES Szenario A1B und dem statistischen regionalen Klimamodell STAR deutlich stärkere Abflussrückgänge als unter RCP Szenarien und Klimamodellen des ISI-MIP Ensembles.

Generell liegen nur wenige Ergebnisse von Studien unter Verwendung der RCP Szenarien in der Region Berlin-Brandenburg bzw. im Einzugsgebiet der Elbe vor. Aus diesem Mangel lässt sich ein Forschungsbedarf insbesondere auch zur saisonalen Entwicklung des Abflusses sowie zu Niedrigwasser ableiten.

Analog zu den Aussagen zur Veränderung des Abflussgeschehens liegen auch zur Veränderung der Grundwasserneubildung nur wenige aktuelle Ergebnisse vor. Die meistens Publikationen, die konkrete Aussage zur Veränderung der Grundwasserneubildung beinhalten, basieren zumeist noch auf den SRES Szenarien unter Verwendung statistischer regionaler Klimamodelle. Bereits im AFOK-Bericht (Reusswig et al. 2016) wurde ein diesbezüglicher weiterer Forschungsbedarf deklariert. Grundsätzlich sind die Aussagen zur Veränderung des Abflussgeschehens ebenfalls auf die Grundwasserneubildung übertragbar, so dass von einer entsprechenden Bandbreite der Ergebnisse in Richtung Erhöhung als auch Reduzierung auszugehen ist.

Nach aktuellen, noch nicht veröffentlichten Ergebnissen des Potsdamer Instituts für Klimaforschung (PIK), die im Auftrag der Stadtwerke Potsdam erhoben und der SenUVK zur Verfügung gestellt wurden (Hattermann, F. F., PIK, Präsentation 04.03.2021), ergeben sich bei Verwendung der Klimasimulationen des CORDEX CMIP5 Ensembles (22 Kombinationen aus dynamischen globalen und regionalen Klimamodellen für Gesamteuropa) zukünftig steigende Niederschläge, die in der hydrologischen Modellierung trotz temperaturbedingter Zunahme der Evapotranspiration einen Anstieg der Grundwasserneubildung bedingen. Jedoch zeigen diese Ergebnisse keine adäquate Abbildung der bereits erfolgten Veränderungen in der Vergangenheit, so dass die Aussagen für die Zukunft entsprechend hinterfragt werden müssen.

Als Ursache wird eine möglicherweise zu geringe Wiedergabe von persistenten Wetterlagen in den globalen Klimamodellen (GCMs) vermutet. Zudem liegt die Region Berlin/Brandenburg im Übergangsbereich der Gebiete von Europa, wo eher eine Zunahme der jährlichen Niederschläge (in Nord- und Westeuropa) und denen, wo eher einer Abnahme der Niederschläge (in Süd- und Osteuropa) beobachtet wird, so dass es von entscheidender Bedeutung ist, wo die Klimamodelle diesen Übergang projizieren. Die Plausibilisierung der Klimaprojektionen anhand des in den letzten zwei Jahrzehnten beobachteten Klimaverlaufs, in dem die Grundwasserneubildung im Raum Berlin und Potsdam um ca. 20% zurückgegangen ist (s. Kapitel 4.3.2), legen eher die Berücksichtigung von Szenarienergebnissen mit einem weiteren Rückgang nahe.

Unter Verwendung des statistischen Regionalmodells STARS zur Regionalisierung der Ergebnisse der globalen Klimamodellierung von CMIP5 zeigt sich eine bessere Abbildung der bereits zurückliegenden Veränderungen. Die Ergebnisse für die Zukunft orientieren sich hier an bereits vorhandenen Trends und fallen daher deutlich trockener aus als die Ergebnisse aus den dynamischen Regionalmodellen, so dass eine entsprechende Abnahme der Grundwasserneubildung für die Zukunft resultiert. Die Prognosefähigkeit statistischer Regionalmodelle ist jedoch beschränkt auf den Zeitraum bis etwa 2050.

Für die weiteren Untersuchungen wird aufgrund der vorhandenen Unsicherheiten in den Projektionen zur Entwicklung der Grundwasserneubildung vorerst von einem Rückgang der Grundwasserneubildung ausgegangen. Weitere Informationen zu den getroffenen Annahmen sind im Kapitel 4.3.2 gegeben.

### **3.2 Folgen des Braunkohletagebaus**

Neben den potenziellen Veränderungen durch den Klimawandel stellen die Folgen des Braunkohletagebaus sowie des beschlossenen Braunkohleausstiegs bis 2038 in der Lausitz große Herausforderungen dar. Erhebliche Auswirkungen auf den ohnehin angespannten Wasserhaushalt der Spree sind zu erwarten, sofern nicht aktiv gegengesteuert wird.

Eine Ursache für den angespannten Wasserhaushalt im Spreeeinzugsgebiet liegt in der großflächigen Grundwasserabsenkung durch den Bergbau während der letzten knapp 100 Jahre. Einerseits haben sich die Wassernutzungen auf ein durch Sumpfungswassereinleitungen deutlich erhöhtes Abflussniveau eingestellt (in den 1980er Jahren z.T. mehr als verdoppelt gegenüber dem natürlichen Abflussniveau, Pohle 2019), welches sich aufgrund des Rückgangs des Braunkohletagebaus seit den 1990er Jahren wieder reduziert hat. Andererseits fehlt der Spree im Mittellauf der natürliche Grundwasserszustrom. Nur durch umfassende Maßnahmen zur Speicherung von Wasser in Talsperren und steuerbaren Tagebaurestseen und Abgabe aus diesen wasserwirtschaftlichen Speichern zur Niedrigwasseraufhöhung sowie aufgrund der Einleitung der Sumpfungswässer aus den aktiven Tagebauen konnte in der Vergangenheit eine weitgehend bedarfsgerechte Mindestwasserführung bis nach Berlin gewährleistet werden.

Nach Einstellung der Sumpfungswassereinleitungen und mit dem fortschreitenden Klimawandel wird sich ein deutlicher Rückgang der Abflüsse abzeichnen, mit der Folge, dass zukünftig die geforderten Mindestwasserabflüsse deutlich unterschritten werden und nicht mehr alle Nutzeransprüche ausreichend erfüllt werden können (Pohle, 2014). Wie sich die Zuflusssituation nach Berlin vor dem Hintergrund des umfassenden Strukturwandels in der Lausitz und dem Klimawandel letztendlich entwickeln wird, kann aufgrund einer Vielzahl von Unsicherheiten, beispielsweise aufgrund der Klimaprojektionen, derzeit noch nicht abschließend quantifiziert werden. Die Bundesregierung hat daher das Projekt „Wasserwirtschaftliche Folgen des Braunkohleausstiegs in der Lausitz“ aufgelegt, das im Rahmen des Ressortforschungsplans 2020 des BMU mit der Forschungskennzahl 3720 24202 0 durchgeführt wird. Das Vorhaben startete im Herbst 2020 und soll bis Ende 2022 abgeschlossen werden. Im Rahmen dieses Projektes werden auch die Folgen des Klimawandels näher untersucht. Es zeichnet sich bereits ab, dass während der Projektlaufzeit nicht alle offenen Fragen und Prognoserechnungen abgearbeitet werden können, so dass sich Nachfolgeuntersuchungen anschließen werden.

### **3.3 Zwischenfazit zu den klimawandel- und bergbaubedingten Veränderungen**

Die Unsicherheiten, wie sich Wasserhaushaltsparameter in den Einzugsgebieten von Spree und Havel und damit verbunden die Zuflüsse nach Berlin in der nahen und fernen Zukunft entwickeln werden, bleiben vor diesem Hintergrund weiterhin hoch. Sowohl die klimabedingten Folgen als auch die Auswirkungen der anthropogenen Eingriffe können derzeit nur unzureichend abgeschätzt werden. Dies gilt im besonderen Maße für die Folgen des Kohleausstiegs im Einzugsgebiet der Spree. Aber auch die Havel unterliegt einer Mengenbewirtschaftung, die die natürlichen Abflussverhältnisse erheblich überprägt. Aus Sicht der Wasserwirtschaft problematische Abflussverhältnisse in Berlin treten insbesondere dann auf, wenn durch aufeinanderfolgende Trockenperioden/-jahre keine Wiederauffüllung der natürlichen und künstlichen Speicher erfolgt, so dass nur wenig oder kein Wasser zur Niedrigwasseraufhöhung zur Verfügung steht. Gleichzeitig führen diese Trockenperioden zu einem extremen Rückgang der Bodenfeuchte und Grundwasserneubildung, wodurch die Grundwasserstände stark fallen und auch der Zufluss von Grundwasser in die Oberflächengewässer abnimmt.

Da eine Quantifizierung der klimawandel- und bergbaubedingten Veränderungen auf Grundlage des aktuellen Kenntnisstands bzw. des o.g. Forschungsbedarfs mit großen Unsicherheiten behaftet ist, basieren die Szenarienrechnungen in den Teilprojekten des Masterplans Wasser auf Annahmen (z.B. zur prozentualen Reduzierung der Zuflüsse über Spree und Havel). Diese Annahmen stellen keine Prognose oder Vorhersage der zukünftigen Verhältnisse dar. Vielmehr werden Annahmen herangezogen, um zu untersuchen, wie das Gewässersystem unter sich ändernden, gestuften (extremen) Rahmenbedingungen reagiert (Worst Case-Ansatz) und mit welchen Folgen dies verbunden wäre. Daher stellen die mit dem Bericht vorliegenden Untersuchungen keine abschließende Analyse, sondern den Einstieg in eine Vulnerabilitätsbetrachtung dar. Sobald valide neue Erkenntnisse vorliegen, wie sich der Wasserhaushalt in den Einzugsgebieten von Spree und Havel zukünftig verändern wird, ist eine Evaluierung und Fortschreibung der getroffenen Annahmen, Methoden und Ergebnisse erforderlich.

### **3.4 Bevölkerungsentwicklung**

Die Zahl der Einwohner Berlins wächst seit dem Jahr 2003. Die Bevölkerungsprognose für Berlin und die Bezirke 2015 bis 2030 (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen 2016), die die Grundlage für die Prognosen des Trinkwasserbedarfs und der Verteilung des Abwassers der BWB (siehe Kapitel 3.5) bildet, wurde in drei Varianten gerechnet (obere, mitt-

lere und untere Variante). Diese orientieren sich an möglichen Szenarien der künftigen wirtschaftlichen Entwicklung und weiteren Rahmenbedingungen Berlins sowie an den absehbaren demografischen Entwicklungen aus den Herkunftsregionen der Zuwandernden, die das Wanderungsgeschehen beeinflussen. Die mittlere Variante der Prognose wurde als Arbeits- und Planungsgrundlage für die Fachverwaltungen und Bezirke festgelegt, unter der Annahme, dass sie den künftigen langfristigen Entwicklungsverlauf mit höherer Wahrscheinlichkeit abbildet als die beiden anderen Varianten. Abbildung 3.4-1 zeigt die Bevölkerungsentwicklung und -prognose Berlins 1990 bis 2030 in den drei Varianten.

Im Dezember 2019 erschien die aktualisierte Bevölkerungsprognose für Berlin und die Bezirke 2018 bis 2030 (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen 2019). In der mittleren Variante weist die aktualisierte Prognose für das Jahr 2030 eine Einwohnerzahl von rund 3,925 Mio. Personen aus. Diese Zahl liegt leicht unterhalb der oberen Variante der Bevölkerungsprognose von 2016. In der aktualisierten Prognose wird in der oberen Variante in den nächsten zehn Jahren ein Anstieg der Bevölkerung auf ca. 4,050 Mio. Einwohner berechnet.

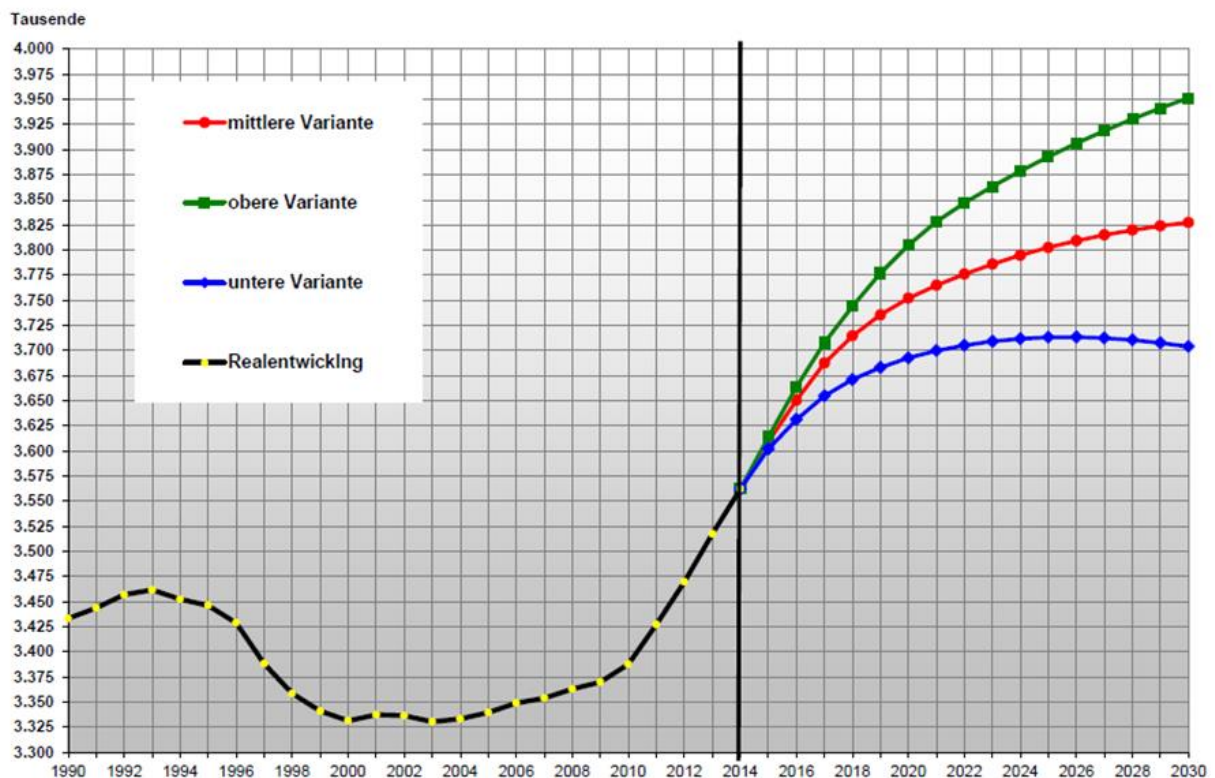


Abbildung 3.4-1: Einwohnerentwicklung von 1990 bis 2030 in drei Varianten für Berlin; Realentwicklung bis 2014, ab 2015 Prognose (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen 2016)

in Tsd.

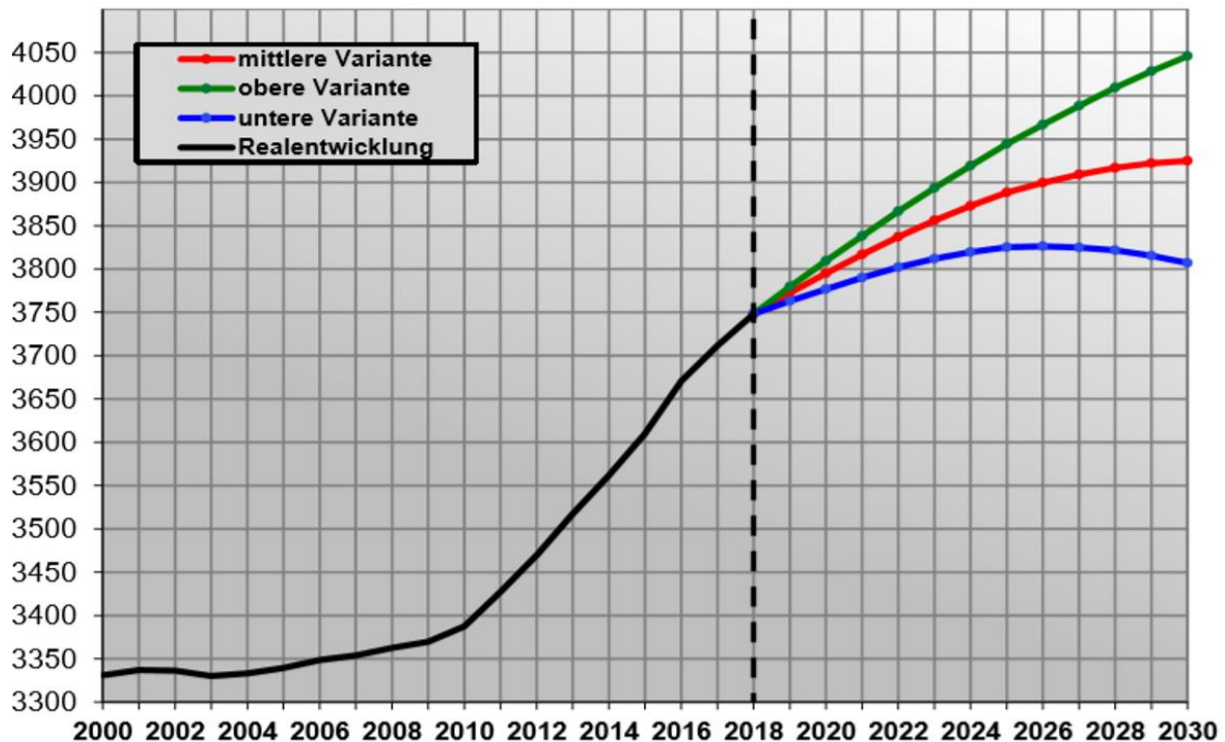


Abbildung 3.4-2: Einwohnerentwicklung von 2000 bis 2030 in drei Varianten für Berlin; Realentwicklung bis 2018, ab 2018 Prognose (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen 2019)

Die letzte Bevölkerungsvorausberechnung des Landes Brandenburg wurde 2018 veröffentlicht. Die Ergebnisse dieser Vorausberechnung reichen ebenfalls bis zum Jahr 2030. Für das Berliner Umland wird bis 2030 ein Bevölkerungszuwachs um rund 83.800 Personen prognostiziert (Landesamt für Bauen und Verkehr 2018). Die tatsächlichen Entwicklungen in Teilen des Berliner Umlandes können perspektivisch auch deutlich von den Prognosen abweichen. So sind u.a., ausgelöst durch die Ansiedlung der TESLA Gigafactory südöstlich von Berlin, auch deutlich höhere Zuwächse der Bevölkerung regional möglich.

### 3.5 Entwicklung des Trinkwasserbedarfs und des Abwasseranfalls

Von den Berliner Wasserbetrieben (BWB) wurden die Zahlen des Trinkwasserbedarfs und die daraus resultierende Förderung der Wasserwerke für ein Szenario 2050+ im Rahmen des Teilprojekts I des Masterplans Wasser zugearbeitet (siehe Kapitel 4.1). Die Abschätzung basiert auf der Bevölkerungsprognose des Jahres 2016 und den von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen veröffentlichten „Szenarien zur Entwicklung der Flüchtlingszahlen in Berlin 2015-2020“. Für das Jahr 2030 ergeben sich auf dieser Basis 4,0 Mio. Einwohner. Für den weiteren Zeithorizont erfolgte eine Extrapolation auf 4,2 Mio. Einwohner bis 2050. Der nachträgliche Vergleich der angenommenen Einwohnerzahl von 4,0 Mio. im Jahr 2030 mit der 2019 veröffentlichten aktualisierten Prognose der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen zeigt, dass mit der getroffenen Annahme weitergearbeitet werden kann.

Neben der Prognose der Entwicklung der Einwohnerzahl gehen in die Abschätzung des zukünftigen Berliner Wasserbedarfs Annahmen zur Entwicklung des Wasserverbrauchsverhaltens der Haushalte, von Industrie und Gewerbe sowie von sonstigen Wasserabnehmern, wie

Behörden, Museen und Schulen ein. Hinzu kommt eine Annahme des Wasserbedarfs für das von den Berliner Wasserbetrieben versorgte Umland.

Die Auswertung des Wasserbedarfs des Jahres 2018 hat gezeigt, dass dieser in Trockenjahren signifikant ansteigt. Im Jahr 2018 betrug der Anstieg fast 11 Mio. m<sup>3</sup>/a. Für die Jahre 2030 und 2050 wurden unter Berücksichtigung steigender Temperaturen in Folge des Klimawandels Zuschläge für Trockenjahre in Höhe von 14,5 bzw. 20 Mio. m<sup>3</sup>/a berücksichtigt.

Aus den genannten Annahmen ergibt sich eine benötigte Rohwasserförderung aller Wasserwerke von 270 Mio. m<sup>3</sup>/a in einem Trockenjahr für den Zeithorizont 2050+ (siehe Tabelle 3-1). Diese Rohwasserförderung würde sich im Jahr 2050 mit den aktuell in Betrieb befindlichen Wasserwerken wie in Tabelle 3-2 zusammengestellt auf die Förderung der einzelnen Wasserwerke der BWB verteilen.

Tabelle 3-1: Prognostizierter Trinkwasserbedarf für ein Szenario 2050+ (Quelle: BWB)

Jahr	2030	2050
Einwohner	4.002.200	4.200.000
<b>Wasserbedarf</b>	Mio. m <sup>3</sup> /a	Mio. m <sup>3</sup> /a
Haushalte	159,9	166,0
Industrie, Gewerbe	37,3	40,5
Sonstige	22,1	24,0
Summe Berlin	219,3	230,5
Umland	5,2	5,5
Summe Berlin und Umland	224,5	236,0
Trinkwasser-Eigenbedarf	8,0	8,0
Trinkwasser-Mehrbedarf	14,5	20,0
Summe (Netzeinspeisung)	247,0	264,0
Prozesswasser u. Verluste in den Wasserwerken	6,0	6,0
<b>Summe (Rohwasserförderung)</b>	<b>253,0</b>	<b>270,0</b>
<b>Rohwasserförderung</b>	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d
Q365*	693.153	739.726
Q30**	831.784	887.671

\* Q365 (m<sup>3</sup>/d): Durchschnittliche Tagesfördermenge eines Jahres

\*\* Q30 (m<sup>3</sup>/d): Durchschnittliche Tagesfördermenge der 30-tägigen Maximalförderperiode

Tabelle 3-2: Förderung der einzelnen Wasserwerke zur Deckung des prognostizierten Trinkwasserbedarfs in Trockenjahren (Szenario für das Jahr 2050+) (Quelle: BWB)

Wasserwerk	Förderung der Wasserwerke	
	Qa in Mio. m <sup>3</sup> /a *	Q30 in m <sup>3</sup> /d **
Stolpe	27	88767
Spandau	35,1	115.397
Tegel	60,4	198.575
Tiefwerder	15	49.315
Beelitzhof	36,7	120.658
Kladow	5	16.438
Friedrichshagen	70	230.137
Kaulsdorf	7,8	25.644
Wuhlheide	13	42.740
Johannisthal	0	0
Jungfernheide	0	0
<b>Summe</b>	<b>270</b>	<b>887.671</b>

\*Qa (Mio. m<sup>3</sup>/a): Jahresfördermenge

\*\* Q30 (m<sup>3</sup>/d): Durchschnittliche Tagesfördermenge der 30-tägigen Maximalförderperiode

Parallel zum Anstieg des Trinkwasserbedarfs erhöhen sich mit steigender Einwohnerzahl auch die erforderlichen Kapazitäten der Klärwerke. In Tabelle 3-3 sind vier verschiedene Varianten der BWB zum Ausbau der Klärwerkskapazitäten im Jahr 2042 zusammengestellt.

Das Jahr 2033 ist betrachtet worden, weil dann voraussichtlich der Neubau des Klärwerks Stahnsdorf in Betrieb gehen wird; das Jahr 2042, weil dann die Kapazitäten bereitstehen müssen, die bis Anfang der 2050er Jahre benötigt werden. Mit diesen Kapazitäten, außer denen der Variante V2, könnte der Trockenwetter-Abwasseranfall für 2050+ behandelt werden.

Bei Variante 2042 V3 stehen keine Kapazitäten für die Sanierung des Blocks A des Klärwerks Ruhleben aus den 1960er Jahren zur Verfügung, bei Variante 2042 V4 sind diese Kapazitäten vorhanden, es besteht aber das Risiko erhöhter Spurenstoffbefunde im Wasserwerk Tegel bei Ausbau der Kapazität des Klärwerks Schönerlinde.

Für die Szenarienberechnungen im Rahmen des Masterplans Wasser wurde daher durch die BWB empfohlen, mit der Variante 2042 V1 zu rechnen.

Nicht berücksichtigt in den Prognosen des Trinkwasserbedarfs und des Abwasseranfalls sind mögliche Veränderungen durch den Bau der Tesla Gigafactory in Brandenburg-Grünheide. Die potenziellen Auswirkungen sind perspektivisch in die weiteren Betrachtungen einzubeziehen.



Tabelle 3-3: Varianten zum Ausbau der Klärwerkskapazitäten im Jahr 2042 (Quelle: BWB)

Klärwerk	Aktuell	2033	<b>2042 V1</b>	2042 V2	2042 V3	2042 V4
	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d
Stahnsdorf	52.000	100.000	<b>100.000</b>	100.000	100.000	100.000
Waßmannsdorf	200.000	230.000	<b>230.000</b>	280.000	280.000	280.000
Ruhleben	240.000	250.000	<b>190.000</b>	190.000	250.000	190.000
Münchehofe	42.000	42.000	<b>42.000</b>	42.000	42.000	42.000
Wansdorf	40.000	40.000	<b>140.000</b>	40.000	40.000	40.000
Schönerlinde	105.000	105.000	<b>105.000</b>	105.000	105.000	145.000
<b>Summe</b>	679.000	767.000	<b>807.000</b>	757.000	817.000	797.000

#### 4 Szenarienbasierte Risikobetrachtungen für das Oberflächen- und Grundwasser

##### 4.1 Teilprojekt I: Modellgestützte Berechnung der Effekte verschiedener Szenarien des Oberflächenwasserdargebots und der Wassernutzung im Berliner Gewässersystem

Im Teilprojekt I (Endbericht: IWU 2020a) werden in der Zukunft potenziell relevante, kritische Dargebotsszenarien für das Oberflächenwasser betrachtet. Die hydrodynamischen Modellrechnungen werden mit dem von der SenUVK für wasserwirtschaftliche Fragestellungen vorgehaltenen Programmsystem GERRIS/HYDRAX/Qsim durchgeführt. Auftragnehmer ist das Ingenieurbüro für Wasser und Umwelt (IWU).

Referenz- und Betrachtungszeitraum ist die langanhaltende Niedrigwasserperiode von März bis November 2019. Das Jahr 2019 – ebenso wie bereits das vorangegangene Jahr 2018 – war durch eine anhaltende Trockenheit und überdurchschnittliche Temperaturen geprägt und stellt eine der wärmsten und niederschlagsärmsten Zeiten seit meteorologischem Messbeginn dar. Dies hatte eine hydrologische Dürre mit über Monate anhaltenden geringen Zuflüssen nach Berlin zur Folge, die auch weiterhin im Jahre 2020 anhält.

Um die Auswirkungen eines in der Zukunft potenziell deutlich reduzierten Oberflächenwasserdargebots auf das Berliner Gewässersystem zu analysieren, werden Szenarienrechnungen durchgeführt. Diese stellen keine Prognosen oder Vorhersagen im engeren Sinne dar, sondern beschreiben, was geschehen würde, wenn die jeweiligen Annahmen eintreten. Ziel der Szenarienrechnungen ist es im Sinne eines „Worst-case-Ansatzes“, die Auswirkungen extremer Situationen auf das Berliner Gewässersystem besser zu verstehen. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die Bewertung von Risiken sowie für die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen. Ebenso sind sie grundlegend, um im Rahmen der länderübergreifenden Abstimmungen zur Bewirtschaftung von Spree und Havel die wasserwirtschaftlichen Anforderungen Berlins zur Sicherung der Trinkwasserversorgung sowie des Gewässerschutzes zu begründen.

Die Szenarienberechnungen geben für die jeweils getroffenen Annahmen und Randbedingungen Auskunft über

- die Auswirkungen auf die Durchflussverhältnisse
- die Auswirkungen auf die Wasserstände sowie

- auftretende Rückströmungen.

Hieraus können Rückschlüsse auf das nutzbare (oberflächenwasserseitige) quantitative Wasserdargebot unter den jeweiligen Rahmenbedingungen gezogen werden.

#### 4.1.1 Szenarien

Um die Auswirkungen der hydrologischen Veränderungen im Einzugsgebiet von Spree und Havel in Kombination mit dem steigenden Trinkwasserbedarf, vorgesehenen baulichen Maßnahmen und veränderten Ableitwegen und Mengen der Klärwerke auf die hydraulischen Verhältnisse (Wasserstände, Durchflüsse, Strömungsrichtung) im Berliner Gewässersystem modellgestützt zu berechnen, werden für den Planungshorizont bis 2050 die folgenden, aufeinander aufbauenden Szenarien definiert:

Szenario S0:	(bilanzkorrigierter) Istzustand 2019
Szenario S0.2050:	S0 und Veränderungen im Wasserbedarf
Szenario S1:	S0 und klimabedingte/bergbaubedingte Veränderungen
Szenario S2:	S1 und bauliche Veränderungen/Veränderung von Ableitwegen
Szenario S3:	S2 und Veränderungen des Wasserbedarfs und Abwasseranfalls
Szenario S4:	S3 und Sonderbetrachtungen

Da Berlins Gewässersystem aus Stauhaltungen besteht, die in etwa wie Wasserspeichersysteme funktionieren und auch so bewirtschaftet werden können, werden die Szenarien für die hier relevanten Stauhaltungen Spandau, Mühlendamm und Brandenburg gerechnet, aus denen sowohl Trinkwasser über die Uferfiltration entnommen als auch gereinigtes Abwasser eingeleitet wird.

Das Szenario S0 beschreibt den Istzustand des Referenz- und Betrachtungszeitraums. Dieser Istzustand wird – beruhend auf Messwerten – „bilanzkorrigiert“, um eine stimmige Durchflussbilanz als Grundlage der weiteren Modelrechnungen zu erhalten.

Mit dem Szenario S0.2050 wird beschrieben, welche wasserwirtschaftlichen Auswirkungen auftreten würden, wenn der „Status quo“ des Wasserdargebots im Sommer 2019 den Wasserbedarf einer gewachsenen Metropolenregion (Bevölkerungsanstieg auf 4,2 Mio. bis 2050) hätte decken müssen.

Im Szenario S1 werden – unter aktuellen Bedarfsbedingungen – die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse bei zukünftig niedrigeren Zuflüssen in Folge des Klimawandels / des Braunkohlebergbaus bzw. Kohleausstiegs aufgezeigt. Dazu werden „gestufte“ Szenarienrechnungen mit um 25%, 50% und 75% verringerten Zuflüssen über Spree, Dahme und Obere Havel nach Berlin im Vergleich zum Sommerhalbjahr 2019 durchgeführt. Hierbei handelt es sich um Annahmen, die hilfsweise getroffen werden, da die potenziellen klimawandel- und bergbaubedingten Veränderungen derzeit nicht hinreichend genau quantifiziert werden können (siehe Kapitel 3.3). Zudem wird angenommen, dass sich die Verdunstung über freien Wasserflächen um 8% im Vergleich zu 2019 erhöht. Diese Annahme beruht auf einer linearen Fortschreibung des Trends der Gewässerverdunstung (Jahresmittelwerte 1951 bis 2018) ins Jahr 2050. Entsprechend dieser Annahmen werden innerhalb des Szenarios S 1 die Szenarienrechnungen S1.25 (Zufluss -25%; Verdunstung +8%), S1.50 (Zufluss -50%; Verdunstung +8%), S1.75 (Zufluss -75%; Verdunstung +8%) durchgeführt.

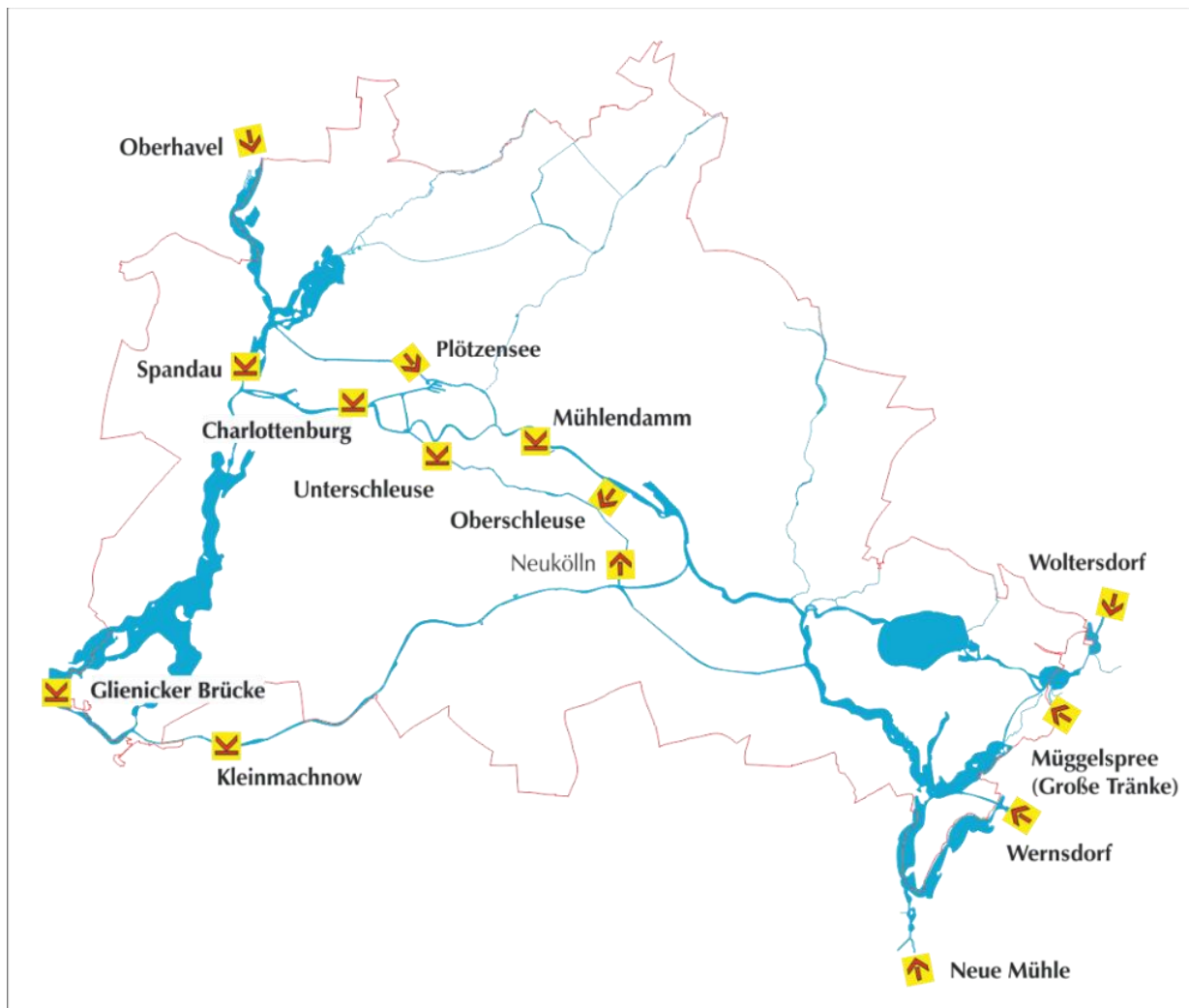


Abbildung 4.1-1: Skizze des Untersuchungsraums (IWU 2020a)

Im Szenario S2 werden neben den klimatischen/bergbaubedingten Veränderungen der Zuflüsse zudem vorgesehene bauliche Veränderungen (z.B. Neubau der Wehre Mühlendamm und Kupfergraben) und geplante Veränderungen der Ableitwege des geklärten Abwassers (z.B. der Klärwerke Ruhleben und Schönertlinde) berücksichtigt. Durch die baulichen Veränderungen können Wasserverluste aus den Stauhaltungen („Spaltwasserverluste“) reduziert werden, durch die Verlegung von Ableitwegen ergeben sich Veränderungen in der Mengenverteilung zwischen den Stauhaltungen. Analog zum Szenario S1 beinhaltet das Szenario 2 insofern die Szenarienrechnungen S2.25, S2.50 und S2.75 (= S1.25 / 50 / 75 + bauliche Veränderungen).

Im Szenario 3 werden – basierend auf den zuvor betrachteten klimatischen/bergbaubedingten (S1) und baulichen Änderungen (S2) – die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse betrachtet, die sich voraussichtlich einstellen werden, wenn der aufgrund des Bevölkerungswachstums erhöhte Bedarf der Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung sichergestellt werden soll. Das Szenario S3 umfasst somit die Szenarienrechnungen S3.25, S3.50 und S3.75 (= S2.25 / 50 / 75 + erhöhter Trinkwasserbedarf / Abwasseranfall).

Im abschließenden Szenario S4 werden, basierend auf den Annahmen für das Szenario S3 Sonderbetrachtungen für die Stauhaltungen Spandau und Mühlendamm durchgeführt. Für die Stauhaltung Spandau werden die maximalen Rohwasser-Entnahmemengen, die ohne Verfall

des Sommerstauziels von 31,31 mNHN förderbar sind, ermittelt. Für die Stauhaltung Mühlendamm wird für einen Zuflussrückgang um 50 % im Vergleich zu 2019 der notwendige Mindestzufluss am Wehr Große Tränke bestimmt, um eine Rückströmung in den Müggelsee zu vermeiden.

Nachfolgend werden die Ergebnisse für die Stauhaltungen Spandau, Mühlendamm und Brandenburg dargestellt.

#### **4.1.2 Ergebnisse Stauhaltung Spandau**

Bei einem klimabedingten Rückgang des Havelzuflusses um 25% im Vergleich zum Trockenjahr 2019 kommt es in allen drei Szenarien zu Wasserstandsabsenkungen, im Szenario S3 (Bedarf 2050) auch zu einem zeitweisen Absinken des Wasserspiegels unter den der Stauhaltung Charlottenburg (Unterpegel Plötzensee). Die beiden weiteren, hier betrachteten klimabedingten Annahmen (Rückgang um 50% bzw. 75%) führen dann auch mit den angedachten Maßnahmen (Ertüchtigung der Wehre/der Spandauer Umflut, erhöhte Überleitung von geklärtem Abwasser aus dem Klärwerk Schönerlinde) zu einem mehr oder weniger starken „Leerlaufen“ der Stauhaltung.

In der Wasserbilanz der Stauhaltung Spandau fehlt im Betrachtungszeitraum unter den Annahmen des Szenarios S 3.25 ein Wasservolumen von 13,8 Mio. m<sup>3</sup>, wenn der Wasserstand nicht unter das Sommerstauziel von 31,31 mNHN fallen soll. Diese Fehlmenge würde im „worst-case“-Szenario 3.75 bis auf 37,3 Mio. m<sup>3</sup> ansteigen. Zum Vergleich: Dies entspricht in etwa der angestrebten Bewilligungsmenge für das Wasserwerk Spandau (35,1 Mio. m<sup>3</sup>). Für die ebenfalls aus der Stauhaltung Spandau fördernden Wasserwerke Tegel und Stolpe werden 60,4 Mio. m<sup>3</sup> bzw. 27 Mio. m<sup>3</sup> beantragt.

Weder im Istzustand (S0) noch in einem der drei Szenarien (S1, S2 und S3) ist bzw. konnte Wasser über die Wehre abgegeben werden. Auch die drei Schleusen waren in den drei Szenarien nahezu im gesamten Betrachtungszeitraum geschlossen, was eine deutliche Einschränkung der Schifffahrt darstellt.

Bei einem angenommenen Rückgang des Zuflusses der Havel um 75% reicht in keinem der drei Szenarien das Volumen der Stauhaltung aus, um über drei Monate die Differenz zwischen Zufluss und Entnahme bei geschlossenen Wehren und eingestelltem Schleusenbetrieb auszugleichen.

Die Ergebnisse für die Stauhaltung Spandau zeigen sehr anschaulich, dass bereits heute die Wasserbilanz in länger andauernden Trockenphasen nicht ausgeglichen ist, also mehr Wasser entnommen als zugeführt wird. Die Situation verschärft sich mit geringeren Zuflüssen und wachsenden Trinkwasserbedarfen. Für dieses Gebiet wird daher aktuell bereits ein Niedrigwasserkonzept erarbeitet bzw. ist in Teilen auch schon in Umsetzung, um auf angespannte Situationen besser reagieren zu können.

#### **4.1.3 Ergebnisse Stauhaltung Mühlendamm**

Für die Stauhaltung Mühlendamm zeigen die Ergebnisse, dass die Wasserstände in keinem Szenario unter den für die Schifffahrt wichtigen „Unteren Betriebswasserstand“ (BWu) fallen würden. Dabei sind im Rahmen der Szenarienberechnungen die Schleusungswassermengen nur soweit wie nötig eingeschränkt worden. Bei einem Rückgang der Zuflüsse um 25% (S1.25, S2.25, S3.25) könnte der Schleusenbetrieb wie im Istzustand (Sammelschleusung) aufrechterhalten werden, in dem allein der Abfluss über die Wehre – im Betrachtungszeitraum 2019

insbesondere am Wehr Oberschleuse – zum Halten der Wasserstände reduziert wird. Bei einem Rückgang der Zuflüsse um 50% bzw. 75% müsste der Schleusenbetrieb stärker eingeschränkt bzw. dann auch tageweise eingestellt werden, wenn der Wasserstand nicht weiter verfallen soll.

Welche Herausforderungen in der Stauhaltung Mühlendamm zu bewältigen sind, zeigt sich bereits im Istzustand (S0): An 64 Tagen ist mit geklärtem Abwasser belastetes Wasser mit einem Volumen von 2,8 Mio m<sup>3</sup> in den Müggelsee geflossen. Diese Menge erhöht sich im Szenario S0.2050 aufgrund der angenommenen erhöhten Rohwasserförderung durch das Wasserwerk Friedrichshagen auf 4,2 Mio m<sup>3</sup>. Im Szenario S3.50 nimmt die Rückströmung auf im Mittel 1 m<sup>3</sup>/s an 117 Tagen im Betrachtungszeitraum zu. Dies entspricht einem rückgeströmten Volumen von 10,1 Mio m<sup>3</sup>. Dabei verändert sich aufgrund der geringeren Zu- und Abflüsse auch zeitweise die Strömungsrichtung der Einleitungen der Klärwerks Waßmannsdorf in den Teltowkanal, so dass nicht ausgeschlossen werden kann, dass sich neben der Menge auch der Anteil an geklärtem Abwasser am Gesamtvolumen geändert hat. Diese qualitative Betrachtung, bei der zur Bestimmung der Abwasseranteile die Fließwege und -zeiten berechnet werden müssen, ist Gegenstand des Teilprojekts II des Masterplans Wasser.

Um eine Rückströmung in den Müggelsee bei einem angenommenen klimabedingten Rückgang aller Zuflüsse aus dem Einzugsgebiet um 50 % zu verhindern, müsste der Zufluss über den Pegel Große Tränke (Müggelspreewasser) an 116 Tagen um im Mittel 2,56 m<sup>3</sup>/s bzw. 25,7 Mio m<sup>3</sup> erhöht werden. Der Mittelwert des Zuflusses über das Wehr Große Tränke beträgt z.B. in den Monaten Juli und August, dem Zeitraum mit der höchsten Rückströmung im Szenario S3.50 lediglich 1,0 m<sup>3</sup>/s.

Für die Stauhaltungen Mühlendamm zeigen die Ergebnisse insofern, dass die Wasserbilanz weitgehend ausgeglichen ist, auch wenn sich die Zuläufe weiter verringern würden. Im Fokus der weiteren Betrachtungen steht die Frage, welche Auswirkungen ein weiterer Rückgang der Zuflüsse auf die Wasserqualität in Berlin hat, wenn zunehmend die gereinigten Abwässer aus den Kläranlagen die Gewässerqualität prägen. Neben Maßnahmen zur Sicherung eines Mindestzuflusses nach Berlin stehen Maßnahmen zur Sicherung und Verbesserung der Gewässerqualität im Zentrum der Handlungsoptionen.

#### **4.1.4 Ergebnisse Stauhaltung Brandenburg**

Das Teilmodell der Stauhaltung Brandenburg endet an der Landesgrenze zwischen Berlin und Brandenburg (Glienicker Brücke) und bildet nicht den Brandenburger Teil der Stauhaltung Brandenburg ab. Für alle Szenarien wird daher der gleiche Wasserstand (Pegel Glienicker Brücke) wie im Istzustand vorgegeben. Die Veränderungen der Wasserstände und Wasserbilanzen in der gesamten Stauhaltung (gesteuert durch die Wehranlagen in der Stadt Brandenburg) können somit nicht betrachtet werden.

In der Stauhaltung Brandenburg wird allein die Rückströmung von geklärtem Abwasser – hier über den Griebnitzkanal in den Großen Wannensee (Bilanzpunkt: Pegel Alsenbrücke) – betrachtet. Wasser aus dem Großen Wannensee wird ebenfalls – hier durch das Wasserwerk Beelitzhof – zur Trinkwassergewinnung genutzt. Darüber hinaus liegt dort die Badestelle Strandbad Wannensee. Für den Griebnitzkanal haben die Berechnungen ergeben, dass im Istzustand über den gesamten Betrachtungszeitraum im Jahr 2019 die Strömung vom Teltowkanal zum Großen Wannensee gerichtet war. In Summe flossen dabei über 9 Monate lang insgesamt 34,2 Mio. m<sup>3</sup> Wasser mit einem Anteil an geklärtem Abwasser der Klärwerke Waßmannsdorf, Ruhleben (ab April) und Stahnsdorf aus dem Teltowkanal über den Griebnitzkanal in Richtung Kleine-Wannensee-Seenkette und letztlich in den Großen Wannensee. Die Richtung Großer Wannensee geströmte Menge ist im Istzustand (S0) am größten. Zwar reduziert sich mit dem weiteren

klimabedingten Rückgang der Abflüsse über den Teltowkanal auch hydraulisch bedingt die Rückströmung, der Anteil an geklärtem Abwasser nimmt jedoch zu. Im Szenario S 3 ist die Einleitung des Klärwerks Stahnsdorf gemäß den Planungen der BWB um den Faktor 1,92 erhöht, dafür fehlt die Einleitung des Klärwerks Ruhleben in den Teltowkanal, die in diesem Szenario UV-behandelt direkt in die Spree erfolgt. Auch hier soll es Ziel und Aufgabe des Teilprojekts II sein, die Mengenanteile für die jeweiligen Szenarien zu quantifizieren.

#### 4.2 Teilprojekt II: Berechnung der Anteile geklärten Abwassers an ausgewählten Bilanzpunkten des Berliner Gewässersystems für verschiedene Szenarien

Im Rahmen des Teilprojekts II des Masterplans Wasser sind aufbauend auf dem Teilprojekt I durch das IWU erstmals die Anteile geklärten Abwassers (im Folgenden verkürzt als Abwasseranteile bezeichnet, es handelt sich aber um in den Klärwerken gereinigtes Abwasser) an den Durchflüssen im weitverzweigten Berliner Gewässersystem mit Hilfe des Modellbausteins „konservativer Transport“ des Gewässergütemodells QSim der Bundesanstalt für Gewässerkunde berechnet worden. Grundlage dafür bildet die hydronumerische Berechnung der Wasserstands- und Durchflussverhältnisse für den Istzustand (Szenario S0, Betrachtungszeitraum 01.03. bis 30.11.2019) sowie für die Szenarien S3.25, S3.50 und S3.75 des Teilprojekts I des Masterplans Wasser. Für diese Szenarien sind die Abwasseranteile an 21 ausgewählten Bilanzpunkten (siehe Tabelle 4-1) berechnet worden (IWU 2020b, unveröffentlicht).

Tabelle 4-1: Übersicht über die betrachteten Bilanzpunkte im Berliner Gewässersystem (IWU 2020b)

Lfd.-Nr.	Bezeichnung	Gewässer	Strang-Name	Gew-km
<b>Stauhaltung Spandau</b>				
1	Ablauf OWA Tegel	Tegeler See	S403-TeS	5,685
2	OP Spandau	Oberhavel	S401-HOW	0,76
<b>Stauhaltung Mühlendamm</b>				
3	Spreetunnel	Müggelspree	S103-MgS	3,839
4	Dammbrücke	Müggelspree	S103-MgS	0,049
5	Lange Brücke	Dahme	S102-SOW	33,208
6	Adlergestell	Teltowkanal	S117-TeK	36,50
7	Oberspree	Spree	S103-SOW	27,769
8	Elsenbrücke	Spree	S105-SOW	21,8
9	Buschkrugbrücke	Teltowkanal	S118-TeK	28,00
10	Eugen-Kleine-Brücke	Teltowkanal	S118-TeK	15,67
<b>Stauhaltung Charlottenburg</b>				
11	Föhrer Brücke	BSSK	S306-BSSK	9,20
<b>Stauhaltung Brandenburg</b>				
12	Sophienwerder	Spree	S501-SOW	0,6
13	Spreemündung	Spree	S501-SOW	0,00

14	Tiefwerder	Unterhavel	S502-UHW	1,5
15	Grunewaldturm	Unterhavel	S504-UHW	7,00
16	Moorlake	Unterhavel	S505-UHW	15,90
17	Glienicker Brücke	Unterhavel	S519-End	0
18	Nathanbrücke	Teltowkanal	S521-TeK	3,78
19	Alsenbrücke	PFL-Kanal	S522-GrK	1,45
20	OWA Beelitzhof	Wannsee	S523-GrW	2,43
21	Parkbrücke	Teltowkanal	S520-TeK	0,10

Die Ergebnisse können nachfolgend nicht für alle Bilanzpunkte und Szenarien dargestellt werden. Zusammenfassend werden daher die Ergebnisse für

- zwei ausgewählte Bilanzpunkte in der Stauhaltung Mühlendamm und
- für drei ausgewählte Bilanzpunkte in der Stauhaltung Brandenburg

für alle vier Szenarien gegenübergestellt. Betrachtet wird jeweils der Zeitraum des hydrologischen Sommerhalbjahrs (Mai bis Oktober) sowie die drei Monate Juli bis September 2019.

Wird als erster der Bilanzpunkt Spreetunnel (MgS-km 3,839) in der Stauhaltung Mühlendamm betrachtet (siehe Tab. 4.2-1), so sind im Vergleich der Abwasseranteile die Auswirkungen der veränderten Randbedingungen der S3-Szenarien auf die Rückströmung der Müggelspree in den Müggelsee zu erkennen. Wie nicht anders zu erwarten, nimmt bei einer um 17 % höheren Entnahme durch das Wasserwerk Friedrichshagen und einer um 8 % höheren Verdunstung der Abwasseranteil am Bilanzpunkt relativ (Mittelwert in %) aber auch absolut (Summe in Mio. m<sup>3</sup>) mit steigendem Rückgang der Zuflüsse in den S3-Szenarien zu. Eine Erklärung für die zum Teil geringeren prozentualen Abwasseranteile in den S3-Szenarien im Vergleich zum Szenario S0 ist vermutlich der anteilig höhere Zustrom über die Dahme, wodurch die Abwasseranteile am Bilanzpunkt Spreetunnel prozentual (nicht absolut) geringer sind.

Umgekehrt stellen sich die Verhältnisse am Bilanzpunkt Alsenbrücke (SOW-km 21,8) dar. Hier sind die absoluten Abwasseranteile im Istzustand (S0) am größten und reduzieren sich im Szenario S3.25 um etwa ein Drittel (Zeitraum Mai bis Oktober) bzw. die Hälfte (Zeitraum Juli bis September). Hierfür dürfte in erster Linie der in den S3-Szenarien angenommene Wegfall der Einleitung aus dem Klärwerk Ruhleben in den Teltowkanal verantwortlich sein, wodurch, anders als im Istzustand, keine Rückströmung im südlichen Arm des Teltowkanals auftritt. Entsprechend kann mehr geklärtes Abwasser aus dem Klärwerk Waßmannsdorf über den Teltowkanal Richtung Glienicker Brücke abfließen.<sup>1</sup> Hingegen nimmt auch hier der relative Anteil an geklärtem Abwasser am Gesamtdurchfluss zu. Dies ist wahrscheinlich auch bedingt durch den Wegfall des relativ großen Mindestabflusses infolge der Spaltwasserverluste der Wehre Mühlendamm und Kupfergraben im Istzustand. Anzumerken ist, dass die Rückströmung im Teltowkanal im Abschnitt zwischen Britzer Kreuz und Stauanlage Kleinmachnow auch dem dort insbesondere im Juli 2019 bis unter den Zufluss aus der Überleitung des Klärwerks Ruhleben reduzierten Abfluss über die Stauanlage geschuldet ist.

<sup>1</sup> In den S3-Szenarien wird angenommen wird, dass die Abwässer des Klärwerk Stahnsdorf vollständig über den Ableiter 1 unterhalb der Schleuse Kleinmachnow eingeleitet werden. Wird nach Neubau des Klärwerks verstärkt auch der Ableiter 2 in den Machnower See oberhalb der Schleuse genutzt, ergeben sich andere Strömungsverhältnisse, die hier nicht betrachtet wurden.

Tab. 4.2-1: Zusammenstellung der Abwasseranteile an ausgewählten Bilanzpunkten der Stauhaltung Mühlendamm im Vergleich

Abwasseranteil	Einheit	Zeitraum	Spreetunnel (MgS-km 3,839)			
			S0	S3.25	S3.50	S3.75
Mittelwert	%	Mai bis Oktober	34	30	35	55
	m <sup>3</sup> /s		0,28	0,33	0,38	0,57
Summe	Mio. m <sup>3</sup>		4,4	5,2	6,1	9,0
Mittelwert	%	Juli bis September	64	53	53	59
	m <sup>3</sup> /s		0,39	0,49	0,57	0,75
Summe	Mio. m <sup>3</sup>		3,1	3,9	4,5	5,9
			Elsenbrücke (SOW-km 21,8)			
Mittelwert	%	Mai bis Oktober	15	15	21	31
	m <sup>3</sup> /s		1,06	0,66	0,73	0,76
Summe	Mio. m <sup>3</sup>		16,8	10,6	11,7	12,0
Mittelwert	%	Juli bis September	25	24	30	39
	m <sup>3</sup> /s		1,51	0,78	0,72	0,65
Summe	Mio. m <sup>3</sup>		12,0	6,2	5,7	5,2

Am Bilanzpunkt Sophienwerder (SOW-km 0,6) in der Stauhaltung Brandenburg (siehe Tab. 4.2-2) fällt zunächst der Unterschied in den absoluten Zahlen (Mittelwert und Summe) der Abwasseranteile auf. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass bei den S3-Szenarien angenommen wird, dass mit Wegfall der Überleitung in den Teltowkanal der gesamte Ablauf des Klärwerks Ruhleben über den Altarm Ruhleben bei SOW-km 0,2 in die Spree geleitet wird. Damit reduziert sich an diesem Bilanzpunkt der Abwasseranteil in den S3-Szenarien um den im Istzustand (S0) noch vorhandenen Anteil aus der Einleitung des UV-desinfizierten Teilstroms oberhalb des Bilanzpunkts.<sup>2</sup>

Erst am unterhalb gelegenen Bilanzpunkt Pegel Tiefwerder (UHW-km 1,5) ist dann der Einfluss der weggefallenen Überleitung in den Sommermonaten in den S3-Szenarien deutlich zu erkennen. So betrug im Istzustand z.B. der prozentuale Abwasseranteil (größtenteils UV-desinfiziert) in der Havel unterhalb der Spreemündung im Zeitraum von Juli bis September 40% und würde unter den Annahmen der S3-Szenarien von knapp 60% auf über 70% ansteigen. Dabei ist anzumerken, dass im Betrachtungszeitraum von Ende Mai bis Anfang November 2019 aufgrund von Bauarbeiten an der Stauanlage Spandau kein Havelwasser über die Wehre und Schleuse nach Unterstrom abgegeben wurde.

<sup>2</sup> Anders als im Modell implementiert wird zukünftig eine direkte Einleitung der Abwässer des Klärwerks Ruhleben in die Spree erfolgen, um die Brunnengalerien des Wasserwerks Tiefwerder, die zum Teil Uferfiltrat des Altarms beziehen, von Abwassereinfluss zu entkoppeln. Diese Ableitvariante wurde hier nicht betrachtet“



Tab. 4.2-2: Zusammenstellung der Abwasseranteile an ausgewählten Bilanzpunkten der Stauhaltung Brandenburg im Vergleich

Abwasseranteil	Einheit	Zeitraum	Sophienwerder (SOW-km 0,6)			
			S0	S3.25	S3.50	S3.75
Mittelwert	%	Mai bis Oktober	27	26	28	38
	m <sup>3</sup> /s		2,50	1,48	1,22	1,24
Summe	Mio. m <sup>3</sup>		39,8	23,5	19,3	19,7
Mittelwert	%	Juli bis September	40	36	38	48
	m <sup>3</sup> /s		3,25	1,42	1,16	1,08
Summe	Mio. m <sup>3</sup>		25,8	11,3	9,2	8,6
			Pegel Tiefwerder (UHW-km 1,5)			
Mittelwert	%	Mai bis Oktober	29	46	51	58
	m <sup>3</sup> /s		3,13	3,71	3,45	3,21
Summe	Mio. m <sup>3</sup>		49,8	59,0	54,9	51,0
Mittelwert	%	Juli bis September	40	59	64	71
	m <sup>3</sup> /s		3,41	3,57	3,32	3,09
Summe	Mio. m <sup>3</sup>		27,1	28,4	26,4	24,6
			Pegel Glienicker Brücke (PHv-km 0)			
Mittelwert	%	Mai bis Oktober	35	46	49	53
	m <sup>3</sup> /s		5,63	5,90	4,88	4,00
Summe	Mio. m <sup>3</sup>		89,5	93,8	77,6	63,6
Mittelwert	%	Juli bis September	41	52	55	63
	m <sup>3</sup> /s		4,37	4,25	3,67	3,31
Summe	Mio. m <sup>3</sup>		34,8	33,8	29,2	26,3

Am Bilanzpunkt Pegel Glienicker Brücke (PHv-km 0) lässt sich bei zurückgehenden Zuflüssen und erhöhten Entnahmen durch die Wasserwerke die verstärkte „Kreislaufnutzung“, in der die gereinigten Abwässer aus den Klärwerken eine wesentliche Wasserressource darstellen, auch quantitativ ablesen. So würde etwa die Menge von 34,8 Mio. m<sup>3</sup> an geklärtem Abwasser, die beispielsweise in den Sommermonaten von Juli bis September 2019 aus Berlin abfloss, bei einem Rückgang der Zuflüsse nach Berlin um 50% (in Verbindung mit allen weiteren Annahmen des Szenarios S3.50) auf 29,2 Mio. m<sup>3</sup> zurückgehen. Die Differenz von 5,6 Mio. m<sup>3</sup> geklärtem Abwasser würde mithin über die (in Zukunft erhöhten) Wasserwerksentnahmen dem (Trink-) Wasserkreislauf zugeführt werden.

Im Modell beginnen die Abwasseranteile an den Bilanzpunkten immer mit einer Anfangskonzentration von Null. Ausnahmen sind nur die Bilanzpunkte, an denen direkt geklärtes Abwasser eingeleitet wird – wie z.B. am Bilanzpunkt Sophienwerder – oder die kurz unterhalb einer solchen Einleitung liegen – wie z.B. der Bilanzpunkt Spreemündung. Auch dort sind aber die Abwasseranteile aus oberhalb gelegenen Klärwerkseinleitungen zu Beginn der Berechnung aufgrund der Fließzeiten noch nicht enthalten. Eine Mittelwertbildung über den gesamten Betrachtungszeitraum ist daher eigentlich nicht zulässig. Um die Ergebnisse zu verbessern, ist perspektivisch der Betrachtungszeitraum auf Grundlage einer Berechnung der Fließzeiten um

den Zeitraum zu verlängern, bis sich in allen hier betrachteten Bilanzprofilen die Vorbelastung mit geklärtem Abwasser am Gesamtdurchfluss eingestellt hat.

Weiterhin ist anzumerken, dass die durchgeführten Berechnungen der Abwasseranteile derzeit nicht durch vergleichende Messungen belegt sind. Bei der Plausibilisierung der Berechnungsergebnisse hat sich gezeigt, dass diese insbesondere in den zahlreichen seenartig erweiterten Gewässerabschnitten aufgrund der sehr (sehr) kleinen Fließgeschwindigkeiten stark vom gewählten Dispersionskoeffizienten (bzw. dem zu dessen Berechnung gewählten Verfahren) abhängig sind. Eine Validierung der hier vorgelegten Berechnungsergebnisse durch bisherige und perspektivisch im Rahmen des Monitorings von SenUVK und BWB durchgeführte Messkampagnen ist erforderlich. Auch ein Abgleich mit den vom Landesamt für Gesundheit und Soziales (LAGeSo) durchgeführten Messungen (E-Coli) zur Überwachung der Badegewässerqualität im Großen Wannensee und der Unterhavel bietet sich an.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse des Teilprojekts II, die hier exemplarisch für ausgewählte Bilanzpunkte vorgestellt wurden, die hohe Bedeutung der Klärwerkseinleitungen – nicht nur als maßgebliche Belastungsquelle, sondern auch als wichtige Wasserressource – auf. Die Strömungsverhältnisse, darunter auch die beschriebenen Rückströmungseffekte, sind nicht nur abhängig von den Zuflüssen und den Entnahmen, sondern auch von der Lage der (aktuellen oder perspektivischen) Einleitstellen der Klärwerke, den Einleitmengen und der Steuerung der Wehre. Die Untersuchung der Potentiale dieser Steuerungsoptionen mit Blick auf das Management von Wassermenge und -güte wurden im Teilprojekt II nicht betrachtet und erfordern vertiefte Untersuchungen. Mit dem verwendeten Ansatz liegt aber ein erstes geeignetes Instrument vor, das weiter optimiert und je nach Fragestellung angepasst werden kann.

Trotz der genannten Unsicherheiten und offener Forschungsfragen liefern die vorliegenden Ergebnisse erste wichtige Erkenntnisse zu potenziellen qualitativen Veränderungen im Berliner Gewässersystem bei – in Zukunft häufiger und extremer zu erwartenden – Niedrigwasserperioden. Effekte von Starkregenereignissen und Mischwasserüberläufen wurden nicht betrachtet.

#### **4.3 Zwischenergebnisse Teilprojekt III: Überschlägige Grundwasserbilanzbetrachtungen in den Einzugsgebieten der Wasserwerke auf dem Berliner Stadtgebiet**

Im Teilprojekt III werden die Auswirkungen des Klimawandels auf das Grundwasserdargebot und die sich damit verändernden Grundwasserbilanzen untersucht. Die Kenntnis über die zukünftige Entwicklung des Grundwasserdargebots ist für die langfristige Sicherung der Berliner Trinkwasserversorgung bei gleichzeitiger Berücksichtigung naturschutzfachlicher Aspekte entscheidend.

Das Grundwasserdargebot setzt sich aus verschiedenen Komponenten (s. Kapitel 4.3.1) zusammen und unterliegt damit entsprechend mehreren Einflussfaktoren, die es im Zuge der Bearbeitung des ‚Masterplans Wasser‘ zu quantifizieren und zu bewerten gilt.

Die wesentlichste natürliche Einflussgröße für das Grundwasserdargebot ist die Grundwasserneubildung. Diese wird u.a. maßgeblich durch den Niederschlag und die Verdunstung bestimmt und ist damit unmittelbar mit den sich ändernden Klimabedingungen verknüpft. Zusätzlich spielen für das Grundwasserdargebot der Berliner Wasserwerke auch die Veränderungen in den Oberflächengewässern eine wichtige Rolle, da hier ein großer Anteil des gewonnenen Trinkwassers durch Uferfiltration und Grundwasseranreicherung gewonnen wird und damit eine signifikante Stützung des Grundwasserdargebots aus den Oberflächengewässern erfolgt.

Da die gesamtheitliche Betrachtung und Abbildung wesentlicher Zusammenhänge zwischen Grund- und Oberflächenwasserdargebot die Kenntnis und Ermittlung einer Vielzahl von

Grundlagen voraussetzt, ist eine schrittweise Projektbearbeitung in Abhängigkeit der jeweils zur Verfügung stehenden Datenbasis erforderlich. Mit Verbesserung dieser Datenbasis und entsprechend angepasster Methodik in der Anwendung und Auswertung werden die resultierenden Ergebnisse im weiteren Projektverlauf entsprechend präziser und damit belastbarer.

In einem ersten Bearbeitungsschritt, der gleichzeitig eine Bestandserhebung und Bewertung der bis dato zur Verfügung stehenden Datengrundlagen darstellt, wurden überschlägige Bilanzbetrachtungen zum Grundwasserdargebot für die Einzugsgebiete der Wasserwerke auf dem Berliner Stadtgebiet durchgeführt. Diese ermöglichen eine erste näherungsweise Bewertung des Grundwasserdargebots hinsichtlich seiner Deckung des Trinkwasserbedarfs für den Ist-Zustand und möglicher Trends für die Zukunft.

Im Fokus der Betrachtungen standen zunächst die möglichen Auswirkungen eines klimabedingten Rückgangs der Grundwasserneubildung bei gleichzeitiger Erhöhung der Trinkwasserförderung infolge anhaltender Trockenheit in Verbindung mit steigenden Bevölkerungszahlen im Zeitraum bis 2050.

Die erfolgten Auswertungen beinhalten noch keine Kopplung mit den Ergebnissen aus der Modellierung zum Oberflächenwasserdargebot (siehe Kapitel 4.1). Für die überschlägigen Bilanzen zum Grundwasserdargebot bedeutet dies, dass von einer unverminderten Stützung bzw. Nutzung von Oberflächenwasser in Form von Uferfiltration und Grundwasseranreicherung für die Trinkwassergewinnung ausgegangen wird. Damit verbleibt die Grundwasserneubildung als maßgebliche Einflussgröße für die im Folgenden vorgestellten ersten überschlägigen Ergebnisse.

Eine kurze Erläuterung zu den verwendeten relevanten Bilanzgrößen (Grundwasserneubildung, Uferfiltration, Grundwasseranreicherung und Grundwasserentnahmen) sowie der gewählten Herangehensweise bei der Auswertung enthält das folgenden Kapitel 4.3.1.

### **4.3.1 Bilanzgrößen**

Die Grundwasserbilanz gibt Auskunft über den Grundwasserhaushalt innerhalb eines betrachteten Gebietes, also das verbleibende Grundwasserdargebot oder mögliche Defizite. Sie ergibt sich aus der Differenz zwischen den Grundwasserzuflüssen und den Grundwasserabflüssen.

In der Regel erfolgt die Grundwasserbilanzierung für Einzugsgebiete. Dabei handelt es sich um abgrenzbare Gebiete aus denen Grundwasser dem am tiefsten gelegenen Punkt zufließt. Dies ist bei unbeeinflussten Verhältnissen zumeist der Vorfluter (Oberflächengewässer, dem Grundwasser zufließt). Im Falle von künstlichen Grundwasserentnahmen stellen diese jedoch den tiefsten Entwässerungspunkt dar, so dass jede Grundwasserentnahme (Brunnen) über ein eigenes Einzugsgebiet verfügt. Entsprechend erfolgten die überschlägigen Grundwasserbilanzbetrachtungen für die Einzugsgebiete der Berliner Wasserwerke (s. Abbildung 4.3-2).

Das Grundwasserdargebot setzt sich aus allen positiven Grundwasserbilanzgliedern zusammen. Im Wesentlichen sind dies:

- Grundwasserneubildung (GWN),
- Uferfiltration (UF) und
- Grundwasseranreicherung (GWA).

Je nach Gegebenheiten des betrachteten Gebietes können noch Grundwasserzuströme hinzukommen. Diese spielen jedoch im Falle abgrenzbarer Einzugsgebiete nur eine untergeordnete bzw. keine Rolle.

Grundwasserneubildung erfolgt durch infiltrierendes Wasser in den Untergrund, welches die Grundwasseroberfläche erreicht. Wesentlichste Komponente ist dabei die Versickerung von Niederschlägen, aber auch die Infiltration aus oberirdischen Gewässern in den Untergrund und künstliche Grundwasseranreicherungen tragen zur Grundwasserneubildung bei.

Die Grundwasserneubildung durch Niederschläge wird durch verschiedenen Faktoren beeinflusst. Maßgebliche bestimmende Größen sind beispielsweise die Verdunstung, die Landnutzungsart oder die Versiegelung der Oberfläche.

Als Uferfiltration wird der Prozess bezeichnet, bei dem mittels ufernaher Brunnen Grundwasser durch Versickerung aus Oberflächengewässern gewonnen wird. Der Weg zwischen Gewässer und Brunnen durch den Untergrund wird dabei zur Filterung genutzt (s. Abbildung 4.3-1). In Berlin liegen die Brunnen in der Regel etwa 100 bis 150 m vom Ufer entfernt. Die Fließzeiten betragen etwa 2 bis 6 Monate.

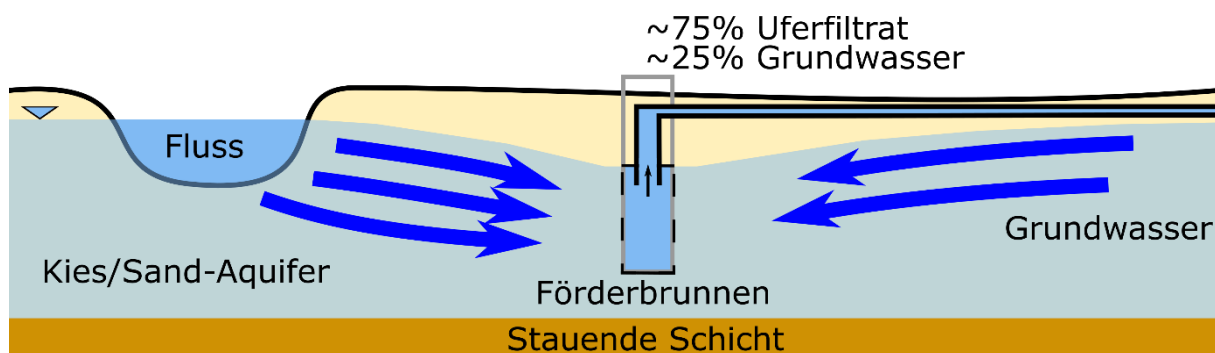


Abbildung 4.3-1: Prinzip der Uferfiltration (Quelle: [https://www.hydrogeologie.tu-berlin.de/menue/forschung/laufende\\_forschungsprojekte/dbu\\_transport\\_von\\_viren\\_bei\\_der\\_uferfiltration/](https://www.hydrogeologie.tu-berlin.de/menue/forschung/laufende_forschungsprojekte/dbu_transport_von_viren_bei_der_uferfiltration/))

Grundwasseranreicherung erfolgt ebenfalls durch die Infiltration von Wasser aus einem Oberflächengewässer über Sickerbecken oder -gräben in den Untergrund. Weitere Möglichkeiten zur Grundwasseranreicherung ist die Versickerung durch überstaute Grünlandflächen, über Versickerungsschächte und Schluckbrunnen. Hier wird ebenfalls die Reinigungsleistung durch den Untergrund genutzt und dadurch die mögliche Grundwasserentnahme gesteigert.

Den positiven Bilanzgliedern stehen die Grundwasserabflüsse als negative Bilanzgrößen gegenüber. Dazu zählen im Wesentlichen:

- künstliche Grundwasserentnahmen,
- der Grundwasserabstrom in die Vorfluter.

Von untergeordneter Bedeutung sind Prozesse wie die Grundwasserzehrung oder der kapillare Aufstieg sowie ein Grundwasserabstrom in liegende und/oder hangende Grundwasserleiter.

Die größten Grundwasserentnahmen erfolgen durch die Wasserwerke zur Trinkwassergewinnung. Hinzu kommen Entnahmen aus Eigenwasserversorgungsanlagen, für Industriezwecke, Altlastensanierungen und Bauwasserhaltungen. Entnahmen für Bauwasserhaltungen wurden aufgrund der zeitlichen Befristung nicht in die überschlägigen Bilanzbetrachtungen einbezogen.

Zur Bestimmung der Grundwasserbilanz werden sämtliche positiven und negativen Bilanzglieder summiert. In den überschlägigen Grundwasserbilanzbetrachtungen wurden zunächst nur

die maßgeblichen Bilanzgrößen, für die entsprechende Datengrundlagen zur Verfügung standen, berücksichtigt. Dazu zählen die Grundwasserneubildung, die Uferfiltration und die Grundwasseranreicherung sowie die Grundwasserentnahmen:

**überschlägige Grundwasserbilanz = GWN + UF + GWA – Grundwasserentnahmen**

Aufgrund der durch die Wasserwerke verursachten großräumigen Grundwasserabsenkungen spielt der normalerweise relevante Abstrom von Grundwasser in die Vorfluter nur vereinzelt eine Rolle und wurde daher vorerst vernachlässigt.

In der folgenden Abbildung 4.3-2 sind die in den Bilanzbetrachtungen berücksichtigten Einzugsgebiete der Berliner Wasserwerke dargestellt. Das von den Berliner Wasserbetrieben (BWB) in Brandenburg betriebene Wasserwerk Stolpe nördlich der Berliner Landesgrenze wurde in den aktuellen Auswertungen vorerst nicht einbezogen.

Die farblich unterschiedlich schraffierten Flächen kennzeichnen die Lage und Ausdehnung der Einzugsgebiete der verschiedenen Wasserwerke. Diese wurden im Zuge der Umweltverträglichkeitsuntersuchungen (UVU) auf Basis numerischer Grundwasserströmungsmodelle der einzelnen Berliner Wasserwerke ermittelt (DHI-WASY, 2014 & 2016, GCI 2013 & 2015).

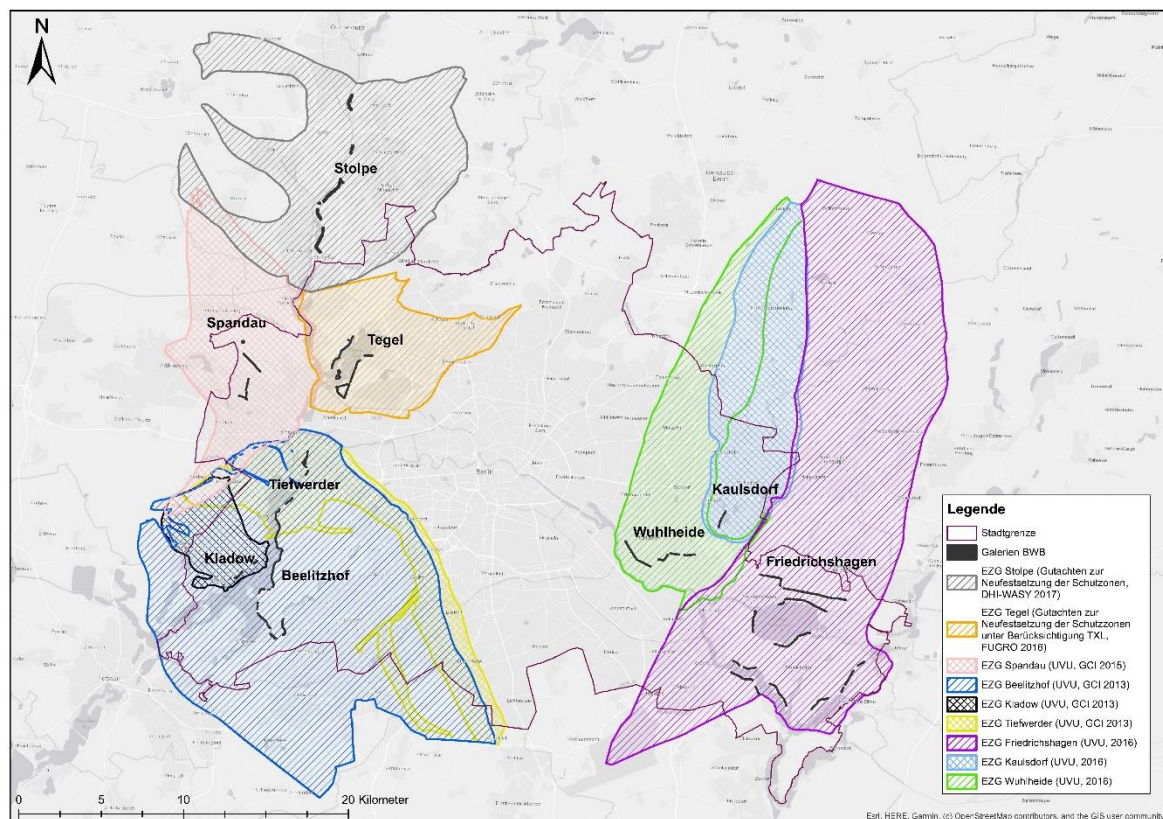


Abbildung 4.3-2: Lage Brunnengalerien und Einzugsgebiete der Berliner Wasserwerke

Die Einzugsgebiete umfassen neben den für die Gewinnung von Uferfiltrat und zur Grundwasseranreicherung genutzten Oberflächengewässern vor allem die landseitigen Flächen im Anstrom der Trinkwasserbrunnen der BWB, auf denen die natürliche Grundwasserneubildung aus Niederschlägen das Grundwasserdargebot bildet. Der Grundwasseranstrom aus diesen Flächen wird als landseitiges Grundwasser bezeichnet. Die Größe der Einzugsgebiete wird maßgeblich durch die Entnahme von landseitigen Grundwasser bestimmt und unterliegt entsprechenden Schwankungen in Abhängigkeit von Fördermenge und Höhe der Grundwasserneubildung.

#### **4.3.2 Betrachtete Zustände und Szenarien**

Die überschlägigen Bilanzierungen wurden für verschiedene Zustände bzw. Szenarien durchgeführt, anhand derer die Veränderung der Grundwasserneubildung sowie verschiedene Trinkwasserbedarfe betrachtet wurden.

Zur Abschätzung des voraussichtlichen Rückganges der Grundwasserneubildung wurde eine Literaturrecherche durchgeführt. Aus dieser gingen für den Raum Berlin/Brandenburg Reduzierungen zwischen 20 % und im Extremfall bis zu 75 % im Zeitraum bis 2050 hervor. Die angegebenen Änderungen beziehen sich in der Regel auf den Referenzzeitraum 1961-1990 und basieren auf den früheren SRES-Szenarien unter Verwendung statistisch regionaler Klimamodelle, i. d. R. WettReg (CEC, Potsdam) oder STAR (PIK, Potsdam). Ergebnisse zur Veränderung der Grundwasserneubildung basierend auf den RCP-Szenarien und unter Verwendung dynamischer Regionalmodelle konnten für den Raum Berlin/Brandenburg nicht recherchiert werden, so dass in Verbindung mit bestehenden Unsicherheiten in den Prognosen zur Entwicklung der Grundwasserneubildung vorerst von einem Rückgang der Grundwasserneubildung ausgegangen wird (s. Kapitel 3.1).

Im Ergebnis der Literaturrecherche wurden drei Grundwasserneubildungsszenarien abgeleitet, die Reduktionen gegenüber dem im Folgendem erläuterten Ist-Zustand in Höhe von 20, 35 und 50 % beinhalten.

Neben der Festlegung des möglichen Rückgangs der Grundwasserneubildung in der Zukunft erfolgte eine Bewertung der vorhandenen Grundwasserneubildungsdaten hinsichtlich ihrer Gültigkeit für die aktuellen Verhältnisse bzw. für den Ist-Zustand. Den für die Auswertungen primär genutzten Umweltverträglichkeitsuntersuchungen der Berliner Wasserwerke (DHI-WASY, 2014 & 2016, GCI 2013 & 2015) liegen entweder die mittleren Grundwasserneubildungswerte der Zeitreihe 1969 bis 1990 oder 1983 bis 2010 zugrunde (s. Kapitel 4.3.3). Im Einzelfall wurde zudem ein Mittelwert für das Jahr 2010 genutzt.

Für die Einordnung dieser Mittelwerte stellte das Potsdamer Institut für Klimaforschung Berechnungsergebnisse zur Grundwasserneubildung für den Zeitraum 1953 bis 2019 für die Klimastationen Potsdam und Dahlem zur Verfügung. Diese zeigen einen kontinuierlichen Rückgang der Grundwasserneubildung innerhalb des Berechnungszeitraumes von etwa 50 mm/a (s. Abbildung 4.3-3).

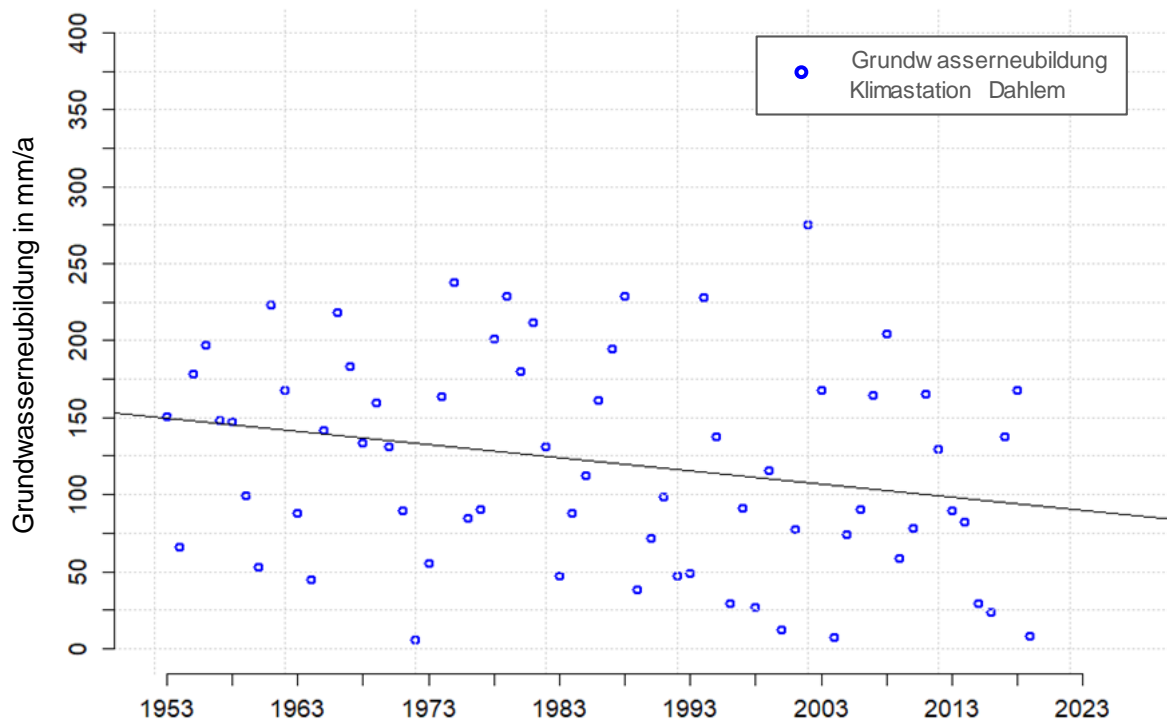


Abbildung 4.3-3: Berechnete jährliche Grundwasserneubildung in mm pro Jahr an der Klimastation Dahlem unter Annahme Böden mittlerer Durchlässigkeit und extensives Grasland als Landnutzung für den Zeitraum 1953 bis 2019 (Hattermann, F. F., 2020a)

In der folgenden Abbildung 4.3-4 sind die langjährigen Monatsmittelwerte für die Zeitreihen 1961 bis 1990 und 2001 bis 2019 gegenübergestellt. Die mit roter Umrandung dargestellten Mittelwerte der Zeitreihen ergeben für den Zeitraum 2001-2019 eine etwa 20 % niedrigere Grundwasserneubildung als im Mittel der Zeitreihe 1961-1990.

Auf Basis dieser Ergebnisse lässt sich schlussfolgern, dass die zur Verfügung stehenden Grundwasserneubildungswerte für die Zeitreihen 1969 bis 1990 sowie 1983 bis 2012 nicht im ausreichenden Maß für die Bewertung des Ist-Zustandes geeignet sind. Daher wurde bei den durchgeführten Bilanzierungen zwischen Ausgangszustand und Ist-Zustand unterschieden. Die Bilanzierung für den Ausgangszustand erfolgte auf Basis der vorhandenen langjährigen mittleren Grundwasserneubildung der Zeiträume 1961 bis 1990 oder 1983 bis 2012. Für den Ist-Zustand wurde eine verringerte Grundwasserneubildung von 20 % gegenüber der Zeitreihe 1961-1990 und von 13 % gegenüber der Zeitreihe 1983-2012 sowie dem Mittelwert von 2010 angenommen.

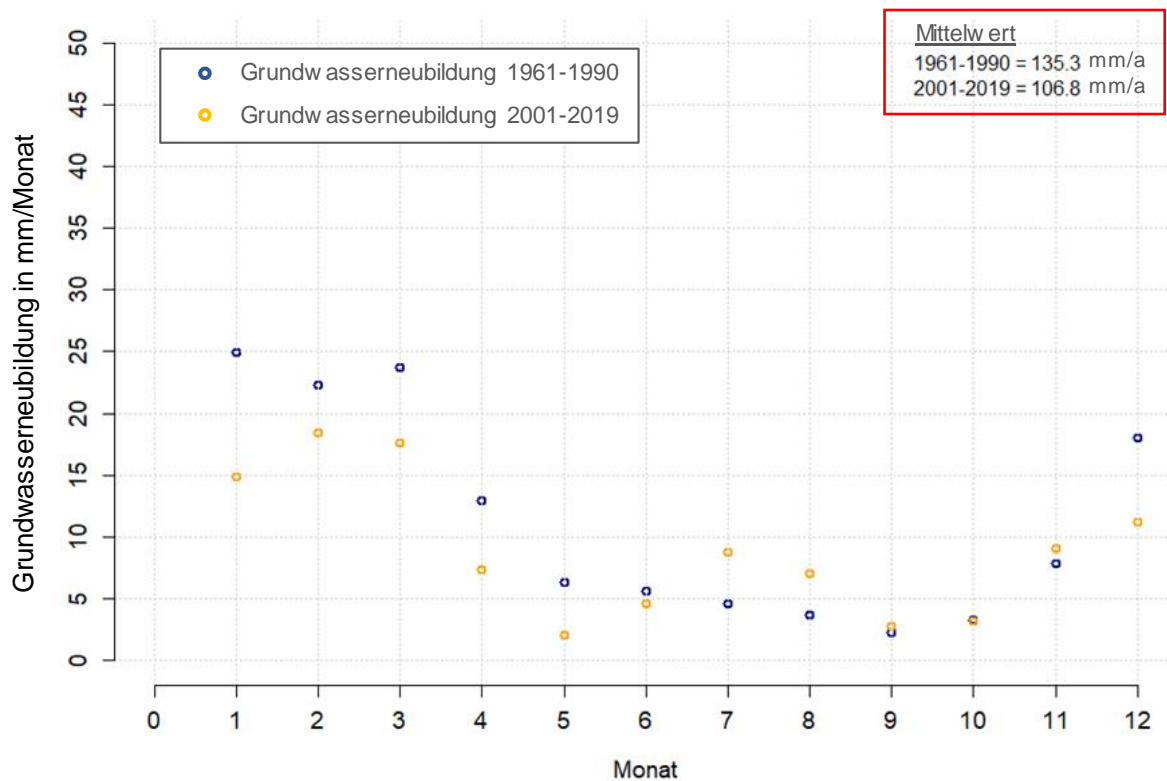


Abbildung 4.3-4: Berechnete mittlere monatliche Grundwasserneubildung an der Klimastation Dahlem unter Annahme Böden mittlerer Durchlässigkeit und extensives Grasland als Landnutzung für die Zeitreihen 1969 bis 1990 und 2001 bis 2019 (Hattermann, F. F., 2020b)

In der folgenden Tabelle 4-2 sind die Szenarien und Zustände mit den getroffenen Annahmen für die jeweilige Grundwasserneubildung zusammenfassend dargestellt. Neben den verschiedenen Annahmen zur Grundwasserneubildung wurde die Bilanzierungen jeweils für die mittleren jährlichen Fördermengen des Zeitraums 2000 bis 2019 sowie für die prognostizierten jährlichen Fördermengen in Trockenzeiten bei 4,2 Mio. Einwohnern durchgeführt.

Tabelle 4-2: Übersicht der betrachteten Zustände und Szenarien

Bezeichnung	Annahme zur Grundwasserneubildung	Betrachtete Fördermengen
Ausgangszustand	mittlere Grundwasserneubildung der Zeitreihen 1961 bis 1990 oder 1983 bis 2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mittlere jährlichen Förderdaten des Zeitraums 2000 bis 2019</li> <li>- prognostizierte Förderdaten in Trockenzeiten bei 4,2 Mio. Einwohnern.</li> </ul>
Ist-Zustand	Rückgang der Grundwasserneubildung ggü. dem Ausgangszustand 1961-1990 minus 20 % 1983-2012 minus 13%	
Grundwasserneubildungsszenario –20 %	Reduktion der Grundwasserneubildung ggü. dem Ist-Zustand von 20 %	
Grundwasserneubildungsszenario –35 %	Reduktion der Grundwasserneubildung ggü. dem Ist-Zustand von 35 %	
Grundwasserneubildungsszenario –50 %	Reduktion der Grundwasserneubildung ggü. dem Ist-Zustand von 50 %	



### 4.3.3 Verwendete Datengrundlagen

Im Zuge der Erarbeitung der überschlägigen Grundwasserbilanzen wurde eine Vielzahl von unterschiedlichen Datengrundlagen geprüft und hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit bewertet. Die konkret genutzten Gutachten, Berichte und Zuarbeiten sind im Literaturverzeichnis (s. Kapitel 7) angegeben.

Im Folgenden werden die wichtigsten Datenquellen und weitere Informationen stichpunktartig benannt:

- Übernahme der Grundwasserneubildung und Uferfiltrat-Anteile aus den jeweiligen Gutachten der Umweltverträglichkeitsuntersuchungen (UVU), Unterscheidung für Referenzzustände und Lastfälle (DHI-WASY, 2014 & 2016, GCI 2013 & 2015)
- Ausnahme Beelitzhof, Kladow und Tiefwerder, hier basiert die Grundwasserneubildung auf den Angaben im Wasserversorgungskonzept (Möller, K. & Burgschweiger, J, 2008)
- aufgrund der unterschiedlichen Datengrundlagen basiert die Grundwasserneubildung auf unterschiedlichen Zeitreihen (1961-1990 für Tegel, Beelitzhof, Kladow, Tiefwerder; 2010 für Spandau; 1983-2012 für Friedrichshagen, Wuhlheide, Kaulsdorf)
- Berechnungsergebnisse des Potsdamer Institut für Klimaforschung (PIK) zur Veränderung der Grundwasserneubildung an den Klimastationen Potsdam und Dahlem (s. Kapitel 4.3.2)
- Förderdaten der BWB für den Zeitraum 2000-2019 mit Angaben zu Uferfiltratanteilen, Grundwasseranreicherung und ggf. Altlastensanierungen
- Förder- und Grundwasseranreicherungsdaten der BWB für das Szenario Trockenjahre bei 4,2 Mio. Einwohnern (Berliner Wasserbetriebe, 2020)
- Daten der Oberen Wasserbehörde zu Eigenwasserversorgungen/Dauerförderer

### 4.3.4 Unsicherheiten

Für die Interpretation und Einordnung der im nächsten Kapitel 4.3.5 dokumentierten Ergebnisse wird vorab auf bestehende Unsicherheiten und Einschränkungen in den erfolgten Auswertungen hingewiesen.

Entscheidend ist dabei die Kenntnis, dass zwischen den verschiedenen Bilanzkomponenten (s. Kapitel 4.3.1) Abhängigkeiten bestehen. Verändert sich eine Bilanzgröße, wirkt sich dieses in der Regel auf die anderen Bilanzgrößen aus. Sofern möglich, ist das System bestrebt ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserzufluss und Grundwasserabfluss zu schaffen (s. Kapitel 4.3.1). Im Folgenden werden beispielhaft einige Zusammenhänge benannt, um die Dynamik des Systems zu verdeutlichen:

- Zusammenhang zwischen Fördermenge und Grundwasserneubildung: Je höher die Förderung von landseitigem Grundwasser (s. Kapitel 4.3.1) desto größer wird das Einzugsgebiet der Brunnen bzw. -galerien. Die Größe des Einzugsgebietes ist wiederum maßgeblich für die zur Verfügung stehenden Grundwasserneubildungsmenge.
- Zusammenhang zwischen benachbarten Grundwasserentnahmen und Grundwasserneubildung: Die Lage und Ausdehnung des Einzugsgebiets kann sich durch benachbarte Grundwasserentnahmen verändern. Damit verbunden ist ebenfalls eine Veränderung der Grundwasserneubildungsmenge in den jeweiligen Einzugsgebieten.
- Zusammenhang zwischen Grundwasseranreicherung und Grundwasserneubildungsmenge: Je mehr Grundwasser künstlich angereichert wird, desto weniger landseitiges Grundwasser wird gefördert, so dass sich das Einzugsgebiet entsprechend verkleinert und sich damit die Grundwasserneubildungsmenge reduziert.

- Zusammenhang zwischen Fördermenge und Uferfiltratanteil: Der Uferfiltratanteil variiert in Abhängigkeit von der Förderung. Steigt diese, erhöht sich auch der Uferfiltratanteil.

Für die überschlägigen Bilanzierungen musste zum Teil auf Zahlen bzw. Werte aus verschiedenen Datengrundlagen zurückgegriffen werden, die in Bezug auf berücksichtigte Zeiträume und Bewirtschaftungskonstellationen nur größenordnungsmäßig zueinander passen. Aufgrund der vielen vorhandenen Abhängigkeiten zwischen den Bilanzgrößen ergeben sich dadurch Unsicherheiten in der Auswertung.

Dies gilt insbesondere für die Grundwasserneubildungsszenarien, die von einer Reduktion der Grundwasserneubildung gegenüber dem Ist-Zustand ausgehen (s. Kapitel 4.3.2). Die mit der verringerten Grundwasserneubildung einhergehende Vergrößerung der Einzugsgebiete und damit zumindest teilweise verbundene Kompensation des Defizits kann anhand der erfolgten überschlägigen Bilanzierungen und vorhandenen Datengrundlagen nicht berücksichtigt werden. Dafür sind Untersuchungen unter Nutzung von numerischen 3D-Grundwasserströmungsmodellen, welche die vorhandenen Abhängigkeiten abbilden können, erforderlich.

Grundwasserströmungsmodellierungen sind ebenfalls notwendig, um die Ergebnisse aus der Oberflächenwasser-Modellierung hinsichtlich der Auswirkungen auf das Grundwasser und umgekehrt zu berücksichtigen, z.B. wie sich fallende Oberflächenwasserstände auf das Maß der Uferfiltration und der GW-Anreicherung auswirken. In die überschlägigen Bilanzen konnten diese Wechselwirkungen zwischen Grund- und Oberflächenwasser daher noch nicht einfließen. Für die im Folgenden dokumentierten Ergebnisse wird entsprechend von einer unverminderten Stützung bzw. Nutzung von Oberflächenwasser in Form von Uferfiltration und Grundwasseranreicherung für die Trinkwassergewinnung ausgegangen, so dass zunächst die Grundwasserneubildung als maßgebliche Einflussgröße verbleibt.

Trotz der beschriebenen Unsicherheiten werden die Ergebnisse als geeignet bewertet, Tendenzen für die zukünftige Entwicklung abzuleiten. Sie bilden den Ausgangspunkt für weiterführenden Untersuchungen, deren Aussagegenauigkeit nach weiterer Erarbeitung und Verbesserung von Datengrundlagen und dem Einsatz von Grundwasserströmungsmodellierungen entsprechend steigt (s. 4.3.6).

#### **4.3.5 Ergebnisse**

Die Ergebnisse der überschlägigen Bilanzierungen auf Basis der genannten Datengrundlagen (s. Kapitel 4.3.3) und beschriebenen Einschränkungen (s. Kapitel 4.3.4) werden im Folgenden für die mittleren jährlichen Förderdaten des Zeitraums 2000 bis 2019 sowie für die prognostizierten Förderdaten in Trockenzeiten bei 4,2 Mio. Einwohnern (s. Tabelle 4-2) dokumentiert.

Die folgende Abbildung 4.3-5 zeigt die Bilanzergebnisse für die mittleren jährlichen Förder- und Grundwasseranreicherungsdaten des Zeitraums 2000 bis 2019 je Wasserwerk. Dargestellt sind für den Ausgangszustand, den Ist-Zustand sowie die drei Grundwasserneubildungsszenarien -20, -35 und -50 % die resultierenden Bilanzdefizite (negative Werte) und ggf. das verbleibende Dargebot (positive Werte) in Mio. m<sup>3</sup>/a.



Abbildung 4.3-5: Ergebnisse überschlägige Bilanzierungen auf Basis der mittleren jährlichen Förder- und Grundwasseranreicherungsdaten des Zeitraums 2000 bis 2019 für die Berliner Wasserwerke. (Ausgangszustand: mittlere Grundwasserneubildung der Zeitreihen 1961-1990 oder 1983-2012; Ist-Zustand: Rückgang der Grundwasserneubildung um 20 % gegenüber der Zeitreihe 1961-1990 und um 13 % gegenüber der Zeitreihe 1983-2012)

Es wird deutlich, dass bereits für den Ist-Zustand (orangene Balken) unter Annahme der mittleren Förder- und Grundwasseranreicherungsdaten von 2000 bis 2019 für einige Wasserwerke ein Defizit besteht bzw. das Grundwasserdargebot ausgeschöpft ist.

Für die Wasserwerke Tegel und Spandau ergibt sich eine Übernutzung des Grundwasserdargebots zwischen 5 bis 8 %. In den Wasserwerken Beelitzhof, Tiefwerder und Kladow liegt eine geringe Übernutzung des Grundwasserdargebots von maximal ca. 5 % vor. Für das Wasserwerk Friedrichshagen ist die Bilanz ausgeglichen. Das verbleibende Grundwasserdargebot für Wuhlheide beträgt ca. 10 %.

Die hohe Übernutzung des Dargebots von ca. 15 % für das Wasserwerk Kaulsdorf lässt sich auf zwei Ursachen zurückführen: Zum einen findet am Wasserwerk Kaulsdorf keine Grundwasseranreicherung statt und der Uferfiltratanteil ist extrem klein, wodurch der Einfluss der Grundwasserneubildung und deren Änderung entsprechend hoch ist. Zum anderen besteht hier eine Unsicherheit in der Auswertung durch Kombination von Werten verschiedener Datengrundlagen.

Für einige Wasserwerke insbesondere Tegel muss angemerkt werden, dass die Bilanz bereits im Ausgangszustand (grüne Balken) nicht mehr ausgeglichen ist. Ursächlich sind hier möglicherweise aber die in Kapitel 4.3.4 genannten Unsicherheiten durch Kombination verschiedener Datengrundlagen.

Für Tegel wurde beispielsweise die Grundwasserneubildung des Referenzzustandes aus dem Umweltverträglichkeitsgutachten (DHI-WASY, 2014) zugrunde gelegt. Der Referenzzustand geht jedoch von einer etwas höheren Grundwasseranreicherung gegenüber den mittleren Werten von 2000-2019 aus. Dadurch ergibt sich wiederum ein kleineres Einzugsgebiet und

damit eine geringe Grundwasserneubildungsmenge. Durch diese geringe Grundwasserneubildungsmenge fällt die Bilanz dann entsprechend bereits im Ausgangszustand negativ aus. Das enge Wechselspiel von Förderung, Uferfiltration, Grundwasseranreicherung und Grundwasserneubildung wird durch die verfügbaren Daten in diesem Fall nicht optimal abgebildet.

Dennoch wird deutlich, dass bereits bei einem Rückgang der Grundwasserneubildung um nur 20% für kein Wasserwerk eine positive oder zumindest ausgeglichene Bilanz mehr errechnet wird und diese mit höheren Rückgängen entsprechend weiter anwächst, so dass es keine Verlagerungskapazitäten zwischen den Wasserwerken gibt.

In der Abbildung 4.3-6 sind die Bilanzergebnisse unter Annahme der prognostizierten Fördermengen in Trockenzeiten bei 4,2 Mio. Einwohnern dargestellt. Die für die Bilanzierung genutzten Grundwasseranreicherungsdaten entsprechen den Mittelwerten der Zeitreihe 2000 -2019. Aufgrund des um ca. 50 Mio.m<sup>3</sup>/a erhöhten Trinkwasserbedarfs, der den Planungen zufolge primär durch die Wasserwerke Tegel, Spandau, Friedrichshagen und Wuhlheide gedeckt werden soll, fallen die Defizite in der Bilanz deutlich größer aus als im Istzustand.

Die Bilanzergebnisse unterscheiden sich daher insbesondere für diese Wasserwerke (vgl. Abbildung 4.3-5 und Abbildung 4.3-6) deutlich. Im Falle der Wasserwerke Friedrichshagen und Wuhlheide verändern sich die resultierenden Defizite für die betrachteten Fördermengen jedoch weniger signifikant als bei den Wasserwerken Tegel und Spandau. Ursächlich dafür sind die höheren prozentualen Uferfiltratanteile bei entsprechend höheren Fördermengen, so dass der Trinkwasser-Mehrbedarf zu einem größeren Anteil aus den Oberflächengewässern gedeckt wird als im Fall der mittleren jährlichen Fördermengen des Zeitraums 2000 bis 2019. Für Tegel und Spandau unterscheiden sich die prozentualen Uferfiltratanteile zwischen den verschiedenen Fördermengen hingegen kaum. Die Defizite fallen daher entsprechend größer aus.

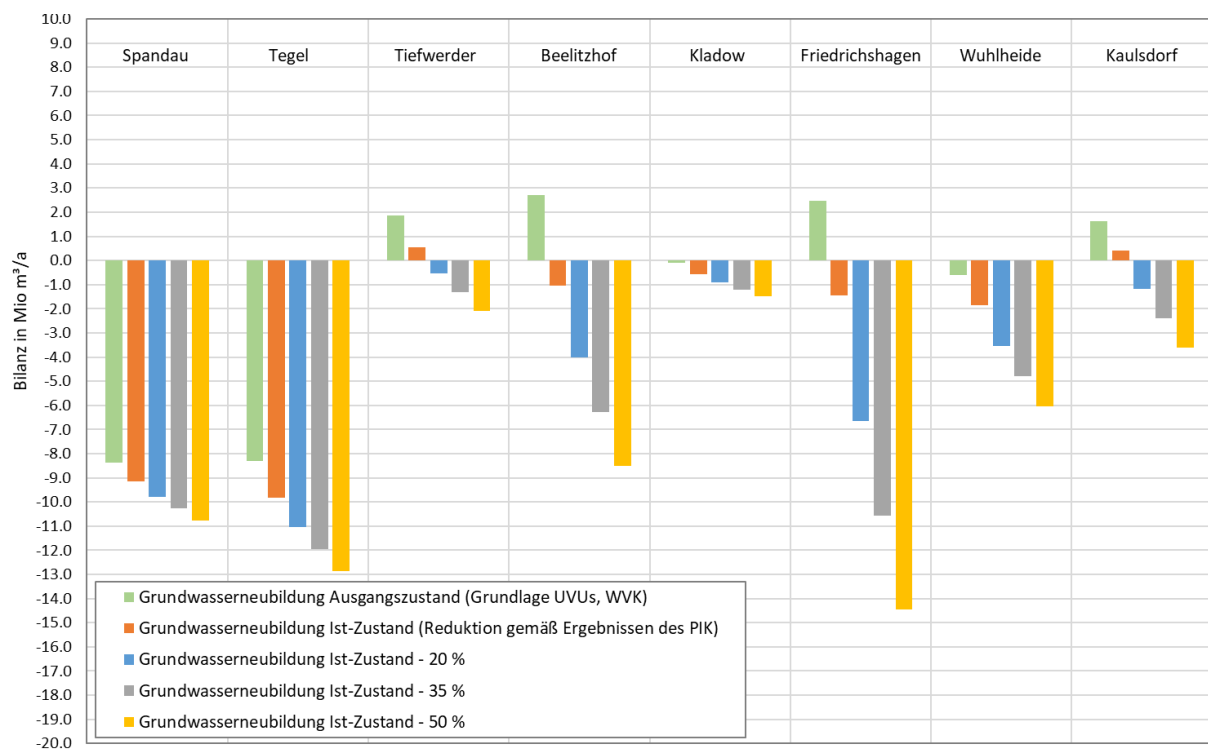


Abbildung 4.3-6: Ergebnisse überschlägige Bilanzierungen auf Basis der prognostizierten Förderdaten in Trockenzeiten bei 4,2 Mio. Einwohnern für die Berliner Wasserwerke (Ausgangszustand: mittlere Grundwasserneubildung der Zeitreihe)

hen 1961-1990 oder 1983-2012; Ist-Zustand: Rückgang der Grundwasserneubildung um 20 % gegenüber der Zeitreihe 1961-1990 und um 13 % gegenüber der Zeitreihe 1983-2012)

Tabelle 4-3 enthält eine Übersicht zu den summarischen Ergebnissen aller Berliner Wasserwerke (ohne Stolpe) für die betrachteten Zustände und Szenarien. Die ausgewiesenen Werte stellen somit die jeweiligen Gesamtbilanzen über alle berücksichtigten Wasserwerke dar, so dass die entstehenden Gesamtdefizite verglichen werden können.

Die Ergebnisse sind ausgewiesen in Mio. m<sup>3</sup>/a und in Prozent. Die rot gekennzeichneten Zahlen weisen Defizite aus. Deutlich wird, dass die Problematik knapper werdender Grundwasservorräte bereits die Gegenwart (Ist-Zustand) betrifft.

Die überschlägigen Bilanzierungen ergeben für den Ist-Zustand und unter der Annahme mittlerer Förder- und Grundwasseranreicherungsdaten ein Defizit von etwa 4 Mio. m<sup>3</sup>/a bzw. von 2 % und unter Berücksichtigung eines prognostizierten, erhöhten Trinkwasserbedarfs in Trockenzeiten und erhöhter Einwohnerzahl ein Defizit von etwa 23 Mio. m<sup>3</sup>/a bzw. 10 %.

Für das Worst-Case-Szenario, einer Reduktion der Grundwasserneubildung von 50 % in Verbindung mit hohen Entnahmen, ergibt sich bis 2050 ein Defizit im Grundwasserdargebot von etwa 30 % bzw. 60 Mio. m<sup>3</sup>/a und läge damit im Bereich der mittleren Gesamtfördermengen von 2000 bis 2019 der Wasserwerke Beelitzhof, Kladow und Tiefwerder. Im Falle einer Abnahme der Grundwasserneubildung von 20 % ergäbe sich ein Defizit im Grundwasserdargebot von etwa 18 % bzw. 38 Mio. m<sup>3</sup>/a ebenfalls unter Annahme hoher Entnahmen.

Tabelle 4-3: Übersicht zu den summarischen Ergebnissen aller Berliner Wasserwerke (ohne Stolpe) für die betrachteten Zustände und Szenarien

Szenarien	verbleibendes Grundwasserdargebot bzw. Defizit in Mio. m <sup>3</sup> /a und % unter Berücksichtigung verschiedener Fördermengen/-bedarfe		
		mittlere Förder- und Grundwasseranreicherungsdaten 2000-2019	Förderdaten für Trockenjahre bei 4.2 Mio. Einwohnern (= angestrebte Bewilligungsmengen); Grundwasseranreicherung gemäß Mittel 2000-2019
Grundwasserneubildung	Mio. m <sup>3</sup> /a	10.8	-8.7
Ausgangszustand	%	5	-4
Grundwasserneubildung Ist-Zustand (Reduktion gemäß Ergebnissen des PIK)	Mio. m <sup>3</sup> /a	-4.1	-22.9
	%	-2	-10
Grundwasserneubildung Ist-Zustand - 20 %	Mio. m <sup>3</sup> /a	-19.5	-37.7
	%	-11	-18
Grundwasserneubildung Ist-Zustand - 35 %	Mio. m <sup>3</sup> /a	-31.1	-48.7
	%	-18	-24
Grundwasserneubildung Ist-Zustand - 50 %	Mio. m <sup>3</sup> /a	-42.7	-59.8
	%	-26	-31

Die dargestellten Ergebnisse unterliegen den beschriebenen Unsicherheiten und Datengrundlagen. Deshalb wird abschließend nochmals darauf hingewiesen, dass es sich um überschlägige Bilanzbetrachtungen handelt, die dennoch eine größenordnungsmäßige Eingrenzung vorhandener und künftiger Defizite zulassen. Eine vertiefte Analyse einschließlich Überprüfung der Ergebnisse der überschlägigen Bilanzbetrachtungen wird im Rahmen der weiteren Arbeiten zum Masterplan erfolgen (s. Kapitel 4.3.6)

#### **4.3.6 Ausblick**

Anfang November 2020 erfolgte eine Beauftragung zur Neuberechnung des Bodenwasserhaushalts und damit vor allem der Grundwasserneubildung. Das beauftragte Wasserhaushaltsmodell umfasst neben Berlin auch die Brandenburger Landesfläche. Damit wird eine einheitliche Datenbasis für Berlin und Brandenburg geschaffen, was vor allem für die Betrachtung der Einzugsgebiete und Grundwasserkörper eine verbesserte Datengrundlage darstellt (vgl. Abbildung 4.3 2). Zudem werden nicht nur langjährige Mittelwerte berechnet, sondern auch zeitlich variierende Verläufe.

Auf Basis dieser Ergebnisse wird eine Prüfung der überschlägigen Bilanzen erfolgen. Die Ergebnisse werden ggf. um das Wasserwerk Stolpe und Jungfernheide ergänzt. Ferner werden auf Grundlage numerischer Grundwasserströmungsmodelle der einzelnen Berliner Wasserwerke vertiefte Analysen durchgeführt, die z. B. Aussagen über die Veränderung der Grundwasserstände und Einzugsgebiete zulassen. Auch die Auswirkungen veränderter Grundwasseranreicherungsmengen und Uferfiltratanteile infolge möglicher Wasserstandsreduzierungen in den Oberflächengewässern können mit diesen Modellen untersucht werden.

Ebenfalls wird angestrebt das neue Wasserhaushaltsmodell für die Berechnung von Klimaszenarien zu nutzen, um die Grundwasserneubildungsentwicklung in der Zukunft besser abschätzen zu können.

#### **4.4 Zusammenfassung der bislang erzielten Ergebnisse**

In Teilbereichen des Berliner Gewässersystems ist bereits heute die Wasserbilanz in länger andauernden Trockenphasen nicht ausgeglichen, es wird also mehr Wasser entnommen als zugeführt. Die Situation verschärft sich mit geringeren Zuflüssen und wachsenden Trinkwasserbedarfen. Neben dieser mengenwirtschaftlichen Problematik lanciert die Reduzierung des Dargebots aus Havel und Spree in Verbindung mit den zunehmenden Trinkwasserbedarfen vor allem zu einem latenten „Güteproblem“. Werden die Zuflüsse von außen geringer, verstärkt sich die „Kreislafnutzung“, in der die gereinigten Abwässer aus den Kläranlagen eine wichtige Wasserressource bilden. Die Strömungsverhältnisse in den Berliner Stauhaltungen, darunter auch die beschriebenen Rückströmungseffekte, sind aber nicht nur abhängig von den Zuflussmengen über Spree und Havel, sondern auch von den Wasserwerksentnahmen, von den Einleitstellen der Klärwerke und den entsprechenden Einleitmengen sowie von der Steuerung der Wehre.

In einigen Einzugsgebieten der Wasserwerke ist bereits heute das Grundwasserdargebot ausgeschöpft. Eine erste, überschlägige Bilanzierung ermittelte für die Wasserwerke Friedrichshagen, Beelitzhof und Tiefwerder eine Entnahme von 100 % des vorhandenen Dargebots. Mit Ausnahme des Wasserwerks Wuhlheide ergaben die Auswertungen für die verbleibenden Wasserwerke Tegel, Spandau, Kladow und Kaulsdorf eine geringe Übernutzung des vorhandenen Grundwasserdargebots (s. Kapitel 4.3.5).

Die überschlägige Betrachtung für alle Wasserwerke ergibt, dass bereits heute kein „Puffer“ mehr vorhanden ist. Bezogen auf das Gesamtdargebot ergeben die überschlägigen Bilanzbetrachtungen unter Berücksichtigung der beschriebenen Unsicherheiten (s. Kapitel 4.3.4) und zur Verfügung stehenden Datengrundlagen (s. Kapitel 4.3.3) einen noch ausgeglichenen Zustand bzw. eine geringe Übernutzung des Grundwasserdargebots von 2 %.

Unter zukünftig veränderten Rahmenbedingungen (Klimawandelbedingter Rückgang der Grundwasserneubildung, Erhöhung der Fördermengen infolge des prognostizierten Bevölkerungszuwachses sowie durch den Mehrbedarf bei häufigeren und länger anhaltenden Trockenperioden), sind die Grundwasservorräte ausgeschöpft. Es besteht ein z. T. erhebliches Mengendefizit.

Weitere, vertiefte Untersuchungen der potenziellen Entwicklung der wasserwirtschaftlichen Situation sind erforderlich, um spezifische Fragestellungen genauer zu betrachten und dem Erkenntnisfortschritt Rechnung zu tragen.

## 5 Maßnahmen und Handlungsoptionen

Um die identifizierten wasserwirtschaftlichen Herausforderungen zu bewältigen und die Trinkwasserversorgung, den Gewässerschutz und eine angepasste Abwasserentsorgung Berlins und des Berliner Umlands auch in der Zukunft zu sichern, muss eine Vielzahl verschiedener Maßnahmen geprüft, ergriffen bzw. fortgeführt und ggf. intensiviert werden. In der nachfolgenden Tabelle 5 werden, untergliedert in die Handlungsbereiche

- Wassermengenmanagement,
- Abwasserinfrastruktur / Klärwerke / Regenwasserbewirtschaftung,
- Rohwassergewinnung / Wasserversorgung / Wasserwerke,
- Übergreifende / weitere Maßnahmen sowie
- Strategien auf Bundesebene / EU-Ebene,

erforderliche sowie zu prüfende Maßnahmen bzw. Handlungsoptionen und ihr derzeitiger Umsetzungsstand dargestellt. Auf Basis des Erkenntnisfortschritts sind ggf. weitere Maßnahmen abzuleiten.

Tabelle 5: Maßnahmen und Handlungsoptionen

<b>5.1 Wassermengenmanagement</b>		
<b>Bezeichnung</b>	<b>Kurzbeschreibung</b>	<b>Stand</b>
Niedrigwassermanagementkonzept Spandau	Während Niedrigwasserzeiten ist eine abgestimmte Bewirtschaftung der Stauhaltung Spandau notwendig, um ein weiteres Absinken der Wasserstände zu verhindern.	Gespräche mit der WSV wurden aufgenommen, Vereinbarung bis Ende des Jahres wird angestrebt, Teilelemente werden bereits umgesetzt
Reduzierung der Wasserverluste aus den Stauhaltungen	Durch die vorgesehenen baulichen Maßnahmen an den Wehren Mühlendamm, Spreekanal sowie an den Spandauer Umflutern können die Wasserverluste aus den Stauhaltungen gemindert und eine Steuerung der Durchflüsse auch bei Niedrigwasser ermöglicht werden.	Planfeststellungsverfahren Wehr Mühlendamm läuft
Grenzübergreifende Bewirtschaftung der Oberen Havel	Für die grenzübergreifende Bewirtschaftung der Oberen Havel ist die Einberufung einer Arbeitsgruppe zur Flussgebietsbewirtschaftung Obere Havel notwendig, in der die Länder Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Berlin sowie die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes zusammenarbeiten, um Be-	Erste Sondierungsgespräche auf Abteilungsleitungsebene mit Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und WSV werde in der ersten

	wirtschaftungsgrundsätze festzulegen und darauf aufbauend das System operativ zur Sicherung aller Nutzeransprüche zu steuern.	Jahreshälfte aufgenommen.
Sicherung eines erforderlichen Mindestzuflusses nach Berlin über die Spree und Einhaltung der Immissionsziele für Sulfat	<p>Für die Sicherung der Trinkwasserversorgung ist die Gewährleistung der Mindestwasserführung nach Berlin von hoher Relevanz. Die Beherrschung der Sulfatproblematik steht auch weiterhin im Fokus. Die Einhaltung der Immissionszielwerte für Sulfat ist geboten.</p> <p>Hinzu tritt die Mengenproblematik in Zusammenhang mit dem Kohleausstieg. Dieser ist der Ausgangspunkt für eine dringend gebotene, mittel- bis langfristige nachhaltige Sanierung des gesamten Wasserhaushaltes der Spree, gestützt durch technische Maßnahmen zur Mengenbewirtschaftung in Niedrigwasserzeiten (z.B. durch angepasste Bewirtschaftung der Speicher, partiellen Weiterbetrieb der Grundwasserförderung, etc.). Die Beherrschung dieses Problems kann nur gelingen, wenn die Bundesländer Berlin, Brandenburg und Sachsen auch weiterhin zur Problematik eng zusammenarbeiten, sich auch in der Zukunft gemeinsam mit dem Bund zu den erforderlichen Maßnahmen austauschen sowie eine verursachergerechte Flankierung des Kohleausstiegs sicherstellen.</p>	<p>Laufend / in Umsetzung im Rahmen der Arbeitsgruppe Flussgebietsbewirtschaftung Spree-Schwarze Elster</p> <p>Projekt „Wasserwirtschaftliche Folgen des Braunkohleausstiegs in der Lausitz“ startete im Sommer 2020.</p>
Prüfung einer Begrenzung der Wasserentnahme aus Oberflächengewässern und Grundwasser in Berlin in Niedrigwasserzeiten	Es ist zu prüfen, welche Möglichkeiten und Instrumente bestehen, Wasserentnahmen, die nicht der Daseinsvorsorge dienen, aus Oberflächengewässern und Grundwasser in Berlin zu steuern. Relevanz und Effektivität derartiger Maßnahmen sind noch zu analysieren.	Nicht begonnen
Erhöhung der Uferfiltratmengen / der künstlichen Grundwasseranreicherung	Die Maßnahmen dienen der Erhöhung des verfügbaren Dargebots für die Rohwasserförderung. Das Grundwasserdargebot ist bereits aktuell stark in Anspruch genommen und teilweise übernutzt. Durch eine Erhöhung der Uferfiltratmengen wird verstärkt Oberflächenwasser genutzt. Die künstliche Grundwasseranreicherung mit Oberflächenwasser – so wie aktuell für das WW Tegel praktiziert – kann das Grundwasserdargebot erhöhen. Diese Maßnahmen sind zu prüfen.	Teilweise in Umsetzung



Mischwaldprogramm der Berliner Forsten	Ziel des Mischwaldprogramms der Berliner Forsten ist die Umgestaltung der naturfernen Kiefernbestände zu Laubmischwäldern unter konsequenter Weiterentwicklung der naturnahen Waldbewirtschaftung. Ein wichtiger Effekt des Waldumbaus ist die Erhöhung der Grundwasserneubildung. Unter Laubbäumen kann außerhalb der Vegetationszeit aufgrund des laubfreien Zustandes und somit einer verminderten Evapotranspiration mehr Niederschlag den Waldboden erreichen und somit als Grundwasserspende versickern als unter Nadelbäumen.	In Umsetzung
Entsiegelung	Der beste Ausgleich für den Verlust von Boden durch Versiegelung ist die Entsiegelung von Flächen, die dauerhaft dem Naturhaushalt zurückgeführt werden können und der Wiederaufbau der Bodenfunktionen auf diesen Flächen. Das Projekt "Entsiegelungspotenziale in Berlin" erfasst Flächen, die in absehbarer Zukunft dauerhaft entsiegelt werden können. Im Rahmen der in Bearbeitung befindlichen Berliner Bodenschutzkonzeption ist vorgesehen, Vorschläge zu entwickeln, um den funktionsbezogenen Ausgleich bei Versiegelung durch die Entsiegelung von Flächen, die dauerhaft entsiegelt bleiben können, zu stärken. Aus wasserwirtschaftlicher Sicht ist eine konsequente Entsiegelung geeigneter Flächen als wichtiger Beitrag zur Erhöhung der Grundwasserneubildung, zur Anpassung an den Klimawandel, zur Regenwasserbewirtschaftung und zur Kompensation der in der wachsenden Stadt zunehmenden Versiegelungseffekte dringend geboten.	In Umsetzung

## 5.2 Abwasserinfrastruktur / Klärwerke / Regenwasserbewirtschaftung

Bezeichnung	Kurzbeschreibung	Stand
Erweiterte Phosphorentfernung auf Kläranlagen durch Flockungsfiltration	Zeitlich gestaffelte Ausstattung aller Großklärwerke im Berlin-Brandenburger Spree-Havelraum mit einer weitergehenden Reinigungsstufe zur Phosphorelimination (Flockungsfiltration).	Umsetzung bis 2027, am Standort Stahnsdorf nach 2027 (Neubau des Klärwerks)
Klärwerke: Kapazitätserweiterung/	Parallel zum Anstieg des Trinkwasserbedarfs erhöhen sich mit steigender Einwohnerzahl	In Prüfung

<p>Prüfung neuer Standorte</p>	<p>Berlins und des Berliner Umlands auch die erforderlichen Kapazitäten der Klärwerke. Um den steigenden Abwasseranfall behandeln zu können, ist ein Ausbau der vorhandenen Klärwerkskapazitäten erforderlich. Damit verbunden ist auch die Entwicklung des Berliner ADL-Netzes und ggf. Schaffung zusätzlicher Ableitwege vorhandener Standorte. Auch die Errichtung neuer Standorte unter Berücksichtigung der Umlandentwicklung ist als Maßnahmenoption ggf. zu prüfen.</p>	
<p>Errichtung einer Spurenstoffentfernung auf dem Klärwerk Schönerlinde</p>	<p>Zum Schutz von Panke und Tegeler See sowie der nachfolgenden Gewässer (Spree und Havel) wird das Klärwerk Schönerlinde um die Verfahrensstufen Ozonung und Filtration über biologisch wirksame Aktivkohle zur Entfernung von Spurenstoffen erweitert.</p>	<p>In Umsetzung (geplante Inbetriebnahme 2023, Probebetrieb ab 2024)</p>
<p>Strategie zum Umgang mit anthropogenen Spurenstoffen aus Kläranlagen</p>	<p>Vor dem Hintergrund der besonderen naturräumlichen und wasserwirtschaftlichen Ausgangslage mit geringen natürlichen Abflüssen und hohen Abwasseranteilen in den Gewässern tragen die Einträge abwasserbürtiger Spurenstoffe erheblich zur Belastung der Berliner Gewässer bei. Es sind daher weitere Verfahrensstufen zur Entfernung von Spurenstoffen geboten. Hierzu erarbeiten die Wasserwirtschaftsverwaltungen der Bundesländer Berlin und Brandenburg derzeit eine gemeinsame Strategie. Ziel ist es, für alle Großklärwerke der Berliner Wasserbetriebe (sowie ausgewählte Klärwerke im Land Brandenburg) mittelfristig die beste verfügbare Technologie zur Entfernung von Spurenstoffen im Sinne eines vorsorgenden Gewässer- und Ressourcenschutzes zu etablieren.</p>	<p>In Abstimmung. Aktuelle Zielstellung der SenUVK ist es, bis Ende 2021 eine erste Grundsatzentscheidung im Einvernehmen mit den BWB zum weiteren Ausbau zu treffen. Die Verabredung der konkreten Zielgrößen, der Verfahrenstechniken für die einzelnen Standorte sowie eines Zeitplans ist Gegenstand eines sich anschließenden Prozesses.</p>
<p>Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung (WRRL-Maßnahme)</p>	<p>Als wesentliches Werkzeug zur Verringerung stofflicher und hydraulischer Gewässerbelastungen wird in Berlin die dezentrale Bewirtschaftung von Regenwasser gefördert. Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung, wie Gründächer, begrünte Fassaden, Mulden und Teiche weisen eine Vielzahl positiver Effekte auf. Neben der stofflichen und hydraulischen Entlastung die Gewässer, puffern sie Starkregenereignisse ab, verbessern die Wasserversorgung der urbanen Vegetation</p>	<p>Laufend. Die Neuausrichtung des Umgangs mit Regenwasser ist ein sehr langfristiger Prozess, dem sich das Land Berlin aufgrund der gewachsenen Infrastrukturen noch über viele Jahre widmen müssen.</p>

	und das Stadtklima und leisten so einen wichtigen Beitrag für die Klimaanpassung. Zudem tragen sie zur Erhöhung der Grundwasserneubildung bei und stützen den lokalen Wasserhaushalt, was Kleingewässern, der Vegetation und der Speisung der Fließgewässer in Niedrigwassersituationen zu Gute kommt.	Integrative Planungsansätze werden verfolgt, die für die Stadt zusätzliche Mehrwerte generieren (Überflutungsschutz, Stadtklima...)
Gütebauprogramm Trennsystem (WRRL-Maßnahme)	Im Rahmen des Gütebauprogramms Trennsystem sollen in Ergänzung zu den dezentralen Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung zentrale und semizentrale Maßnahmen zum Rückhalt und zur Reinigung des Regenwassers umgesetzt werden. In Frage kommen dabei Retentionsbodenfilter, Hochleistungs-sedimentationsanlagen sowie „Urban Wetlands“.	Vorgezogene Maßnahmen in Umsetzung, weitere in Prüfung. Eine Aussage, welche Maßnahmen über das vorgezogene Bauprogramm hinaus bis zu welchem Jahr umgesetzt sein werden, ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich.
Fortsetzung des Mischwassersanierungsprogramms (WRRL-Maßnahme)	Durch das Mischwassersanierungsprogramm des Landes Berlin und der Berliner Wasserbetriebe werden stadtweit insgesamt 308.000 m³ Stauraum für die Mischwasserspeicherung bis 2025 geschaffen. Durch das laufende Bauprogramm werden die Gewässer bereits deutlich entlastet. Es ist jedoch erkennbar, dass für ausgewählte Gewässerabschnitte weitere Maßnahmen erforderlich sind. Es sollen nicht nur kanalgebundene Maßnahmen geprüft werden, sondern auch in Zusammenarbeit mit den Bezirken dezentrale Maßnahmen (Abkopplungsmaßnahmen).	Kurzfristig umzusetzende Maßnahmen, wie die Aktivierung von vorhandenem Stauraum, sind bei den Berliner Wasserbetrieben derzeit in Prüfung. Es ist geplant, die Umsetzung des ergänzenden Sanierungsprogramms nahtlos ab 2026 an das laufende Programm anzuschließen.

### 5.3 Rohwassergewinnung / Wasserversorgung / Wasserwerke

Bezeichnung	Kurzbeschreibung	Stand
Wiederinbetriebnahme ehemaliger Wasserwerksstandorte	Durch Wiederinbetriebnahme der ehemaligen Wasserwerksstandorte Jungfernheide, Johanthal und Buch können zusätzliches Ressourcen für die Trinkwasserversorgung erschlossen werden.	In Prüfung
Prüfung und ggf. Errichtung neuer	Neben der Reaktivierung ehemaliger Wasserwerksstandorte stellt auch die Errichtung neuer	Noch nicht begonnen. Mit dem Land

Standorte für Wasserwerke	Standorte eine potenzielle Maßnahme zur Erschließung weiterer Wasserressourcen für die Trinkwasserressourcen dar.	Brandenburg wurden hierzu noch keine Gespräche geführt.
Sicherung der Wasserschutzgebiete des Landes Berlin / Sicherstellung des Vollzugs	Die aktuellen Wasserschutzgebiete mit ihren räumlichen Ausdehnungen sind konsequent zu sichern und die Inhalte der Schutzgebietsverordnungen konsequent zu vollziehen. Nur so kann ein angemessener nachhaltiger Schutz der Grundwasserbeschaffenheit gesichert werden.	Laufend
Nachrüstung Wasserwerke	Es ist ein erklärtes Ziel der Berliner Wasserbetriebe, das Trinkwasser so naturnah wie möglich aufzubereiten. Hierfür ist die Stärkung des vorsorgenden Gewässerschutzes unerlässlich. Sofern durch vorsorgende Maßnahmen kein ausreichender Schutz der Wasserressource erzielt werden kann, stellt die Etablierung weitergehender Reinigungsstufen im Wasserwerk eine mögliche Handlungsoption dar. Ggf. können durch die Auf- bzw. Nachrüstung der Wasserwerke mit weitergehenden Aufbereitungsstufen auch zusätzliche Wasserressourcen erschlossen werden. Mit derartigen Maßnahmen ist kein positiver Effekt für den Gewässerschutz verbunden. Daher sind vorsorgende Maßnahmen aus wasserwirtschaftlicher Sicht vorzuziehen.	Perspektivisch als Option in die Maßnahmenprüfung einzubeziehen.
Brunnenerneuerung, neue Galerien, Inbetriebnahme stillgelegter Galerien	Mit Umsetzung des Brunnenerneuerungskonzepts der BWB können jährlich 30 Brunnen erneuert und weitere 120 bis 130 Brunnen regeneriert werden. An den Standorten in Kladow, Tiefwerder und Wuhlheide werden zusätzliche Brunnen geplant, die die jeweilige Werkskapazität in der Spitze erhöhen. Eine Reaktivierung außer Betrieb genommener Brunnen an den Standorten Beelitzhof und Friedrichshagen wird ebenfalls geprüft.	In Umsetzung / in Prüfung
Ausloten der Potentiale eines Wasserversorger-Verbundsystems Berlin-Umland, Möglichkeiten einer Fernwasserversorgung	Für die Abfederung von Spitzenverbräuchen in einzelnen Versorgungsgebieten können Verbundsysteme geschaffen bzw. ausgebaut werden, die einen Ausgleich zwischen Gebieten mit unterschiedlichem Verbrauchsverhalten ermöglichen (Brandenburg: Spitzenverbrauch am Wochenende, Berlin: Spitzenverbrauch an	Prüfung der Potentiale eines Wasserversorger-Verbundsystems läuft.  Prüfung der Möglichkeiten einer Fernwasserversorgung

	<p>Werktagen). Hierzu müssen die Potentiale geprüft und ggf. die technischen Voraussetzungen geschaffen sowie Liefer- und Bezugsvereinbarungen angepasst werden.</p> <p>In der Metropolregion Berlin-Brandenburg gibt es keine Anbindungen an Fernwassersysteme, die Wasserversorgung erfolgt aus ortsnahe Ressourcen. Welche Möglichkeiten einer Erschließung weiter entfernter Ressourcen über eine Fernwasserversorgung bestehen, ist zu prüfen.</p>	<p>sollte erst in Angriff genommen werden, wenn die Analyse der vordringlichen Prüfschritte diese Option als erforderlich ausweist.</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 5.4 Übergreifende / weitere Maßnahmen

Bezeichnung	Kurzbeschreibung	Stand
<p>Altlastensanierung/-management</p>	<p>Ein Ziel der Maßnahmen der Altlastensanierung ist die akute Gefahrenabwehr für die durch Schadstofffahnen bedrohte Trinkwassergewinnung sowie die Sanierung der Schadstoffquellen auf den Eintragsgrundstücken und belasteten Transferpfaden zum langfristigen Schutz der Trinkwasserversorgung. Darüber hinaus können im Zuge von Bauvorhaben durch Maßnahmen der Bodensanierung dekontaminierte Flächen auch wieder zur Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers genutzt werden und stehen für die Grundwasserneubildung zur Verfügung. Die Analyse des Grundwasserangebotes im Rahmen des Resilienzkonzeptes der BWB hat gezeigt, dass durch Altlasten Einschränkungen verursacht werden, die in der Größenordnung eines neuen Wasserwerkes liegen. Es ist zu prüfen, ob z.B. durch verstärkte Aktivitäten zur Behandlung der Altlastenfahnen und erneute Infiltration der gereinigten Wässer eine signifikante Verbesserung des nutzbaren Angebotes erreicht werden kann.</p>	<p>Laufend / in Umsetzung</p>
<p>Optimierte Steuerung und Erhöhung der Flexibilität des Berliner Wasserkreislaufs</p>	<p>Durch die Schaffung weiterer Ableitwege der Klärwerke können zusätzliche Steuerungsmöglichkeiten zur flexiblen Bewirtschaftung des Berliner Wasserkreislaufs geschaffen werden.</p> <p>Durch die optimierte und flexible Steuerung können die verschiedenen Anforderungen wie die Stützung des Wasserhaushalts in Trocken-</p>	<p>Diskussionen und erste Planungen haben begonnen.</p>

	zeiten und die Begrenzung des Abwasseranteils für die Sicherung der Trinkwasserversorgung besser erfüllt werden.	
Maßnahmen zum sparsamen Umgang mit Trinkwasser und mit Entnahmen aus Oberflächengewässern zu Trockenzeiten	Um den Wasserverbrauch in Trockenzeiten zu mindern, sind die Potentiale weitergehender Maßnahmen für einen sparsamen Umgang mit Wasser zu prüfen. In Frage kommen optimierte Bewässerungsstrategien für das öffentliche Grün, Maßnahmen zur Glättung von Spitzenbedarfen und ggf. Beschränkungen in der privaten Gartenbewässerung oder bei Entnahmen aus Oberflächengewässern.	Noch nicht begonnen
Stützung grundwasserabhängiger Landökosysteme	Es ist zu prüfen, wie durch Maßnahmen zur gezielten Stützung bedeutender grundwasserabhängiger Ökosysteme Konflikte zwischen Grundwasserentnahme und Naturschutz entschärft bzw. gemindert werden können. Derzeit wird in einem Pilotprojekt der BWB geprüft, ob eine Beregnung des Schwingrasenmoores Barssee im Grunewald über zwei Vegetationsperioden zur Stützung des Moorwasserstandes beitragen kann. Außerdem wird geprüft, ob diese Maßnahme zur Schadensbegrenzung in den laufenden wasserrechtlichen Bewilligungsverfahren der Wasserwerke Beelitzhof und Tiefwerder anerkannt werden kann.	Laufend / in Prüfung

### 5.5 Strategien auf Bundesebene / EU-Ebene

(Teilweise nimmt das Land Berlin direkt oder indirekt Einfluss auf die Entwicklung und Umsetzung der Strategien z.B. durch direkte Mitwirkung in Arbeitsgruppen, über die LAWA, über die UMK oder im Rahmen des Bundesrates.)

Bezeichnung	Kurzbeschreibung	Stand
EU-Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit	Im Oktober 2020 hat die Europäische Kommission die EU-Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit verabschiedet. Im Einklang mit dem europäischen Grünen Deal zielt die Strategie auf die Verwirklichung einer schadstofffreien Umwelt ab. Chemikalien sollen „so hergestellt und verwendet werden, dass ihr Beitrag zur Gesellschaft (...) maximiert wird, ohne dem Planeten sowie zukünftigen Generationen zu schaden. Die EU-Industrie soll sich bei der Herstellung und Verwendung von sicheren und nachhaltigen Chemikalien zu einem wettbewerbsfähigen, weltweiten Spitzenreiter entwickeln.“ Be-	In Umsetzung

	standteil des Strategiepapiers ist ein Aktionsplan mit Vorschlägen für konkrete Maßnahmen und vorläufigem Zeitplan.	
Spurenstoffstrategie des Bundes	Der Bund erarbeitet derzeit in Kooperation mit den Ländern und der Industrie eine Spurenstoffstrategie, die neben nachsorgenden Ansätzen auch vorsorgende Maßnahmen beinhalten soll. In einem ersten Schritt führte das BMU von November 2016 bis Juni 2017 einen Stakeholderdialog durch, dem sich eine Pilotphase bis März 2021 anschloss. Anschließend folgt eine Evaluation der Pilotphase, um die umgesetzten bzw. in der Umsetzung befindlichen Maßnahmen und Ansätze zu überprüfen und Grundlagen für eine ggf. notwendige Nachjustierung zu erarbeiten.	In Erarbeitung
Strategischer Ansatz der Europäischen Union für Arzneimittel in der Umwelt	Gemäß Artikel 8c der Richtlinie über prioritäre Stoffe (2008/105/EG5 in der durch Richtlinie 2013/39/EU geänderten Fassung) hat die Europäische Kommission 2019 einen strategischen Ansatz gegen die Verschmutzung der Umwelt durch pharmazeutische Stoffe verabschiedet. Hauptziele des strategischen Ansatzes sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Ermittlung von Maßnahmen, um den potenziellen Risiken von Arzneimittelrückständen in der Umwelt zu begegnen;</li> <li>- die Förderung von Innovation und die Förderung der Kreislaufwirtschaft;</li> <li>- die Ermittlung verbleibender Wissenslücken und das Aufzeigen möglicher Lösungen, um sie zu schließen;</li> <li>- Gewährleistung, dass die Maßnahmen zur Risikobewältigung den Zugang zu einer sicheren und wirksamen Behandlung mit Arzneimitteln von Mensch und Tier nicht gefährden.</li> </ul> Der strategische Ansatz legt Handlungsfelder fest, in denen Maßnahmen ergriffen werden sollen.	In Umsetzung
Nationale Wasserstrategie	Ziel der Nationalen Wasserstrategie ist es, den Schutz der natürlichen Wasserressourcen und den nachhaltigen Umgang mit Wasser in Zeiten des globalen Wandels in Deutschland in allen Lebens- und Wirtschaftsbereichen bis 2050 zu verwirklichen. Sie adressiert die mit diesem Ziel verbundenen Herausforderungen an die Gesellschaft (Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Zivilge-	In Erarbeitung

	<p>sellschaft) insgesamt sowie die Wasserwirtschaft und andere betroffene Politikbereiche. Sie zeigt Optionen sowie Chancen für eine dauerhaft naturverträgliche, wirtschaftliche und sozial verträgliche Entwicklung auf und gibt den Rahmen für vorsorgeorientierte und verursachungsgerechte Lösungen wie auch für notwendige regulatorische und strukturelle Anpassungen technischer, institutioneller und sozialer Infrastrukturen vor.</p>	
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## 6 Fazit und weitere Schritte

Die vorliegenden (Zwischen-)Ergebnisse verdeutlichen, dass der Handlungsbedarf zur zukünftigen Sicherung der Trinkwasserversorgung, des Gewässerschutzes und einer angepassten Abwasserentsorgung Berlins hoch ist. Neben einer konsequenten Fortführung und Intensivierung bereits ergriffener Maßnahmen sind auch neue Konzepte und Anpassungsmaßnahmen erforderlich, um die Zukunftsherausforderungen zu bewältigen. Darunter sind sowohl „große Projekte“, als auch zahlreiche kleinteilige Maßnahmen. Ein sorgsamer, bewusster Umgang mit der knapper werdenden Ressource Wasser ist dringend erforderlich.

Die Herausforderungen der Zukunft sind groß und Berlin verfügt nur zum Teil über eigene Anpassungsmaßnahmen. Diese müssen umfänglich genutzt werden. Vordringlich ist hierbei insbesondere die Erhöhung des vorbeugenden Gewässerschutzes, damit die zunehmende Kreislaufführung nicht zu einer Beeinträchtigung der Gewässerqualität und somit auch der Trinkwasserressourcen führen wird. Die hierfür notwendige Anpassung und Erweiterung der wasserwirtschaftlichen Infrastrukturen erfordert schon jetzt wichtige politische und haushalterische Weichenstellungen. Die Planung und Umsetzung derartiger Maßnahmen ist zeitintensiv und mit hohen Kosten verbunden. Etwaige Bedarfe, die aus dem Haushalt des Landes Berlin finanziert werden sollen, stehen unter dem Vorbehalt der Finanzierbarkeit. Maßgebliche Investitionsentscheidungen müssen zeitnah getroffen werden, um mit dem Prozess der Veränderungen Schritt zu halten.

Auch die Zusammenarbeit mit Brandenburg, Sachsen, Mecklenburg-Vorpommern und dem Bund muss weiter intensiviert werden, um eine paritätische Bewirtschaftung von Spree und Havel sicherzustellen und bestmöglich zu koordinieren. Die Potenziale einer Verbundsteuerung der Versorger in der Metropolenregion müssen ausgelotet werden. Und nicht zuletzt ist es geboten, durch verschiedene technische und kommunikative Maßnahmen, Verbrauchssteigerungen, insbesondere der Spitzenverbräuche, abzufedern.

Die Wasserversorgung in der Metropolenregion Berlin-Brandenburg befindet sich immer im Spannungsfeld weiterer Gewässernutzungen und Schutzansprüche, die auf der Grundlage genehmigter Ansprüche bzw. geltendem Recht agieren und insofern ebenfalls berechnete Erwartungen formulieren. Im Rahmen des Masterplans Wasser sind daher auch die Vertreterinnen und Vertreter maßgeblicher weiterer Gewässernutzungen (z.B. Schifffahrt) sowie anderer Schutzansprüche einzubeziehen. Zwischenergebnisse der laufenden bzw. abgeschlossenen Teilprojekte des Masterplans Wasser wurden 2020 und 2021 bereits in ersten Stakeholderworkshops vorgestellt. Diese Stakeholderbeteiligung wird 2021 fortgeführt, ebenso ist auch eine breitere Öffentlichkeitsbeteiligung vorgesehen. Die Aufstellung des Masterplans Wasser erfolgt in kontinuierlicher Zusammenarbeit und Abstimmung mit den Berliner Wasserbetrieben. Des Weiteren fanden zum Masterplan Wasser und relevanten Teilprojekten Gespräche mit



Vertreterinnen und Vertretern der Wasserwirtschaftsverwaltung in Brandenburg statt. Diese Gespräche werden auch in 2021 fortgesetzt.

Die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz strebt an, einen ersten Entwurf des Masterplans Wasser nach Abschluss der laufenden Grundlagenarbeiten und des Beteiligungsverfahrens im Herbst 2021 vorzulegen. In diesen Entwurf werden neben den oben dargelegten Ergebnissen der Teilprojekte I und II auch die fortgeschriebenen Erkenntnisse aus dem Teilprojekt III Eingang finden. Desweiteren wird der Masterplan Wasser die Ergebnisse aus den Beteiligungsformaten enthalten.

Die weiteren Arbeiten im Jahr 2021 fokussieren auf die Planung von Maßnahmen mit kurzfristigen bzw. prioritären Entscheidungsbedarfen. Für den Entwurf des Masterplans werden die in Kapitel 5 dargestellten Maßnahmen und Handlungsoptionen weiter untersetzt, Arbeitspläne aufgestellt und – sofern bereits möglich – priorisiert. Voraussichtlich ist für den Masterplan Wasser zudem eine strategische Umweltprüfung (SUP) durchzuführen. Im Rahmen der SUP werden die zu erwartenden Umweltauswirkungen des Plans in einem Umweltbericht beschrieben und bewertet. Dieser Umweltbericht unterliegt einer formalen Behörden- und Öffentlichkeitsbeteiligung.

Der Masterplan Wasser wird einer fortlaufenden Evaluierung und Anpassung an neue Erkenntnisse unterliegen und ist somit als ein über viele Jahre sich dynamisch entwickelnder Erkenntnis- und Strategieprozess angelegt und zu verstehen.

## 7 Literatur

- Berliner Wasserbetriebe (2020): Förderung der Wasserwerke zur Deckung des prognostizierten TW-Bedarfs in Trockenjahren (Szenarien 2050+). Übersichtstabelle mit Angaben zur Förderung, GWA und UF für Qa und Q30.
- BMVI (Hrsg.) (2015): KLIWAS – Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt in Deutschland. Fachliche Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen des Forschungsprogramms KLIWAS. Bonn: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.
- DHI-WASY (2014): Modellierung der Grundwasseroberfläche für das Bewilligungsverfahren WW Tegel – Varianten für die UVU. DHI-WASY GmbH Berlin, April 2014, im Auftrag der Berliner Wasserbetriebe.
- DHI-WASY (2016): Bewilligungsverfahren WW Friedrichshagen UVU / Modellierung Grundwasser, Dokumentation der Grundwassermodellierung. DHI-WASY GmbH Berlin, September 2016, im Auftrag der Berliner Wasserbetriebe.
- Di Sante, F., Coppola, E., Giorgi, F. (2021): Projections of river floods in Europe using EURO-CORDEX, CMIP5 and CMIP6 simulations. *International Journal of Climatology* 2021 (accepted).
- DWD (2019). Klimareport Brandenburg. Fakten bis zur Gegenwart - Erwartungen für die Zukunft. Offenbach am Main: Deutscher Wetterdienst.
- Gädeke, A., Pohle, I., Koch, H., Grünewald, U. (2017): Trend analysis for integrated regional climate change impact assessments in the Lusatian river catchments (north-eastern Germany). *Regional Environmental Change* 17(6): 1751-1762.
- GCI (2013): Grundwassermodellierung im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung für die Wasserwerke Beelitzhof, Kladow und Tiefwerder. GCI GmbH, November 2013, im Auftrag der Berliner Wasserbetriebe.
- GCI (2015): Bewilligungsverfahren WW Spandau – Varianten für die UVU und FFH-VP, Grundwassermodellierung. GCI GmbH, Dezember 2015, im Auftrag der Berliner Wasserbetriebe.
- Hattermann, F. F. (2020a): Berechnete jährliche Grundwasserneubildung an der Klimastation Dahlem unter Annahme Böden mittlerer Durchlässigkeit und extensives Grasland als Landnutzung für den Zeitraum 1953 bis 2019. [Persönliche Mitteilung am 02.10.2020].
- Hattermann, F. F. (2020b): Berechnete mittlere monatliche Grundwasserneubildung an der Klimastation Dahlem unter Annahme Böden mittlerer Durchlässigkeit und extensives Grasland als Landnutzung für die Zeitreihen 1969 bis 1990 und 2001 bis 2019. [Persönliche Mitteilung am 02.10.2020].
- IWU (2020a): Modellgestützte Berechnung der Effekte verschiedener Szenarien des Wasserdargebots und der Wassernutzung im Berliner Gewässersystem. Grundlagenbericht für den Masterplan Wasser. Berlin: Dr. Schumacher – Ingenieurbüro für Wasser und Umwelt. Unveröffentlicht.
- IWU (2020b): Masterplan Wasser – Teilprojekt II: Berechnung der Anteile an geklärtem Abwasser an ausgewählten Bilanzpunkten des Berliner Gewässersystems für verschiedene Szenarien. Berlin: Dr. Schumacher – Ingenieurbüro für Wasser und Umwelt. Unveröffentlicht.
- Kjellström, E. and Nikulin, G. and Strandberg, G. and Christensen, O. B. and Jacob, D. and Keuler, K. and Lenderink, G. and van Meijgaard, E. and Schär, C. and Somot, S. and Sørland, S. L. and Teichmann, C. and Vautard, R (2018): European climate change at global mean temperature increases of 1.5 and 2 °C above pre-industrial conditions as

- simulated by the EURO-CORDEX regional climate models. *Earth System Dynamics*. 9, 459-478.
- Landesamt für Bauen und Verkehr (Hrsg.). (2018). *Bevölkerungsvorausschätzung 2017 bis 2030. Ämter und amtsfreie Gemeinden des Landes Brandenburg. Berichte der Raumbeobachtung*. Hoppegarten: Landesamt für Bauen und Verkehr.
- Möller, K. & Burgschweiger, J. (2008): *Wasserversorgungskonzept für Berlin und das von den BWB versorgte Umland (Entwicklung bis 2040)*. Berlin, im Auftrag der Berliner Wasserbetriebe.
- Paton, E., Vogel, J., Kluge, B., Nehls, T. (2021): *Ausmaß, Trend und Extrema von Dürren im urbanen Raum*. *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 65 (1): 5-16.
- Pohle, I. (2014): *Analyse der potenziellen Auswirkungen von Klima- und Landnutzungsänderungen auf den natürlichen Wasserhaushalt und die Wassermengenbewirtschaftung der Lausitz*. Cottbus: BTU Cottbus-Senftenberg.
- Reuswig, F.; Becker, C. et al. (2016). *Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Berlin (AFOK). Klimaschutz Teilkonzept*. Potsdam, Berlin: Gutachten im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt.
- Roers, M. & F. Wechsung (2015): *Neubewertung der Auswirkung des Klimawandels auf den Wasserhaushalt im Elbegebiet*. – *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 59 (3), 109-119.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (2016): *Bevölkerungsprognose für Berlin und die Bezirke 2015 – 2030*. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Ref. I A – Stadtentwicklungsplanung in Zusammenarbeit mit dem Amt für Statistik Berlin-Brandenburg.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (2019): *Bevölkerungsprognose für Berlin und die Bezirke 2018 – 2030*. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Ref. I A – Stadtentwicklungsplanung in Zusammenarbeit mit dem Amt für Statistik Berlin-Brandenburg.
- Uhe, P., Dann, M., Bates, P.D., Allen, M.R., Betts, R.A., Huntingford, C., King, A.D., Sander-son, B.D., Shiogama, H. (2021): *Method Uncertainty Is Essential for Reliable Confidence Statements of Precipitation Projections*. *Journal of Climate*. 34 (3): 1227-1240.