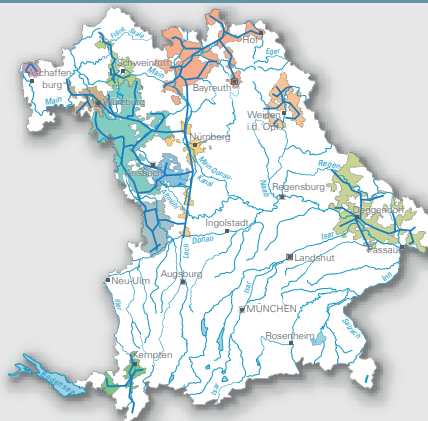




Sicherheit der überregionalen Systeme in der Wasserversorgung in Bayern

SüSWasser Grobanalyse



wwasser





Sicherheit der überregionalen Systeme in der Wasserversorgung in Bayern

SüSWasser Grobanalyse

Impressum

Sicherheit der überregionalen Systeme in der Wasserversorgung in Bayern – SüSWasser Grobanalyse

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Bürgermeister-Ulrich-Straße 160

86179 Augsburg

Tel.: 0821 9071-0

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: www.lfu.bayern.de/

Konzept/Text:

BAURCONSULT Architekten Ingenieure GbR, Adam-Opel-Straße 7, 97437 Haßfurt: Tobias Harloff, Maximilian Walther
IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Moritzstraße 26, 45476 Mülheim an der Ruhr: Dr. Tim aus der Beek, Christoph Nolte

LfU, Referat 95, (Michael Belau, Ronja Solka, Reiner Schultheiß) 92, 93, 94, Kliz

Unter Mitarbeit von:

Bayerische Rieswasserversorgung, Fernwasserversorgung Franken, Zweckverband Fernwasserversorgung Mittelmain, Fernwasserversorgung Oberfranken, Zweckverband zur Fernwasserversorgung Oberes Allgäu, Zweckverband Fernwasserversorgung Spessartgruppe, Zweckverband zur Wasserversorgung der Reckenberg-Gruppe, Zweckverband zur Wasserversorgung der Rhön-Maintal-Gruppe, Zweckverband zur Wasserversorgung der Steinwaldgruppe, Wasserversorgung Bayerischer Wald und Zweckverband Wasserversorgung Fränkischer Wirtschaftsraum (jeweils Mitauftraggeber)

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz,
Regierung von Niederbayern, der Oberpfalz, von Oberfranken, Mittelfranken, Unterfranken und Schwaben
Wasserwirtschaftsamt Deggendorf, Landshut, Regensburg, Weiden, Hof, Kronach, Ansbach, Nürnberg, Aschaffenburg, Bad Kissingen, Donauwörth und Kempten

Redaktion:

BAURCONSULT Architekten Ingenieure GbR, Adam-Opel-Straße 7, 97437 Haßfurt: Tobias Harloff, Maximilian Walther
IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Moritzstraße 26, 45476 Mülheim an der Ruhr: Dr. Tim aus der Beek, Christoph Nolte

LfU, Referat 95

Stand:

Mai 2023

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbenden oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die publizistische Verwertung der Veröffentlichung – auch von Teilen – wird jedoch ausdrücklich begrüßt. Bitte nehmen Sie Kontakt mit dem Herausgeber auf, der Sie – wenn möglich – mit digitalen Daten der Inhalte und bei der Beschaffung der Wiedergaberechte unterstützt.

Diese Publikation wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 12 22 20 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund und Zielsetzung	6
2	Vorgehen und Methodik	8
2.1	Grundlagen zur Berücksichtigung des Klimawandels	8
2.2	Wasserbilanzen der FWVU	8
2.3	Künftige, potenzielle Defizitgebiete	9
2.4	Potenzielle Reservegebiete	10
3	Ableiten von Lösungsvorschlägen	11
3.1	Rahmenbedingungen im Wandel	11
3.2	Handlungsfelder und -optionen	12
3.3	Ausfallaxiome	13
3.4	Darstellung der Varianten	13
3.4.1	Variante 1: Talsperre	14
3.4.2	Variante 2: Oberndorf	14
3.4.3	Variante 3: Talsperre und Oberndorf	15
3.4.4	Variante 4: Bodensee	16
3.5	Grobkosten	17
3.6	Gegenüberstellung der Varianten	18
3.7	Versorgungssicherheit	20
3.7.1	Variante 1: Talsperre	20
3.7.2	Variante 2: Oberndorf	20
3.7.3	Variante 3: Talsperre und Oberndorf	20
3.7.4	Variante 4: Bodensee	21
4	Zusammenfassung	22
5	Ausblick Detailanalyse	24
6	Literatur	26

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Versorgungsdefizite der sechs untersuchten Regierungsbezirke in Bayern	9
Tab. 2:	Potenzielle Reservegebiete	10
Tab. 3:	Grobkosten aller Varianten	18

Planverzeichnis

Übersichtslageplan – Bestand mit potenziellen Reservegebieten und potenzielle Defizitgebiete: W 000
Übersichtslageplan Variante 1: Talsperre: W 100
Übersichtslageplan Variante 2: Oberndorf: W 200
Übersichtslageplan Variante 3: Oberndorf und Talsperre: W 300
Übersichtslageplan Variante 4 A: Bodensee Bayerische Lösung: W 400
Übersichtslageplan Variante 4 B: Bodensee Baden-Württembergische Lösung: W 410
Übersichtslageplan Handlungsoptionen mit Schnittmengen: W 500
Übersichtslageplan Gebiete mit Handlungsbedarf im Ausfallaxiom: W 600

Abkürzungsverzeichnis

BRW	Bayerische Rieswasserversorgung
FWF	Fernwasserversorgung Franken
FWM	Zweckverband Fernwasserversorgung Mittelmain
FWO	Fernwasserversorgung Oberfranken
FWOA	Zweckverband zur Fernwasserversorgung Oberes Allgäu
FWS	Zweckverband Fernwasserversorgung Spessartgruppe
FWVU	Fernwasserversorgungsunternehmen
GO	Gemeindeordnung für den Freistaat Bayern (Gemeindeordnung – GO), 22. August 1998
LfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt
RBG	Zweckverband zur Wasserversorgung der Reckenberg-Gruppe
RMG	Zweckverband zur Wasserversorgung der Rhön-Maintal-Gruppe
STW	Zweckverband zur Wasserversorgung der Steinwaldgruppe
TWT	Trinkwassertalsperre
TWA	Trinkwasseraufbereitungsanlage
waldwasser	Wasserversorgung Bayerischer Wald
WaSiM	Abfluss- und Wasserhaushaltsmodell

WFW Zweckverband Wasserversorgung Fränkischer Wirtschaftsraum

WGA Wassergewinnungsanlage

WHG Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG), 31.07.2009

WWA Wasserwirtschaftsamt

1 Hintergrund und Zielsetzung

Die Trinkwasserversorgung in Bayern obliegt gemäß Art. 57 Abs. 2 GO den jeweiligen Gemeinden und ist dezentral aufgebaut. Vorrangig ist die Trinkwasserversorgung aus ortsnahen Ressourcen (siehe u. a. WHG, Nationale Wasserstrategie des BMUV, 2023, Bericht der Expertenkommission zur Wasserversorgung in Bayern, 2021). Aufgrund der im Freistaat vorliegenden klimatischen und hydrogeologischen Verhältnisse ist die Versorgung flächendeckend nicht ausschließlich mittels ortsnaher Vorkommen möglich. In solchen Wassermangelgebieten Bayerns wurden in den vergangenen Jahrzehnten mit finanzieller Unterstützung des Freistaats und fachlicher Begleitung der staatlichen Wasserwirtschaftsverwaltung überregionale Systeme aufgebaut.

Die Anlagen wurden und werden von elf hierfür gegründeten Zweckverbänden errichtet, betrieben, erhalten und weiterentwickelt. Diese Fernwasserversorgungsunternehmen – nachfolgend als FWVU bezeichnet – mit ihren überregionalen Systemen unterstützen die Gemeinden bei ihrer Aufgabe und sind für die Sicherstellung der bayerischen Trinkwasserversorgung unverzichtbar. Insbesondere hinzuweisen ist auf das bayerische Ausgleichs- und Verbundsystem als Rückgrat der Wasserversorgung in Nordbayern, in dem die Leitungsnetze von sechs FWVU miteinander verbunden sind und Defizite in nördlicheren Bereichen Bayerns durch Beileitungen aus der Donauregion ausgeglichen werden.

Im Projekt „Sicherheit der überregionalen Systeme in der Wasserversorgung“ – folgend als Projekt „SüSWasser“ bezeichnet – soll die Versorgungssicherheit der Wasserversorgung in Bayern durch die überregionalen Systeme der insgesamt elf FWVU überprüft und bewertet werden. Das Projekt ist Baustein des Projekts „Wassersicherheit 2050“ der Gesamtstrategie „Wasserzukunft Bayern 2050“, die vom Bayerischen Kabinett im Juni 2022 beschlossen wurde. Im Sinne einer auch zukünftig hinreichend resilienten und redundanten Wasserversorgung sollen die Ergebnisse dieses Projektes bei künftigen Planungen und Entscheidungen der FWVU und der staatlichen Verwaltung eine fundierte Orientierungshilfe darstellen. Die elf FWVU und der Freistaat Bayern treten gemeinsam als Auftraggeber des Projekts auf.

In SüSWasser werden die sechs Regierungsbezirke Bayerns mit den überregionalen Versorgungssystemen in Oberfranken, Mittelfranken, Unterfranken, der Oberpfalz, Niederbayern und Schwaben untersucht. Aufgrund der nicht bestehenden überregionalen Systeme in Oberbayern wurde dieser Regierungsbezirk nicht in das Projekt einbezogen. (Hinweis: Die Trinkwasserversorgung der Landeshauptstadt München weicht strukturell von den überregionalen Systemen der elf FWVU ab bzw. stellt kein überregionales System im Sinn der Definition des SüSWasser-Projekts dar.) Evtl. örtliche Defizite in Oberbayern sind voraussichtlich durch örtliche Überschüsse und/oder örtliche Verbünde ausgleichbar.

Anhand der Gegenüberstellung von örtlich vorhandenen zukünftigen Wasserbedarfen und örtlich verfügbaren Jahreswassermengen sollen Gebiete Bayerns identifiziert werden, die zukünftig aufgrund des Einflusses des Klimawandels ihren Wasserbedarf durch eigene, örtliche Wasserversorgungsstrukturen nicht mehr decken können.

Diese defizitären Gebiete sollen in SüSWasser in einem weiteren Schritt durch aufgezeigte Versorgungs- und Verbundstrukturen an potenziell verfügbare Wasserreserven angebunden werden, damit ein Ausgleich dieser Defizite zukünftig ermöglicht werden kann. Bereits aufgrund vorliegender Erkenntnisse erkennbare notwendige überregionale Verbünde zur Erhöhung der Versorgungssicherheit sind zu berücksichtigen (siehe Projektergebnisse "Strukturgutachten zur Sicherstellung der Wasserversorgung in Nordost-Unterfranken", WWA Bad Kissingen 2022). Weiterhin soll eine Betrachtung des Ausfalls der leistungsstärksten Gewinnungsanlage der überregionalen Systeme innerhalb der vorgeschlagenen Verbünde (Ausfallaxiome) durchgeführt werden (Erhöhung der Redundanz).

Ziel der vorliegenden Grobanalyse ist die Beschreibung des Zwischenstands der laufenden Untersuchungen im Projekt SüSWasser sowie die Darstellung bisher erlangter Zwischenergebnisse. Im Fokus steht zunächst das Aufzeigen von Handlungsempfehlungen innerhalb Bayerns, Möglichkeiten zur Kooperation mit anderen Bundesländern werden ebenfalls angedacht und in der zweiten Projektphase näher beleuchtet.

2 Vorgehen und Methodik

2.1 Grundlagen zur Berücksichtigung des Klimawandels

Um die Versorgungssicherheit für Trinkwasser auch zukünftig zu erhalten, müssen mögliche klimatisch bedingte Veränderungen des Wasserdargebots berücksichtigt werden. Für diesen Zweck werden im Projekt SüSWasser Klimawandelabschläge aus Projektionsdaten, die aus Klima- und Wasserhaushaltsmodellen stammen, verwendet. Mit deren Hilfe soll auf Basis des heutigen Dargebots ein zukünftiges Dargebot quantifiziert werden. Das Projekt SüSWasser betrachtet hierbei den Zukunftszeitraum 2036 – 2065, um Aussagen für die Mitte des Jahrhunderts treffen zu können. Der Referenzzeitraum ist 1991 – 2020.

Es wird das Emissionsszenario RCP8.5 zugrunde gelegt. Aus Vorsorgegründen sollen für die Klimaanpassung in der Trinkwasserversorgung Szenarien herangezogen werden, die als kritisch für die Wasserwirtschaft anzusehen sind. In Bezug auf Anpassungsmaßnahmen der öffentlichen Wasserversorgung bedeutet dies insbesondere eine detaillierte Berücksichtigung möglicher trockener Entwicklungen (Anpassung an Trockenheit und Dürre). Der ungünstigste Fall dieser Szenarien – auch als „trockener Rand“ bezeichnet – wird als Basis für die Ermittlung der Klimawandelabschläge herangezogen.

Zur Untersuchung des Einflusses des Klimawandels auf die Wasserverfügbarkeit der beiden Trinkwassertalsperren (TWT) wird das WASIM-Modell „Oberer Main“ und „Regen“ mit dem oben genannten Szenario „trockener Rand“ angewandt.

Für die Ableitung von Klimawandelabschlägen auf die Dargebotsänderungen von Brunnen wird eine vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) entwickelte Methodik angewandt, die die Änderung der Grundwasserneubildung und die Ergiebigkeit des jeweiligen Grundwasserkörpers ortsbezogen berücksichtigt. Für Klimawandelabschläge bei Quellen werden, sofern vorhanden, Fallstudien herangezogen. Da die bestehenden Gewinnungen der FWVU eine relativ hohe Ergiebigkeit aufweisen, ergibt sich jeweils ein Abschlag von 10 % auf die Grundwasserkomponente der FWVU-Gewinnungen. Ein Abschlag auf die Komponente Uferfiltrat ist nicht erforderlich.

Für Gebiete, in denen ein potenzieller Bedarf oder ein potenzielles Dargebot ermittelt wird, werden die o.g. ortsbezogenen Klimawandelabschläge berücksichtigt bzw. angewandt.

Damit ergeben sich für die Talsperren, Reservegebiete, potenzielle Defizitgebiete und FWVU Gewinnungsanlagen nachfolgende Klimawandelabschläge auf das Dargebot von:

- Brunnen in Höhe von 10 – 20 %,
- Quellen in Höhe von 20 – 25 %,
- Trinkwassertalsperren in Höhe von 20 % und
- FWVU Gewinnungsanlagen in Höhe von 10 %.

2.2 Wasserbilanzen der FWVU

Die im Projekt zu betrachtenden elf FWVU erschließen mit Hilfe von insgesamt 30 Gewinnungen Grundwasser, vom Uferfiltrat beeinflusstes Grundwasser oder das in zwei Talsperren gespeicherte Wasser. Es werden unternehmensspezifische Einzelbilanzen erstellt, in denen das aktuelle bzw. zukünftige Dargebot (inkl. Klimaabschlag) dem aktuellen bzw. zukünftigen Bedarf gegenübergestellt wird. Es erfolgen quantitative Betrachtungen innerhalb der hydraulisch wirksamen Einzugsgebiete. Der Aspekt der Schützbarkeit bleibt für die Grobanalyse unberücksichtigt.

Anhand der ermittelten Wasserbilanzen der elf FWVU können der Einfluss des Klimawandels auf die Versorgungssicherheit der FWVU sowie etwaige Reserven / Defizite im Wasserdargebot der einzelnen FWVU ermittelt werden. Durch Verrechnung ausgewählter Bilanzglieder wird in der Summe ein zusätzlich erschließbares Dargebot von ca. 26 Mio. m³/a bei den FWVU identifiziert. Dabei wird für ein FWVU ein geringfügiges Defizit ausgewiesen (0,6 Mio. m³/a). Um das zusätzlich erschließbare Dargebot nutzen zu können, bedarf es neben der Anpassung der jeweiligen Wasserrechte eine Überprüfung und ggf. Anpassung der Wasserschutzgebiete. Der aktuelle Brunnenbestand bliebe unverändert; eventuell bedarf es einer Anpassung technischer Komponenten z. B. bei den Brunnenpumpen und / oder der Aufbereitungstechnik. Eine Minderung der unternehmenseigenen Versorgungssicherheit kann aufgrund der in Abzug gebrachten Mengen aus den Wasserbedarfsprognosen ausgeschlossen werden.

Es bleibt festzuhalten, dass die FWVU-nahen Dargebote einen relevanten Beitrag zur Deckung der zukünftig erforderlichen zusätzlichen Wassermenge leisten können. Diese können alternativ durch Neuerschließungen der potenziellen Reservegebiete (siehe Kapitel 2.4) und / oder der Erschließung sonstiger Ressourcen (siehe Kapitel 3.4.1 – 3.4.4) ergänzt bzw. ersetzt werden.

2.3 Künftige, potenzielle Defizitgebiete

Für eine umfangreiche Raumanalyse werden neben den FWVU auch Wasserversorger in den untersuchten sechs Regierungsbezirken Bayerns betrachtet, die bislang über keinen Anschluss an eines der elf FWVU verfügen. Die WWA und Regierungen bewerteten die Dargebote der einzelnen Wasserversorger im jeweiligen Zuständigkeitsbereich (Abgrenzung der künftigen Defizitgebiete und Bilanzierung der dort gewonnenen Wassermengen).

Auf dieser Grundlage erfolgt eine grobe Abschätzung des Einflusses des Klimawandels auf die gewinnbaren Wasserdargebote der bestehenden dortigen Gewinnungen.

Unter Berücksichtigung geologischer und hydrogeologischer Gegebenheiten können so Gebiete abgegrenzt werden, die über ein noch bzw. bereits jetzt kaum ausreichendes, nutzbares Grundwasserdargebot verfügen und unter Berücksichtigung der klimatischen Veränderungen zukünftig Versorgungsengpässe aufweisen können (Definition: „**künftige potenzielle Defizitgebiete**“). Zusätzlich wird in Defizitgebieten mit Tiefengrundwassernutzungen ein Abschlag für übernutzte Tiefengrundwässer (langsame Regeneration, hohes Grundwasseralter, Notreserve für künftige Generationen) berücksichtigt. Aufgrund der in der Grobanalyse lediglich möglichen groben Abschätzung von etwaigen künftigen Defiziten werden Aspekte wie z. B. Bevölkerungsentwicklung und Entwicklung des spezifischen Einwohnerbedarfs noch nicht berücksichtigt. Die Defizitgebiete sind in den der Anlage beiliegenden Plänen als weiße Flächen dargestellt.

Die ermittelten Defizite müssen künftig durch weitere, vorzugsweise ortsnahe Dargebote bzw. lokale / regionale Verbünde ausgeglichen werden (gemäß § 50 Abs. 2 WHG). Sofern keine ortsnahen Alternativen zur Verfügung stehen, können die Defizite durch den Aufbau von überörtlichen Versorgungs- und Verbundstrukturen ausgeglichen werden.

Die abgeschätzten, künftigen Versorgungsdefizite werden für die jeweiligen Regierungsbezirke ermittelt (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Versorgungsdefizite der sechs untersuchten Regierungsbezirke in Bayern

Regierungsbezirk	Gesamtdefizit	davon Tiefengrundwasser
Oberfranken	ca. -3,8 Mio. m ³ /a	
Mittelfranken	ca. -4,0 Mio. m ³ /a	ca. -2,0 Mio. m ³ /a

Regierungsbezirk	Gesamtdefizit	davon Tiefengrundwasser
Unterfranken	ca. -1,9 Mio. m ³ /a	
Oberpfalz	ca. -9,9 Mio. m ³ /a	ca. -4,1 Mio. m ³ /a
Niederbayern	ca. -3,0 Mio. m ³ /a	
Schwaben	ca. -0,4 Mio. m ³ /a	
Gesamt	ca. -23,0 Mio. m ³ /a	ca. -6,1 Mio. m ³ /a

2.4 Potenzielle Reservegebiete

Neben Defizitgebieten werden anhand vorhandener Unterlagen und Kenntnisse, z. B. Ergebnisse der Grundwassererkundung in Bayern, **potenzielle Reservegebiete** eruiert. Hierbei handelt es sich um Bereiche, die trotz Einfluss des Klimawandels ausreichende Dargebotsreserven aufweisen. Nicht einbezogen werden Reservegebiete, in denen Tiefengrundwasser erschlossen werden würde. Im Fokus stehen quantitative Aspekte. Weitere Aspekte, wie Qualität, Schützbarkeit, Raumwiderstände etc., werden in der Projektphase 2 (Detailanalyse) aufgegriffen.

Tab. 2 liefert einen Überblick über die Dargebotsreserven der potenziellen Reservegebiete, die als Grundlage für die weitere Ausarbeitung von Handlungsoptionen herangezogen werden. Darüber hinaus gibt es beispielsweise in Unterfranken weitere potenzielle Dargebotsreserven, welche zum Zeitpunkt der Bearbeitung der Grobanalyse nicht plausibilisiert werden konnten und somit zum Ausschluss in der weiteren Betrachtung innerhalb der Grobanalyse führten. Diese potenziellen Reservegebiete und ihre ggf. potenzielle Nutzung sind künftig detailliert zu untersuchen.

Tab. 2: Potenzielle Reservegebiete

Regierungsbezirk	Potenzielles Reservegebiet	Potenzielle Reserve
Unterfranken	Großwallstadt	ca. 0,5 Mio. m ³ /a
	Kitzingen	ca. 1,0 Mio. m ³ /a
	Bischofsheim	ca. 1,6 Mio. m ³ /a
Mittelfranken	Bechhofen (RBG)	ca. 0,5 Mio. m ³ /a
	Gollhofen (FWF)	ca. 2,7 Mio. m ³ /a
Oberfranken	Steinachtal (FWO)	ca. 2,7 Mio. m ³ /a
	Oberes Wiesental	ca. 0 – 1,4 Mio. m ³ /a
	Breitengüßbach	ca. 0,4 Mio. m ³ /a
	Weidensees	ca. 1,8 Mio. m ³ /a
Niederbayern	Moos (waldwasser)	ca. 4,5 Mio. m ³ /a
Schwaben	Ettringen	ca. 6,3 Mio. m ³ /a
	Oberndorf (WFW)	ca. 25,5 Mio. m ³ /a
Oberbayern	Etting	ca. 8,1 Mio. m ³ /a

Der Regierungsbezirk Oberbayern wird im Rahmen des Projekts SüSWasser nicht betrachtet (siehe Kapitel 1) Dennoch bestehen hier bekannte, potenzielle Reservegebiete, die ebenfalls als potenzielle Reserven herangezogen werden könnten. Aufgrund der hohen Reserve und der Lage nahe des betrachteten Regierungsbezirks Schwaben wird Etting als einziges potenzielles Reservegebiet aus Oberbayern im Projekt SüSWasser aufgeführt.

Die geografische Einordnung der potenziellen Reservegebiete ist in den der Anlage beigefügten Plänen (W 000 bis W 500) dargestellt.

3 Ableiten von Lösungsvorschlägen

3.1 Rahmenbedingungen im Wandel

Die letzte Dekade in Deutschland war von zunehmender klimatischer und sozioökonomischer Variabilität geprägt. Dies hatte deutliche Auswirkungen auf die Rahmenbedingungen der operativen Tätigkeit der Wasserwirtschaft. Hier hat sich insbesondere für die Trinkwasserversorgung gezeigt, dass über Jahrzehnte bestehende Prämissen der nachhaltigen quantitativen und qualitativen Versorgungssicherheit überprüft werden müssen. Einerseits hat der immer deutlicher werdende Klimawandel mit längeren, häufigeren und intensiveren Trockenphasen dazu geführt, dass Grundwasserstände, Quellschüttungen und Talsperrenzuflüsse in vielen Regionen historische Tiefststände erreicht haben. Andererseits hat der Klimawandel auch zu einem veränderten Wassernutzungsverhalten geführt, insbesondere in den letzten Jahren wieder zu einem Anstieg des Pro-Kopf-Bedarfs an Trinkwasser und häufigerem Auftreten von Wasserabgaben nahe des Spitzenbedarfs. Hinzu kommt ein Bevölkerungsanstieg seit 2015, welcher zu absoluten Anstiegen im Bedarf führt. Diese Faktoren waren in früheren Wasserbedarfsprognosen und anhängigen Wasserentnahmerechten der Versorgungsunternehmen nicht vorhersehbar oder eingeplant. Aber nicht nur potenziell rückläufige Wasserdarangebote und steigende Wasserbedarfe erhöhen die Risiken für die Trinkwasserversorgungssicherheit in Bayern. Auch weitere (zum Teil exogene) Rahmenbedingungen erschweren zunehmend die Planbarkeit und Verlässlichkeit der Trinkwasserversorgung. Hierzu zählen u. a. rechtliche Unsicherheiten, wie z. B. gerichtliche Entscheidungen gegen bestehende Wasserschutzgebietsverordnungen oder längere Verfahren zur Erteilung von Wasserentnahmerechten oder Ausweisung von Schutzgebieten. Des Weiteren führten vermehrte Starkregenereignisse oder höhere Temperaturen zu (vorübergehenden) mikrobiellen Belastungen, welche auch für den Endkunden durch Abkochgebote spürbar wurden. Die damit verbundenen Unsicherheiten werden verstärkt durch den Eintrag von Spurenstoffen wie z. B. PFAS (Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen) als zunehmend wichtiger Faktor in der Risikobewertung und zugehörigen Grenzwerte in der neu festgesetzten Trinkwasserverordnung. Ebenso kann das steigende Alter wichtiger Anlagen und Anlagenteile oder auch – vor Jahren noch nicht denkbare – Angriffe von Dritten, z. B. durch Cyber-Kriminalität, zu höheren Risiken bezüglich evtl. temporärer Ausfälle führen. Hinzu kommen weitere exogene Risikofaktoren, wie Pandemien, geopolitische Einflüsse und Terroranschläge, welche in dieser Form in der Vergangenheit nicht erwartbar waren.

Um den sich ändernden Rahmenbedingungen und den damit einhergehenden steigenden Risiken in der Trinkwasserversorgung zukünftig gerecht zu werden, ist eine hinreichend resiliente und nachhaltig gesicherte Wasserversorgung zwingend erforderlich, auch wenn bislang aufgrund der mittlerweile oftmals ausgereizten Pufferkapazität der Wasserversorgungsunternehmen kaum Versorgungsengpässe zu verzeichnen waren. Vor diesem Hintergrund wurde in Bayern mit der Entwicklung von landesweiten Wasserversorgungskonzepten begonnen (Erhebung und Bewertung der Wasserversorgung in Bayern – 2. Runde oder dieses Projekt). Auch Projekte in anderen Bundesländern, z. B. in Niedersachsen und Baden-Württemberg, befassen sich mit solchen Fragenstellungen. Berücksichtigt werden in der Regel aktuelle und zukünftige nachhaltig nutzbare natürliche Wasserdarangebote sowie multisektorale Wasserbedarfe, um potenzielle regionale und/oder saisonale Engpässe bei der Wasserversorgung frühzeitig zu erkennen und Maßnahmen zur Anpassung bzw. Erhöhung der Resilienz zu entwickeln. In dieser Hinsicht ist das SüSWasser-Projekt von maßgeblicher Bedeutung für die zukünftige Sicherheit der nachhaltigen überregionalen Trinkwasserversorgung in Bayern. Es wird erstmals mit dem Fokus auf überregionale Systeme in Bayern räumlich und zeitlich (Zukunftszeitraum 2036 – 2065) analysiert, wo sich zukünftige Wasserdefizitgebiete und -überschussgebiete befinden (Aspekte der Rohwasserqualität werden in der sich anschließenden Detailanalyse des Projekts beleuchtet). In Verbindung mit prognostizierten Trinkwasserbedarfen und bestehenden Wasserinfrastrukturen werden erstmalig

überregionale Anpassungsmaßnahmen für Bayern als Varianten entworfen, welche die Grundlage für die zukünftige Sicherstellung der Versorgungssicherheit bilden und die auch einen Beitrag zur Verbesserung der Versorgungssicherheit der örtlichen Wasserversorgungen leisten kann.

Besonderer Fokus liegt auf Betrachtungen zur Steigerung der Resilienz. Durch die Definition von Ausfallaxiomen (d. h. eine der leistungsstärksten Anlagen fällt dauerhaft auf Grund der o. g. Risiken aus) soll verstärkt dem n-1-Prinzip Rechnung getragen werden, so dass künftig trotz eines dauerhaften Ausfalls einer wichtigen Anlage oder eines Anlagenteils die Versorgungssicherheit der überregionalen Systeme gewährleistet bleibt. Damit wird die aus vorgenannten Gründen notwendige Versorgungssicherheit in der Wasserversorgung in eine konkrete systemische Resilienz übersetzt (Ausfallaxiome), die allen hier abgeleiteten Empfehlungen zur Sicherstellung der überregionalen Trinkwasserversorgung im Sinne einer auch unter zukünftigen Randbedingungen hinreichenden Versorgungssicherheit zu Grunde gelegt werden.

3.2 Handlungsfelder und -optionen

Die ermittelten Defizite in Bayern (künftige potenzielle Defizitgebiete und Defizite bei einzelnen FWVU) sind auszugleichen. Dazu werden diese den jeweiligen Regierungsbezirken zugeordnet. Die Regierungsbezirke werden wiederum zu geografischen Handlungsfeldern zusammengefasst, um Lösungen zum Ausgleich der Defizite entwickeln zu können. Oberfranken, Oberpfalz und Niederbayern stellen dabei das Handlungsfeld Ostbayern dar. Mittelfranken, Unterfranken und Schwaben werden als jeweils eigenständige **Handlungsfelder** betrachtet. Weisen FWVU nach Auswertung der Wasserbilanzen zukünftig Defizite auf, werden diese Defizite in allen Varianten auf das künftige prognostizierte Defizit des jeweiligen Handlungsfeldes aufgeschlagen.

Für einen möglichen Defizitausgleich werden in der Grobanalyse verschiedene Szenarien zugrunde gelegt. Im Ausgangsszenario „**Stufe 1**“ müssen „lediglich“ die klimainduzierten Defizite (vgl. Kapitel 2.3, Tab. 1) ausgeglichen werden. Um eine höhere Versorgungssicherheit der zukünftigen Trinkwasserversorgung in Bayern zu erreichen, werden aufbauend auf den klimainduzierten Defiziten der Stufe 1 zusätzlich „**Ausfallaxiome**“ betrachtet. In der Grobanalyse stellt dieses Ausfallaxiom den Ausfall der leistungsstärksten FWVU-Gewinnung eines vorgeschlagenen Verbunds dar. Somit muss im Ausfallaxiom zusätzlich zu den klimainduzierten Defiziten das fehlende Dargebot der ausgefallenen Gewinnung kompensiert werden. Die Betrachtung des Ausfallaxioms erfolgt dabei unter der Voraussetzung der Funktionstüchtigkeit der restlichen Gewinnungen in einem vorgeschlagenen Verbund (n-1 – Prinzip). Durch die quantitative Absicherung der entfallenen leistungsstärksten Gewinnung wird aufgrund des n-1 – Prinzips auch der Ausfall jeglicher Wassergewinnungen im vorgeschlagenen Verbund abgesichert.

Die entstehenden Defizite der Stufe 1 zuzüglich der Defizite aufgrund der jeweiligen Ausfallaxiome können durch verschiedene **Handlungsoptionen** ausgeglichen werden. Diese sind:

- a. Nutzung potenzieller Dargebotsreserven der FWVU
- b. Nutzung potenzieller Reservegebiete
- c. Errichtung einer dritten Trinkwassertalsperre
- d. Nutzung eines geeigneten Oberflächengewässers (z.B. Bodensee)
- e. Errichtung entsprechender (über den derzeitigen Bestand hinausgehender) Versorgungs- und Verbundstrukturen

Durch eine einzelne Handlungsoption ist jedoch kein vollumfänglicher Defizitausgleich möglich, weshalb mehrere Handlungsoptionen zu **Varianten** aggregiert werden müssen. Im Rahmen der

Grobanalyse (unter ausschließlicher Berücksichtigung quantitativer Aspekte) werden dabei folgende Varianten ausgearbeitet:

- Variante 1: Talsperre
- Variante 2: Oberndorf
- Variante 3: Oberndorf und Talsperre
- Variante 4 A: Bodensee, Bayerische Lösung
- Variante 4 B: Bodensee, Baden-Württembergische Lösung

Die Varianten stützen sich jeweils auf die in den Variantenbezeichnungen angegebenen, leistungsfähigen neuen Standbeine (Talsperre, Oberndorf, Bodensee), welche jeweils im erforderlichen Umfang durch weitere Handlungsoptionen ergänzt werden. Bei allen Varianten werden zusätzlich – in unterschiedlichem Umfang – die Handlungsoptionen a., b. und e. benötigt.

Aufgrund der Vorgabe gemäß § 50 Abs. 2 WHG, den Wasserbedarf aus vorrangig ortsnahe Wasser-vorkommen zu decken, wird in den folgend aufgezeigten Lösungsvorschlägen besonderer Wert auf einen vergleichsweise ortsnahe Ausgleich der Defizite durch Reserven bestehender Gewinnungen der FWVU und potenzielle Reservegebiete gelegt. Bei der Auswahl der Reservegebiete bestehen über die Grobanalyse hinaus Möglichkeiten, diese noch zu variieren. Die Ausarbeitung einer Vorzugsvariante erfolgt in der Detailanalyse.

3.3 Ausfallaxiome

Gemäß den vorstehenden Erläuterungen wird zur Erhöhung der Redundanz der Ausfall der leistungsstärksten Gewinnungen im jeweiligen vorgeschlagenen Verbund für den Zukunftszeitraum 2036 – 2065 (Zeithorizont 2050) betrachtet und quantitativ abgesichert (siehe zur Festlegung der Ausfallaxiome auch Erläuterungen unter Kapitel 3.1). Die im Ausfall der leistungsstärksten Gewinnung aller FWVU zusätzlich zu Stufe 1 zu kompensierende Menge wurde auf ca. 33 Mio. m³/a (leistungsstärkste Gewinnung aller 11 FWVU) festgelegt.

Die durch die Handlungsoptionen im Ausfallaxiom geschaffenen Strukturen stellen bei allen Varianten den sogenannten Endausbauzustand dar.

Folgend werden die zum Ausgleich der aufgezeigten Defizite ausgearbeiteten Varianten dargestellt.

3.4 Darstellung der Varianten

Die Kombination der vorgeschlagenen Handlungsoptionen in den folgenden Varianten gibt lediglich einen möglichen Lösungsweg aufgrund der quantitativen Betrachtung wieder. Gleichwohl können andere, bislang nicht verwendete Handlungsoptionen in Betracht gezogen werden und die gewählten Handlungsoptionen ergänzen oder ersetzen. Alternativ könnten auch (ggf. mögliche) Bezüge von den angrenzenden Bundesländern Sachsen, Thüringen und Baden-Württemberg in Erwägung gezogen werden. Eine Einstufung und Optimierung kann aufgrund des zum Zeitpunkt der Grobanalyse vorliegenden Detailgrades erst in der nachfolgenden Detailanalyse erfolgen.

Darauf hinzuweisen ist, dass – sofern in den Kapiteln 3.4.1– 3.4.4 Handlungsoptionen erläutert werden – diese zu errichten bzw. zu ergänzen sind und nicht mit dem derzeitigen Anlagenbestand bewerkstelligt werden können.

3.4.1 Variante 1: Talsperre

Zur Veranschaulichung der folgenden Erläuterungen wird für Variante 1: Talsperre auf den in der Anlage beigefügten Übersichtslageplan W 100 verwiesen. Im Übersichtslageplan ist der Endausbauzustand dargestellt.

In der Variante 1 sollen die prognostizierten Defizite in den Handlungsfeldern durch die Errichtung einer weiteren (neben Mauthaus und Frauenau dritten) Trinkwassertalsperre in Ostbayern als leistungsstarke Reserve sowie durch den Einbezug von potenziellen Dargebotsreserven der elf FWVU und weiteren potenziellen Reservegebieten ausgeglichen werden. Das potenzielle Reservegebiet Oberndorf (Neuerschließung) wird dabei aufgrund der eigenständigen Varianten 2: Oberndorf und 3: Oberndorf und Talsperre in dieser Variante nicht berücksichtigt.

Aufgrund der nutzbaren Dargebote der bestehenden Talsperren Mauthaus (Abnehmer: FWO) und Frauenau (Abnehmer: waldwasser) wird das potenziell nutzbare Dargebot der weiteren (dritten) Trinkwassertalsperre auf ca. 13,0 Mio. m³/a geschätzt. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich hierbei um eine grobe Abschätzung des Dargebots anhand von Vergleichswerten mit den Trinkwassertalsperren Mauthaus und Frauenau handelt. Topografie, geologische und hydrogeologische Gegebenheiten, Vorflutverhältnisse, Abflussdaten von örtlichen Fließgewässern sowie weitere dargebotsrelevante Faktoren bleiben hierbei unberücksichtigt.

Durch eine Versorgungs- und Verbundstruktur zwischen dem potenziellen Reservegebiet Großwallstadt und den FWVU FWS und FWM wird die Trinkwasserversorgung im westlichen Raum Unterfrankens ortsnah abgesichert. Zur Deckung des Bedarfs kann in der Detailanalyse alternativ auch ein Verbund der FWS mit einem leistungsstarken örtlichen Wasserversorger geprüft werden. Zur Versorgung des östlichen Teils Unterfrankens kann eine Versorgungs- und Verbundstruktur zwischen dem potenziellen Reservegebiet Bischofsheim und der FWO herangezogen werden (siehe Optionen unter Kapitel 9.6 des Strukturgutachtens Nordost-Unterfranken, WWA Bad Kissingen 2022).

Der Ausgleich des Defizits in Mittelfranken (inkl. Kompensation von Anteilen des genutzten Tiefengrundwassers des überdeckten Sandsteinkeupers) wird bereits in den Wasserbedarfsprognosen der FWVU WFW, FWF und RBG berücksichtigt, sodass hierfür diese in den vorgeschlagenen Handlungsoptionen der Variante 1 angesetzt werden.

Die FWOA kann das ermittelte Defizit im Handlungsfeld Schwaben ortsnah ausgleichen.

Das Defizit im Handlungsfeld Ostbayern kann aufgrund fehlender, ortsnaher Neuerschließungsgebiete im Regierungsbezirk Oberpfalz über eine Versorgungs- und Verbundstruktur zwischen den FWVU waldwasser, FWO und STW sowie durch eine zusätzliche Einspeisung der Reserve einer weiteren (dritten) Trinkwassertalsperre ausgeglichen werden.

Für den Ausgleich des Defizits im Ausfallaxiom werden alle potenziellen Reservegebiete in den betrachteten sechs Regierungsbezirken benötigt.

3.4.2 Variante 2: Oberndorf

Zur Veranschaulichung der folgenden Erläuterungen wird für Variante 2: Oberndorf auf den in der Anlage beigefügten Übersichtslageplan W 200 verwiesen. Im Übersichtslageplan ist der Endausbauzustand dargestellt.

In der Variante 2 sollen die prognostizierten Defizite in den Handlungsfeldern durch das potenzielle Reservegebiet Oberndorf als leistungsstarke Reserve sowie durch den Einbezug von potenziellen Dargebotsreserven der elf FWVU und weiteren potenziellen Reservegebieten ausgeglichen werden.

Die Reserve einer weiteren (dritten) Trinkwassertalsperre wird dabei aufgrund der eigenständigen Varianten 1: Talsperre und 3: Oberndorf und Talsperre in dieser Variante nicht berücksichtigt.

Durch eine Versorgungs- und Verbundstruktur zwischen dem potenziellen Reservegebiet Großwallstadt und den FVVU FWS und FWM wird die Trinkwasserversorgung im westlichen Raum Unterfrankens ortsnahe abgesichert. Zur Deckung des Bedarfs kann in der Detailanalyse alternativ auch ein Verbund der FWS mit einem leistungsstarken örtlichen Wasserversorger geprüft werden. Zur Versorgung des östlichen Teils Unterfrankens kann eine Versorgungs- und Verbundstruktur zwischen dem potenziellen Reservegebiet Bischofsheim und der FWO herangezogen werden (siehe Optionen unter Kapitel 9.6 des Strukturgutachtens Nordost-Unterfranken, WWA Bad Kissingen 2022).

Der Ausgleich des Defizits in Mittelfranken (inkl. Kompensation des überdeckten Sandsteinkeupers) wird bereits in den Wasserbedarfsprognosen der FVVU WFW, FWF und RBG berücksichtigt, sodass hierfür diese in den vorgeschlagenen Handlungsoptionen der Variante 2 aufgeführt werden.

Die FWOA kann das ermittelte Defizit im Handlungsfeld Schwaben ortsnahe ausgleichen.

Das Defizit im Handlungsfeld Ostbayern kann aufgrund fehlender, ortsnahe Neuerschließungsgebiete im Regierungsbezirk Oberpfalz über eine Versorgungs- und Verbundstruktur zwischen den FVVU Waldwasser, FWO und STW sowie durch eine zusätzliche Einspeisung aus dem potenziellen Reservegebiet Oberndorf ausgeglichen werden.

Für den Ausgleich des Defizits im Ausfallaxiom müssen zusätzlich nahezu alle verbleibenden, potenziellen Dargebotsreserven der FVVU und potenzielle Reservegebiete in den betrachteten sechs Regierungsbezirken herangezogen werden.

Die FWOA ist in dieser Variante nicht über Versorgungs- und Verbundstrukturen an die leistungsstärkste Gewinnung der 11 FVVU angebunden und stellt somit eine „Inselstruktur“ mit eigenem Ausfallaxiom dar. Bereits jetzt ist die FWOA in der Lage den Ausfall der eignen leistungsstärksten Gewinnungsanlage zu kompensieren. Deshalb wird innerhalb der Grobanalyse auf die Betrachtung eines zusätzlichen Ausfallaxioms für diese Inselstruktur verzichtet.

3.4.3 Variante 3: Talsperre und Oberndorf

Zur Veranschaulichung der folgenden Erläuterungen wird für Variante 3: Talsperre und Oberndorf auf den in der Anlage beigefügten Übersichtslageplan W 300 verwiesen. Im Übersichtslageplan ist der Endausbauzustand dargestellt.

In der Variante 3 sollen die prognostizierten Defizite in den Handlungsfeldern durch die Errichtung einer weiteren (dritten) Trinkwassertalsperre in Ostbayern in Kombination mit der Erschließung des potenziellen Reservegebiets Oberndorf als leistungsstarke Reserven sowie durch den Einbezug von weiteren, im Projekt SüSWasser ausgewiesenen, potenziellen Dargebotsreserven der elf FVVU und potenziellen Reservegebieten ausgeglichen werden.

Das veranschlagte potenziell nutzbare Dargebot der weiteren (dritten) Trinkwassertalsperre ist mit ca. 13 Mio. m³ identisch zu Variante 1 und unterliegt den gleichen Einschränkungen.

Durch eine Versorgungs- und Verbundstruktur zwischen dem potenziellen Reservegebiet Großwallstadt und den FVVU FWS und FWM kann die Trinkwasserversorgung im westliche Raum Unterfrankens ortsnahe abgesichert werden. Zur Deckung des Bedarfs kann in der Detailanalyse alternativ auch ein Verbund der FWS mit einem leistungsstarken örtlichen Wasserversorger geprüft werden. Zur Versorgung des östlichen Teils Unterfrankens kann eine Versorgungs- und Verbundstruktur zwischen

RMG und FWO herangezogen werden (siehe unter Kapitel 9.4 und 9.6 des Strukturgutachtens Nordost-Unterfranken, WWA Bad Kissingen 2022).

Im Vergleich zu den Varianten 1 und 2 kann in der Variante 3 ein Ausgleich des Defizits im Handlungsfeld Mittelfranken alternativ über das potenzielle Reservegebiet Oberndorf und die vorgeschlagene Versorgungs- und Verbundstruktur parallel zur WFW-Versorgungsleitung ausgeglichen werden.

Die FWOA kann das ermittelte Defizit im Handlungsfeld Schwaben ortsnahe ausgleichen.

Das Defizit im Handlungsfeld Ostbayern kann aufgrund fehlender, ortsnahe Neuerschließungsgebiete im Regierungsbezirk Oberpfalz über eine Versorgungs- und Verbundstruktur zwischen den FWVU Waldwasser, FWO und STW sowie durch eine zusätzliche Einspeisung der Reserve einer weiteren (dritten) Trinkwassertalsperre ausgeglichen werden.

Für den Ausgleich des Defizits im Ausfallaxiom werden zusätzlich die potenziellen Reservegebiete in Ober-, Mittelfranken und Niederbayern benötigt.

Die FWOA ist in dieser Variante nicht über Versorgungs- und Verbundstrukturen an die leistungsstärkste Gewinnung der 11 FWVU angebunden und stellt somit eine "Inselstruktur" mit eigenem Ausfallaxiom dar. Bereits jetzt ist die FWOA in der Lage den Ausfall der eignen leistungsstärksten Gewinnungsanlage zu kompensieren. Deshalb wird innerhalb der Grobanalyse auf die Betrachtung eines zusätzlichen Ausfallaxioms für diese Inselstruktur verzichtet.

3.4.4 Variante 4: Bodensee

Zur Veranschaulichung der folgenden Erläuterungen wird für Variante 4: Bodensee auf die in der Anlage beigefügten Übersichtslagepläne W 400 (Variante 4 A) und W 410 (Variante 4 B) verwiesen. In den Übersichtslageplänen ist der Endausbauzustand dargestellt.

In der Variante 4 sollen die prognostizierten Defizite in den Handlungsfeldern durch das potenzielle Reservegebiet Bodensee als leistungsstarke Reserve sowie durch den Einbezug von potenziellen Dargebotsreserven der elf FWVU und weiteren potenziellen Reservegebieten ausgeglichen werden. Die Variante 4 wird dabei in einen Anschluss des Bodensees über Bayern (Variante 4 A) und – unter Voraussetzung einer länderübergreifenden Kooperation – in einen Anschluss über Baden-Württemberg (Variante 4 B) unterschieden. Die vom Bodensee benötigten Wassermengen sind in Variante 4 A und 4 B identisch. Die vorgeschlagenen Handlungsoptionen unterscheiden sich lediglich durch die Versorgungs- und Verbundstruktur zwischen Bodensee und den Einspeisepunkten in das bayerische Fernwasserversorgungssystem. Während die Versorgungs- und Verbundstruktur in Variante 4 A ausschließlich innerhalb Bayerns liegt, werden in der Variante 4 B Verbund- und Versorgungsstruktur auf baden-württembergischer Seite genutzt.

Für die konzeptionelle Ausarbeitung zu den Versorgungs- und Verbundstrukturen der Variante 4 wird eine – bezogen auf die für Bayern zum Defizitausgleich benötigten Mengen (siehe unten) – unbegrenzte Entnahmemöglichkeit aus dem Bodensee angenommen. Die vorgeschlagenen Handlungsoptionen sollen die künftigen prognostizierten Defizite vorrangig über die Reserven des Bodensees ausgleichen. Alternativ können neben potenziellen Dargebotsreserven der FWVU auch weitere potenzielle Reservegebiete und Bezüge von angrenzenden Bundesländern ergänzt und stattdessen die Bezüge vom Bodensee reduziert werden. Eine Einstufung und Optimierung kann aufgrund des zum Zeitpunkt der Grobanalyse vorliegenden Detailgrades erst in der nachfolgenden Detailanalyse erfolgen.

Wegen der großen Distanz zwischen den westlichen Defizitgebieten Unterfrankens und dem Bodensee wird der Bodensee in diesen Regionen nicht für einen Defizitausgleich herangezogen. Stattdessen kann der westliche Raum Unterfrankens durch die vorgeschlagene Versorgungs- und

Verbundstruktur zwischen Großwallstadt und der FWVU FWS und FWM ortsnah versorgt werden. Zur Deckung des Bedarfs kann in der Detailanalyse alternativ auch ein Verbund der FWS mit einem leistungsstarken örtlichen Wasserversorger geprüft werden.

Über die vorgeschlagene Versorgungs- und Verbundstruktur zwischen dem Bodensee und der FWO sowie zwischen der FWO und den nordöstlichen Defizitgebieten Unterfrankens können die Reserven des Bodensees auch die verbleibenden Defizite Unterfrankens ausgleichen (siehe unter Kapitel 9.4 und 9.6 des Strukturgutachtens Nordost-Unterfranken, WWA Bad Kissingen 2022).

Der Ausgleich der Defizite in den Handlungsfeldern Mittelfranken und Ostbayern kann durch die Reserven des Bodensees über entsprechende Versorgungs- und Verbundstruktur erfolgen.

Für den Ausgleich der Defizite in den Handlungsfeldern Unterfranken, Mittelfranken und Ostbayern wird in Stufe 1 eine gesamte Entnahme aus dem Bodensee von ca. 22 Mio. m³/a berücksichtigt.

Die FWOA kann das ermittelte Defizit im Handlungsfeld Schwaben ortsnah ausgleichen.

Eine Kompensation der zusätzlichen Defizite im Ausfallaxiom kann durch einen verstärkten Bezug vom Bodensee erfolgen. Die Bezugsmengen müssten sich hierbei auf ca. 55 Mio. m³/a erhöhen.

Die FWOA ist in der Variante 4 B nicht über Versorgungs- und Verbundstrukturen an die leistungsstärkste Gewinnung der 11 FWVU angebunden und stellt somit eine "Inselstruktur" mit eigenem Ausfallaxiom dar. Bereits jetzt ist die FWOA in der Lage den Ausfall der eignen leistungsstärksten Gewinnungsanlage zu kompensieren. Deshalb wird innerhalb der Grobanalyse auf die Betrachtung eines zusätzlichen Ausfallaxioms für diese Inselstruktur verzichtet.

3.5 Grobkosten

Im Rahmen der Grobanalyse werden für alle Varianten Grobkosten ermittelt. Dabei werden sowohl Handlungsoptionen für die Nutzung der potenziellen Dargebotsreserven der FWVU und die Erschließung potenzieller Reservegebiete als auch für übergeordnete Versorgungs- und Verbundstrukturen berücksichtigt. Eine rein monetäre Betrachtung der Varianten erscheint angesichts der Aufgabe und Bedeutung nicht zielführend, zumal die Schätzung der Grobkosten aller Varianten innerhalb der Spannbreite der Kostenunsicherheiten liegt.

Aufgrund der ausschließlich quantitativen Analyse auf Basis der Einheit Mio. m³/a und der Betrachtung von lediglich übergeordneten Strukturen innerhalb der Grobanalyse kommen für die Grobkostenermittlung vereinfachte Ansätze zum Tragen. Maßnahmen zur Deckung des Wasserbedarfs im eigenen Versorgungsgebiet obliegen dem FWVU selbst und sind nicht Teil der Ermittlung (bzw. der Grobkostenschätzung).

Wo möglich, werden die Kostenansätze anhand von Vergleichsprojekten bestimmt. Es wird von einer Umsetzung der vorgeschlagenen Handlungsoptionen bis 2050 (27 a) ausgegangen. Deshalb wird 2040 als mittleres Bezugsjahr für die Kosten herangezogen. Die Kosten fallen – unabhängig davon welche Variante zur Ausführung gelangt – gestreckt über einen längeren Zeitraum (> 25 Jahre) an. Zu berücksichtigen ist zudem, dass zunächst in den ersten 10 Jahren aufgrund der Planungsphase lediglich ca. 15 % der Kosten anfallen werden. In den darauffolgenden 15 Jahren der Bauphase fallen ca. 85 % der Kosten an. Vereinfacht kann vorerst für die Planungsphase von einem exponentiell wachsenden Haushaltsmittelabfluss und für die Bauphase von einem jährlich gemittelten Haushaltsmittelabfluss ausgegangen werden.

Aufgrund des langen Umsetzungszeitraums besteht eine Kostenunsicherheit bei der Grobkostenabschätzung. Zur Berücksichtigung der Preisentwicklung wurde für die untere Betrachtung die durchschnittliche Inflationsrate in Deutschland zwischen 2019 und 2022 von ca. 3,0 % und für die obere Betrachtungsgrenze der durchschnittliche Baupreisindex des Statistischen Bundesamtes zwischen 2015 und 2022 von ca. 6 % herangezogen. Daraus ergibt sich eine Spannweite für die Grobkostenabschätzung zwischen ca. 2,4 Mrd. € bis ca. 5,1 Mrd. €. Aufgrund der Bearbeitungstiefe besteht eine Kostenunsicherheit von ca. -20 % bis +50 %.

In Tab. 3 sind die abgeschätzten Grobkosten für alle Varianten im Endausbauzustand einschl. Planungskosten dargestellt. Bei der Variante 4: Bodensee wurde aufgrund der Kostenäquivalenz (gleiche Distanz der Versorgungs- und Verbundstrukturen) nicht zwischen der bayerischen und baden-württembergischen Lösung differenziert.

Tab. 3: Grobkosten aller Varianten

Variante	Dargebotsreserven FWVU [Mrd. €, netto]	Potenzielle Reservegebiete [Mrd. €, netto]	Versorgungs- und Verbundstrukturen [Mrd. €, netto]	Gesamtkosten [Mrd. €, netto]
1: Talsperre	ca. 0,7 – 1,1	ca. 1,2 – 2,0	ca. 1,2 – 2,0	ca. 3,1 – 5,1
2: Oberndorf	ca. 0,5 – 0,9	ca. 0,7 – 1,2	ca. 1,2 – 1,8	ca. 2,4 – 3,9
3: Talsperre und Oberndorf	ca. 0,2 – 0,4	ca. 1,4 – 2,3	ca. 1,1 – 1,7	ca. 2,7 – 4,4
4: Bodensee	ca. 0,1	ca. 0,9 – 1,4	ca. 1,9 – 3,1	ca. 2,9 – 4,6

Alle aufgeführten Kosten verstehen sich als Netto-Investitionskosten (inkl. Nebenkosten) zzgl. der gesetzlichen Mehrwertsteuer von derzeit 19 %. Die Kosten werden als Grobkostenschätzung ermittelt.

Wie in Tab. 3 dargestellt, setzt sich die Kostenkategorie "Potenzielle Reservegebiete" aus den neuen, leistungsstarken Standbeinen weitere (dritte) Trinkwassertalsperre, Oberndorf und Bodensee sowie den ergänzend benötigten, eigentlichen potenziellen Reservegebieten zusammen. Dabei sind gemäß den angesetzten Handlungsoptionen elf (in Variante 1), zehn (in Variante 2), sieben (in Variante 3) bzw. ein (in Variante 4) potenzielle(s) Reservegebiet(e) enthalten.

Die weitere (dritte) Trinkwassertalsperre kommt mit ca. 720 – 1.180 Mio. € (netto), Oberndorf mit ca. 360 – 580 Mio. € (netto) und der Bodensee mit ca. 900 – 1.460 Mio. € (netto) zum Ansatz.

In den Grobkosten der Variante 4: Bodensee bleibt eine mögliche Kooperation mit Baden-Württemberg, z. B. Wasserabgabe an den Zweckverband Landeswasserversorgung, zunächst unberücksichtigt. Sollte hier eine Kooperation angestrebt werden, müssen folgende Kostenaspekte betrachtet bzw. zwischen den Kooperationspartnern geklärt werden:

- erhöhte Entnahme aus Bodensee
- verstärkte Verbundstruktur bis Erolzheimer Feld
- ggf. Erschließung und Anbindung Erolzheimer Feld
- Verbundstruktur Erolzheimer Feld bis zur Landeswasserversorgung

3.6 Gegenüberstellung der Varianten

Bereits im Zuge der vorliegenden Grobanalyse erfolgt eine erste Gegenüberstellung der ausgearbeiteten Varianten. Hierzu werden die Grobkosten für eine quantitative Einordnung sowie die Versorgungssicherheit für eine qualitative Einordnung herangezogen. Aufgrund der Bearbeitungstiefe sollte jedoch von einer Bewertung der Varianten zum gegenwärtigen Zeitpunkt Abstand genommen werden.

Nachfolgend werden lediglich einige grundsätzliche Vor- bzw. Nachteile der jeweiligen Variante genannt. Für eine verlässliche Bewertung und die Empfehlung einer Vorzugsvariante sind nähere Untersuchungen im Rahmen der Detailanalyse erforderlich.

Variante 1: Talsperre weist eine kleinräumige Struktur auf. Da die weitere (dritte) Trinkwassertalsperre im Vergleich zum potenziellen Reservegebiet Oberndorf und dem Bodensee weniger leistungsstark ist, muss zusätzlich eine Vielzahl potenzieller Dargebotsreserven der FWVU und potenzieller Reservegebiete erschlossen werden. Der Anteil (und die Anzahl) erforderlicher Dargebotsreserven und Reservegebiete reduziert sich von Variante 1 bis hin zu Variante 4. Bei Anschluss des Bodensees werden lediglich noch zwei Reserven zur Defizitdeckung im unterfränkischen Raum benötigt.

Hinsichtlich der erforderlichen Versorgungs- und Verbundstrukturen muss dagegen bei Variante 4: Bodensee der größte Aufwand betrieben werden. Grund hierfür ist die Anbindung des Bodensees über eine große Distanz an die nordbayerischen überregionalen Versorgungsstrukturen. Variante 3: Talsperre und Oberndorf stellt sich diesbezüglich am günstigsten heraus, da durch die beiden leistungsfähigen Standbeine über vergleichsweise kurze Distanzen in die nordbayerischen Defizitgebiete eingespeist werden kann. Die Grobkosten für die Versorgungs- und Verbundstrukturen der Variante 2: Oberndorf liegen geringfügig höher, da aufgrund der Lage von Oberndorf leistungsfähigere Verbundstrukturen in Richtung Ostbayern notwendig werden. Ähnlich verhält es sich mit Variante 1: Talsperre, wobei hier für die Erhöhung der Redundanz zusätzlich eine Versorgungs- und Verbundstruktur zwischen Süd- und Nordbayern berücksichtigt werden muss.

Variante 1: Talsperre und Variante 4: Bodensee weisen im Endausbauzustand generell den betrieblichen Nachteil auf, dass zum Ausgleich der klimainduzierten Defizite im regulären Versorgungsfall nur vergleichsweise geringe Wassermengen von Süd- nach Nordbayern gefördert werden. Dies hat lange Fließzeiten zur Folge, weshalb zur Vermeidung hygienischer Beeinträchtigungen entsprechende präventive Maßnahmen ergriffen werden müssen.

Bei der weiteren (dritten) Trinkwassertalsperre (Varianten 1 und 3) und dem Bodensee (Variante 4) werden Oberflächengewässer zur Trinkwassergewinnung genutzt. Diese sind allgemein aufwendiger gegenüber negativen Beeinträchtigungen schützbar als die Ressourcen Grundwasser und Uferfiltrat. Oberndorf (Varianten 2 und 3) und die WFW erschließen wiederum Uferfiltrat des gleichen Vorfluters, weshalb eine simultane Beeinträchtigung nicht gänzlich auszuschließen ist. Ein Restrisiko ist somit bei allen leistungsstarken Standbeinen der verschiedenen Varianten gegeben.

In dem der Anlage beigefügten Übersichtslageplan W 500 sind alle Handlungsoptionen aufgeführt, die in den verschiedenen Varianten betrachtet wurden. Dabei wird zwischen einer gemeinsamen Schnittmenge aller Varianten und (für die jeweilige Variante unterschiedlichen) zusätzlichen Handlungsoptionen differenziert. Unter einer gemeinsamen Schnittmenge aller Varianten sind Handlungsoptionen zu verstehen, die im Endausbauzustand bei allen Varianten zum Defizitausgleich gleichermaßen erforderlich sind. Die technische Gestaltung, wie z. B. die Leitungsdimensionierung oder die Fließrichtung wird jedoch in Abhängigkeit der Variante unterschiedlich sein.

Zu beachten ist, dass allein durch die Umsetzung der gemeinsamen Schnittmenge aller Varianten noch kein für die Zukunft funktionstüchtiges System hergestellt werden kann. Deshalb müssen in jeder Variante zusätzliche (nach jeweiliger Variante unterschiedliche) Handlungsoptionen (insbesondere neue Ressourcen) hinzugezogen werden. Nur hierdurch kann im Endzustand ein großräumiger Defizitausgleich ermöglicht werden.

3.7 Versorgungssicherheit

3.7.1 Variante 1: Talsperre

Der Vorteil dieser Handlungsoption besteht im regionalen Bezug der weiteren (dritten) Trinkwassertalsperre zu den großen Defizitgebieten im Handlungsfeld Ostbayern. Die dortigen Defizite können in dieser Variante auf verhältnismäßig kurzem Weg ausgeglichen werden.

Bei einem Ausfall der weiteren (dritten) Trinkwassertalsperre stehen jährlich insgesamt ca. 13,0 Mio. m³ weniger Wasser für den Defizitausgleich zur Verfügung. Das entstehende Defizit kann allerdings durch die zur Verfügung stehenden Reserven kompensiert werden. Auch ist die Verteilung über die neuen Verbundstrukturen voraussichtlich ohne erheblichen Mehraufwand möglich.

Durch die Variante 1: Talsperre im Endausbauzustand wird die Versorgungssicherheit der überregionalen Systeme somit nachhaltig verbessert. Das Gefährdungsrisiko ist durch den größeren Oberflächenwassereinfluss allerdings höher einzustufen als bei Erschließungen mit Grundwasser und Uferfiltrat.

Eine von der weiteren (dritten) Trinkwassertalsperre unabhängige Störgröße ist die Versorgungs- und Verbundstruktur von der FWOA bis nach Mittelfranken. Diese ist zwar für das Ausfallaxiom unerlässlich, wird im regulären Versorgungsfall allerdings nicht benötigt. Zur Verhinderung von Stagnation müssen ein kontinuierlicher Wasseraustausch und eine entsprechende Abnahme der Wassermenge sichergestellt sein. Dennoch resultieren lange Fließzeiten, die unter Umständen hygienische Beeinträchtigung zur Folge haben können. Dem ist durch präventive Maßnahmen, wie einer Transportchlorung, entgegenzuwirken.

3.7.2 Variante 2: Oberndorf

Die Attraktivität dieser Handlungsoption liegt darin, dass sich das potenzielle Reservegebiet Oberndorf gut in die bestehenden Versorgungsstrukturen der überregionalen Systeme einfügt.

Beim Ausfall des Reservegebietes reduziert sich die jährliche Einspeisemenge um bis zu ca. 25,6 Mio. m³. Durch den im Ausfallaxiom berücksichtigten Defizitausgleich von ca. 33,0 Mio. m³/a wird auch das potenzielle Reservegebiet Oberndorf abgesichert.

Durch die Variante 2: Oberndorf kann die Versorgungssicherheit der überregionalen Systeme im Endausbauzustand nachhaltig verbessert werden. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass das potenzielle Reservegebiet Oberndorf dasselbe Uferfiltrat wie die WFW erschließt. Eine evtl. qualitative Beeinträchtigung des Vorfluters mit Auswirkung auf das gewonnene Uferfiltrat kann zeitgleich beide Standbeine gefährden. Auch wenn eine solche Beeinträchtigung tendenziell unwahrscheinlich ist, ist sie nicht gänzlich auszuschließen. Darüber hinaus muss auch die räumliche Distanz des potenziellen Reservegebietes zu den Defizitgebieten im Handlungsfeld Ostbayern gegenüber Variante 1 als ungünstiger bewertet werden.

3.7.3 Variante 3: Talsperre und Oberndorf

Diese Variante vereint die Vorteile der beiden vorherigen Varianten. Durch die Errichtung beider Standbeine können sowohl die regionale Wasserbereitstellung in Ostbayern als auch die Nutzung der bestehenden Struktur in Westbayern Berücksichtigung finden. Durch die kombinierte Entnahme aus dem potenziellen Reservegebiet Oberndorf und einer weiteren (dritten) Trinkwassertalsperre wird im Vergleich zu den vorherigen Varianten eine Dargebotserweiterung in geringerem Umfang im nördlichen Bayern ermöglicht.

Die Kompensation des Ausfalls einer der beiden neuen Standbeine ist analog zu den Varianten 1 und 2 gegeben. Der simultane Ausfall beider Standbeine wird aufgrund der geringen Wahrscheinlichkeit nicht betrachtet (n-1 Prinzip).

Eine nachhaltige Verbesserung der Versorgungssicherheit für die überregionalen Systeme ist somit auch bei dieser Variante gegeben. Dies kann jedoch im Hinblick auf die ortsnahe Versorgung auch als Nachteil gewertet werden. Durch die Gewinnung desselben Uferfiltrats vom potenziellen Reservegebiet Oberndorf und der WFW ist bei einer Beeinträchtigung des Vorfluters auf eine potenziell simultane Gefährdung an dieser Stelle hinzuweisen. Das Gefährdungsrisiko ist durch den größeren Oberflächenwassereinfluss (dritte Trinkwassertalsperre) zudem höher einzustufen als beispielsweise bei Uferfiltrat oder echtem Grundwasser.

3.7.4 Variante 4: Bodensee

Bei dieser Handlungsoption ist von Vorteil, dass das Kontingent zum Ausgleich der Wasserdefizite größtenteils von einem zusätzlichen Standbein mit ausreichendem Dargebot, dem Bodensee, bezogen wird. Das Erfordernis weiterer kleinräumiger Erschließungen potenzieller Dargebotsreserven und Dargebotserweiterungen sowie weitreichende Änderungen in den bestehenden Strukturen entfällt. So kann bei einer Wasserentnahme aus dem Bodensee davon ausgegangen werden, dass dies mit einem einigermaßen kalkulierbaren Risiko möglich ist. Gleichwohl bedeutet das Vorkommen der Quagga Muschel im Bodensee einen erheblichen Mehraufwand für die Wasseraufbereitung sowie Unterhaltung und Betrieb der Systeme.

In den vorgeschlagenen Handlungsoptionen der Varianten 4 A und 4 B stellt die Bodenseezuleitung mit ca. 55 Mio. m³/a das neue Hauptversorgungsstandbein dar. Da im Ausfallaxiom lediglich ca. 33,0 Mio. m³/a abgesichert werden, kann ein Ausfall der Bodenseezuleitung nicht vollständig kompensiert werden. Entsprechend wären weitreichende Maßnahmen für einen Ausgleich erforderlich.

Auch wenn durch die Anbindung des Bodensees an das überregionale Versorgungssystem Bayerns die Versorgungssicherheit grundsätzlich verbessert wird, entsteht durch die Fokussierung auf das neue, leistungsstarke Standbein eine Schwachstelle im System. Im Vergleich zu einer Talsperre ist das Gefährdungsrisiko des Bodensees aufgrund des deutlich größeren Speichervolumens zwar reduziert, gegenüber Grundwasser und Uferfiltrat aber nach wie vor erhöht einzustufen.

Ähnlich wie bei Variante 1 ergibt sich gegenüber dem Ausfallaxiom im regulären Versorgungsfall ein deutlich geringerer Wasserbezug vom Bodensee. Die Konsequenz sind geringere Fließgeschwindigkeiten und somit längere Fließzeiten bis nach Mittelfranken mit der Gefahr von hygienischen Beeinträchtigungen. Auch hier sind präventive Maßnahmen, wie etwa eine Transportchlorung, unerlässlich. Für einen höheren Bezug vom Bodensee könnte zwar geprüft werden, bestehende Gewinnungen der FWVU zurückzufahren, dies entspräche jedoch nicht dem Örtlichkeitsprinzip nach § 50 Abs. 2 WHG und der Minimierung des Energieaufwands.

4 Zusammenfassung

Das Projekt SüSWasser betrachtet die Versorgungssicherheit der Trinkwasserversorgung in Bayern anhand überregionaler Systeme der elf bayerischen Fernwasserversorgungsunternehmen (FWVU). Hierbei wird der Einfluss des Klimawandels auf die zukünftigen Wasserdarangebote für den Zeitraum 2036 – 2065 (Zeithorizont 2050) berücksichtigt. Anhand bisheriger Fördermengen und der Anwendung von auf Klimamodellen basierenden Abschlagsfaktoren wurde ein zukünftiges potenzielles Darangebot für die insgesamt 30 bestehenden Gewinnungen der elf FWVU ermittelt.

Weiterhin wurden durch die WWA und Regierungen Daten zu potenziellen Defizitgebieten und potenziellen Reservegebieten in den jeweiligen Zuständigkeitsbereichen zur Verfügung gestellt. Dies betrifft die Regierungsbezirke Unterfranken, Mittelfranken, Oberfranken, Oberpfalz, Niederbayern und Schwaben. Da der Regierungsbezirk Oberbayern im Rahmen des Projektes SüSWasser nicht betrachtet wird, wurden potenzielle Reserven dieses Regierungsbezirks in der vorliegenden Studie ausschließlich als zusätzliche, optionale Reserven dargestellt. Ziel war es, die Versorgungssicherheit für die bayerische Trinkwasserversorgung auch zukünftig sicherzustellen.

In der Stufe 1 jeder Variante wird ein Ausgleich der klimainduzierten Defizite untersucht. Um eine erhöhte Versorgungssicherheit zu schaffen, wurden alle Varianten um Handlungsoptionen zum Ausgleich eines Ausfallaxioms erweitert. Somit muss das fehlende Darangebot im Ausfallaxiom zusätzlich zum klimainduzierten Defizit kompensiert werden.

Die Varianten wurden im Anschluss anhand der Grobkosten und der Versorgungssicherheit gegenübergestellt. Die Grobkosten beziehen sich auf die vorgeschlagenen Handlungsoptionen, die zur Kompensation des entstehenden Defizits beim Ausfallaxiom entstehen. Dies stellt den Endausbauzustand dar.

Durch die Kombination verschiedener Handlungsoptionen zum Ausgleich prognostizierter Defizite und der Ausfallaxiome ergeben sich bislang folgende Varianten.

In **Variante 1**: Talsperre wird zum Ausgleich prognostizierter Defizite die konzeptionelle Errichtung einer Talsperre in Ostbayern betrachtet. Durch die Talsperre ist ein regionaler Bezug zu den Defizitgebieten in Ostbayern gegeben. Aufgrund des gering abgeschätzten Darangebotes einer dritten Trinkwassertalsperre wird zum Ausgleich des Ausfallaxioms die Erschließung nahezu aller verfügbarer Reservegebiete notwendig. Zudem werden lange Versorgungs- und Verbundstrukturen erforderlich, welche bei alleinigem Ausgleich der Stufe 1 nicht benötigt werden. Daraus resultieren Investitionskosten in Höhe von ca. 3,1 – 5,1 Mrd. € netto (3 – 6 % Kostensteigerung) sowie die Notwendigkeit zur Ergreifung präventiver Maßnahmen zur Vermeidung hygienischer Beeinträchtigungen.

In **Variante 2**: Oberndorf wird die Neuerschließung des potenziellen Reservegebiets Oberndorf als leistungsstarke Reserve angesetzt. Das potenzielle Reservegebiet Oberndorf kann aufgrund der Lage mit geringem Aufwand in die bestehenden Versorgungsstrukturen der FWVU integriert werden und stellt gleichzeitig eine partielle Redundanz für die WFW dar. Da beide jedoch das Uferfiltrat des gleichen Vorfluters erschließen, ist eine simultane Beeinträchtigung bei Havarien im Vorfluter nicht gänzlich auszuschließen. Die bislang abgeschätzten Grobkosten belaufen sich hier auf ca. 2,4 – 3,9 Mrd. € netto (3 – 6 % Kostensteigerung).

In **Variante 3**: Talsperre und Oberndorf wird die konzeptionelle Talsperre in Ostbayern und die Neuerschließung des potenziellen Reservegebiets Oberndorf kombiniert. Hierdurch können die Vorteile der Varianten 1 und 2 vereint werden. Zudem können potenzielle Reserven der FWVU und potenziellen Reservegebiete geschont werden. Für diese Variante sind großräumige Versorgungsstrukturen zur Wasserverteilung erforderlich. Daraus resultieren Investitionskosten von ca. 2,7 – 4,4 Mrd. € netto (3 –

6 % Kostensteigerung) sowie die Notwendigkeit zur Ergreifung präventiver Maßnahmen zur Vermeidung hygienischer Beeinträchtigungen. Da das potenzielle Reservegebiet Oberndorf dasselbe Uferfiltrat wie die WFW erschließt, ist eine simultane Beeinträchtigung bei Havarien im Vorfluter nicht gänzlich auszuschließen.

In **Variante 4**: Bodensee wird die Nutzung des Bodensees als leistungsstarke Reserve betrachtet. Dabei werden zwei Alternativen unterschieden. „Variante 4 A“ beschreibt einen Anschluss an den Bodensee über Bayern, wohingegen „Variante 4 B“ einen Anschluss an den Bodensee über Baden-Württemberg betrachtet. Aufgrund der Annahme einer in SüSWasser unbegrenzten Entnahmemenge aus dem Bodensee kann die Erschließung zusätzlicher Reserven auf ein Minimum verringert werden. Daraus resultieren jedoch großräumige Versorgungs- und Verbundstrukturen zur Wasserverteilung. Für die Varianten 4 A und 4 B ergeben sich demnach Investitionskosten in Höhe von ca. 2,9 – 4,6 Mrd. € netto (3 – 6 % Kostensteigerung) sowie die Notwendigkeit zur Ergreifung präventiver Maßnahmen zur Vermeidung hygienischer Beeinträchtigungen. Aufgrund der Fokussierung auf den leistungsstarken Bezug vom Bodensee, wären bei Ausfall der Bodenseezuleitung weitreichende Ersatzmaßnahmen zur Kompensation erforderlich.

Eine tiefere Bewertung der Varianten ist aufgrund der im Zwischenbericht herangezogenen Datengrundlagen nicht möglich. Im Zuge der Detailanalyse muss der Informationsgrad erhöht werden, sodass eine differenziertere Evaluierung ermöglicht wird. Die Kostendifferenz der Varianten von ca. 2,4 – 5,1 Mrd. € (netto) liegt im Bereich der ausgewiesenen Kostenunsicherheit. Für eine verlässliche Bewertung und die Empfehlung einer Vorzugsvariante sind daher nähere Untersuchungen im Rahmen der Detailanalyse unerlässlich.

Durch alle dargestellten Varianten kann die Versorgungssicherheit der überregionalen Systeme in Bayern am Ende des Zukunftszeitraums 2036 bis 2065 deutlich verbessert werden. Ohne rechtzeitig eingeleitete Maßnahmen zur Ergänzung der überregionalen Systeme ergäbe sich bis Ende des Zukunftszeitraums eine schleichend zunehmende Reduzierung der Versorgungssicherheit. Die Bereiche Bayerns, in denen nach derzeitigem Stand ohne Umsetzung der Maßnahmen künftig Einschränkungen der Versorgungssicherheit entstehen können, sind im Übersichtslageplan W 600 dargestellt. Sollte es darüber hinaus Wasserversorger in Bayern geben, deren Versorgungssicherheit bei Ausfällen ebenfalls eingeschränkt ist, können sich diese Wasserversorger an das Versorgungs- und Verbundsystem anschließen und ihre Versorgung absichern (Ersatzwasserversorgung).

Im Endausbauzustand ist es bei allen Varianten möglich, künftig sogar einen sehr lange andauernden Ausfall einzelner Wassergewinnungsanlagen sowie bestehender und neuer Standbeine zu ersetzen (n-1 – Prinzip). Nicht kompensierbar wäre in der Variante 4: Bodensee ein Ausfall der Entnahme aus dem Bodensee.

Ausgehend von ca. 2,6 Mio. Einwohnern, die derzeit an die elf FWWU angeschlossen sind (Voll- und Teilversorgung), und weiteren ca. 2,4 Mio. Einwohnern, die von einem Defizitausgleich in den genannten Handlungsfeldern profitieren würden, erhöht sich durch die vorgeschlagenen Handlungsoptionen der einzelnen Varianten die Versorgungssicherheit für ca. 5 Mio. Einwohner in Bayern.

5 Ausblick Detailanalyse

Die vorliegende Grobanalyse gibt einen ersten Überblick über bereits vorhandene und künftig prognostizierte Defizite sowie deren zukünftigen Ausgleich durch potenzielle Dargebotsreserven der FWVU und potenzielle Reservegebiete. Weiterhin wird der Ausgleich klimainduzierter Defizite mit und ohne gleichzeitig standfindendem Ausfallaxiom betrachtet. Diese erste Abschätzung anhand der aufgestellten Wasserbilanzen erlaubt Ausblicke auf notwendige Handlungsoptionen, um die Versorgungssicherheit der bayerischen Trinkwasserversorgung auch zukünftig sicherzustellen. Da sich die Grobanalyse bislang ausschließlich auf die jährlichen Wasserbedarfe stützt und noch keine Aussagen zu Handlungsoptionen zulässt, die (Tages-)Spitzenbedarfe oder die Wasserqualität der bestehenden Gewinnungen oder potenziellen Reserven berücksichtigt, sind die bislang ermittelten Lösungsansätze im weiteren Projektverlauf in der Detailanalyse zu vertiefen.

In der Detailanalyse werden die bereits vorliegenden Ergebnisse vertiefend hinsichtlich folgender Aspekte validiert und die bereits vorgeschlagenen Handlungsoptionen dahingehend entsprechend angepasst:

- Betrachtung und Sicherstellung der Trinkwasserqualität (auch hinsichtlich neuer gesetzlicher Regelungen, soweit möglich)
- Erweiterung der Wasserbilanzen um (Tages-)Spitzenwerte
- Bewertung der bestehenden Systeme hinsichtlich der Redundanz
- Betrachtung von Handlungsoptionen zur Steigerung der Resilienz der überregionalen Systeme

Anhand der vertieften Untersuchungen werden die notwendigen Handlungsoptionen zur Sicherstellung einer hinreichend resilienten Trinkwasserversorgung in Bayern überarbeitet und durch zu ergänzende Bewertungskriterien bewertet. Zudem erfolgt eine grobe Kostenschätzung, die ebenfalls in die Bewertung einfließt. Als Ergebnis der Detailanalyse ist eine Vorzugsvariante der vorgeschlagenen Handlungsoptionen herauszuarbeiten. Der Schlussbericht mit Detailanalyse soll im 2. Quartal 2024 vorliegen.

BAURCONSULT Architekten Ingenieure
Adam-Opel-Straße 7
97437 Haßfurt
T +49 9521 696-0

Haßfurt, 05.05.2023

gez. Tobias Harloff

gez. Maximilian Walther

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH
Moritzstraße 26
45476 Mülheim an der Ruhr
T +49 208 40303-0

Mülheim an der Ruhr, 05.05.2023

gez. Dr. Tim aus der Beek

gez. Christoph Nolte

6 Literatur

BMUV – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2023): Nationale Wasserstrategie. Kabinettsbeschluss vom 15. März 2023, Langfassung, 120 S., Berlin, <https://www.bmuv.de/download/nationale-wasserstrategie-2023>

DIN 19732:2011-10: Bodenbeschaffenheit – Bestimmung des standörtlichen Verlagerungspotentials von nichtsorbiebaren Stoffen. 12 S.

DIN 4049-1:1992-12: Hydrologie; Grundbegriffe. 12 S.

DVGW – Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (2017): Veränderungen des Wasserbedarfs: Empfehlungen für die systematische Identifizierung des Anpassungsbedarfs und der Anpassungsmöglichkeiten bestehender Wasserversorgungssysteme. DVGW-Information WASSER Nr. 82, 43 S., Abfrage über DVGW-Regelwerk, <https://www.dvgw-regelwerk.de/plus#technische-regel/dvgw-wasser-information-nr.-82/c4376d>

DVGW – Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (2019): DVGW analysiert das Trockenjahr 2018 und identifiziert Handlungsbedarf für eine sichere Wasserversorgung im Klimawandel. energie | wasser-praxis 3/2019, 8

DVGW – Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (2021A): Richtlinie für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser. Technische Regel – Arbeitsblatt DVGW W 101 (A), 27 S. Bonn

DVGW, BDEW, VKU (2021B): Bedarfe der Wasserversorgung in Zeiten des Klimawandels. Maßnahmenvorschläge des BDEW, DVGW und VKU zur Sicherung der Wasserversorgung. Gemeinsames Positionspapier von DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. und VKU Verband kommunaler Unternehmen e. V., 4 S., https://www.dvgw.de/medien/dvgw/verein/aktuelles/presse/BDEW_DVGW_VKU_Positionspapier_Klimawandel_Trockenheit.pdf

DVGW – Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (2021C): Wasser-Impuls Zukunftsbilder 2030 bis 2100 – Wandel erfordert bereits heute die Entwicklung langfristiger regionaler und lokaler Konzepte, 4 S., Bonn, <https://www.dvgw.de/medien/dvgw/leistungen/publikationen/dvgw-wasser-impuls-zukunftsbilder-factsheet.pdf>

DVGW – Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (2022A): Resilienz und Versorgungssicherheit in der öffentlichen Wasserversorgung. Technische Regel – Arbeitsblatt DVGW (W) 1003 A, 28 S., Bonn

DVGW – Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (2022B): Hinweise für die Funktions- und Eignungsprüfung von Grundwassermessstellen. DVGW-Information Wasser Nr. 111, 19 S., Bonn

Expertenkommission (2021): Wasserversorgung in Bayern – LAND: schaf(f)t: WASSER. Bericht um Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz, 45 S., veröffentlicht am 17.06.2021, https://www.wasser.tum.de/fileadmin/w00bup/wasser/Expertenkommission_Bericht_Wasserversorgung_Bayern/Kommissionsbericht_Wasserversorgung_in_Bayern.pdf

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG), in der Fassung vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Januar 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 5), https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/WHG.pdf

Höltling, B. (1996): Hydrogeologie. Einführung in die Allgemeine und angewandte Hydrogeologie, 5. Auflage, 441 S., Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

- Hölting, B. & W.G. Coldewey (2009): Hydrogeologie. Einführung in die Allgemeine und angewandte Hydrogeologie, 7. Auflage, 383 S., Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg
- KLIWA – Klimaveränderung und Wasserwirtschaft (2017): Entwicklung von Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und Hessen (1951-2015). KLIWA-Heft 21.
- LAWA – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2007): Leitlinien für ein nachhaltiges Niedrigwassermanagement – Materialien. 50 S., https://www.umweltministerkonferenz.de/umlbeschluesse/umlaufBericht2007_14.pdf
- LAWA – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2020): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder, Expertengruppe „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft“ & Ständiger Ausschuss „Klimawandel“ (LAWA-AK), 315 S., München, https://www.lawa.de/documents/lawa-klimawandel-bericht_2020_1618816705.pdf
- LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2010): Wasserschutzgebiete für die öffentliche Wasserversorgung, Anlage 1 Flussdiagramm zur Schutzgebietsbemessung. Merkblatt Nr. 1.2/7 Stand: 01 Januar 2010, https://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil1_grundwasserwirtschaft/doc/nr_127_anlage1.pdf
- LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2011): Nutzung tiefer Grundwässer. Merkblatt Nr. 1.4/6 Stand: 28. Juni 1995, https://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil1_grundwasserwirtschaft/doc/nr_146.pdf
- LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2015): Datenaktualisierung Grundwassererkundung. Bericht. Grundwassererkundung in Bayern. Stand August 2015
- LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2022A): Digitale Bereitstellung ausgewählter Reports Einzugsgebiets WV. Zusammenstellung aller Stamm- und Fachdaten. Augsburg
- LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2022B): Digitale Bereitstellung ausgewählter Erhebungsbögen Datenerhebung 2. Runde Wasserversorgungsbilanzen. Differenzierte Dargebotsbeurteilung, gemeinsam abgefragt von den Wasserwirtschaftsämtern Ansbach, Aschaffenburg, Bad Kissingen, Degendorf, Donauwörth, Kempten, Nürnberg, Weiden und Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2023A): Hydrogeologischen Teilräume. In: UmweltAtlas Bayern, <https://www.umweltatlas.bayern.de>
- LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2023B): Gewässerkundlicher Dienst Bayern. Webseite, <https://www.gkd.bayern.de/de/>
- LfW – Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1995): Leitlinien für die Ermittlung der Einzugsgebiete von Grundwassererschließungen. Materialien Nr. 52, 59 S., München
- Müller, A. (1993): Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen von Deutschland. In: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: Hydrogeologische Karten für den Hydrologischen Atlas von Deutschland, https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Wasser/Projekte/abgeschlossen/Beratung/Had/had_projektbeschr.html
- Niehues, B., W. Merkel (2020): Die Wasserversorgung im Trockenjahr 2018 – Stressindikatoren und Ergebnisse einer aktuellen DVGW-Umfrage. energie | wasser-praxis 10/2020, 38 – 42
- Niehues, B., W. Merkel (2021): Die Wasserversorgung im Jahr 2020 – Stressindikatoren und Ergebnisse der zweiten Online-Umfrage des DVGW energie | wasser-praxis 8/2021, 38 – 44

Regierung von Unterfranken (2010): Wasserversorgungsbilanz Unterfranken – Heute schon an morgen denken. Istanalyse + Entwicklungsprognose 2025. 172 S., Würzburg, https://www.regierung-unterfranken.bayern.de/mam/aufgaben/bereich5/sg52/wasserversorgungsbilanz_teil_i.pdf

Regierung von Niederbayern (2014): Wasserversorgungsbilanz Niederbayern – Heute schon an morgen denken. Istanalyse + Entwicklungsprognose 2025. 140 S., Landshut, <https://www.regierung-niederbayern.bayern.de/mam/service/veroeffentlichungen/sonstige/wasserversorgungsbilanz.pdf>

Regierung von Schwaben (2014): Wasserversorgungsbilanz Schwaben – Heute schon an morgen denken. Istanalyse + Entwicklungsprognose 2025. 128 S., Augsburg, https://www.regierung-schwaben.bayern.de/mam/ueber_uns/orga_uebersicht/b5/sg52/sg-52-wasserversorgungsbilanz-schwaben.pdf

Regierung von Oberfranken (2015): Wasserversorgungsbilanz Oberfranken – Heute schon an morgen denken. Istanalyse + Entwicklungsprognose 2025. 126 S., Bayreuth, https://www.regierung-oberfranken.bayern.de/mam/service/umwelt/wasserwirtschaft/rofr_wasserversorgungsbilanz.pdf

Regierung der Oberpfalz (2015): Wasserversorgungsbilanz Oberpfalz – Heute schon an morgen denken. Istanalyse + Entwicklungsprognose 2025. 150 S., Regensburg, https://www.regierung-oberpfalz.bayern.de/mam/allgemein/wvb_oberpfalz_2016-01-07.pdf

Regierung von Mittelfranken (2016): Wasserversorgungsbilanz Mittelfranken – Heute schon an morgen denken. Istanalyse + Entwicklungsprognose 2025. 140 S., Ansbach, https://www.regierung-mittelfranken.bayern.de/mam/aufgaben/sg52/wvb_mittelfranken.pdf

Regierung von Unterfranken (2020): Niedrigwassermanagement zur Steuerung von Grundwasserentnahmen am Beispiel der landwirtschaftlichen Bewässerung, 140 S., Würzburg, https://www.regierung-unterfranken.bayern.de/mam/aufgaben/bereich5/sg52/niedrigwassermanagement_grundwasserentnahmen_informationsband.pdf

Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02000L0060-20141120&from=DE>

UBA – Umweltbundesamt (2021): Niedrigwasser, Dürre und Grundwasserneubildung – Bestandsaufnahme zur gegenwärtigen Situation in Deutschland, den Klimaprojektionen und den existierenden Maßnahmen und Strategien. UBA-Texte 174, Bearbeiter: Riedel, T., Nolte, C., aus der Beek, T. & J. Liedtke (alle: IWW), B. Sures, D. Grabner (Universität Duisburg-Essen), 310 S., Dessau-Roßlau, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/niedrigwasser-duerre-grundwasserneubildung>

Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV) vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1802), https://www.gesetze-im-internet.de/grwv_2010/GrwV.pdf

Witte, R. (2020): Regionale Trinkwasserverbundsysteme und interkommunale Zusammenarbeit als Garant für eine sichere Trinkwasserversorgung. In: Sichere Trinkwasserversorgung trotz Klimawandel – Wie resilient sind unsere Systeme und wo besteht Handlungsbedarf? 32. Trinkwasserkolloquium 20.02.2020, Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Industrie- und Siedlungswasserwirtschaft sowie Abfallwirtschaft e.V. (FEI) zusammen mit ISWA und Zweckverbänden Landeswasserversorgung und Bodensee-Wasserversorgung, Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft Band 246, 108 S., Stuttgart, https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/10816/1/32_Trinkwasserkolloquium_Tagungsband.pdf

WWA KG – Wasserwirtschaftsamt Bad Kissingen (2022): Strukturgutachten zur Sicherstellung der Wasserversorgung in Nordost-Unterfranken mit Stand vom 15.06.2022



Eine Behörde im Geschäftsbereich
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz

