

IWW Institut für Wasserforschung  
gemeinnützige GmbH



# Prognose und Bilanzierung von Wasserdargeboten sowie -bedarfen

Gemeindewerke Steinhagen,  
Technische Werke Osning, Stadt Borgholzhausen

Zwischenbericht zu den Angeboten 10112/2023/26705 und  
10118/2023/26710

September 2024

## Bearbeitung

### IWW Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH

Moritzstraße 26  
45476 Mülheim an der Ruhr  
[www.iww-online.de](http://www.iww-online.de)

Dr. Annette Piepenbrock  
Telefon: 0208 40303-250  
[a.piepenbrock@iww-online.de](mailto:a.piepenbrock@iww-online.de)

– Regionalstandort Rhein-Main –  
Justus-von-Liebig-Straße 10  
64584 Biebesheim am Rhein

Florian Zaun  
Telefon: 0208 40303-613  
[f.zaun@iww-online.de](mailto:f.zaun@iww-online.de)

#### Auftraggeber:

Gemeindewerke Steinhagen  
GmbH  
Stefan Lütgemeier  
Westernkamp 12  
33803 Steinhagen

T.W.O. Technische Werke  
Osning GmbH  
Johannes Wiese  
Gartnischer Weg 127  
33790 Halle in Westfalen

Stadt Borgholzhausen  
Dirk Speckmann  
Schulstraße 5  
33829 Borgholzhausen

Bearbeitungszeitraum: September 2023 bis September 2024

Zur besseren Lesbarkeit werden Berufsbezeichnungen nicht geschlechtsspezifisch unterschieden.  
Es sind immer alle Geschlechter gleichberechtigt angesprochen.

Geschäftsführung: Dr. Kristina Wencki

Sprecher Wissenschaftliches Direktorium:  
Prof. Dr. Torsten C. Schmidt



Amtsgericht Duisburg HRB Nr. 37601

Sparkasse Mülheim an der Ruhr IBAN DE54 3625 0000 0175 1961 61

SWIFT BIC SPMHDE3EXXX

Commerzbank AG Mülheim an der Ruhr IBAN DE57 3624 0045 0765 6218 00

SWIFT BIC COBADEFFXXX

Internet: [www.iww-online.de](http://www.iww-online.de)

## Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Gemeindewerke Steinhagen GmbH, die T.W.O. Technische Werke Osning GmbH sowie die Stadt Borgholzhausen sehen sich bereits heute durch dynamische Veränderungen wie den Klimawandel oder demografische Veränderungen immer anspruchsvolleren Rahmenbedingungen für die Versorgung ihrer Kunden mit Trinkwasser ausgesetzt und benötigen daher detaillierte Analysen der aktuellen Versorgungssituation sowie Projektionen zu zukünftigen Veränderungen der Dargebots- und Bedarfsituation in ihren Gewinnungs- und Versorgungsgebieten zur langfristigen Sicherstellung der öffentlichen Trinkwasserversorgung.

Im Rahmen dieses Projekts wurden neben einer Bilanzierung des Status Quo (Wasserdargebot – Wasserbedarf), Dargebots- und Bedarfsprognosen für 2030 und 2050 erstellt, um mögliche Defizite in der Wasserbilanz für verschiedene zeitliche Betrachtungsebenen (Jahres- und Spitzentagesbetrachtung) zu identifizieren. Es wurden Daten zu den unterschiedlichen Einflussfaktoren auf Wasserdarangebote und -bedarfe ausgewertet und gemeinsam mit den Auftraggebern sinnvolle und realistische Szenarien gebildet, die die zukünftige Entwicklung der Ressourcenverfügbarkeit und des Trinkwasserbedarfs abbilden. Hierbei wurden bewusst optimistische und pessimistische Szenarien gewählt, um die Auswirkungen unterschiedlicher betrieblicher Entscheidungen (Erschließung neuer Gewinnungen, Versorgung von Industriekunden etc.) beurteilen und die Versorgungssituation sowohl bei normalen als auch Extremsituationen (Trocken- und Hitzeperiode) analysieren zu können.

Die Projektionen der Grundwasserdarangebote lassen für die langjährigen Mittelwerte für alle Gewinnungsgebiete Darangebote erwarten, die im Bereich der heutigen Darangebote oder darüber liegen. Kritisch werden in Zukunft vor allem die Trockenperioden, welche besonders im Gewinnungsgebiet Tatenhausen zu Einschränkungen bei der Wasserförderung führen können.

Für Borgholzhausen zeigt sich für 2050 im ungünstigsten Szenario 3 ein Bilanzdefizit von rund 90.000 m<sup>3</sup>/a für die Jahresbilanz. Bei den Spitzentagesbedarfen kommt es im Szenario 2 und 3 zu einer Bedarfsunterdeckung von <10 bis zu ca. 430 m<sup>3</sup>/d. Ursächlich für die Defizite sind vor allem die steigenden Bedarfe im Sektor Haushalte und Kleingewerbe.

In Halle wurde für alle betrachteten Szenarien eine ausreichende Deckung des Jahreswasserbedarfs ermittelt. Die Dargebotsreserve liegt im ungünstigsten Szenario bei rund 18.000 m<sup>3</sup>/a im Jahr 2050. Allerdings ergab die Bilanzierung, dass die prognostizierten Tagesspitzenbedarfe in den Szenarien 2 und 3 durch die Wasserrechte der Gewinnungen

Bokel und Tatenhausen und teilweise auch durch die etwas höhere Aufbereitungskapazität im Wasserwerk Tatenhausen nicht abgedeckt werden können.

In Steinhagen ist ähnlich wie in Borgholzhausen im ungünstigsten Szenario ein Jahresbilanzdefizit von rund 50.000 m<sup>3</sup>/a im Jahr 2030 und rund 110.000 m<sup>3</sup>/a im Jahr 2050 möglich. Dieses Szenario kann für Steinhagen aber nur eingeschränkt verwendet werden, da dort die Dargebotsprognose einheitlich auf einer mGROWA Trockenperiode (abgeleitet von mGROWA RCP8.5) basiert, im Falle von Patthorst aber für die Abschätzung zukünftiger Dargebote ein Wert zwischen mGROWA und GLADIS angesetzt werden sollte. Im relevanteren Szenario 2 ist die Bilanz etwa ausgeglichen. Auch hier ist die Entwicklung des Wasserbedarfs der Haushalte und Kleingewerbe entscheidend für die Entwicklung des Gesamtbedarfs. Die prognostizierten Tagesspitzenbedarfe liegen deutlich unter dem täglichen Wasserrecht und der Förderkapazität der Gewinnung Patthorst.

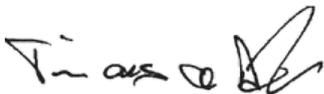
Je nach tatsächlicher Planung zu weiteren Abnehmern und der Erweiterung der Kapazitäten kann der Ausbau der gegenseitigen Belieferung mit Trinkwasser zwischen Borgholzhausen, Halle und Steinhagen, vor allem von Steinhagen nach Halle eine Möglichkeit sein, die zusätzlichen Bedarfe zu decken und die Trinkwasserversorgung sicherzustellen.

In Halle und ggf. auch in Borgholzhausen sollten Maßnahmen entwickelt werden, wie man den steigenden Tagesspitzenbedarfen z.B. durch die Erhöhung von Förder-, Aufbereitungs- oder Speicherkapazitäten sowie Maßnahmen zur Bedarfssenkung begegnen kann.

IWW Institut für Wasserforschung  
gemeinnützige GmbH

Mülheim an der Ruhr, den 25.09.2024

i.V.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Tim aus der Beek'.

Dr. Tim aus der Beek

i.V.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Riedel'.

Dr. Thomas Riedel

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Hintergrund .....	1
1.1	Ziel des Projekts .....	1
1.2	Auftrag und Projektdurchführung .....	1
2	Methodik .....	2
2.1	Daten .....	2
2.2	Wasserdargebot .....	3
2.3	Wasserbedarf .....	4
2.4	Wasserbilanzen .....	4
3	Status quo .....	5
3.1	Grundwasserdargebot .....	5
3.1.1	Rechtliches und technisches Dargebot .....	5
3.1.2	Natürliches Grundwasserdargebot .....	6
3.2	Wasserbedarf .....	14
3.2.1	Fördermengen/Trinkwasserabgabe .....	14
3.2.2	Spezifischer Bedarf .....	20
3.2.3	Spitzenbedarf .....	21
3.3	Wasserbilanz .....	23
4	Prognose 2030 und 2050 .....	25
4.1	Grundwasserdargebot .....	25
4.1.1	Einflussfaktoren auf das Grundwasserdargebot .....	25
4.1.2	Betrachtete Szenarien .....	25
4.1.3	Ergebnisse der Dargebotsprognosen .....	27
4.2	Wasserbedarf .....	28
4.2.1	Einflussfaktoren auf den Wasserbedarf .....	28
4.2.2	Entwicklung der Faktoren .....	31
4.2.3	Betrachtete Szenarien .....	37
4.2.4	Ergebnisse der Wasserbedarfsprognosen .....	39
4.2.5	Entnahmen Dritter .....	42

4.3	Wasserbilanzen.....	44
5	Schlussfolgerungen und Empfehlungen .....	50
6	Literatur .....	51

# 1 Einleitung und Hintergrund

## 1.1 Ziel des Projekts

Dynamische Veränderungen wie der Klimawandel oder demografische Veränderungen stellen die Wasserversorgung in Deutschland vor Herausforderungen. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können, bedarf es verlässlichen Projektionen der Ressourcenverfügbarkeit und des zukünftigen (Trink-)Wasserbedarfs. Neben der grundsätzlichen Sicherstellung der öffentlichen Trinkwasserversorgung stellen Prognosen zum Wasserdargebot und zum Wasserbedarf auch eine wesentliche Grundlage für langfristige strategische Planungen von Wasserversorgungsunternehmen z.B. in Bezug auf Investitionen in Infrastruktur, die Vernetzung in Verbänden, langfristige Lieferbeziehungen oder wasserrechtliche Planungen dar. Auch die Gemeindewerke Steinhagen GmbH, die T.W.O. Technische Werke Osning GmbH sowie die Stadt Borgholzhausen sehen sich bereits heute immer anspruchsvolleren Rahmenbedingungen für die Versorgung ihrer Kunden mit Trinkwasser ausgesetzt und streben daher detaillierte Analysen der aktuellen Versorgungssituation sowie Projektionen zu zukünftigen Veränderungen der Dargebots- und Bedarfssituation in ihren Gewinnungs- und Versorgungsgebieten an. Dieses Projekt stellt einen wichtigen Baustein dieser Strategie zur langfristigen und nachhaltigen Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in Steinhagen, Halle und Borgholzhausen sowie in der Region dar.

## 1.2 Auftrag und Projektdurchführung

Vor diesem Hintergrund beauftragten die Gemeindewerke Steinhagen GmbH, die T.W.O. Technische Werke Osning GmbH sowie die Stadt Borgholzhausen die IWW Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH mit Schreiben vom 28.03.2023 bzw. 17.04.2023 in einer Studie folgende Leistungen zu erbringen:

- Auswertung der Betriebsdaten (Förder-, Abgabe-, Liefer- und Bezugsmengen) und der aktuell verfügbaren/nutzbaren Wasserdarangebote
- Bilanzierung des Status Quo (Wasserdargebot – Wasserbedarf)
- Dargebotsprognosen für 2030 und 2050
- Bedarfsprognosen für 2030 und 2050

## 2 Methodik

### 2.1 Daten

Eine breite und belastbare Datenbasis ist die Grundlage für die Bearbeitung des Projekts. Die für die Bearbeitung benötigten Daten wurden mit Hilfe eines Datenanforderungskatalogs zu Beginn der Projektlaufzeit bei den Auftraggebern abgefragt. Folgende Daten und Informationen wurden durch die Auftraggeber zur Verfügung gestellt:

- Lagepläne Brunnen, Wasserwerke, Verteilungsnetz
- Thematische Karten: Grundwassergleichenpläne, Hydrogeologische Karten, Bodenkarten, Flächennutzungskarten
- Förder- und Abgabemengen (Tages- und Jahreswerte) der letzten 10–20 Jahre (Verluste, Abnehmergruppen, Zukäufe, Lieferungen an andere WVU)
- Stammdaten Brunnen und GWM
- Grundwasserganglinien
- Grundwasseranalysen
- Begrenzung der Grundwassereinzugsgebiete (GIS: Halle und Steinhagen)
- Beweissicherungsberichte
- Wasserversorgungskonzepte
- Erläuterungsberichte Anträge Wasserentnahme und Wasserschutzgebiete
- Wasserbedarfsprognose (Halle, Steinhagen)
- Dargebotsnachweis (Steinhagen)
- Hydrogeologische Gutachten/Stellungnahmen zu Erschließungsoptionen/geplanten Brunnen
- Befragungsergebnisse Industriekunden zu zukünftigem Wasserbedarf (Halle)
- Information zur Entwicklung von Gewerbegebieten (Borgholzhausen)
- Auflistung/Verteilung privater Wasserrechte/Hausbrunnen (Steinhagen, Borgholzhausen)
- Anzahl angeschlossener Einwohner je Ortsteil (Borgholzhausen)
- Bewilligungsbescheid
- Schutzgebietsverordnung

Zusätzlich wurden Daten aus folgenden öffentlich zugänglichen Quellen für die Bearbeitung des Projekts verwendet:

- Klimaatlas NRW: Temperatur, Niederschlag, Sommertage, Hitzetage, Grundwasserneubildung
- Climate Data Center des Deutschen Wetterdienstes: Temperatur, Niederschlag, Sommertage, Hitzetage

- IT. NRW: Bevölkerungszahlen, Regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung NRW
- Bertelsmann Stiftung (Wegweiser Kommune): Bevölkerungsvorausberechnung
- Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung: Entwicklung Haushaltsgröße
- Kreis Gütersloh (Demografiebericht): Bevölkerungsvorausberechnung

## 2.2 Wasserdargebot

Aktuell verfügbare Wasserdarangebote werden anhand der Berechnungen im Rahmen von Wasserrechtsanträgen oder sonstigen hydrogeologischen Gutachten zusammengefasst und mit den Ergebnissen von Modellierungen zur Grundwasserneubildung aus Niederschlag und weiteren Informationen wie der Entwicklung der Grundwasserstände verglichen.

Die Emissionsszenarien (als ‚representative concentration pathways‘, kurz RCP, bezeichnet) reflektieren im Wesentlichen den durch klimarelevante Gase und weitere Faktoren (z. B. Aerosolkonzentrationen in der Atmosphäre) resultierenden Strahlungsantrieb an der Erdoberfläche. Sie basieren nicht auf Annahmen zur sozioökonomischen Entwicklung der globalen Gesellschaft. Die in den Klimamodellen am häufigsten verwendeten Szenarien sind RCP 2.6, RCP 4.5 und RCP 8.5. Die Zahlen reflektieren den Strahlungsantrieb (relativ zu präindustriellen Werten) in Watt pro Quadratmeter. Die Szenarien überspannen eine breite mögliche Zukunft. Während das Szenario RCP 2.6 eine globale Erwärmung von weniger als 2 °C relativ zu präindustriellen Temperaturen beschreibt, zeichnet das Szenario RCP 8.5 ein deutlich negativeres Bild, indem weltweit in Summe keine deutliche Reduzierung der Treibhausgasemissionen zum Klimaschutz stattfinden, wodurch ein Anstieg der Durchschnittstemperaturen von bis zu 4 °C in Deutschland möglich ist.

Für die bestehenden Einzugsgebiete werden anhand von Projektionen der Grundwasserneubildung für die Prognosehorizonte 2030 und 2050 für zwei Klimaszenarien RCP 2.6 (Klimaschutz-Szenario) und RCP 8.5 (Weiter-wie-bisher-Szenario) die Änderungen der Grundwasserneubildung aus Niederschlag ermittelt. Ziel ist eine Bewertung der Dargebotssituationen unter mittleren Bedingungen und Extrembedingungen. Neben der Grundwasserneubildung aus Niederschlag werden ebenfalls weitere Komponenten des Grundwasserdargebots wie unterirdischer Zustrom oder Leakage über die Auswertung von Grundwasserständen und Informationen zur hydrogeologischen Situation aus bestehenden Gutachten betrachtet. Durch die Analyse sollen Prognosen der zukünftig verfügbaren/nutzbaren Wasserdarangebote für die bestehenden Gewinnungsgebiete der Auftraggeber abgeleitet werden. Ergänzt werden die Dargebotsermittlungen durch

vorhandene Studien zur Erweiterung der bestehenden Gewinnung Borgholzhausens bzw. eines neu zu erschließenden Gewinnungsgebiets.

## 2.3 Wasserbedarf

Auf Grundlage der durch die Auftraggeber zur Verfügung gestellten Daten werden Auswertungen zu Eigenförderung, Wasserbezug bzw. Lieferungen, Wasserabgaben an Endverbraucher (Haushalte & Kleingewerbe, Industrie, Landwirtschaft), Eigenbedarfen (z.B. Spülwässer) und Wasserverlusten erstellt. Zusätzlich zur Darstellung langfristiger, mittlerer Wasserbedarfe werden auch kurzzeitige Spitzenbedarfe ermittelt. Ergänzend werden einwohnerbezogene Spitzenfaktoren nach DVGW W410 berechnet. Dabei lässt sich über die empirisch ermittelte Formel  $f_d = 3,9 \cdot E^{-0,0752}$  mit Spitzenfaktor ( $f_d$ ) und Einwohnerzahl ( $E$ ) und die Formel  $Q_{dmax} = f_d \cdot Q_{dm}$ , falls der Jahresverbrauch bekannt ist, der Spitzentagesbedarf ( $Q_{dmax}$ ) aus dem mittleren Tagesbedarf ( $Q_{dm}$ ) berechnen.

Aufbauend auf den im Rahmen der Analyse der historischen Wasserbedarfe/Wassernutzungen zusammengetragenen Daten werden Zusammenhänge zwischen Einflussparametern wie beispielsweise Klima, Bevölkerungsentwicklung, Haushaltsgröße, wirtschaftliche bzw. landwirtschaftliche Entwicklung und weiteren sozioökonomischen Parametern sowie den Wasserbedarfen ermittelt, um zukünftige Wasserbedarfe zu prognostizieren. Dabei werden z.B. Bevölkerungsvorausberechnungen und Klimaprojektionen mit Schätzungen und Prognosen der Stakeholder vor Ort kombiniert, um eine möglichst breite Basis für die Bedarfsprognosen zu erhalten. In Absprache zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer werden für die Erstellung der Wasserbedarfsprognosen verschiedene Szenarien definiert, die die mögliche Spannweite der zukünftigen Entwicklungen abbilden sollen. Die Prognosen erfolgen, falls möglich, sektoriell differenziert nach Haushalten & Kleingewerbe, Industrie und Landwirtschaft und umfassen sowohl Jahresabgaben als auch Aussagen zu Tagesspitzenbedarfen. Letztere werden anhand zuvor ermittelter gebietsspezifischer Spitzenfaktoren, welche um Einflüsse des Klimawandels korrigiert werden, berechnet und Spitzenbedarfen nach DVGW W410 vergleichend gegenübergestellt.

## 2.4 Wasserbilanzen

Sowohl für die aktuelle als auch die prognostizierten zukünftigen Situationen werden Grundwasserdargebote und Wasserbedarfe in Form von Wasserbilanzen gegenübergestellt und mögliche zukünftige Wasserdefizite identifiziert. Dabei werden sowohl Bilanzen für die langfristigen mittleren Dargebote und Bedarfe als Jahresbilanzen als auch kurzfristige

Bilanzen für die Deckung von Spitzenbedarfen erstellt. Bei der Deckung der Jahresmengen wird vor allem die natürliche Ressourcenverfügbarkeit und bei der Deckung von Spitzenbedarfen die technisch verfügbare Wassermenge betrachtet.

### 3 Status quo

#### 3.1 Grundwasserdargebot

##### 3.1.1 Rechtliches und technisches Dargebot

Die Wassergewinnung der Gemeindewerke Steinhagen erfolgt in der Gewinnung Patthorst, die TWO betreiben die Gewinnungen Tatenhausen und Bokel im Stadtgebiet Halle. Alle drei Gewinnungen erschließen denselben Grundwasserkörper in den pleistozänen Lockergesteinsablagerungen auf der Südwestseite des Teutoburger Waldes. Dieser erstreckt sich bis in den Südwesten des Gemeindegebiets Borgholzhausens, wird dort aber bisher nur durch einzelne Kleinanlagen und private Grundwasserentnahmen erschlossen. Die Wassergewinnung der Stadt Borgholzhausen in Hamlingdorf (Brunnen 1 und 2) und Holland (Brunnen 3) erfolgt aus den Festgesteinen des Teutoburger Waldes in Tiefen von 100 m und mehr.

**Tabelle 1: Rechtliches und technisches Dargebot der bestehenden Wassergewinnungen.**

Wasserversorger	Gewinnung	Wasserrecht [m³/h] / [m³/d] / [m³/a]	Techn. Förderkapazität [m³/h] / [m³/d]	Aufbereitungs- kapazität [m³/h] / [m³/d]
Gemeindewerke Steinhagen	Patthorst	315 / 5.500 / 1.340.000	250 / 6.000	Ohne Aufbereitung
TWO Halle	Tatenhausen	185 / 4.250 / 1.250.000	320 / 7.680	290 / 6.960
	Bokel	110 / 2.000 / 450.000		
Stadt Borgholzhausen	Hamlingdorf	40 / 960 / 160.600	40 / 960	WW am Barenberg: 30 / 720
	Holland	40 / 440 / 160.600	30 / 720	Ohne Aufbereitung

Die genehmigten Fördermengen für die fünf Wassergewinnungen sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die Förderung in den Wasserwerken Bokel und Tatenhausen darf zusammen die Gesamtmenge von 1.520.000 m³/a nicht überschreiten.

Die technische Förderkapazität ist pro Tag meist etwas höher als das Wasserrecht, die stündliche Kapazität entspricht der genehmigten Fördermenge oder liegt etwas darunter. Eine

Wasseraufbereitung erfolgt nur für die beiden Gewinnungen der TWO im Wasserwerk Tatenhausen und für die Gewinnung Hamlingdorf im Wasserwerk am Barenberg. Das Wasser aus Patthorst und Holland wird ohne Aufbereitung verwendet. Die kurzfristige (stündliche) Aufbereitungskapazität in den Wasserwerken Tatenhausen und am Barenberg ist jeweils niedriger als die genehmigte Fördermenge.

### 3.1.2 Natürliches Grundwasserdargebot

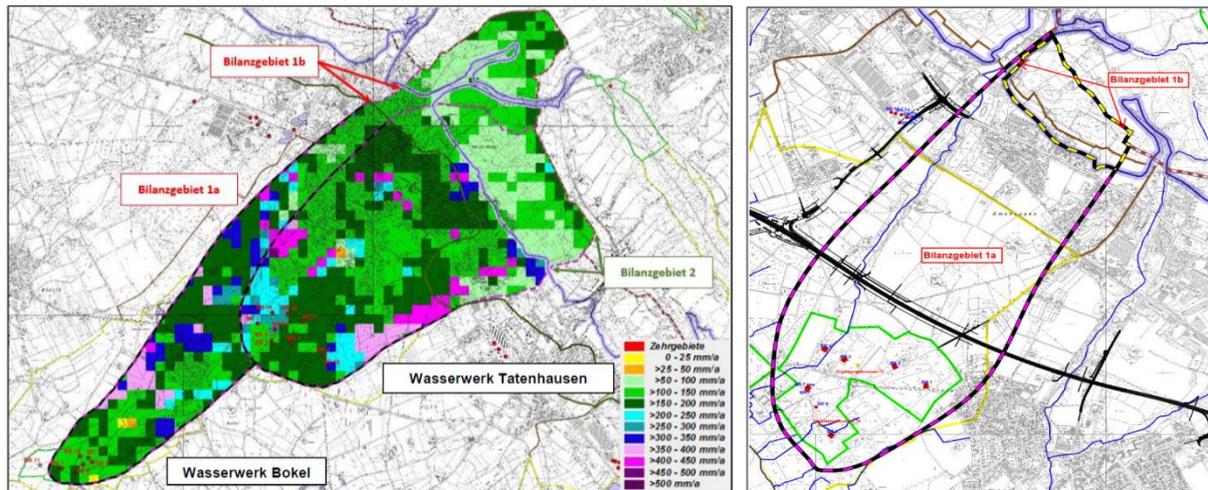
Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der letzten Dargebotsermittlungen für die jeweiligen Wassergewinnungen aus den kommunalen Wasserversorgungskonzepten (Steinhagen, 2018; Halle, 2017). Es wurden jeweils verschiedene Methoden zur Ermittlung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag gegenübergestellt, die teils deutlich abweichende Ergebnisse lieferten. Die Grundwasserdarangebote nach LUA liegen mit 2,15 Mio. m<sup>3</sup>/a für Tatenhausen, 1,66 Mio. m<sup>3</sup>/a für Patthorst und 1,42 Mio. m<sup>3</sup>/a für Bokel fast doppelt so hoch wie die nach GROWA10 ermittelten Darangebote.

**Tabelle 2: Grundwasserdarangebote nach letzter Dargebotsermittlung.**

		Methoden	GLADIS	LUA	GROWA10
Gewinnung	Betreiber	Stand	[m <sup>3</sup> /a]		
<b>Bokel</b>	TWO	2015	1.160.284	1.424.394	768.868
<b>Tatenhausen</b>	TWO	2015	2.036.010	2.153.455	1.133.036
<b>Patthorst</b>	GW Steinhagen	2018	1.452.979	1.664.985	975.830

Für die Gewinnungen der Stadt Borgholzhausen in Hamlingdorf und Holland wird das Dargebot ungefähr auf die Höhe der Wasserrechte von jeweils 160.000 m<sup>3</sup>/a, in der Summe 320.000 m<sup>3</sup>/a eingeschätzt (Borgholzhausen, 2018).

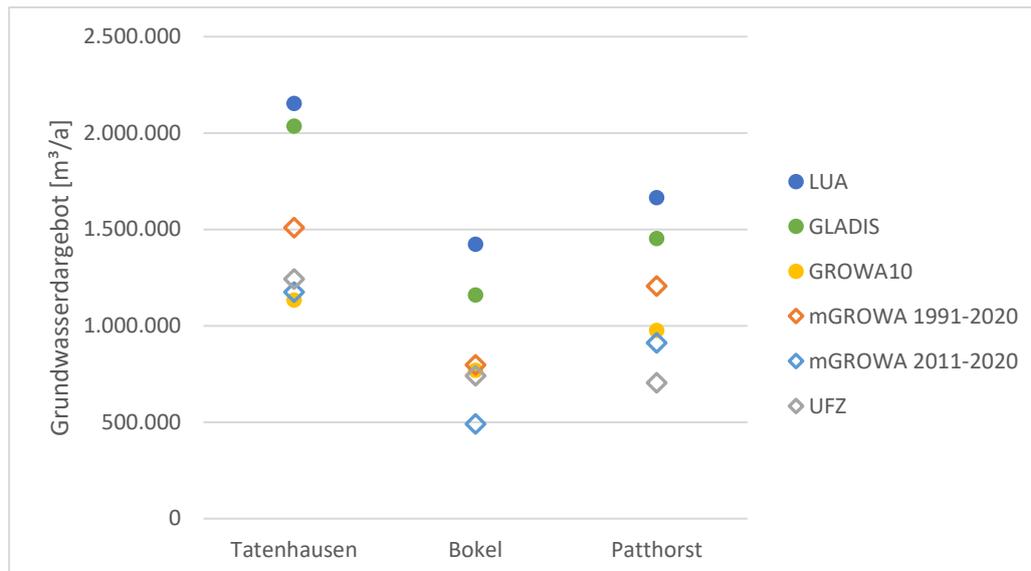
Die Darangebote für die Gewinnungen Bokel, Tatenhausen und Patthorst setzen sich lt. Wasserversorgungskonzepten zusammen aus der Grundwasserneubildung im „gesicherten“ unterirdischen Einzugsgebiet (Abbildung 1: Tatenhausen, Bokel: Bilanzgebiet 1a+1b; Patthorst: Bilanzgebiet 1a) und einem Zwischenabfluss aus dem „oberirdischen Einzugsgebiet“ (Abbildung 1: Tatenhausen, Bokel: Bilanzgebiet 2; Patthorst: Bilanzgebiet 1b). Aufgrund der hohen Reliefenergie in diesen Teilen des Teutoburger Waldes wird davon ausgegangen, dass ein erheblicher Anteil des Niederschlagswassers als Zwischenabfluss in das südliche Vorland entwässert und dort versickert (Steinhagen, 2018; Halle, 2017). Für diesen Zwischenabfluss wurde näherungsweise die Grundwasserneubildung im „oberirdischen Einzugsgebiet“ herangezogen.



**Abbildung 1: Einzugsgebiete der Wassergewinnungen Tatenhausen und Bokel (links) und Patthorst (rechts) nach Schmidt und Partner.**

Die im Rahmen dieses Projekts durchgeführten zusätzlichen Dargebotsanalysen, sowohl für den Ist-Zustand als auch die Zukunfts-Projektionen, wurden, wie mit den Auftraggebern vereinbart, nur für die Gewinnungsgebiete südlich des Teutoburger Walds durchgeführt, die den quartären Porengrundwasserleiter erschließen. Für die Gewinnung der Stadt Borgholzhausen im Festgesteinsgrundwasserleiter wurde keine Dargebotsanalyse durchgeführt, da hier eine andere, hydrogeologisch deutlich komplexere Situation (Festgestein, Teutoburger Wald, Brunnentiefe von etwa 100 m) vorliegt, die eine Ermittlung des Dargebots über die modellierte Grundwasserneubildung nicht zulässt und im Rahmen dieses Projekts nicht durchgeführt werden konnte.

Grundlage für die flächendifferenzierte Ermittlung des natürlichen Grundwasserdargebots sind die Einzugsgebiete der verschiedenen Wassergewinnungen. Diese wurden in den zuvor zitierten Untersuchungen für mittlere Bedingungen abgegrenzt und für das vorliegende Projekt zur Verfügung gestellt. So wurde sichergestellt, dass die Ergebnisse mit früheren Dargebotsermittlungen vergleichbar sind. Das Einzugsgebiet der Gewinnung Tatenhausen hat eine Fläche von rund 6,6 km<sup>2</sup>, das der Gewinnung Bokel von 4,5 km<sup>2</sup> und das Einzugsgebiet Patthorst kommt auf eine Gesamtfläche von 4,1 km<sup>2</sup>.



**Abbildung 2:** Vergleich der nach verschiedenen Ansätzen berechneten Grundwasserdargebote (mGROWA 2011-2020, mGROWA 1991-2020, UFZ: dieses Projekt; LUA, GLADIS, GROWA10: frühere Untersuchungen).

Die Verschneidung der Einzugsgebiete mit den Rasterdaten der mittleren Grundwasserneubildung nach mGROWA (LANUV, 2021) für den Zeitraum 1991–2020 ergab eine Grundwasserneubildung von 1,51 Mio. m<sup>3</sup>/a im Einzugsgebiet der Gewinnung Tatenhausen, 0,80 Mio. m<sup>3</sup>/a im Einzugsgebiet der Gewinnung Bokel und 1,21 Mio. m<sup>3</sup>/a im Einzugsgebiet der Gewinnung Patthorst. Diese Ergebnisse liegen um 17–31 % unter den nach GLADIS ermittelten und um 28–44 % unter den nach LUA ermittelten Dargeboten. Nur die Methode GROWA10 lieferte geringere Ergebnisse (Abbildung 2).

Die mittlere Grundwasserneubildung nach mGROWA für den Zeitraum 2011–2020 lieferte mit 1,17 Mio. m<sup>3</sup>/a für Tatenhausen, 0,49 Mio. m<sup>3</sup>/a für Bokel und 0,91 Mio. m<sup>3</sup>/a für Patthorst deutlich geringere Werte als für die Klimaperiode 1991–2020. Dies ist auf die Häufung von Trockenjahren im Zeitraum 2011–2020 zurückzuführen. Die ermittelten Dargebote liegen in der Größenordnung der Ergebnisse nach GROWA10, nur für das Einzugsgebiet Bokel liegen sie noch einmal deutlich darunter.

Als dritte Methode wurde die Grundwasserneubildung nach UFZ (Boeing & Marx, 2022) ermittelt. Die Ergebnisse liegen für die Gewinnungen Bokel (0,74 Mio. m<sup>3</sup>/a) und Tatenhausen (1,24 Mio. m<sup>3</sup>/a) zwischen den Werten der beiden mGROWA Datensätze. Für die Gewinnung Patthorst (0,71 Mio. m<sup>3</sup>/a) ergab sich nach UFZ dagegen eine Grundwasserneubildung, die nochmal deutlich unter dem Ergebnis nach mGROWA 2011–2020 lag. Die Ergebnisse der Modellierung der Grundwasserneubildung nach UFZ sind jedoch für die hier betrachteten,

relativ kleinen Einzugsgebiete nur eingeschränkt geeignet, da die Auflösung der Rasterdaten mit 1,2 km x 1,2 km verhältnismäßig niedrig ist (siehe unten).

Die deutlichen Unterschiede in den Ergebnissen der Grundwasserneubildungsermittlung sind auch auf signifikante methodische Unterschiede in den Neubildungsmodellen zurückzuführen. Die Methoden der einzelnen Modelle werden im Folgenden kurz zusammenfassend dargestellt und miteinander verglichen:

#### mGROWA (LANUV, 2021):

Das Modell basiert in Hinblick auf die Grundwasserneubildungsmodellierung auf einer flächendifferenzierten, hochaufgelösten (100 m x 100 m) Ermittlung des Bodenwasserhaushalts mit dem Bodenwasserhaushaltsmodell BOWAB und der anschließenden Abtrennung der Direktabflussanteile. Es werden die Haushaltsgrößen Evapotranspiration, Gesamtabfluss, Sickerwasserrate, Grundwasserneubildung, urbaner Direktabfluss, natürlicher Zwischenabfluss, Drainageabfluss und Oberflächenabfluss berechnet. Als Eingangsdaten werden Klimadaten zu Niederschlag und Evapotranspiration sowie Daten zu Landnutzung, Versiegelung, Topografie, Boden, Geologie, Flurabstand und Staunässe verwendet. Die Separierung des Gesamtabflusses in die Komponenten Direktabfluss und Grundwasserneubildung erfolgt entweder direkt oder über den BFI (base flow index). Die Güte der mit mGROWA simulierten Wasserhaushaltsgrößen Gesamtabfluss und Grundwasserneubildung wurde in insgesamt 66 geeigneten Einzugsgebieten in NRW durch Vergleiche mit dem beobachteten Abflussregime evaluiert. Als Ergebnis dieser Evaluierung konnte festgestellt werden, dass für das Bundesland Nordrhein-Westfalen eine sehr gute Modelleffizienz erreicht wird. In der vorliegenden Studie wurden mGROWA-Modellierungen für die Zeiträume 1991-2020 (aktuellste Klimanormalperiode) sowie die Trockenperiode 2011-2020 verwendet. Von mGROWA liegen Projektionen der Grundwasserneubildung für 2031-2060 und 2071-2100 auf Grundlage der Klimaszenarien RCP 2.6, RCP 4.5 und RCP 8.5 vor (Definition der Klimaszenarien siehe Kapitel 2.2).

#### GLADIS (LANUV, 2020):

Das Modell GLADIS des Geologischen Diensts NRW (GD NRW) ist ein Bodenwasserhaushaltsmodell, das Sickerwasserraten aus dem durchwurzelten Boden im langjährigen Mittel (1971-2000) ermittelt. Als Eingangsdaten werden neben Klimadaten zu Niederschlag, Luftfeuchte, Temperatur und Verdunstung aus Klimastationen (entfernungsgewichtet) auch Daten zu Boden, Flurabständen und Relief (Digitales Geländemodell) verwendet. Der Einfluss der Landnutzung (sowie Informationen zur Vegetation) wird nicht über die tatsächliche Landnutzung in die Ermittlung der

Sickerwasserraten einbezogen, sondern für jede Fläche jeweils für Acker, Grünland und Mischwald simuliert. Moorböden bzw. stark humose Böden werden nicht simuliert. Für Siedlungs- und versiegelte Flächen können im Nachgang zur Simulation mit Kenntnis der lokalen Gegebenheiten und Fachwissen Korrekturen vorgenommen werden. Eine Berücksichtigung künstlicher Drainagen findet nicht statt. Die Ergebnisse von GLADIS wurden anhand von Lysimeterdaten überprüft. Sie liegen als Vektordatensatz mit Auflösung der Bodenkarten vor. In Bezug auf die Übertragbarkeit der Sickerwasserraten aus dem effektiven Wurzelraum nach GLADIS auf die Grundwasserneubildung wird vom GD NRW darauf hingewiesen, dass diese nur dann annähernd gleichgesetzt werden können, sofern keine Drainagen, Infiltrationen oder laterale Zu-/Abflüsse vorhanden sind und die Flurabstände maximal 2 Meter betragen. Bei hoher Staunässe im Boden und Flurabständen größer 2 Meter muss geprüft werden, ob die über GLADIS ermittelten Sickerwasserraten als Grundwasserneubildung angesetzt werden können oder ob es durch Zwischenabfluss oder geringer leitfähige Schichten zu einer Reduzierung der Grundwasserneubildung kommt. Laut Stellungnahme des GD NRW liefert GLADIS in den Lockergesteinen der in diesem Projekt betrachteten Gewinnungsgebiete zuverlässige Schätzwerte der Grundwasserneubildung. Von GLADIS sind keine Zukunftsprojektionen verfügbar.

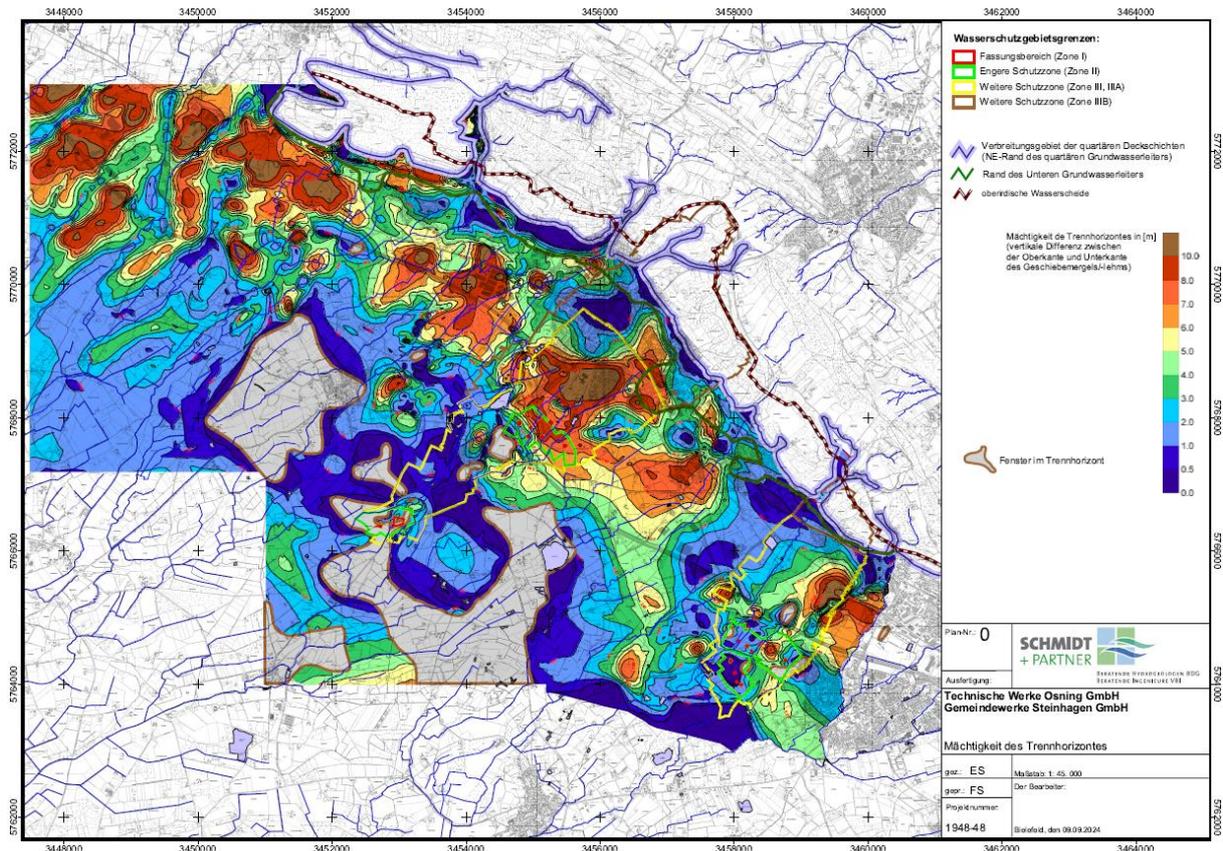
#### UFZ (Boeing & Marx, 2022):

Die Grundwasserneubildung nach UFZ beruht auf Klimadaten (Referenzperiode 1971-2000) in Kombination mit dem hydrologischen Modell mHM in einer räumlich hochaufgelösten Version des Modellsystems (1,2 km x 1,2 km) für ganz Deutschland. Als Eingangsdaten werden Daten zu Boden, Geologie, Landnutzung, Vegetation und ein digitales Geländemodell verwendet. mHM bildet gitterzellen-basiert und räumlich differenziert die dominanten hydrologischen Prozesse wie Schneedynamik, Pflanzeninterzeption, Infiltration, Evapotranspiration, Grundwasserneubildung, Basisabfluss und Oberflächenabflussbildung ab. Abflüsse werden in mHM in Oberflächenabfluss, schnellen und langsamen Zwischenabfluss und Basisabfluss separiert. Die Grundwasserneubildung wird als Besonderheit in mHM als Eingangsvariable in ein lineares Reservoir definiert, welches den Basisabfluss speist. Teile des langsamen Zwischenabflusses werden der Grundwasserneubildung über einen Faktor zugerechnet. Das Modellsystem wurde anhand von 23 Einzugsgebieten in Deutschland kalibriert. Vom UFZ liegen Projektionen der Grundwasserneubildung für 2021-2050, 2036-2065 und 2069-2098 auf Grundlage der Klimaszenarien RCP 2.6 und RCP 8.5 vor.

Für alle verwendeten Modelle zur Simulation der Grundwasserneubildung gilt, dass diese die tatsächlichen Bedingungen nicht vollständig abbilden können und fehlerbehaftet sind. Vor

allem für die flächendifferenzierte Ermittlung von absoluten Grundwasserdargeboten durch Grundwasserneubildung aus Niederschlag muss mit Ungenauigkeiten gerechnet werden. Die Modelle geben aber eine Orientierung und erlauben vor allem eine Einschätzung der langfristigen Entwicklung der Grundwasserneubildungen, z.B. die zu erwartenden Veränderungen der Grundwasserneubildung aufgrund des Klimawandels. Für die Bewertung des Grundwasserdargebots durch Grundwasserneubildung aus Niederschlag werden deshalb sowohl die Ergebnisse von GLADIS als auch mGROWA verwendet. Die Ergebnisse der UFZ-Modellierung werden zusätzlich angegeben, jedoch nicht für die Bilanzierung mit den Wasserbedarfen verwendet. Sie weisen eine deutlich niedrigere räumliche Auflösung als GLADIS und mGROWA auf und sind daher für die relativ kleinen Einzugsgebiete weniger geeignet. GLADIS ist aufgrund der Konstruktion zur Ermittlung von Sickerwasserraten ebenfalls nur eingeschränkt für die Abschätzung der Grundwasserneubildung geeignet. Die für die in diesem Projekt betrachteten Gewinnungsgebiete sollten daher die Sickerwasserraten aus GLADIS als sehr optimistische Schätzung angesehen werden. mGROWA kann negative Grundwasserneubildungen über Drainage überschätzen und ist daher als konservative Schätzung anzusehen.

Neben der Grundwasserneubildung aus Niederschlag müssen für die Ermittlung der Grundwasserdarangebote auch andere Komponenten betrachtet werden. Infiltrationen aus Oberflächengewässern, Zu-/Abstrom aus anderen Grundwasserleitern oder Leakage können ebenfalls zum Grundwasserdarangebot beitragen. Eine signifikante Infiltration aus Oberflächengewässern kann für die betrachteten Gebiete ausgeschlossen werden. Zustrom aus dem Teutoburger Wald wird über Oberflächenabfluss und Zwischenabfluss in den quartären Grundwasserleiter berücksichtigt. Im Bereich der Gewinnungen Patthorst, Tatenhausen und Bokel wird der quartäre Grundwasserleiter durch einen hydraulisch gering leitenden Trennhorizont in einen oberen und einen unteren Grundwasserleiter untergliedert, welcher bereichsweise eine Mächtigkeit von bis zu 10 m erreichen kann und einen hohen Geschütztheitsgrad des Entnahmehorizonts zur Folge hat (Abbildung 3). Auf Grundlage der bestehenden hydrogeologischen Gutachten wird von einer ausreichend guten hydraulischen Verbindung des oberen und unteren Grundwasserleiters durch von Norden nach Süden zunehmende Fenster und Bereiche geringerer Mächtigkeit der Trennschicht ausgegangen, damit die Grundwasserneubildung aus Niederschlag im unteren Grundwasserleiter (Entnahmehorizont) zur Verfügung steht. Das Grundwasserdarangebot wird für die betrachteten Einzugsgebiete also allein über die Grundwasserneubildung aus Niederschlag anhand der zuvor ermittelten und IWW zur Verfügung gestellten Einzugsgebiete der Gewinnungen abgeschätzt.

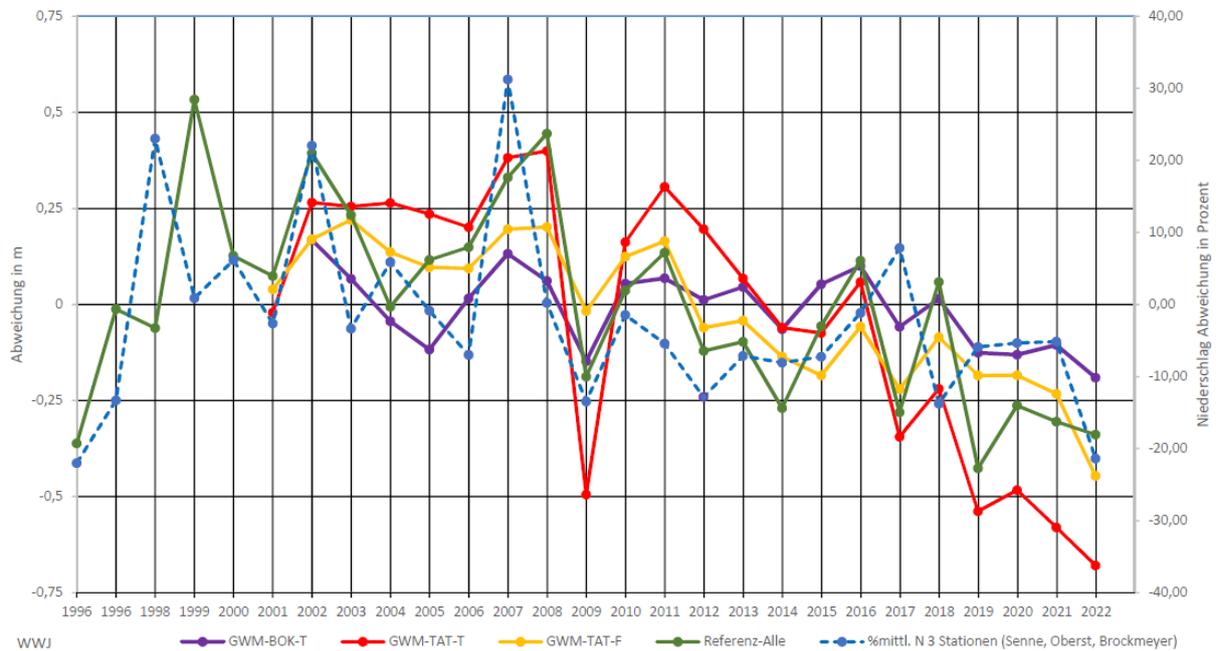


**Abbildung 3** Verbreitung und Mächtigkeit des Trennhorizontes im quartären Grundwasserleiter. Quelle: Schmidt und Partner

In Abbildung 4 und Abbildung 5 sind die Abweichungen der mittleren Grundwasserstände und Niederschläge in den WW-Jahren 1996-2022 vom langjährigen Mittelwert für die Gewinnungsgebiete Bokel, Tatenhausen und Patthorst abgebildet. Für die Trockenperiode ab 2018 ist für Tatenhausen eine förderbedingte Absenkung der Grundwasserstände erkennbar (GWM-TAT-T), die die Absenkung in Bokel und der förderunbeeinflussten Referenzmessstelle deutlich unterschreitet. Für Bokel und Patthorst ist keine signifikante negative Abweichung der förderbeeinflussten Grundwasserstände im Vergleich zu den Referenzmessstellen feststellbar. Die Entwicklung der Grundwasserstände in Tatenhausen lässt darauf schließen, dass die Grundwasserförderung das in der Trockenperiode über Grundwasserneubildung verfügbare Grundwasserdargebot übersteigt.

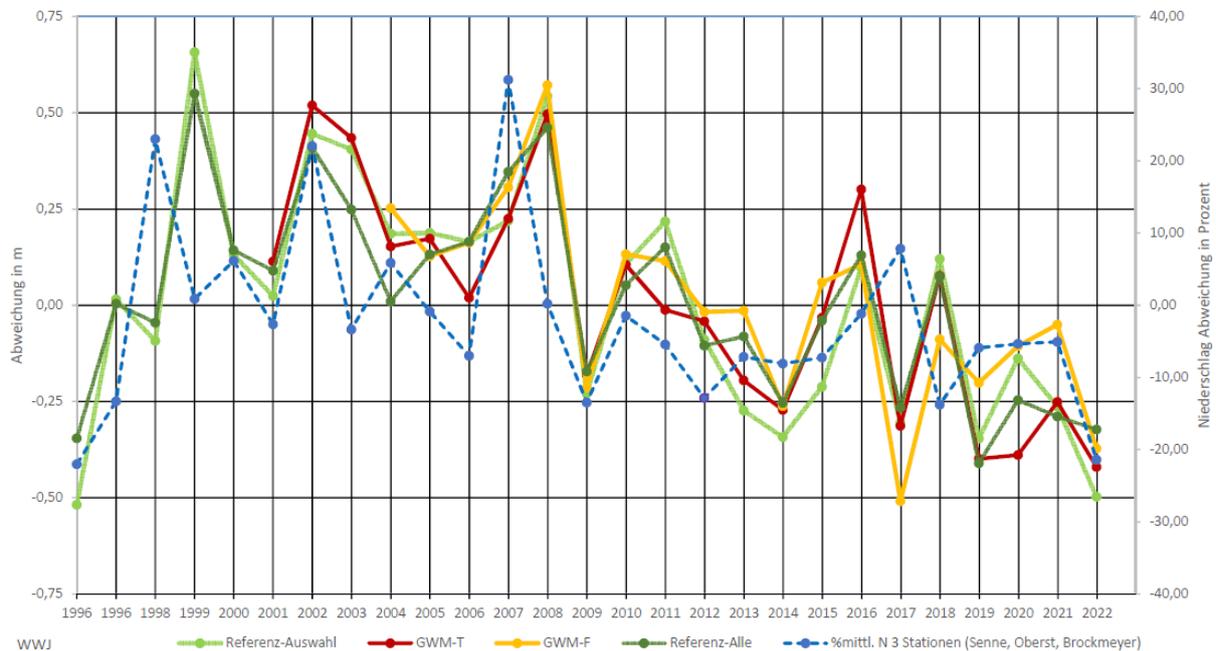
### Monitoring Halle

Abweichung der mittlere Grundwasserstände und Niederschläge in den WW-Jahren 1996-2022 vom lj. Mittelwert des Zeitraumes 2002-2021



**Abbildung 4:** Abweichungen der mittleren Grundwasserstände und Niederschläge in den WW-Jahren 1996-2022 vom langjährigen Mittelwert des Zeitraumes 2002-2021 für die Gewinnungen Bokel und Tatenhausen der TWO (Quelle: Schmidt und Partner).

Monitoring WWK. Patthorst  
Abweichung der mittlere Grundwasserstände und Niederschläge in den WW-Jahren 1996-2022  
vom lj. Mittelwert des Zeitraumes 2002-2022



**Abbildung 5:** Abweichungen der mittleren Grundwasserstände und Niederschläge in den WW-Jahren 1996-2022 vom langjährigen Mittelwert des Zeitraumes 2002-2022 für die Gewinnung Patthorst der GWS (Quelle: Schmidt und Partner).

## 3.2 Wasserbedarf

### 3.2.1 Fördermengen/Trinkwasserabgabe

Die Gesamtfördermenge in den Gewinnungen der Stadt Borgholzhausen lag zwischen 2010 und 2022 im Mittel bei 267.000 m<sup>3</sup>/a (Tabelle 3). Die Förderung erfolgte zu 43-65 % aus der Gewinnung Hamlingdorf, die Gewinnung Holland hatte mit 35-57 % in allen Jahren außer 2017 den geringeren Anteil. Das Wasserrecht für die Brunnen 1 und 2 wurde zu bis zu 127 % ausgeschöpft, das für Brunnen 3 zu maximal 75 %. Die mittlere Fördermenge der Brunnen 1 und 2 lag bei 97 % des Wasserrechts, die des Brunnens 3 dagegen nur bei 68 % des Wasserrechts, was an einer nachlassenden Ergiebigkeit des Brunnens liegt. Im Gewinnungsgebiet Holland könnte das bestehende Wasserrecht mit der Erschließung eines weiteren Brunnenstandorts besser ausgeschöpft werden. Eine Probebohrung für einen vierten Brunnen im Jahr 2023 (TB 4) prognostiziert eine zusätzliche Fördermenge von 100.000 m<sup>3</sup>/Jahr (Kapitel 4.1.2). Besonders hohe Wassermengen wurden in den Jahren 2018 und 2019 gefördert, danach ging die Fördermenge bis 2022 wieder deutlich zurück. Ein

Minimum wurde 2017 erreicht, da in den Jahren 2017 und 2018 ein Umbau des Wasserwerks am Barenberg erfolgte. In dieser Zeit wurde die Versorgung der Stadt Borgholzhausen durch Wasserbezug von den TWO Halle sichergestellt.

Die Abgabemenge zeigt eine ähnliche Entwicklung wie die Fördermenge, jedoch etwas geringere Schwankungen, da Extreme in der Fördermenge durch Bezug aus Halle ausgeglichen werden (s.u.). Die höchsten Abgabemengen wurden in den Jahren 2019 und 2020 erreicht. Insgesamt ist im dargestellten Zeitraum ein leichter Anstieg der Wasserabgabe zu erkennen.

**Tabelle 3: Förder- und Abgabemengen der Stadt Borgholzhausen.**

Jahr	Fördermenge	Netto-Bezug	Netzabgabe	Verluste und Eigenbedarf		Abgabe Haushalte	Abgabe Gewerbe
	[m <sup>3</sup> /a]	[m <sup>3</sup> /a]	[m <sup>3</sup> /a]	[m <sup>3</sup> /a]	[%]	[m <sup>3</sup> /a]	[m <sup>3</sup> /a]
2010	267.707	668	242.232	26.143	9,7	225.106	17.126
2011	248.709	-350	239.580	8.779	3,5	222.041	17.539
2012	248.937	0	241.640	7.297	2,9	225.043	16.597
2013	267.707	2.463	247.547	22.623	8,4	228.174	19.373
2014	250.727	-5.394	240.501	4.832	2,0	222.316	18.185
2015	275.425	-17.102	255.141	3.182	1,2	224.322	30.819
2016	275.792	-8.863	260.432	6.497	2,4	235.514	24.918
2017	207.707	70.299	270.420	7.586	2,7	242.358	28.062
2018	300.241	-10.212	282.699	7.330	2,5	249.261	33.438
2019	323.059	-9.382	307.135	6.542	2,1	267.700	39.435
2020	296.581	19.630	311.935	4.276	1,4	257.525	54.410
2021	273.076	35.551	301.084	7.543	2,4	239.824	61.260
2022	238.769	52.925	289.450	2.244	0,8	237.149	52.301

Die Abgabe erfolgt zum überwiegenden Teil an Haushalte, Gewerbebetriebe machen nur einen Anteil von maximal 20 % der Abnahmemenge aus. Ihr Anteil ist jedoch in den letzten Jahren deutlich angestiegen, bis 2014 lag er noch unter 10 %. Der Anstieg ist vor allem auf die Entwicklung des Interkommunalen Gewerbegebietes Borgholzhausen/Versmold (IBV) zurückzuführen, dessen Bedarf von rund 7.000 m<sup>3</sup>/a im Jahr 2014 mit fast vollständiger Bebauung des 2. Bauabschnittes (BA) 2023 auf rund 27.000 m<sup>3</sup>/a angestiegen ist.

Die Bebauung des 3. BA des IBV steht noch aus, sodass hier ein weiterer Anstieg des Wasserbedarfs zu erwarten ist. Allerdings gibt es auch Überlegungen zur teilweisen Versorgung des IBV (ggf. zusammen mit den Ortsteilen Westbarthausen und Kleekamp) durch die niedersächsische Nachbargemeinde Dissen. Zukünftig ist außerdem mit einem Rückgang

des Wasserbedarfs in den bestehenden Bauabschnitten zu rechnen, da ein großer Abnehmer von Kühlwasser 2023 auf andere Quellen umgestellt hat.

**Tabelle 4: Förder- und Abgabemengen TWO Halle**

Jahr	Fördermenge Tatenhausen	Fördermenge Bokel	Gesamt-fördermenge	Netto-Bezug	Netzabgabe
	[m³/a]	[m³/a]	[m³/a]	[m³/a]	[m³/a]
2003	840.500	333.086	1.173.586	-3.050	1.000.776
2004	745.409	367.251	1.112.660	24	1.008.028
2005	763.047	371.887	1.134.934	-18.740	1.016.428
2006	824.393	310.736	1.135.129	-13.353	1.037.904
2007	775.285	300.895	1.076.180	-1.013	971.565
2008	792.073	315.879	1.107.952	-7.735	936.178
2009	828.316	297.406	1.125.722	1.971	940.303
2010	818.088	285.672	1.103.760	-737	965.843
2011	786.080	298.359	1.084.439	15.494	947.560
2012	799.102	297.311	1.096.413	-31.875	974.274
2013	822.357	237.894	1.060.251	24.443	965.221
2014	741.789	297.877	1.039.666	42.601	995.190
2015	914.446	244.440	1.158.886	16.928	979.030
2016	962.537	297.308	1.259.845	-51.089	1.095.721
2017	1.030.930	273.432	1.304.362	-55.305	1.199.230
2018	1.144.600	288.297	1.432.897	8.357	1.172.548
2019	1.085.291	278.107	1.363.398	4.868	1.247.679
2020	1.145.695	319.229	1.464.924	13.054	1.290.869
2021	1.119.509	222.242	1.341.751	-35.825	1.212.048
2022	1.116.125	280.415	1.396.540	-48.525	1.211.490

Tabelle 4 zeigt die Förder- und Abgabemengen der TWO Halle in den Jahren 2003-2022. Bis 2014 ist ein leichter Rückgang der Fördermengen zu erkennen, danach erfolgte ein deutlicher Anstieg. Die höchsten Fördermengen wurden in den Jahren 2018 und 2020 erzielt. In diesen Jahren betrug die Fördermenge bis zu 96 % des Gesamtwasserrechts für die beiden Gewinnungen von 1,52 Mio. m³/a. Bei einer mittleren Fördermenge von 1,20 Mio. m³/a wurde das Wasserrecht zu 79 % ausgeschöpft.

Die Förderung verteilte sich zu 67-83 % aus der Wassergewinnung Tatenhausen, die Gewinnung Bokel machte 17-33 % der Gesamtfördermenge aus. Im dargestellten Zeitraum ging der Anteil der Gewinnung Bokel von 28 % im Jahr 2003 auf 20 % im Jahr 2022 leicht zurück, während der Förderanteil von Tatenhausen von 72 % auf 80 % anstieg.

Die Mengen der Abgabe aus dem Netz zeigen eine ähnliche Entwicklung wie die Rohwassermenge. Die höchste Abgabe im Jahr 2020 lag bei 1,30 Mio. m<sup>3</sup>/a.

**Tabelle 5: Wasserabgabe TWO Halle.**

Jahr	Netzabgabe (gesamt)	Abgabe Haushalte/ Kleingewerbe	Abgabe Industrie	Eigenbedarf, Verluste, nicht bilanzierte Wassermengen	
	[m <sup>3</sup> /a]	[m <sup>3</sup> /a]	[m <sup>3</sup> /a]	[m <sup>3</sup> /a]	[%]
2003	1.000.776	864.156	136.620	169.760	14,5
2004	1.008.028	825.698	182.330	104.656	9,4
2005	1.016.428	825.650	190.778	99.766	8,9
2006	1.037.904	854.420	183.484	83.872	7,5
2007	971.565	800.901	170.664	103.602	9,6
2008	936.178	777.072	159.106	164.039	14,9
2009	940.303	785.796	154.507	187.390	16,6
2010	965.843	794.703	171.140	137.180	12,4
2011	947.560	785.864	161.696	152.373	13,9
2012	974.274	819.767	154.507	90.264	8,5
2013	965.221	876.199	89.022	119.473	11,0
2014	995.190	773.496	221.694	87.077	8,0
2015	979.030	841.699	137.331	196.784	16,7
2016	1.095.721	877.131	218.590	113.035	9,4
2017	1.199.230	882.467	316.763	49.827	4,0
2018	1.172.548	909.128	263.420	268.706	18,6
2019	1.247.679	926.935	320.744	120.587	8,8
2020	1.290.869	973.887	316.982	187.109	12,7
2021	1.212.048	920.784	291.264	93.878	7,2
2022	1.211.490	899.803	311.687	136.525	10,1

Die größte Abnehmergruppe sind Haushalte und Kleingewerbe mit einem mittleren Anteil von 81 % der Gesamtabgabe. Industriekunden nahmen im Mittel 19 % des abgegebenen Trinkwassers ab. Wassermengen für Eigenbedarf und Netzverluste sind in der Summe der Netzabgabe nicht enthalten. Sie betragen zusammen zwischen 49.000 und 270.000 m<sup>3</sup>/a und machen somit 7-19 % des Wasseraufkommens aus.

Während die absolute Abgabemenge an Haushalte und Kleingewerbe zwischen 2003 und 2023 leicht anstieg, ging ihr Anteil an der Gesamtabgabe leicht zurück. Die Abgabe an Industriekunden zeigte dagegen seit 2014 einen deutlichen Anstieg. Bei den Industriekunden spielen insbesondere zwei große Abnehmer eine Rolle, welche jeweils 100.000-150.000 m<sup>3</sup>/a abnehmen.

**Tabelle 6: Förder- und Abgabemengen der Gemeindewerke Steinhagen.**

Jahr	Fördermenge	Netto-Bezug	Spülwasser, Verluste, nicht bilanzierte Wassermengen		Netzabgabe
	[m <sup>3</sup> /a]	[m <sup>3</sup> /a]	[m <sup>3</sup> /a]	[%]	[m <sup>3</sup> /a]
2004	1.029.395	-136.285	113.052	12,7%	780.058
2005	991.270	-118.098	81.757	9,4%	791.415
2006	1.032.067	-161.144	79.900	9,2%	791.023
2007	969.808	-133.827	48.378	5,8%	787.603
2008	958.980	-130.386	48.183	5,8%	780.411
2009	1.001.128	-139.269	75.085	8,7%	786.774
2010	996.363	-133.598	51.942	6,0%	810.823
2011	1.000.914	-147.537	52.846	6,2%	800.531
2012	971.379	-103.659	66.637	7,7	801.083
2013	1.032.224	-163.488	62.698	7,2	806.038
2014	1.049.420	-174.966	64.774	7,4	809.680
2015	1.042.732	-141.385	83.613	9,3	817.734
2016	986.518	-75.831	63.932	7,0	846.755
2017	1.043.285	-136.511	62.160	6,9	844.614
2018	1.120.161	-132.353	111.295	11,3	876.513
2019	1.125.865	-129.987	121.648	12,2	874.230
2020	1.165.461	-139.975	90.107	8,8	935.379
2021	1.106.692	-135.206	88.461	9,1	883.025
2022	1.123.499	-137.255	120.978	12,3	865.266

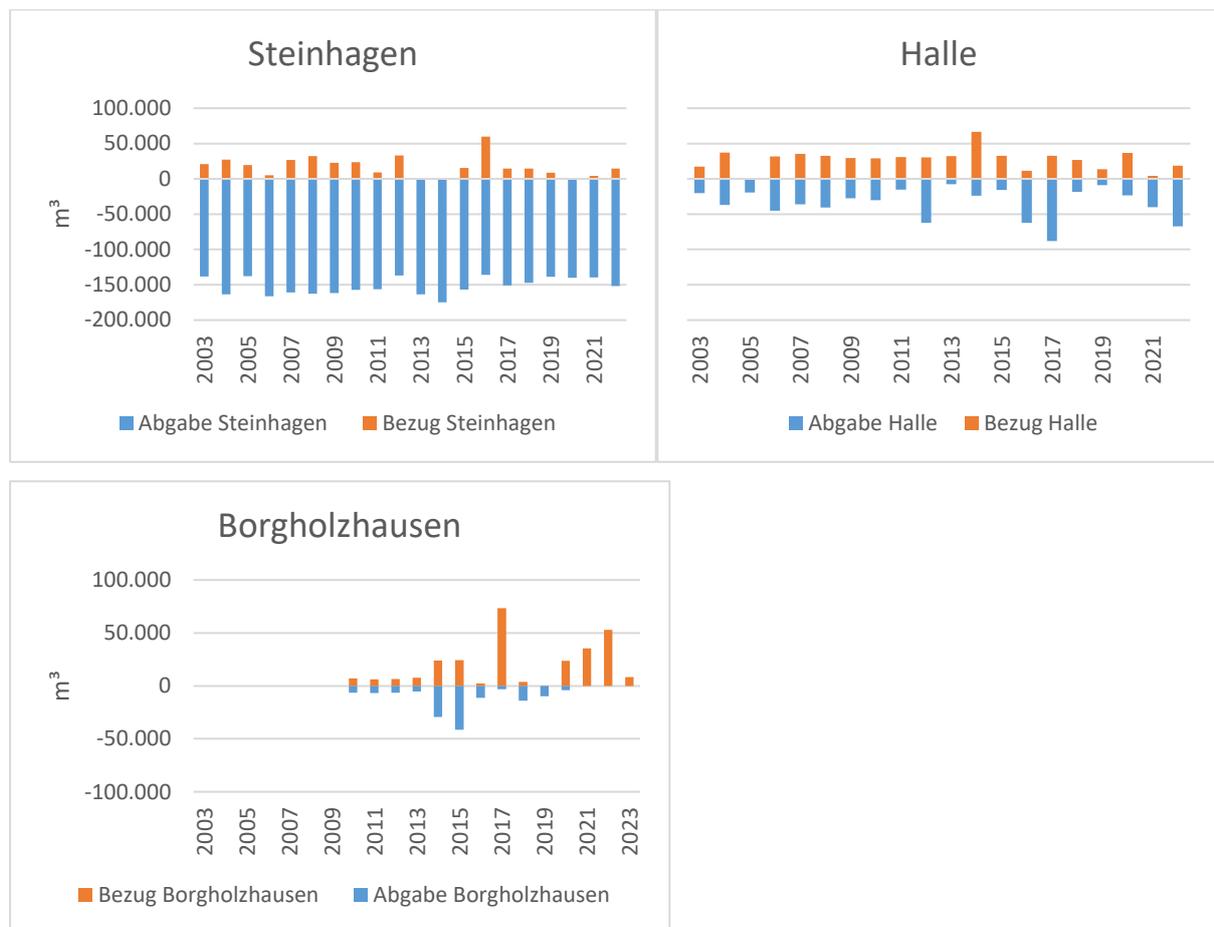
Die Fördermengen im Wasserwerk Patthorst der Gemeindewerke Steinhagen lagen im Zeitraum 2004-2022 zwischen 0,96 und 1,17 Mio. m<sup>3</sup>/a (Tabelle 6), der Mittelwert lag bei 1,04 Mio. m<sup>3</sup>/a. Dies entspricht ca. 78 % der genehmigten Maximalfördermenge von 1,34 Mio. m<sup>3</sup>/a. Seit etwa 2017 zeigt sich ein leichter Anstieg der Fördermenge, der höchste Wert wurde im Jahr 2020 erreicht. Er lag bei 1,17 Mio. m<sup>3</sup>/a entsprechend 87 % des Wasserrechts.

Eine ähnliche Entwicklung zeigt sich bei den Abgabemengen aus dem Verteilungsnetz. Die maximale Abgabe erfolgte 2020, auch in den Jahren 2018-2022 waren die Abgabemengen deutlich höher als im Zeitraum vor 2018.

Die Differenz zwischen geförderter Rohwassermenge und Netzabgabe umfasst neben Eigenbedarf (Spülwasser) und nicht bilanzierten Wassermengen auch die Abgabemengen an andere Wasserversorger (Bielefeld und Halle, s.u.). Zwar erfolgt auch ein Wasserbezug von anderen Versorgern, die Abgaben an andere Versorger übersteigen die Bezüge jedoch

deutlich. Die Verluste und nicht bilanzierten Wassermengen betragen 48.000-122.000 m<sup>3</sup>/a bzw. 5,8-12,7 % des Wasseraufkommens.

Die Abgabe erfolgt zum überwiegenden Teil an Haushalte und Kleingewerbe. Die Abgabe an Industriekunden spielt nur eine untergeordnete Rolle. Der größte Abnehmer ist das Hallenbad mit jährlich ca. 10.000 m<sup>3</sup>, die größten Industriekunden nehmen ca. 5.000-6.000 m<sup>3</sup>/a ab. Eine separate Aufzeichnung nach Kundengruppen erfolgt nicht.



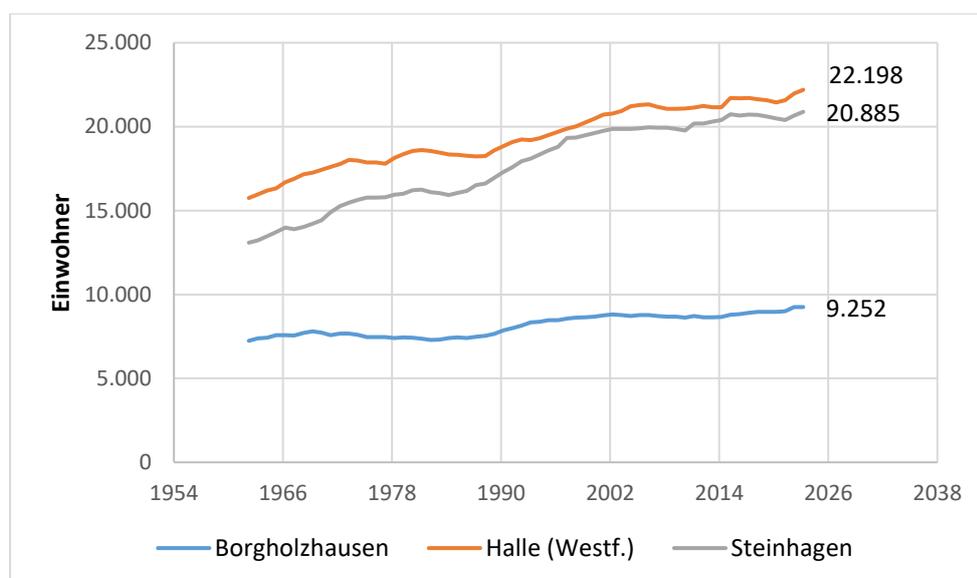
**Abbildung 6: Jährliche Zulieferungen und Abgaben zwischen den Wasserversorgern.**

Die Wasserlieferungen zwischen den Versorgern gehen aus Abbildung 6 hervor. Während die jährlichen Bezugs- und Liefermengen der Stadt Borgholzhausen und der TWO Halle meist unter 100.000 m<sup>3</sup> liegen, erfolgt aus Steinhagen eine größere regelmäßige Wasserlieferung an die Stadtwerke Bielefeld. Dazu kommt eine Lieferung an Steinhagen in der Größenordnung <100.000 m<sup>3</sup>/a. Die Liefermengen zwischen Halle und Steinhagen sollen sich vereinbarungsgemäß in der Jahressumme etwa ausgleichen. Die TWO beliefern neben

Steinhagen auch die Stadt Borgholzhausen mit Wasser. Die Gesamtabgabemengen schwanken dabei seit 2012 je nach Bedarf erheblich. Vor 2012 war in der Regel Steinhagen der entscheidende Abnehmer der TWO, danach ist der Anteil der Abgaben an Borgholzhausen signifikant angestiegen und überschreitet in einigen Jahren die Abgaben nach Steinhagen deutlich.

### 3.2.2 Spezifischer Bedarf

Die Bevölkerungszahlen der Gemeinden Borgholzhausen, Halle und Steinhagen sind in Abbildung 7 dargestellt. In allen drei Gemeinden ist ein Anstieg der Bevölkerung bis etwa 2000-2005 zu erkennen, der in Steinhagen am stärksten ausgeprägt ist. Danach waren die Einwohnerzahlen stabiler, weitere kleine Anstiege sind 2015 und 2022 zu sehen. Im Jahr 2023 lag die Einwohnerzahl in Halle bei 22.198, in Steinhagen bei 20.885 und in Borgholzhausen bei 9.252.

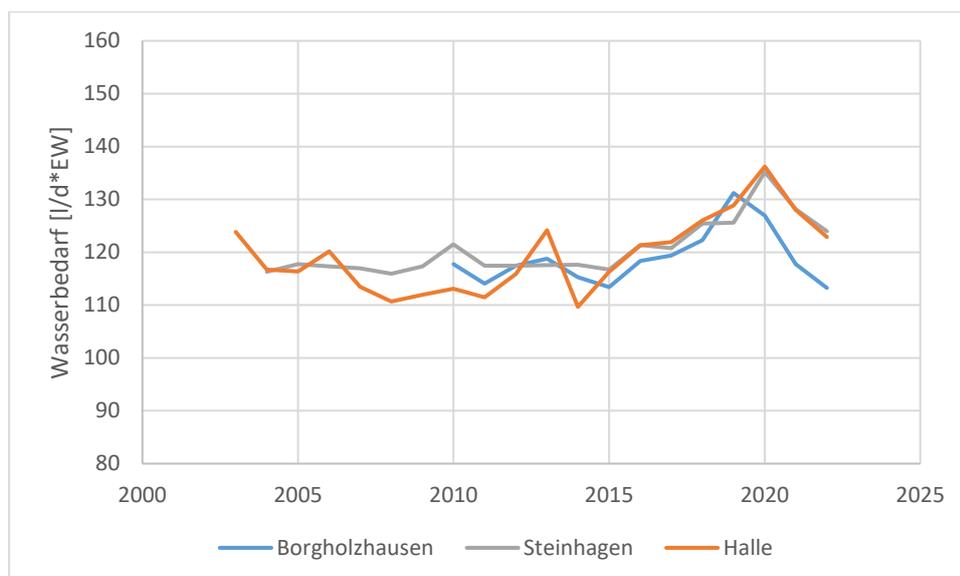


**Abbildung 7: Bevölkerungsentwicklung der Gemeinden Borgholzhausen, Halle und Steinhagen zwischen 1962 und 2022. © IT.NRW, Düsseldorf, 2023.**

Die Versorgungsgebiete der Gemeindewerke Steinhagen und der TWO Halle entsprechen in etwa dem Gebiet der jeweiligen Gemeinde. Der Anschlussgrad liegt aktuell bei ca. 91 % in Halle und ca. 93 % in Steinhagen. Daraus ergibt sich für das Jahr 2022 eine Zahl versorgter Einwohner von ca. 20.064 EW in Halle und ca. 19.121 EW in Steinhagen.

Im Gemeindegebiet Borgholzhausen wird dagegen nur ein Anschlussgrad von ca. 62 % erreicht. Die Anzahl der versorgten Einwohner lag 2019 bei 5.590, für das Jahr 2022 ergibt

sich rechnerisch eine Anzahl von 5.737 versorgten Einwohnern. Diese leben hauptsächlich in den Ortsteilen Borgholzhausen und Hamlingdorf, welche einen Anschlussgrad von >90 % erreichen. In den Ortsteilen Berghausen und Cleve liegt der Anschlussgrad bei 50-60 %, Holtfeld, Wichlinghausen, Barnhausen und Oldendorf sind zu 18-33 % an das öffentliche Trinkwassernetz angeschlossen. Nicht angeschlossen sind die Ortsteile Kleekamp, Westbarthausen und Ostbarthausen.



**Abbildung 8: Entwicklung des Einwohnerspezifischen Tagesbedarfs**

Abbildung 8 zeigt den einwohnerspezifischen Tagesbedarf der letzten Jahre. Er liegt in allen drei Versorgungsgebieten in einem ähnlichen Wertebereich zwischen 110 und maximal 135 l/EW\*d.

Es fällt auf, dass der Pro-Kopf-Bedarf ab 2015 in allen drei Versorgungsgebieten deutlich angestiegen ist. In Halle und Steinhagen wurden die Maxima von 136 bzw. 135 l/EW\*d 2020 erreicht. In Borgholzhausen trat der höchste Bedarf von 131 l/EW\*d bereits 2019 ein. Bis 2022 folgte in allen drei Gebieten ein Rückgang des einwohnerspezifischen Tagesbedarfs.

### 3.2.3 Spitzenbedarf

Die höchsten Tagesabgaben in Halle und Steinhagen lagen jeweils um 37-60 bzw. 36-58 % über den mittleren Tagesabgaben des jeweiligen Jahres. Die höchsten Tagesabgaben in Halle erfolgten 2020 und 2017, die höchsten Spitzenfaktoren wurden 2017 und 2019 erreicht. In Steinhagen traten die höchsten Einzelabgaben in den Jahren 2018-2020 auf. Für beide

Wasserversorger ist im dargestellten Zeitraum eine tendenzielle Zunahme der Tagesspitzenabgaben und der Spitzenfaktoren erkennbar.

Tageswerte für das Wasseraufkommen in Borgholzhausen liegen nur für den Zeitraum 2018-2023 vor. Aufgrund des Wasserwerksumbaus 2018 wurden jedoch nur die Jahre 2019-2023 betrachtet. Da die täglichen Wasserbezüge aus Halle starken Schwankungen unterliegen, wurde die Auswertung für die Summe der Eigenförderung erstellt. In den Tageswerten der Stadt Borgholzhausen gibt es Datenlücken in der Zeit von 01.11.2019 bis 30.11.2019 und 01.01.2020 bis 06.03.2020. Zusätzlich sind in Tabelle 7 die im Wasserversorgungskonzept Borgholzhausen 2018 genannten Spitzenwerte der Wasserabgabe in das Versorgungsnetz der Jahre 2013-2017 aufgeführt sowie daraus bei einer durchschnittlichen Tagesabgabe von 800 m<sup>3</sup> abgeschätzte Spitzenfaktoren. Die höchsten Tagesabgaben erfolgten in den Jahren 2020 und 2021. In diesen Jahren wurden Spitzenfaktoren von 1,64 und 1,55 erreicht. Obwohl der Bezug aus Halle, der in diesen Jahren höher war als die Lieferung nach Halle (vgl. Tabelle 3) hier noch nicht enthalten ist, sind die Tagesfördermengen deutlich höher als die Spitzentagesabgaben der Jahre 2013-2017.

Zum Vergleich sind in Tabelle 8 die einwohnerbezogene Tagesspitzenfaktoren gemäß pauschaler Berechnungsformel aus DVGW W410 für die drei Versorgungsgebiete zusammenfassend dargestellt (siehe Kap. 2.3). Diese liegen mit Werten zwischen 1,84 und 1,96 deutlich höher als die aus den Abgabemengen abgeleiteten Tagesspitzenfaktoren.

**Tabelle 7: Tagesspitzen der Wasserabgaben.**

Jahr	Borgholzhausen		Halle		Steinhagen	
	Spitzenwert <sup>#</sup>	Spitzenfaktor	Spitzenwert	Spitzenfaktor	Spitzenwert <sup>#</sup>	Spitzenfaktor
	[m <sup>3</sup> /d]	[-]	[m <sup>3</sup> /d]	[-]	[m <sup>3</sup> /d]	[-]
2013	1.103*	1,38*	4.293	1,54	3.850	1,36
2014	899*	1,12*	3.781	1,37	4.212	1,46
2015	1.011*	1,26*	4.842	1,60	4.464	1,56
2016	1.117*	1,40*	4.632	1,40	4.136	1,53
2017	1.176*	1,47*	5.545	1,60	4.140	1,45
2018			5.460	1,45	4.735	1,54
2019	1.233	1,42	5.523	1,55	4.878	1,58
2020	1.370	1,64	5.731	1,48	4.824	1,51
2021	1.290	1,55	5.204	1,46	4.632	1,53
2022	993	1,49	5.432	1,47	4.240	1,38
2023	1.059	1,36				

<sup>#</sup>bezogen auf die Rohwasserförderungen in den Wassergewinnungen

\*Spitzenwerte der Wasserabgabe in das Versorgungsnetz entnommen aus dem Wasserversorgungskonzept Borgholzhausen und eigene Berechnung der Spitzenfaktoren für eine durchschnittliche Tagesabgabe von 800 m<sup>3</sup>.

**Tabelle 8: Einwohnerbezogene Tagesspitzenfaktoren gem. DVGW W410.**

Spitzenfaktor [-]		
Borgholzhausen	Halle	Steinhagen
1,96	1,84	1,85

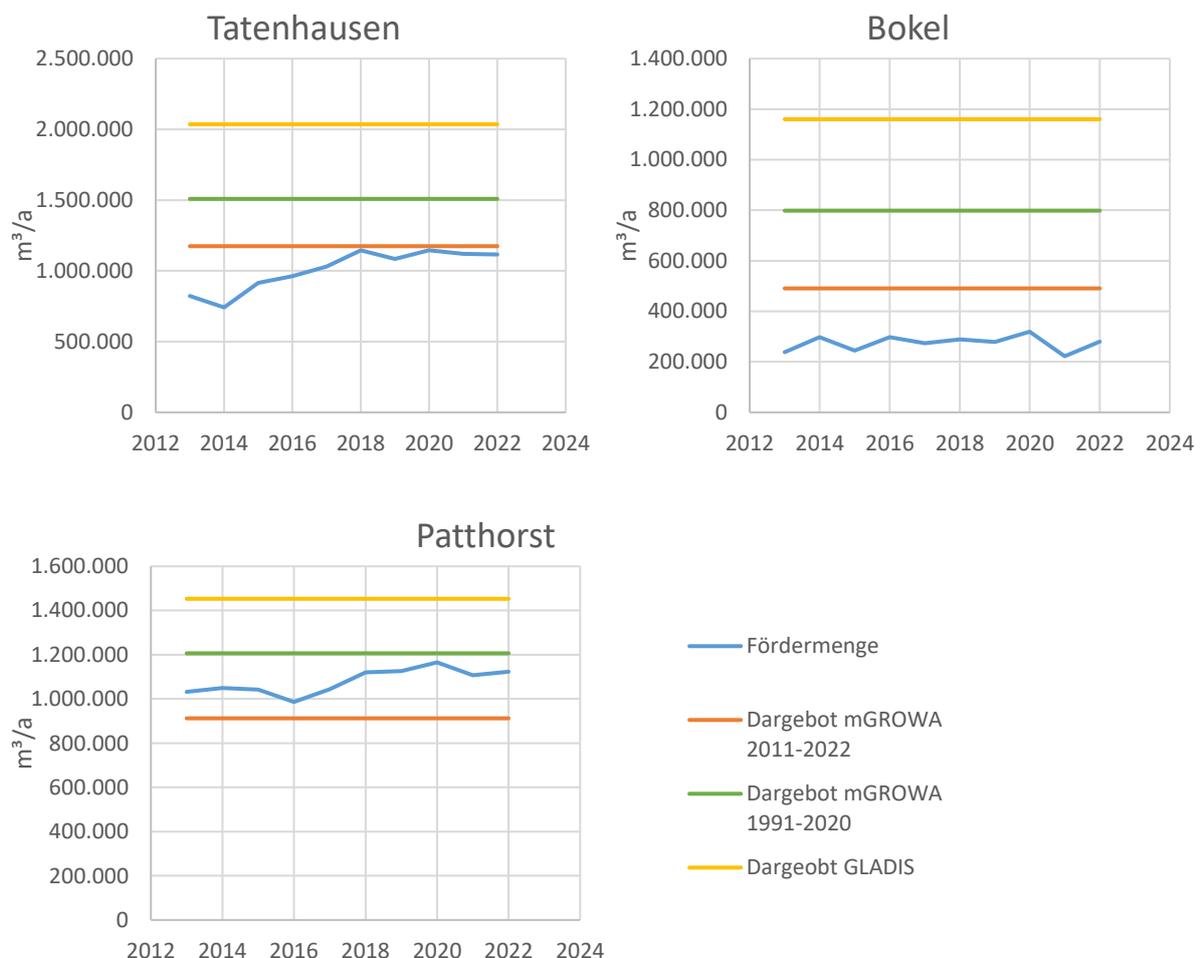
### 3.3 Wasserbilanz

Die in diesem Projekt und früheren Untersuchungen ermittelten Dargebote (Kapitel 3.1) sind in Abbildung 9 den Wasserentnahmen in den Wassergewinnungen Tatenhausen, Bokel und Patthorst der Jahre 2013-2022 (Kapitel 3.2) gegenübergestellt. Es ist zu erkennen, dass die Fördermengen in den Gewinnungen Tatenhausen und Bokel in allen Jahren unter den ermittelten Dargeboten liegen. Für die Gewinnung Tatenhausen erreichte die Entnahmemenge der Jahre 2018 und 2020 jedoch annähernd das nach dem mGROWA-Modell für den Trockenzeitraum 2011-2020 ermittelte Dargebot. Dies zeigt, dass die Dargebotsreserve im Gewinnungsgebiet Tatenhausen in diesen Trockenjahren sehr gering oder das Dargebot sogar komplett ausgeschöpft war. Diese Ergebnisse werden durch die Entwicklung der Grundwasserstände (vgl. Kapitel 3.1.2) bestätigt. Die Modellierung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag nach mGROWA scheint für diese Gewinnungsgebiete also zur Bewertung der Dargebotssituation bei Verwendung der zur Verfügung gestellten Einzugsgebiete gut geeignet.

Für das Gewinnungsgebiet Patthorst überschreiten die Fördermengen der Jahre 2013-2022 die nach den Methoden mGROWA 2011-2020 ermittelten Grundwasserdargebote. Die nach mGROWA 1991-2020 und GLADIS ermittelten Dargebote liegen aber durchgehend über den geförderten Grundwassermengen. Die Ergebnisse lassen auf eine Unterdeckung in Trockenphasen schließen. Während der trockenen Jahre 2018-2022 wurde jedoch in den durch das Büro Schmidt und Partner überwachten und ausgewerteten Grundwasserständen kein entsprechender Trend festgestellt (Kapitel 3.1.2). Auf Grundlage des zur Verfügung gestellten Einzugsgebiets und der Annahme, dass das Dargebot maßgeblich aus Grundwasserneubildung aus Niederschlag besteht, scheint eine Bestimmung des Dargebots für Patthorst über mGROWA nicht möglich. Entweder muss vor allem bei trockenen Bedingungen von einem signifikant größeren Einzugsgebiet ausgegangen werden, mGROWA

unterschätzt in diesem Gebiet die Grundwasserneubildung oder es gibt weitere Komponenten des Dargebots, die bisher nicht identifiziert wurden. Auch für die Abschätzung zukünftiger Dargebote sollte im Falle von Patthorst daher ein Wert zwischen mGROWA und GLADIS angesetzt und die Dargebotssituation weiter untersucht werden.

Die Gewinnungen der Stadt Borgholzhausen fördern Grundwasser aus den Festgesteinsaquiferen des Teutoburger Waldes. Für diese Wassergewinnungen wurde das Dargebot mit jeweils 160.600 m<sup>3</sup>/a angegeben. Die Fördermenge in den Brunnen 1 und 2 (Hamlingdorf) überschritt diesen Betrag mehrfach in den Jahren 2015–2020 und auch in den anderen Jahren lag die Fördermenge nur wenig unter dem angegebenen Dargebot. Anders ist die Situation im Brunnen 3 (Holland). Hier lagen die Fördermengen in allen Jahren deutlich unter 160.600 m<sup>3</sup>/a.



**Abbildung 9: Vergleich des nach verschiedenen Methoden ermittelten Grundwasserdargebots mit den Fördermengen der letzten 10 Jahre.**

## **4 Prognose 2030 und 2050**

### **4.1 Grundwasserdargebot**

#### **4.1.1 Einflussfaktoren auf das Grundwasserdargebot**

Für die Veränderung des Grundwasserdargebots sind vor allem klimatische Veränderungen im Zuge des Klimawandels ausschlaggebend. Durch den Klimawandel sind insbesondere Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung sowie auf Grundwasserdargebot und Grundwasserstände zu erwarten. Klimatisch bedingte Veränderungen der innerjährlichen Niederschlagsverteilung sowie eine Zunahme der Lufttemperatur und eine damit einhergehende Zunahme der potenziellen Verdunstung können im zunehmenden Maße Einfluss auf Grundwasserneubildung und Grundwasserstände nehmen. Auf regionaler Ebene sind dabei sowohl Veränderungen im jahreszeitlichen Verlauf als auch eine Zu- oder Abnahme der jährlichen Grundwasserneubildung möglich (LAWA 2020). Eine Mehrzahl der aktuell vorhandenen regionalen Klimamodelle für Deutschland weisen auf eine weitere Verschiebung von Niederschlägen in das Winterhalbjahr hin, woraus trockenere Sommer und feuchtere Winter resultieren. Da Grundwasserneubildung zum größten Teil im Winterhalbjahr stattfindet, ist diese Entwicklung eher positiv für die zukünftigen Grundwasserdargebote. In den meisten Regionen Deutschlands sind deshalb gleichbleibende Verhältnisse bzw. ein leichter Anstieg bei der Grundwasserneubildung zu erwarten. Auch wenn im langjährigen Mittel in Zukunft nicht mit einem signifikanten Rückgang der Grundwasserneubildung durch klimatische Veränderungen zu rechnen ist, muss mit häufigeren und stärker ausgeprägten Dürreperioden gerechnet werden, da die Variabilität der klimatischen Bedingungen und die Häufigkeit von Extremereignissen mit hoher Wahrscheinlichkeit zunehmen wird (DVGW 2022).

Weitere variable Faktoren auf das Grundwasserdargebot über die Grundwasserneubildung wie Flächennutzung oder Versiegelungsgrad werden aufgrund der fehlenden Informationen zu den zukünftigen Veränderungen und den geringen Auswirkungen auf die Gesamtdargebote in den betrachteten Einzugsgebieten in den Dargebotsprognosen vernachlässigt.

#### **4.1.2 Betrachtete Szenarien**

Für die Prognose des Wasserdargebots wurden die Änderungen der Grundwasserneubildung entsprechend der Projektionen von mGROWA und daraus abgeleitete Grundwasserneubildungen für den Ansatz nach GLADIS und eine Trockenperiode vergleichbar zum Zeitraum 2011-2020 verwendet. Die Ableitung wurde anhand der Verhältnisse von GLADIS und dem Trockenzeitraum zur Grundwasserneubildung nach

mGROWA für den Klimanormalzeitraum 1991-2020 in der Vergangenheit auf die Projektionen von mGROWA übertragen. Diese Berechnungen wurden für die Gewinnungsgebiete Bokel, Tatenhausen und Patthorst durchgeführt. Für die bestehenden Brunnen der Stadt Borgholzhausen wird eine gleichbleibende Ressourcenverfügbarkeit von rd. 320.000 m<sup>3</sup>/a angenommen.

Zur Versorgung von bisher nicht angeschlossenen Ortsteilen und Gewerbegebieten, die geplant oder aktuell in der Entwicklung sind, wurden durch die Stadt Borgholzhausen verschiedene Möglichkeiten zur Erschließung zusätzlicher Grundwasserquellen geprüft. Diese umfassen die Errichtung neuer Brunnen sowohl im quartären Grundwasserkörper im Süden des Stadtgebietes als auch in den durch die bestehenden Gewinnungen der Stadt Borgholzhausen erschlossenen Festgesteinsgrundwasserleitern. Nach aktuellem Planungsstand erscheinen weitere Erschließungsbohrungen im quartären Grundwasserleiter zurzeit auf Grund der Lage im Flurbereinigungsgebiet der A 33 nicht genehmigungsfähig. Die Voruntersuchungen für einen neuen Tiefbrunnen im Bereich des WSG Holland sind dagegen deutlich weiter fortgeschritten, so dass die Errichtung eines Brunnens 4 (TB4) für das Jahr 2025 geplant ist. Für den Brunnen 4 wird nach Auskunft der Stadt Borgholzhausen von einer Fördermenge von ca. 100.000 m<sup>3</sup>/a ausgegangen. Zusätzlich wird auch die Möglichkeit geprüft, Ortsteile am Rande des Stadtgebietes durch benachbarte Versorger abzudecken.

Für eine mögliche neue Grundwassergewinnung aus dem quartären Grundwasserleiter in Borgholzhausen wurden vom Büro Schmidt und Partner GmbH (Quelle: schriftl. Mitteilung der Stadt Borgholzhausen) drei mögliche Standorte betrachtet, für die zwei getrennte Einzugsgebiete mit einer Fläche von 1,7 und 2,65 km<sup>2</sup> abgegrenzt wurden. Bei einer mittleren Grundwasserneubildungshöhe von 250-275 mm ergibt sich daraus ein Dargebot von 0,43-0,47 Mio. m<sup>3</sup>/a und 0,66-0,73 Mio. m<sup>3</sup>/a. Eine detaillierte Beschreibung der Berechnungsgrundlagen (Methode zur Ermittlung der Grundwasserneubildung, betrachtete Förderrate zur Abgrenzung des Einzugsgebietes) liegt nicht vor.

Aus den projizierten Grundwasserdargeboten für Bokel, Tatenhausen und Patthorst und den möglichen zusätzlichen Gewinnungsgebieten bzw. Brunnen wurden drei Szenarien für die Dargebotsprognose gebildet (Tabelle 9).

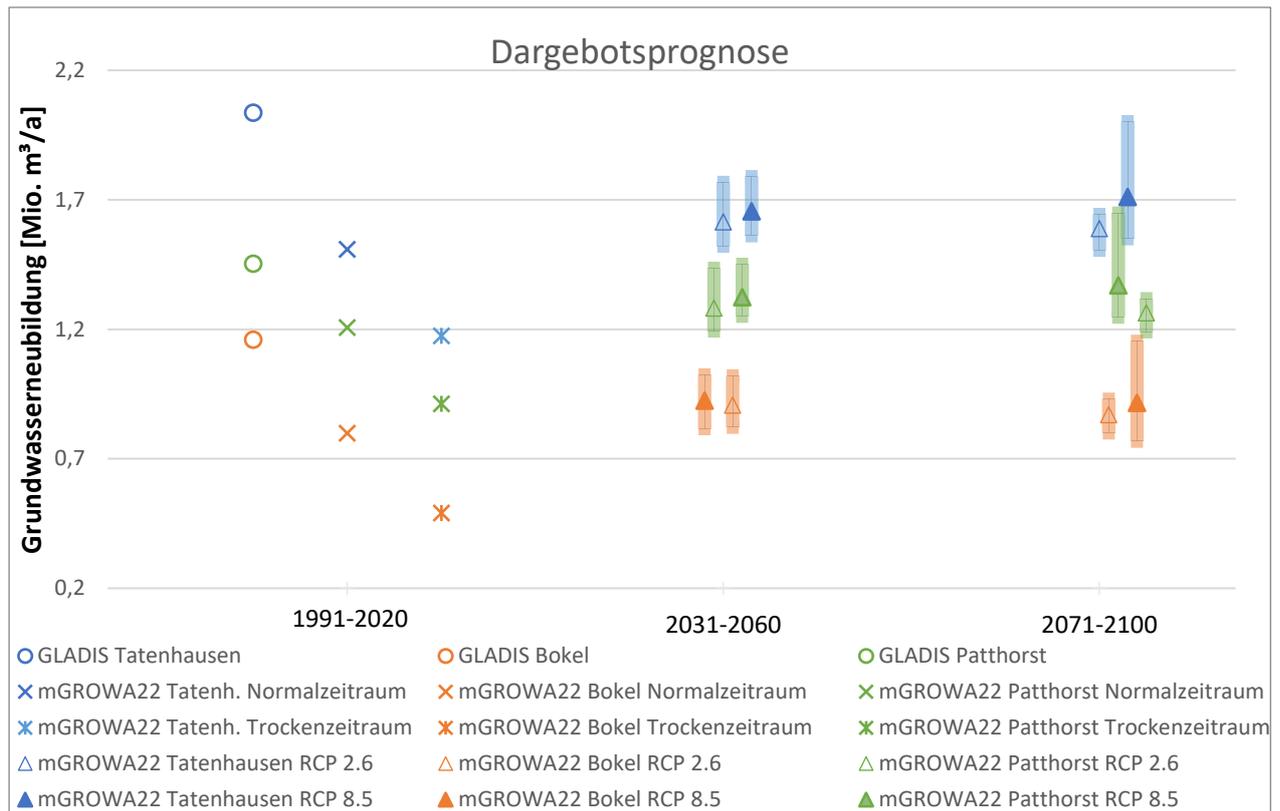
**Tabelle 9: Verwendete Berechnungsgrundlage für die Ermittlung des Grundwasserdargebots in den Szenarien 1-3.**

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Grundwasserneubildung	GLADIS (abgeleitet von mGROWA RCP2.6)	mGROWA RCP8.5	mGROWA Trockenperiode (abgeleitet von mGROWA RCP8.5)
Zusätzliche Gewinnungsgebiete	Holtfeld (400.000 m <sup>3</sup> /a) + TB4 (100.000 m <sup>3</sup> /a)	TB4 (100.000 m <sup>3</sup> /a)	-

#### 4.1.3 Ergebnisse der Dargebotsprognosen

Für die Prognose der Grundwasserneubildung wurden das mGROWA22-Modell für die Klimaperioden 2031-2060 und 2071-2100 herangezogen (Abbildung 10). Der Median des Modellensembles liegt für die Klimaperiode 2031-2060 jeweils leicht (maximal 15 %) über der für die aktuelle Klimaperiode ermittelten Grundwasserneubildung nach mGROWA22, die Schwankungsbreite (p15-p85) reicht von 99-128 % der aktuellen Grundwasserneubildung. Für die Klimaperiode 2071-2100 ist kein signifikanter Anstieg der Grundwasserneubildung gegenüber 2031-2060 zu erkennen, jedoch eine deutliche Vergrößerung der Streuung, insbesondere für das Szenario RCP 8.5.

Für die Grundwasserneubildung nach GLADIS liegt keine Prognose vor. Auf Grundlage der Ergebnisse für die aktuelle Grundwasserneubildung, welche im Mittel um ca. 33 % über den Ergebnissen nach mGROWA22 für die Klimaperiode 1991-2020 liegen, wurde eine grobe Abschätzung für die Klimaperiode 2031-2060 durchgeführt. Gleiches gilt für die Grundwasserneubildung in Trockenperioden, wie sie durch den Datensatz mGROWA 2011-2020 abgebildet wird. Hierfür wurden überschlägig 72 % der nach mGROWA prognostizierten Grundwasserneubildungssummen angesetzt.



**Abbildung 10: Prognose der Grundwasserneubildung nach mGROWA22 für die Szenarien RCP 2.6 und RCP 8.5 (Median, 15. und 85. Perzentil) und Vergleich mit der aktuellen Grundwasserneubildung.**

## 4.2 Wasserbedarf

### 4.2.1 Einflussfaktoren auf den Wasserbedarf

Mit sinkender Haushaltgröße steigt der Pro-Kopf-Bedarf in Haushalten. Dieser Zusammenhang ist nachgewiesen (Schleich & Hillenbrand 2009, Frondel et al. 2021, Schleich & Hillenbrand 2019, Neunteufel et al. 2010, Yildiz & Ansmann 2019, Oelmann & Haneke 2019, Hillenbrand & Schleich 2007, Herber et al. 2008, Liehr 2016). Laut Raumordnungsprognose 2040 des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung wird für die Raumordnungsregion Bielefeld, in der auch der Kreis Gütersloh und die drei Versorgungsgebiete der Auftraggeber liegen, keine signifikante Änderung der Haushaltgröße bis 2040 prognostiziert. Die Haushaltgröße nimmt laut dieser Prognose von 2025 bis 2040 von etwa 2,02 auf etwa 1,99 Personen pro Haushalt ab. Aufgrund dieser geringen prognostizierten Verringerung kann keine Zunahme des Pro-Kopf-Bedarfs erwartet werden.

Der Einfluss des Wasserpreises auf den Wasserverbrauch in Haushalten ist gut belegt (Schleich & Hillenbrand 2009, Frondel et al. 2021, Schleich & Hillenbrand 2019, Neunteufel et al. 2010, Yildiz & Ansmann 2019, Oelmann & Haneke 2019, Hillenbrand & Schleich 2007). In verschiedenen statistischen Modellen konnten Preiselastizitäten von im Mittel etwa -0,25 ermittelt werden. Das bedeutet, dass bei einem Anstieg des Wasserpreises von 10 % der Verbrauch im Schnitt um 2,5 % zurückgeht. Vermehrte Infrastrukturmaßnahmen der Wasserversorgungsunternehmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels, der Ausbau regionaler und überregionaler Verbundnetze, das Erschließen neuer Wasserressourcen, steigende Ansprüche an die Wasseraufbereitung, häufigere Schäden durch Extremwetterereignisse und erhöhte Anforderung an die physische und digitale Sicherheit kritischer Infrastruktur verursachen enormen Investitionsbedarf in der öffentlichen Wasserversorgung. Die Finanzierung dieser Investitionen ist zurzeit noch offen. Entgeltsteigerungen müssen vermutlich ein Baustein eines Finanzierungskonzeptes sein. Im mittleren und unteren Szenario wurden deshalb Preissteigerungen von 10 bzw. 20 % bis 2050 im Vergleich zur Referenz zusätzlich zur langfristigen Verbraucherpreissteigerung angesetzt. Im oberen Szenario wird nur die langfristige Verbraucherpreissteigerung für die Preissteigerung von Trinkwasser angenommen.

Das technische Innovationspotenzial ist eine der größten Einflussfaktoren auf den spezifischen Trinkwasserbedarf. Durch den Einsatz von wassersparenden Armaturen, Elektrogeräten (Waschmaschinen, Geschirrspülmaschinen etc.) sowie Toilettenspülkästen mit reduziertem Wasservolumen und Spartasten lassen sich große Mengen Wasser sparen. Verschiedene Studien (Baumgarten et al. 2014, Dworak et al. 2007, Dige et al. 2015) gehen davon aus, dass in Deutschland ein Haushaltsbedarf von ca. 80 Liter/Tag\*Einwohner über technische Einsparpotenziale und die Substitution von Trinkwasser durch (aufbereitetes) Grau- und Betriebswasser erreicht werden kann, ohne dass dadurch ein Verlust von Komfort oder Hygiene in Kauf genommen werden muss. Zumindest sind aber in Deutschland noch technische Einsparpotenziale von ca. 5 bis 20 % vorhanden.

Abgesehen von technischen Neuerungen sind es jedoch vor allem auch nicht-technische Maßnahmen, wie Wassersparkampagnen, Produktlabel oder Feedback über Smart Meter, die auf eine Verhaltensänderung der Endkunden abzielen und dadurch je nach Ausgestaltung kurz- oder auch langfristig zu einer Reduktion des personenbezogenen Wasserbedarfs führen können. Einer Studie des Umweltbundesamtes zur Folge konnte durch eine Wassersparkkampagne in Frankfurt am Main in den 1990er Jahren der Wasserverbrauch von Privathaushalten zwischenzeitlich um 20 % gesenkt werden (Umweltbundesamt, 2014). Nach Einschätzung der European Environment Agency können Informationskampagnen zum

Wassersparen europaweit auch theoretisch noch zu einer Einsparung von bis zu 8 % führen (European Environment Agency, 2017). Internationale Studien zu den Effekten von Verbrauchsfeedbacks (über Smart Metering) auf den Wasserverbrauch in privaten Haushalten belegen Wassereinsparpotentiale zwischen 5 % und 10 % (Otaki et al., 2007; Liu et al., 2015). Da keine gegenteiligen Erkenntnisse zum europäischen Verbraucherverhalten vorliegen, kann davon ausgegangen werden, dass in diesen Regionen ähnliche Effekte zu erzielen sind. Für technische und nicht technische Einsparpotenziale im Haushaltsbereich wurden deshalb für die Szenarien der Prognosen technische Einsparpotenziale von 0, 5 und 20 % gewählt, da dies Werte sind, die im Durchschnitt unter Berücksichtigung von Bestand und Neubau realistisch erscheinen.

Um die Auswirkungen des Klimawandels auf den spezifischen Wasserbedarf im Sektor „Haushalte und Kleingewerbe“ abzuleiten, werden die Anzahl von Sommertagen ( $T_{\max} \geq 25 \text{ °C}$ ) und Heißen Tagen ( $T_{\max} \geq 30 \text{ °C}$ ) verwendet. Die statistischen Zusammenhänge zwischen den Klimaparametern Jahresdurchschnittstemperatur und Jahressumme der Niederschläge und den jährlichen Wasserabgaben an Haushalte und Kleingewerbe sind nicht oder nur wenig signifikant (Reynaud 2015, Hillenbrand & Schleich 2009, Schleich & Hillenbrand 2007). Der Ansatz über die Anzahl von Sommer- und Heißen Tagen ermöglicht einen Mehr- oder Minderbedarf bei einer Veränderung der Anzahl dieser Tage zu berechnen und gleichmäßig auf den durchschnittlichen spezifischen Bedarf zu verteilen. Die Anzahl von Sommertagen und Heißen Tagen im Referenzzeitraum wurden über das Climate Data Center des Deutschen Wetterdienstes bezogen. Für die Prognosen wurden die Klimaansichten des Climate Service Center Germany (GERICS) auf Kreisebene verwendet (Bathiany et al. 2021). Dafür wurden für die Klimaszenarien RCP 2.6 und 8.5 die Mediane der Referenzperiode und des Prognosezeitraums 2036-2065 genutzt (Definition der Klimaszenarien siehe Kapitel 2.2).

Die Bevölkerungszahl ist der entscheidende Faktor in der Bestimmung des regionalen Gesamtbedarfs im Sektor „Haushalt und Kleingewerbe“. Der durch verschiedene äußere Einflüsse bestimmte spezifische Wasserbedarf wird mit der Bevölkerungszahl zum Gesamtbedarf multipliziert. Die historischen Bevölkerungszahlen für den Referenzzeitraum wurden über das Statistische Landesamt bezogen. Für die Prognosen werden Bevölkerungsvorausrechnungen des Statistischen Landesamt und des Kreises Gütersloh verwendet.

Für die Trinkwasserbedarfe der Industrie spielen vor allem die betriebliche Entwicklung (z.B. Erweiterung von Produktionskapazitäten) und klimatische Veränderungen im Bereich der Kühlwasserbedarfe sowie die Effizienzsteigerung in der Wassernutzung eine Rolle. Wassereinsparpotenziale im industriellen Bereich sind kurzfristig nur durch individuelle

Effizienzverbesserungen in den Produktionssystemen zu erzielen. Insbesondere in den wasserintensiven Branchen (u. a. Lebensmittelindustrie, Papierindustrie, Metallherzeugung und -verarbeitung, Chemieindustrie, Bergbau, Wasserstoffproduktion) kann jedoch davon ausgegangen werden, dass ohnehin bereits aus Kostengründen eine möglichst hohe Wasser- und Energieeffizienz der Produktionsprozesse angestrebt wird. Diese These wird durch bestehende Studien zur industriellen Wassereffizienz untermauert. Eine stichprobenartige Befragung von Unternehmen im Rahmen einer Studie aus dem Jahr 2010 ergab beispielsweise, dass bereits rund 50 bis 70 % der befragten Betriebe wassersparende Technologien verwenden. Weitere 10 bis 20 % könnten es sich zumindest vorstellen, solche Systeme in den nächsten Jahrzehnten zu installieren (Neunteufel et al., 2010). Gemäß einer Studie im Auftrag der European Environment Agency (European Environment Agency, 2017) können durch effizientere Prozesse, höhere Recyclingraten und Regenwassernutzung in industriellen Betrieben durchschnittlich noch bis zu 43 % des Wasserverbrauchs eingespart werden.

Experten zufolge muss langfristig mit einem Anstieg des Wasserbedarfs in der Landwirtschaft gerechnet werden. Dieser entsteht klimawandel- und nachfragebedingt, wenn verschiedene Betriebe durch Kapazitätserhöhung im Viehbestand den Wasserbedarf durch ihre (meist vorhandenen) Bohrungen nicht mehr abdecken können und sich an die öffentliche Versorgung anschließen bzw. zukünftig mehr bewässern wollen (Chmielewski, 2011). So wurde für die landwirtschaftlich genutzten Flächen Nordost-Niedersachsens durch das LBEG eine Zunahme der benötigten Bewässerungswassermenge von 30% bis Ende des Jahrhunderts ermittelt (Schimmelpfennig et al., 2017).

Zudem haben landwirtschaftliche Betriebe in Deutschland im Jahr 2019 insgesamt 3,9 Millionen Tonnen Gemüse geerntet. Das waren annähernd 10% mehr im Vergleich zum Durchschnitt der Jahre 2013 bis 2018 (Statistisches Bundesamt, 2020), weshalb man zusätzlich davon ausgehen kann, dass sich der Bewässerungsbedarf der deutschen Landwirtschaft weiter erhöhen wird.

## **4.2.2 Entwicklung der Faktoren**

Für die Entwicklung der Bevölkerungszahlen in den Gemeinden Borgholzhausen, Halle und Steinhagen liegen verschiedene Vorausberechnungen aus den Jahren 2020-2023 vor. Sie sind vergleichend in Abbildung 11 dargestellt und der Bevölkerungsfortschreibung des Landes NRW gegenübergestellt. Nach den aktuellsten Vorausberechnungen ist für die Stadt Borgholzhausen gegenüber dem Referenzwert aus dem Jahr 2020 (IT.NRW, Bertelsmann-

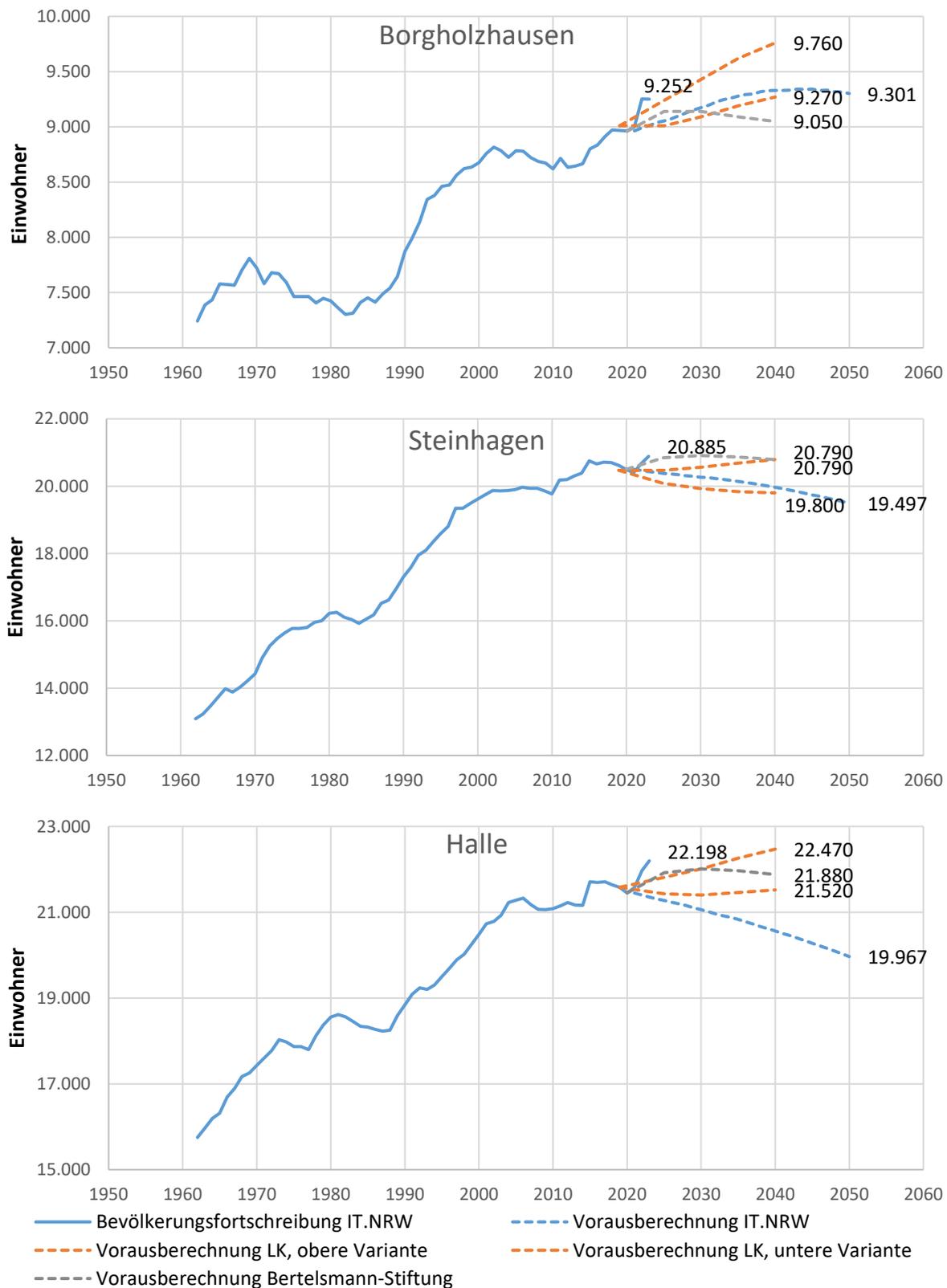
Stiftung) bzw. 2019 (LK Gütersloh) mit einer gleichbleibenden bis zunehmenden Bevölkerungszahl zu rechnen, während für Halle und Steinhagen mit einer leichten Zunahme bis leichten Abnahme der Einwohnerzahl zu rechnen ist. In allen Vorausberechnungen ist die Entwicklung der Bevölkerungszahlen seit 2020, die für Borgholzhausen und Halle nochmal einen deutlichen Anstieg zeigte, noch nicht berücksichtigt. Nach aktuellen Angaben des Landkreises lag die Einwohnerzahl am 1.1.2024 in Borgholzhausen bei 9.393, in Halle bei 22.295 und in Steinhagen bei 20.883. Diese Zahlen deuten darauf hin, dass sich die tatsächliche Bevölkerungsentwicklung eher im Bereich der oberen Variante der vorliegenden Vorausberechnungen (s.u.) bewegt.

Die Prognosen der Bertelsmann-Stiftung und des Kreises reichen jeweils bis zum Jahr 2040, nur vom Land NRW liegt eine Prognose bis zum Jahr 2050 vor. Im Demografiebericht des Kreises wird eine obere und eine untere Variante angegeben. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der Annahmen für die Migration. Die untere „moderate“ Variante berücksichtigt zurückgehende Zuzüge und die obere „optimistische“ Variante berücksichtigt hohe Wanderungsgewinne wie in den Jahren 2016-2018.

Die höchste prognostizierte Einwohnerzahl ergibt sich erwartungsgemäß aus der oberen Variante der Prognose des Kreises Gütersloh. Sie liegen im Jahr 2040 um 2-8 % über den Einwohnerzahlen des Jahres 2019 und auch 1-5 % über den (in der Prognose nicht berücksichtigten) Einwohnerzahlen des Jahres 2023. Die untere Variante sagt für Steinhagen und Halle eine gleichbleibende bis leicht abnehmende Entwicklung voraus, für Borgholzhausen hingegen einen Anstieg von 3 %.

Die Prognose des Landes NRW verläuft für die Gemeinden Borgholzhausen und Steinhagen bis zum Jahr 2040 im Korridor der Prognosevarianten des Kreises, jedoch näher an der unteren Variante. Zwischen 2040 und 2050 sagt sie für Borgholzhausen jedoch eine stagnierende und für Steinhagen eine abnehmende Bevölkerungszahl voraus. Für die Stadt Halle ist nach der Prognose des Landes zwischen 2020 und 2050 mit einer konstanten Abnahme der Bevölkerungszahl zu rechnen.

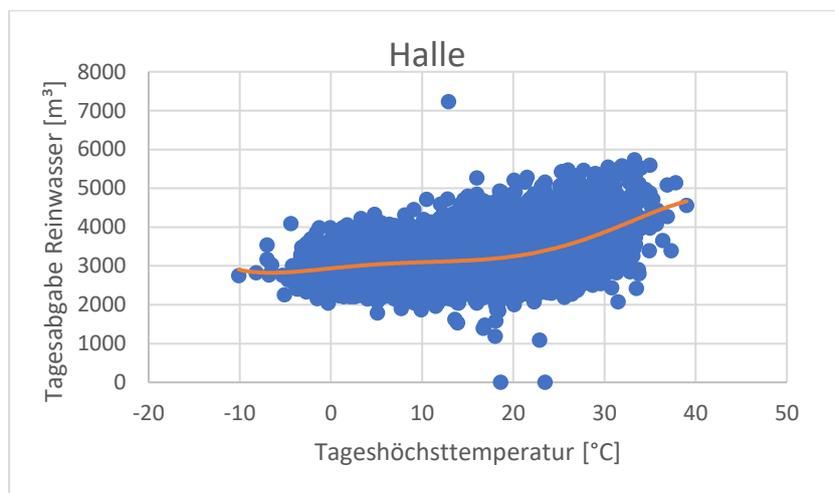
Die Prognose der Bertelsmann-Stiftung liefert für die drei Gemeinden sehr unterschiedliche Ergebnisse. Auffällig ist, dass in allen Gemeinden bis 2025 eine Zunahme der Bevölkerung prognostiziert wird, die jedoch weniger stark ist als die (nicht berücksichtigte) reale Bevölkerungsentwicklung der Jahre 2021–2023. Ab 2025 wird eine Stabilisierung (Halle und Steinhagen) bzw. ein leichter Rückgang (Borgholzhausen) der Bevölkerungszahlen erwartet. Im Jahr 2040 liegt die Prognose für Halle zwischen der oberen und der unteren Variante der Prognose des Kreises, für Steinhagen entspricht sie der oberen Variante und für Borgholzhausen liegt sie unter der unteren Variante.



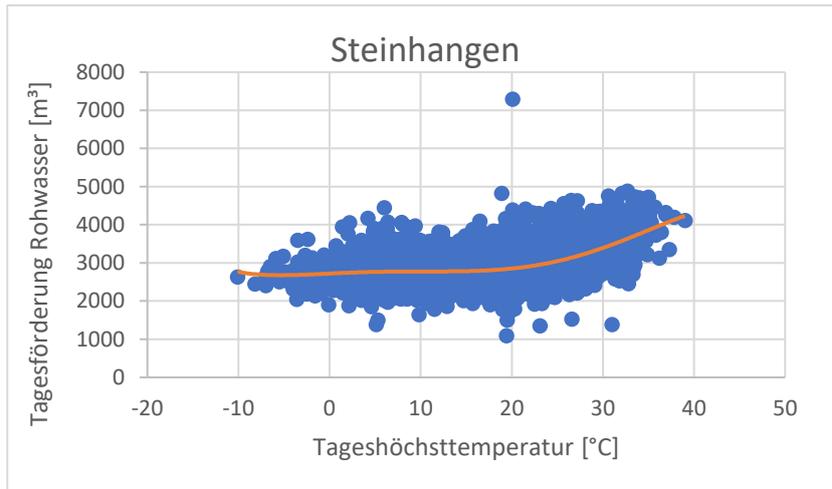
**Abbildung 11: Bevölkerungsprognosen des Landes (© IT.NRW, Düsseldorf, 2023), des Landkreises (Demografiebericht für den Kreis Gütersloh 2020) und der Bertelsmann-Stiftung (www.wegweiser-kommune.de).**

Abbildung 12 bis Abbildung 14 zeigen den Zusammenhang zwischen der Tagesmenge (Abgabe bzw. Fördermenge) und der Tageshöchsttemperatur an der Wetterstation Bielefeld-Deppendorf. Die orange dargestellten Trendlinien zeigen, dass der Anstieg der Tagesmenge bis etwa 20-25 °C Tageshöchsttemperatur sehr gering ist und im höheren Temperaturbereich deutlich zunimmt. Für die Stadt Halle ergibt sich beispielsweise ein Anstieg der mittleren Abgabe von rund 3.000 m<sup>3</sup>/d bei einer Höchsttemperatur von 5 °C auf rund 3.250 m<sup>3</sup>/d bei 20 °C. An einem Sommertag mit einer Höchsttemperatur von 27,5 °C liegt die mittlere Abgabe dagegen bei ca. 3.700 m<sup>3</sup>/d und bei 32,5 °C bei ca. 4.100 m<sup>3</sup>/d.

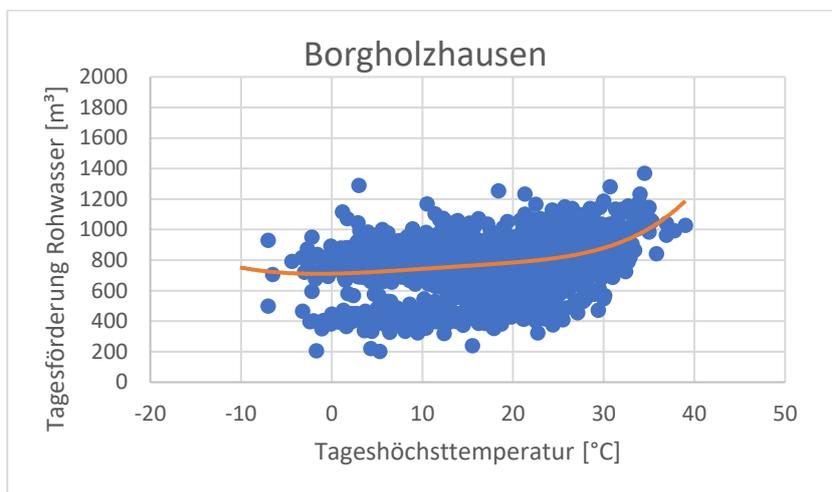
Ein ähnlicher Zusammenhang ergibt sich für die Tageswerte der Rohwasserförderung in Steinhagen und Borgholzhausen. Zwischen 5 und 20 °C Tageshöchsttemperatur steigt die Tagesfördermenge in Steinhagen von etwa 2.800 auf ca. 2.900 m<sup>3</sup>/d. Bei 27,5 °C liegt sie bei ca. 3.200 m<sup>3</sup>/d und bei 32,5 °C bei ca. 3.600 m<sup>3</sup>/d. Für Borgholzhausen ergibt sich aus der Regression eine mittlere Fördermenge von ca. 780 m<sup>3</sup>/d bei 20 °C, ca. 840 m<sup>3</sup>/d bei 27,5 °C und ca. 930 m<sup>3</sup>/d bei 32,5 °C Tageshöchsttemperatur.



**Abbildung 12: Zusammenhang zwischen Tagesabgabemenge der TWO und Tageshöchsttemperatur (Station Bielefeld-Deppendorf).**



**Abbildung 13: Zusammenhang zwischen Tagesfördermenge in Steinhangen und Tageshöchsttemperatur (Station Bielefeld-Deppendorf).**



**Abbildung 14: Zusammenhang zwischen Tagesfördermenge in Borgholzhausen und Tageshöchsttemperatur (Station Bielefeld-Deppendorf).**

Bis zur Mitte des Jahrhunderts ist nach der Prognose von geric (Bathiany et al. 2021) für den Kreis Gütersloh je nach Klima-Szenario (RCP2.6, RCP8.5) gegenüber der Basis-Klimaperiode 1971-2000 mit einem nahezu gleichbleibenden oder leicht ansteigenden Jahresniederschlag zu rechnen (Tabelle 10). Für das Ende des Jahrhunderts zeigen beide Szenarien einen leichten Anstieg der Jahresniederschläge von 802 mm/a auf 815 bzw. 853 mm/a. Die Prognose des LANUV zeigt eine ähnliche Tendenz, allerdings erfolgt der Anstieg unter RCP2.6 früher und stärker bzw. unter RCP8.5 etwas schwächer als in den Projektionen von geric. Bei der Jahresmitteltemperatur wird bereits bis zur Mitte des Jahrhunderts ein Anstieg von 9,5 auf 10,7 bzw. 11,3 °C prognostiziert, bis zum Ende des Jahrhunderts wird für das RCP8.5 ein weiterer Anstieg erwartet.

**Tabelle 10: Prognose ausgewählter Klimakennwerte im Kreis Gütersloh, Median für die Klimaperioden 2036–2065 und 2069–2098 (gerics, Bathiany et al. 2021) und für die Klimaperioden 2031–2060 und 2071–2100 im Regierungsbezirk Detmold (LANUV: Brienen et al. (2020), Krähenmann (2019)).**

	Bezugsraum	Niederschlag	Jahresmitteltemperatur	Sommertage ( $\geq 25$ °C)	Heiße Tage ( $\geq 30$ °C)
		[mm/a]	[°C]	[-/a]	[-/a]
<b>gerics</b>					
<b>Beobachtung 1971–2000</b>	LK	802,0	9,5	29,1	5,3
<b>2036–2065, RCP 2.6</b>	LK	798,0	10,7	36,3	7,0
<b>2069–2098, RCP 2.6</b>	LK	814,8	10,6	36,0	6,6
<b>2036–2065, RCP 8.5</b>	LK	845,3	11,3	38,8	8,5
<b>2069–2098, RCP 8.5</b>	LK	853,3	12,8	51,3	13,4
<b>LANUV</b>					
<b>Mittelwert 2012–2022</b>	LK	716,9	10,6	43,1	10,4
<b>2031–2060, RCP 2.6</b>	RB	831	10,1	36	8
<b>2071–2100, RCP 2.6</b>	RB	829	10,9	36	8
<b>2031–2060, RCP 8.5</b>	RB	834	10,0	40	10
<b>2071–2100, RCP 8.5</b>	RB	837	12,6	59	20

In den Jahren seit 2000 ist im Kreis Gütersloh bereits ein Rückgang der Niederschläge und ein Anstieg der Temperaturen erfolgt. Dies zeigen die Mittelwerte des Zeitraums 2012-2022, welcher mehrere besonders heiße und trockene Jahre einschließt (Tabelle 10). Der mittlere Jahresniederschlag lag in diesem Zeitraum bei 717 mm/a, die Jahresmitteltemperatur bei 10,6 °C. Sie lag somit bereits bei dem für Mitte des Jahrhunderts prognostizierten 30-jährigen Mittelwert.

Die Anzahl der Sommertage mit einer Tageshöchsttemperatur  $\geq 25$  °C wird sich nach beiden Prognosen bis Mitte des Jahrhunderts auf ca. 36-40 Tage/Jahr im Mittel erhöhen. Der Anstieg ergibt sich jedoch nur im Vergleich mit dem Bezugszeitraum 1971-2000, im Zeitraum 2012-2022 lag die Anzahl der Sommertage bei 43,1 Tage/Jahr. Bis zum Ende des Jahrhunderts ist bei Szenario RCP 2.6 kein weiterer Anstieg zu erwarten, während das Szenario RCP 8.5 einen weiteren deutlichen Anstieg auf 51,3 bzw. 59 Tage/Jahr prognostiziert. Eine ähnliche Entwicklung ist für die Anzahl der heißen Tage zu erwarten. Sie lag 2012-2022 mit 10,4 bereits über dem für Mitte des Jahrhunderts prognostizierten 30-jährigen Mittel und könnte bis zum Ende des Jahrhunderts 13,4 (Prognose geric) bzw. 20 Tage/Jahr (Prognose LANUV) erreichen (RCP 8.5).

Für die Auswertung in den Szenarien wurden die Daten bis zur Mitte des Jahrhunderts der Prognose von gerics verwendet, die Daten auf der Ebene des Landkreises zur Verfügung stellt. Die Prognosen des LANUV liegen nur als Mittelwert für den Regierungsbezirk vor.

In Bezug auf die Entwicklung des industriellen Wasserbedarfs steht in Borgholzhausen die Bebauung des 3. BA des Interkommunalen Gewerbegebietes Borgholzhausen-Versmold (IBV) noch aus, so dass hier ein weiterer Anstieg des Wasserbedarfs zu erwarten ist. Allerdings gibt es auch Überlegungen zur Unterstützung der Versorgung des IBV (zusammen mit Westbarthausen und Kleekamp) durch eine Verbundleitung mit der niedersächsischen Nachbargemeinde Dissen. Zukünftig ist außerdem mit einem Rückgang des Wasserbedarfs in den bestehenden Bauabschnitten zu rechnen, da ein großer Abnehmer von Kühlwasser 2023 auf andere Quellen umgestellt hat.

In der Stadt Halle wird der Wasserbedarf der Industrie im Wesentlichen durch zwei Großkunden bestimmt. Diese gaben in einer Befragung an, dass sie zukünftig mit einer Zunahme ihres Wasserbedarfs rechnen. Allerdings verfügen beide auch über eigene Wasserrechte, so dass sich die erwartete Bedarfssteigerung nicht 1:1 auf den Bedarf an Wasser aus der öffentlichen Trinkwasserversorgung auswirkt. Der eine Kunde (im Folgenden „Industriekunde A“) plant, eine Erhöhung des Wasserrechts für seine eigenen Brunnen zu beantragen, welche aber voraussichtlich nicht bis zum Jahr 2030 genehmigt sein wird. Daher ist bis 2030 mit einem starken Anstieg des Industriebedarfs in Halle zu rechnen, anschließend wird je nach Fortschritt des Wasserrechtsantrags ein Rückgang, ein gleichbleibender Bedarf oder sogar ein weiterer Anstieg erwartet.

Im Versorgungsgebiet der Gemeindewerke Steinhagen machen industrielle Abnehmer bisher nur einen geringen Anteil des Wasserbedarfs (ca. 100.000 m<sup>3</sup>/a) aus und werden nicht gesondert erfasst. Zukünftig wird jedoch nach Aussagen der Gemeindewerke Steinhagen mit einem Anstieg des industriellen Wasserbedarfs um ca. 20.000 m<sup>3</sup>/a bis zum Jahr 2030 und zusätzliche 30.000 m<sup>3</sup>/a bis zum Jahr 2050 gerechnet.

### **4.2.3 Betrachtete Szenarien**

Für die Wasserbedarfsprognose für die Versorgungsgebiete der GW Steinhagen, TWO Halle und Borgholzhausen wurden analog zur Dargebotsprognose drei Szenarien gebildet, die verschiedene Entwicklungen der Einflussfaktoren und Annahmen miteinander kombinieren (Tabelle 11). Szenario 1 bis 3 stellen dabei die Spannweite der möglichen Entwicklungen beim Wasserbedarf aus dem öffentlichen Wassernetz dar. Szenario 1 kombiniert alle Annahmen und Szenarien, die zu einem geringen Wasserbedarf beitragen und dient somit als unteres

Bedarfsszenario. Szenario 3 kombiniert alle Annahmen und Szenarien, die zu einem hohen Wasserbedarf beitragen und dient somit als oberes Bedarfsszenario.

Für die Projektion der Anzahl von Sommer- und Hitzetagen wurden die Medianwerte des Modellensembles bis zur Mitte des Jahrhunderts der Prognose von gericS verwendet, die Daten auf der Ebene des Landkreises zur Verfügung stellt. Die Prognosen des LANUV liegen nur als Mittelwert für den Regierungsbezirk vor. Für technische und nicht technische Einsparpotenziale im Haushaltsbereich wurden für die Szenarien der Prognosen Einsparpotenziale von 0, 5 und 20 % gewählt (vgl. 4.2.1). Bei der Entwicklung des Wasserpreises wurden 0-20 % Anstieg des Arbeitspreises (zusätzlich zur allgemeinen Verbraucherpreisentwicklung) bei einer Preiselastizität von -0,25 für die Szenarien angesetzt. Für die Bevölkerungsentwicklung wurde für jede Gemeinde jeweils der niedrigste und höchste Wert der unterschiedlichen Vorausberechnungen sowie der Mittelwert beider Werte verwendet. Für die Wasserbedarfsprognose für das Jahr 2050 wurden die Bevölkerungsvorausberechnungen, die nur bis 2040 vorliegen, linear extrapoliert. Der Anschlussgrad an das öffentliche Wassernetz wurde entsprechend den Annahmen aus den Wasserversorgungskonzepten gewählt. Für Borgholzhausen wird im oberen Szenario eine zusätzliche Versorgung der Ortsteile Westbarthausen und Kleekamp angenommen.

**Tabelle 11: Verwendete Berechnungsgrundlage für die Ermittlung des Wasserbedarfs in den Szenarien 1-3.**

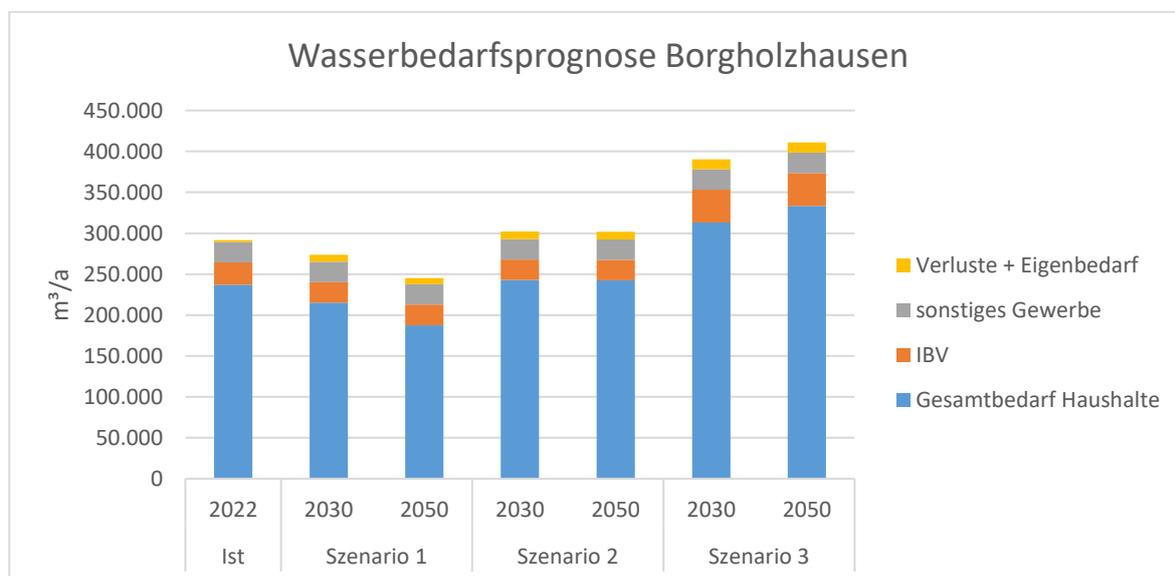
	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Klima Sommertage	RCP2.6	RCP8.5	RCP8.5
Klima Hitzetage	RCP2.6	RCP8.5	RCP8.5
Einsparpotenziale Haushalt	-20 %	-5 %	Kein Einsparpotenzial
Preisentwicklung	20 % Anstieg des Arbeitspreises (zusätzlich zur allgemeinen Verbraucherpreisentwicklung)	10 % Anstieg des Arbeitspreises (zusätzlich zur allgemeinen Verbraucherpreisentwicklung)	Kein Anstieg (zusätzlich zur allgemeinen Verbraucherpreisentwicklung)
Bevölkerungsvorausberechnung	Minimum	Mittelwert Szenarien 1 und 3	Maximum
Anschlussgrad	Steinhagen: 96 % 2030, 98 % 2050  Halle: 95 % 2030, 98 % 2050  Borgholzhausen: 63 %	Steinhagen: 96 % 2030, 98 % 2050  Halle: 95 % 2030, 98 % 2050  Borgholzhausen: 63 %	Steinhagen: 96 % 2030, 98 % 2050  Halle: 95 % 2030, 98 % 2050  Borgholzhausen: 76 % (Zusätzliche Versorgungsgebiete Westbarthausen, Kleekamp)
Entwicklung Industrie/Gewerbe (Änderung im Vergleich zum Ist-Zustand)	Halle: Kunde A +100.000 m <sup>3</sup> /a (2030) +40.000 m <sup>3</sup> /a (2050) Kunde B +15.000 m <sup>3</sup> /a (2030) +15.000 m <sup>3</sup> /a (2050)  Borgholzhausen: IBV gleichbleibend  Steinhagen: +20.000 m <sup>3</sup> /a (2030) +50.000 m <sup>3</sup> /a (2050)	Halle: Kunde A +150.000 m <sup>3</sup> /a (2030) +150.000 m <sup>3</sup> /a (2050) Kunde B +25.000 m <sup>3</sup> /a (2030) +25.000 m <sup>3</sup> /a (2050)  Borgholzhausen: IBV gleichbleibend  Steinhagen: +20.000 m <sup>3</sup> /a (2030) +50.000 m <sup>3</sup> /a (2050)	Halle: Kunde A +200.000 m <sup>3</sup> /a (2030) +260.000 m <sup>3</sup> /a (2050) Kunde B +35.000 m <sup>3</sup> /a (2030) +35.000 m <sup>3</sup> /a (2050)  Borgholzhausen: 3. Bauabschnitt IBV (+15.000 m <sup>3</sup> /a)  Steinhagen: +20.000 m <sup>3</sup> /a (2030) +50.000 m <sup>3</sup> /a (2050)

#### 4.2.4 Ergebnisse der Wasserbedarfsprognosen

Die Bedarfsprognose für die Stadt Borgholzhausen ergab für das Jahr 2030 im Szenario 1 einen leichten Rückgang des mittleren jährlichen Bedarfs auf ca. 274.000 m<sup>3</sup>/a, während die Szenarien 2 und 3 einen annähernd gleichbleibenden Bedarf bzw. einen Anstieg auf ca. 390.000 m<sup>3</sup>/a ergaben (Abbildung 15). Bis zum Jahr 2050 ist nach Szenario 1 ein weiterer Rückgang auf ca. 245.000 m<sup>3</sup>/a zu erwarten, nach Szenario 3 ein weiterer Anstieg auf ca. 411.000 m<sup>3</sup>/a. Die Unterschiede zwischen den Szenarien ergeben sich neben der Prognose

zur Bevölkerungsentwicklung vor allem aus den Annahmen hinsichtlich der Versorgung des IBV durch die Stadt Borgholzhausen und eines möglichen Anschlusses von Westbarthausen und Kleekamp.

Auf Grundlage des mittleren Spitzenfaktors für die Jahre 2013-2023 von 1,41 (vgl. Kapitel 3.2.3) errechnet sich aus dem Jahresbedarf für die verschiedenen Szenarien eine Tagesspitzenabgabe zwischen 1.057 und 1.507 m<sup>3</sup>/d im Jahr 2030 und zwischen 947 und 1.588 m<sup>3</sup>/d im Jahr 2050. Der gem. DVGW W410 berechnete Spitzenfaktor (siehe Kap. 2.3) von 1,96 ergibt deutlich höhere Tagesspitzenabgaben von 1.469-2.095 m<sup>3</sup>/d im Jahr 2030 und 1.317-2.208 m<sup>3</sup>/d im Jahr 2050 für die jeweiligen Szenarien. Die aktuellen Wasserrechte von in Summe 1.400 m<sup>3</sup>/d decken die aus den tatsächlichen Abgaben berechneten Spitzentagesbedarfe der Szenarien 1 und 2 ab, nicht jedoch die Tagesspitzenbedarfe nach Szenario 3. Die technischen Dargebote (Förder- und Aufbereitungskapazitäten) von rd. 1.700 m<sup>3</sup>/d decken die Spitzenbedarfe nach den individuell berechneten Spitzenfaktoren ab. Die Spitzenbedarfe nach der Formel nach DVGW W410 können technisch nur in den unteren Szenarien abgedeckt werden.

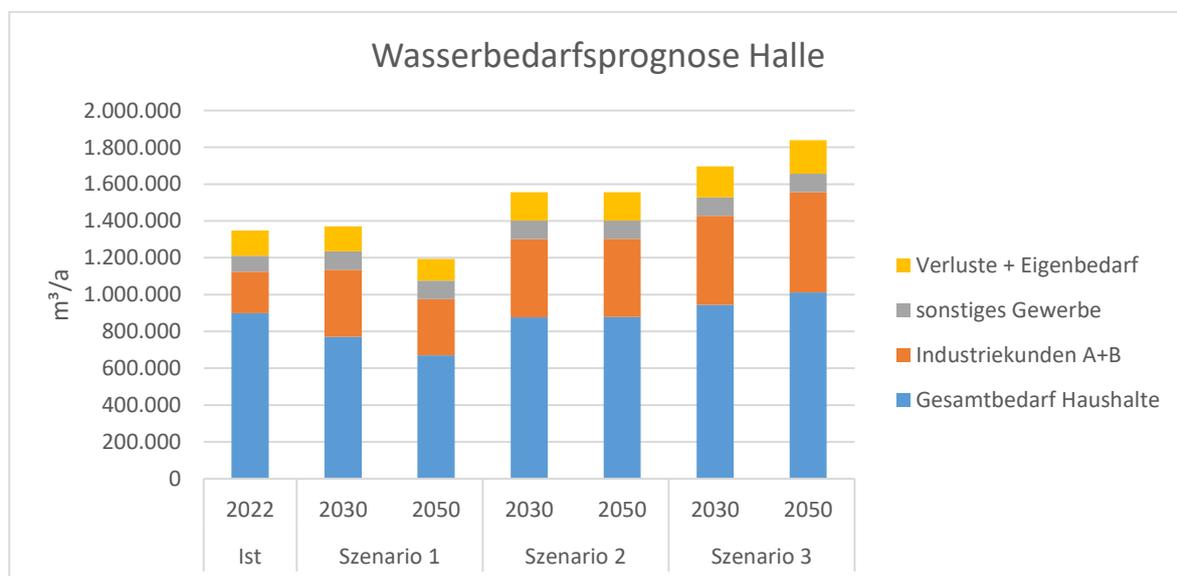


**Abbildung 15: Prognose des Wasserbedarfs in der Stadt Borgholzhausen für die Jahre 2030 und 2050.**

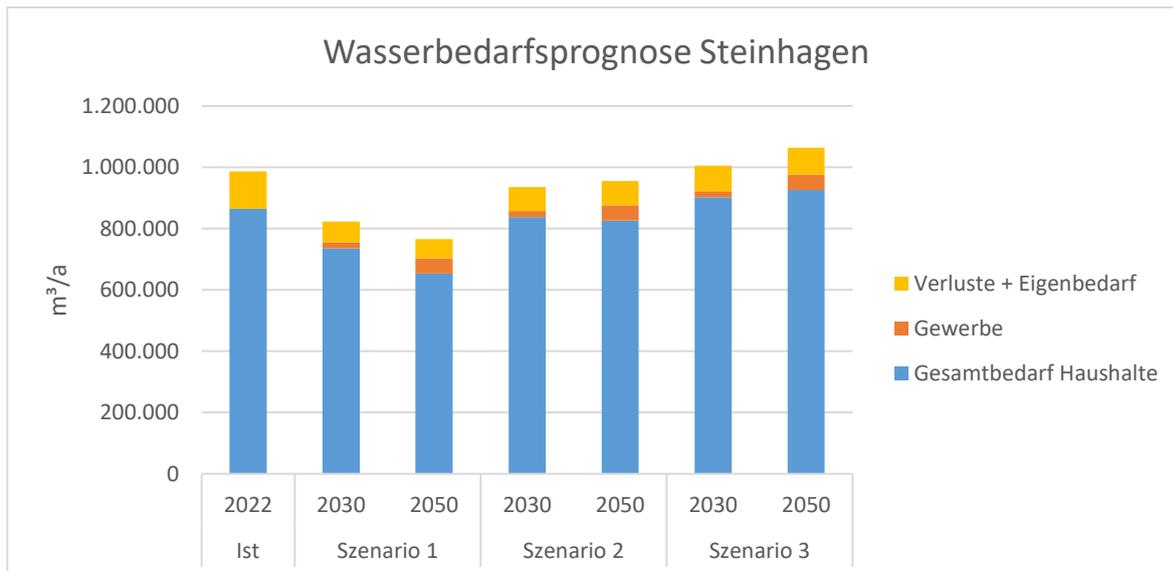
Für die Stadt Halle ergab die Prognose einen Wasserbedarf zwischen 1,37 und 1,70 Mio. m<sup>3</sup>/a im Jahr 2030 und zwischen 1,19 und 1,84 Mio. m<sup>3</sup>/a im Jahr 2050 (Abbildung 16). Dies stellt einen nahezu gleichbleibenden Bedarf bis zum Jahr 2030 in Szenario 1 dar und ansteigende Bedarfe in Szenario 2 und 3. Ausschlaggebend für den starken Rückgang des Wasserbedarfs

zwischen 2030 und 2050 im Szenario 1 ist die Annahme einer erhöhten Wasserförderung in den eigenen Brunnen des Industriekunden A und der daraus folgende Rückgang des industriellen Wasserbedarfs bis 2050. Zusätzlich geht das Szenario 1 auch von einem Rückgang der Einwohnerzahl in der Stadt Halle auf 19.967 aus.

Die Tagesspitzenabgaben für das Jahr 2030 errechnen sich mit dem aus den tatsächlichen Tagesabgaben errechneten mittleren Spitzenfaktor von 1,49 je nach Szenario zu 5.596-6.925 m<sup>3</sup>/d und für das Jahr 2050 zu 4.875-7.508 m<sup>3</sup>/d. Unter Berücksichtigung des nach DVGW W410 (siehe Kap. 2.3) berechneten Spitzenfaktors (1,84) ergibt sich im Jahr 2030 eine Tagesspitzenabgabe von 6.911-8.552 und im Jahr 2050 je nach Szenario von 6.020 bis 9.272 m<sup>3</sup>/d. Die die aktuellen Wasserrechte von 6.250 m<sup>3</sup>/d decken nur die individuell berechneten Spitzenbedarfe nach Szenario 1 ab. Die technischen Dargebote von 7.680 bzw. 6.960 m<sup>3</sup>/d (Förder- und Aufbereitungskapazitäten) ermöglichen auch die Abdeckung der oberen Szenarien vollständig bis 2030 und eingeschränkt bis 2050. Die Spitzenbedarfe nach DVGW W410 im Jahr 2030 können nach dem Wasserrecht nicht abgedeckt werden, im Jahr 2050 nur der nach Szenario 1 berechnete Spitzenbedarf.



**Abbildung 16: Prognose des Wasserbedarfs in der Stadt Halle für die Jahre 2030 und 2050.**



**Abbildung 17: Prognose des Wasserbedarfs in der Gemeinde Steinhagen für die Jahre 2030 und 2050.**

In Steinhagen ist nach der Prognose für Szenario 1 mit einem Rückgang des Wasserbedarfs bis zum Jahr 2030 und weiter bis 2050 auf ca. 766.000 m³/a zu rechnen. Szenario 2 ergab einen gleichbleibenden Wasserbedarf, während Szenario 3 einen leichten Anstieg auf 1,06 Mio. m³/a im Jahr 2050 prognostiziert. Da in der Gemeinde Steinhagen für die industriellen Wasserbedarfe in allen drei Szenarien die gleichen Annahmen getroffen wurden, ergeben sich die unterschiedlichen Ergebnisse der drei Szenarien hauptsächlich aus den unterschiedlichen zugrunde gelegten Bevölkerungsentwicklungen.

Die aus dem mittleren Tagesspitzenfaktor der Jahre 2013-2022 errechnete Tagesspitzenabgabe wird je nach Szenario für das Jahr 2030 mit 3.496-4.106 m³/d und für das Jahr 2050 mit 3.128-4.342 m³/d prognostiziert. Auf Basis des deutlich höheren Spitzenfaktors nach DVGW W410 ergeben sich Tagesspitzenabgaben von 4.174-5.097 m³/d im Jahr 2030 und 3.884-5.391 m³/d im Jahr 2050. Die technischen Dargebote (Förder- und Aufbereitungskapazitäten) von rd. 6.000 m³/d decken alle Spitzenbedarfe ab. Nach den aktuellen Wasserrechten (5.500 m³/a) können ebenfalls alle Spitzenbedarfe abgedeckt werden.

#### 4.2.5 Entnahmen Dritter

Als große industrielle Wasserentnahmen sind in Halle die Eigenförderungen der Industriekunden A und B relevant. Industriekunde A hat seit 2016 etwa 400-450.000 m³/a über eigene Brunnen aus dem Grundwasser entnommen. Laut Aussage des Kunden muss aber

bereits ab 2024 mit einer Entnahme von ca. 550.000 m<sup>3</sup>/a gerechnet werden. Im Wasserrechtsantrag der TWO Technische Werke Osning GmbH aus dem Jahr 2015 wird vom Gutachter darauf hingewiesen, dass bereits bei einer Entnahme von 450.000 m<sup>3</sup>/a durch diesen Kunden eine Beeinflussung (Verschiebung) des Einzugsgebiets Bokel zu erwarten ist. Diese Beeinflussung wird sich bei einer Entnahme von 550.000 m<sup>3</sup>/a vermutlich vergrößern, die Auswirkungen auf das Dargebot der Gewinnung Bokel müssten geprüft werden. Der Industriekunde B geht von einer Steigerung der Eigenentnahmen aus dem Grundwasser für die nächsten Jahre aus. Bisher wurden etwa 95.000 m<sup>3</sup>/a entnommen. Der Kunde verfügt jedoch über Wasserrechte bis 250.000 m<sup>3</sup>/a. Eine Beeinflussung des Gewinnungsgebiets Patthorst ist aufgrund der Entfernung auszuschließen (Stellungnahme des Büros Schmidt und Partner, 2024, per E-Mail). Bei Entnahmen in Höhe der aktuellen Wasserrechte ist auch ein Einfluss auf die Gewinnung Tatenhausen nicht zu erwarten, bei zusätzlichen Entnahmen jedoch nicht vollständig auszuschließen. Auch bei weiteren Industrie- und Gewerbebetrieben zeigt sich bereits eine Umstellung von Wasserbezug aus dem öffentlichen Netz zur eigenen Gewinnung, so z.B. im IBV. Diese Entnahmen entlasten zwar die Wasserversorger, dürfen jedoch die Ressourcenverfügbarkeit der Wasserversorgungsunternehmen nicht negativ beeinflussen. In Steinhagen ist nur eine größere industrielle Eigenentnahme mit einer genehmigten Fördermenge von rd. 48.000 m<sup>3</sup>/a verzeichnet. Die tatsächliche Entnahmemenge lag bei maximal 35.000 m<sup>3</sup>/a. In den letzten Jahren haben sich die Entnahmemengen stark rückläufig entwickelt und lagen seit 2015 nur noch bei maximal 4.000 m<sup>3</sup>/a. Es liegen jedoch keine Informationen zur zukünftigen Entwicklung der Entnahme vor. Aufgrund der Lage der Entnahme ist nicht von einer Beeinflussung der Gewinnungen der Gemeindewerke Steinhagen auszugehen.

Nach Berechnungen der Universität Hohenheim im Rahmen des durch den DVGW e.V. finanzierten Forschungsprojekts WatDEMAND wird für den Kreis Gütersloh unter Annahme des RCP 2.6 etwa mit einer Verdopplung und unter Annahme des RCP 8.5 etwa mit einer Verdreifachung des landwirtschaftlichen Bewässerungsbedarfs bis zur Mitte des Jahrhunderts gerechnet. Allerdings sind dies Werte, die aufgrund der klimatischen Wasserbilanz als Zusatzwasserbedarf ermittelt wurden. Sowohl die Wirtschaftlichkeit der Bewässerung als auch die technische Ausstattung der landwirtschaftlichen Betriebe können jedoch nicht vorhergesagt werden. Eine genaue Quantifizierung der zukünftigen Bewässerungsmengen in der Landwirtschaft ist daher zurzeit nicht möglich. Die Projektionen zeigen jedoch eine sehr starke Zunahme der Bewässerungsbedarfe, was auf eine zunehmende Grundwasserentnahme durch die Landwirtschaft zur Bewässerung von Ackerflächen schließen lassen kann. Aufgrund dieser Entwicklungen ist mit einer zunehmenden Nutzungskonkurrenz zwischen öffentlicher Wasserversorgung und Landwirtschaft in Bezug

auf die Nutzung von Grundwasser zu rechnen. Eine negative Beeinflussung der Gewinnungsgebiete der öffentlichen Wasserversorgung durch Grundwasserentnahmen der Landwirtschaft muss ausgeschlossen werden. Die Überwachung der landwirtschaftlichen Entnahmemengen für erteilte Wasserrechte zur Sicherstellung der nachhaltigen Ressourcennutzung wird empfohlen. Wenn weitere Daten zu landwirtschaftlichen Grundwasserentnahmen vorliegen, ist eine genauere Betrachtung in zukünftigen Studien zu empfehlen.

Vor allem für die Stadt Borgholzhausen ist die Eigenversorgung von Privathaushalten relevant. Hier wird jedoch in Zukunft eine weitere Zunahme des Anschlussgrads erwartet, womit die Trinkwasserbedarfe der öffentlichen Wasserversorgung zunehmen, jedoch mögliche Konkurrenzen durch Eigenentnahmen zurückgehen. Aktuell nutzt die Stadt Borgholzhausen andere Grundwasservorkommen als die Eigenversorger, was eine direkte Konkurrenz um die Ressource ausschließt.

### **4.3 Wasserbilanzen**

Der Vergleich der Dargebotsprognose (Tabelle 12) und der Bedarfsprognose (Tabelle 13) für die Stadt Borgholzhausen zeigt für das Szenario 1 (geringster Bedarf und optimistisches Dargebot) eine deutliche Überdeckung des Jahresbedarfs (Abbildung 18). Auch im Szenario 2 liegt der ermittelte Wasserbedarf sowohl 2030 als auch 2050 von rund 302.000 m<sup>3</sup>/a unter dem Dargebot von 420.000 m<sup>3</sup>/a, aber nur geringfügig unter dem ungünstigsten Wasserdargebot (Szenario 3). Die Dargebotsreserve in Szenario 2 ergibt sich vor allem durch die Kapazität des geplanten neuen Brunnens 4. Das Szenario 3 (Kombination des höchsten Bedarfs mit dem ungünstigsten Dargebot) zeigt für Borgholzhausen eine Unterdeckung des Bedarfs um ca. 70.000 m<sup>3</sup>/a im Jahr 2030 und ca. 90.000 m<sup>3</sup>/a im Jahr 2050. Dies geht vor allem auf den in diesem Szenario angenommenen zusätzlichen Bedarf des Gewerbegebietes IBV und der Ortsteile Westbarthausen und Kleekamp zurück, der durch die vorhandenen Förderbrunnen (Annahme in Szenario 3: keine zusätzliche Förderkapazität) nicht gedeckt werden kann.

		2030 [Mio. m <sup>3</sup> /a]			2050 [Mio. m <sup>3</sup> /a]				
		Dargebot			Dargebot				
		Szen. 1	Szen. 2	Szen. 3	Szen. 1	Szen. 2	Szen. 3		
			0,82	0,42	0,32	0,82	0,42	0,32	
Bedarf	Szen. 1	0,27	0,55	0,15	0,05	0,25	0,57	0,17	0,07
	Szen. 2	0,30	0,52	0,12	0,02	0,30	0,52	0,12	0,02
	Szen. 3	0,39	0,43	0,03	-0,07	0,41	0,41	0,01	-0,09

**Abbildung 18: Differenz der Dargebots- und Bedarfsprognosen in Mio. m<sup>3</sup>/a für die Stadt Borgholzhausen im Jahr 2030 (links) und 2050 (rechts)**

Für die Stadt Halle wurde in den Szenarien 1 und 2 ein Wasserbedarf von 1,19 bis 1,56 Mio. m<sup>3</sup>/a ermittelt (Tabelle 14), der jeweils deutlich unter der Summe der Dargebote für die Gewinnungen Tatenhausen und Bokel (2,58-3,35 Mio. m<sup>3</sup>/a, Tabelle 12) liegt (Abbildung 19). Nur im Szenario 3 ergibt sich im Jahr 2050 ein Wasserbedarf von ca. 1,84 Mio. m<sup>3</sup>/a, der annähernd an das nach GROWA22 2011–2020 (Trockenperiode) ermittelte Dargebot von 1,86 Mio. m<sup>3</sup>/a heranreicht.

		2030 [Mio. m <sup>3</sup> /a]			2050 [Mio. m <sup>3</sup> /a]				
		Dargebot			Dargebot				
		Szen. 1	Szen. 2	Szen. 3	Szen. 1	Szen. 2	Szen. 3		
			3,35	2,58	1,86	3,35	2,58	1,86	
Bedarf	Szen. 1	1,37	1,98	1,21	0,49	1,19	2,16	1,38	0,66
	Szen. 2	1,56	1,80	1,02	0,30	1,56	1,80	1,02	0,30
	Szen. 3	1,70	1,66	0,88	0,16	1,84	1,52	0,74	0,02

**Abbildung 19: Differenz der Dargebots- und Bedarfsprognosen in Mio. m<sup>3</sup>/a für die Stadt Halle im Jahr 2030 (links) und 2050 (rechts)**

Ähnlich sind die Ergebnisse für die Gemeinde Steinhagen zu beschreiben. Für die Szenarien 1 und 2 sind die ermittelten Bedarfe (Tabelle 15) ausreichend durch die im jeweiligen Szenario angesetzten Dargebote (Tabelle 12) gedeckt (Abbildung 20). Die Dargebotsreserve von rund 900.000 (Szenario 1) bzw. rund 400.000 m<sup>3</sup>/a (Szenario 2) ermöglicht weiterhin die in der Bilanz bisher nicht berücksichtigte Lieferung nach Bielefeld in Höhe von 100.000 m<sup>3</sup>/a oder an neue Abnehmer, wie z.B. Industrie- oder Gewerbebetriebe. Das Szenario 3, das die Grundwasserneubildung in Trockenphasen (mGROWA 2011–2020) dem Wasserbedarf bei der höchsten prognostizierten Bevölkerungszahl gegenüberstellt, ergab für 2030 und 2050 jeweils eine Unterdeckung von ca. 50.000 bzw. ca. 110.000 m<sup>3</sup>/a. In diesem ungünstigsten Fall wäre eine Lieferung nach Bielefeld in der bisherigen Höhe nicht mehr möglich. Szenario 3

kann für Steinhagen aber nur eingeschränkt verwendet werden, da dort die Dargebotsprognose einheitlich auf einer mGROWA Trockenperiode (abgeleitet von mGROWA RCP8.5) basiert, im Falle von Patthorst aber für die Abschätzung zukünftiger Dargebote ein Wert zwischen mGROWA und GLADIS angesetzt werden sollte (vgl. Kap. 3.3). Im relevanteren Szenario 2 ist die Bilanz etwa ausgeglichen.

		2030 [Mio. m <sup>3</sup> /a]			2050 [Mio. m <sup>3</sup> /a]				
		Dargebot			Dargebot				
		Szen. 1	Szen. 2	Szen. 3	Szen. 1	Szen. 2	Szen. 3		
			1,70	1,32	0,95				
Bedarf	Szen. 1	0,82	0,88	0,50	0,13	0,77	0,94	0,56	0,19
	Szen. 2	0,94	0,77	0,39	0,02	0,96	0,75	0,37	0,00
	Szen. 3	1,01	0,70	0,32	-0,05	1,06	0,64	0,26	-0,11

**Abbildung 20: Differenz der Dargebots- und Bedarfsprognosen in Mio. m<sup>3</sup>/a für die Gemeinde Steinhagen im Jahr 2030 (links) und 2050 (rechts)**

Abbildung 21 zeigt den Vergleich der Tagesspitzenbedarfe aus den verschiedenen Szenarien mit der maximalen Wassermenge, die rechtlich bzw. technisch in dem jeweiligen Versorgungsgebiet produziert werden kann (vgl. Kapitel 3.1.1). In Borgholzhausen ist für die Gewinnung Hamlingdorf die Aufbereitungskapazität im Wasserwerk am Barenberg von 720 m<sup>3</sup>/d limitierend und für die Gewinnung Holland das Wasserrecht der von 440 m<sup>3</sup>/d (Spalte „MIN“). Insgesamt können also maximal 1.160 m<sup>3</sup>/d produziert werden. Dies deckt nur den Tagesspitzenbedarf im Szenario 1 ab, nach Szenario 2 kann es an Spitzentagen zu einer vollständigen Auslastung der Kapazitäten und nach Szenario 3 sogar zu einer Überlastung kommen. Durch eine Erhöhung der Aufbereitungskapazität am Barenberg auf die Höhe des Wasserrechts und des Wasserrechts in Holland auf die Höhe der technischen Förderkapazität könnte jedoch eine Deckung der Tagesspitzenbedarfe für alle drei Szenarien erreicht werden (Spalte „MAX“).

Borgholzhausen, 2030 [Tsd. m <sup>3</sup> /d]				
		Dargebot		
		MAX	MIN	
		1,68	1,16	
Bedarf	Szen. 1	1,06	0,62	0,10
	Szen. 2	1,17	0,51	-0,01
	Szen. 3	1,51	0,17	-0,35

Halle, 2030 [Tsd. m <sup>3</sup> /d]				
		Dargebot		
		MAX	MIN	
		6,96	6,25	
Bedarf	Szen. 1	5,60	1,36	0,65
	Szen. 2	6,35	0,61	-0,10
	Szen. 3	6,93	0,03	-0,68

Steinhagen, 2030 [Tsd. m <sup>3</sup> /d]				
		Dargebot		
		MAX	MIN	
		6,00	5,50	
Bedarf	Szen. 1	3,36	2,64	2,14
	Szen. 2	3,82	2,18	1,68
	Szen. 3	4,11	1,89	1,39

Borgholzhausen, 2050 [Tsd. m <sup>3</sup> /d]				
		Dargebot		
		MAX	MIN	
		1,68	1,16	
Bedarf	Szen. 1	0,95	0,73	0,21
	Szen. 2	1,17	0,51	-0,01
	Szen. 3	1,59	0,09	-0,43

Halle, 2050 [Tsd. m <sup>3</sup> /d]				
		Dargebot		
		MAX	MIN	
		6,96	6,25	
Bedarf	Szen. 1	4,88	2,08	1,37
	Szen. 2	6,36	0,60	-0,11
	Szen. 3	7,51	-0,55	-1,26

Steinhagen, 2050 [Tsd. m <sup>3</sup> /d]				
		Dargebot		
		MAX	MIN	
		6,00	5,50	
Bedarf	Szen. 1	3,13	2,87	2,37
	Szen. 2	3,90	2,10	1,60
	Szen. 3	4,34	1,66	1,16

**Abbildung 21: Vergleich der prognostizierten Tagesspitzenbedarfe mit den rechtlichen und technischen Tageskapazitäten in Tsd. m<sup>3</sup>/d**

In Halle wird die täglich maximal erreichbare Wassermenge („MIN“) von den Wasserrechten in den Gewinnungen Bokel und Tatenhausen von zusammen 6.250 m<sup>3</sup>/d bestimmt. Sie liegt unter den Tagesspitzenbedarfen der Szenarien 2 und 3. Durch eine Erhöhung der Wasserrechte auf die Höhe der täglichen Aufbereitungskapazität im Wasserwerk Tatenhausen („MAX“) könnte eine Abdeckung aller Tagesspitzenbedarfe mit Ausnahme des Spitzentages im Jahr 2050 nach Szenario 3 erreicht werden.

Die Gemeindewerke Steinhagen erreichen sowohl mit der technischen Förderkapazität von 5.500 m<sup>3</sup>/d („MIN“) als auch mit der etwas höheren täglich genehmigten Fördermenge von 6.000 m<sup>3</sup>/d („MAX“) eine deutliche Überdeckung der prognostizierten Tagesspitzenbedarfe. Selbst nach Abzug der Lieferung an die Stadtwerke Bielefeld in Höhe von ca. 300 m<sup>3</sup>/d wären noch alle Tagesspitzenbedarfe abgedeckt.

**Tabelle 12: Dargebotsprognose für die Gewinnungen in Borgholzhausen, Halle und Steinhagen in m³/a.**

		Borgholzhausen				Halle			Steinhagen
		Br1-3	Br4	Holtfeld	Summe	Bokel	Tatenhausen	Summe	Patthorst
Szenario1	2030	320.000	100.000	400.000	820.000	1.206.263	2.148.504	3.354.767	1.704.356
	2050	320.000	100.000	400.000	820.000	1.206.263	2.148.504	3.354.767	1.704.356
Szenario2	2030	320.000	100.000		420.000	924.063	1.654.918	2.578.981	1.323.930
	2050	320.000	100.000		420.000	924.063	1.654.918	2.578.981	1.323.930
Szenario3	2030	320.000			320.000	665.325	1.191.541	1.856.866	953.230
	2050	320.000			320.000	665.325	1.191.541	1.856.866	953.230

**Tabelle 13: Wasserbedarfsprognose Borgholzhausen in m³/a.**

		Pro-Kopf-Bedarf (Referenz)	Pro-Kopf Prognose	Bevölkerungsprognose	Anschlussgrad	Gesamtbedarf Haushalt	IBV	Sonstiges Gewerbe	Gesamtbedarf Gewerbe	Summe	Verluste + Eigenbedarf	Summe + Verluste + Eigenbedarf
Szenario 1	2030	43,6905	37,4	9.140	0,63	215.100	25.000	25.000	50.000	265.100	0,032	273.583
	2050	43,6905	33,2	8.970	0,63	187.644	25.000	25.000	50.000	237.644	0,032	245.248
Szenario 2	2030	43,6905	41,5	9.285	0,63	242.951	25.000	25.000	50.000	292.951	0,032	302.325
	2050	43,6905	40,5	9.505	0,63	242.330	25.000	25.000	50.000	292.330	0,032	301.685
Szenario 3	2030	43,6905	43,7	9.430	0,76	313.121	40.000	25.000	65.000	378.121	0,032	390.221
	2050	43,6905	43,7	10.040	0,76	333.376	40.000	25.000	65.000	398.376	0,032	411.124

**Tabelle 14: Wasserbedarfsprognose Halle in m³/a.**

		Pro-Kopf-Bedarf (Referenz)	Pro-Kopf Prognose	Bevölkerungsprognose	Anschlussgrad	Gesamtbedarf Haushalt	Industrie-kunden A und B	sonstiges Gewerbe	Gesamtbedarf Gewerbe	Summe	Verluste + Eigenbedarf	Summe + Verluste + Eigenbedarf
Szenario 1	2030	45,114	38,6	21.013	0,95	769.997	365.000	100.000	465.000	1.234.997	0,110	1.370.847
	2050	45,114	34,3	19.967	0,98	670.909	305.000	100.000	405.000	1.075.909	0,110	1.194.259
Szenario 2	2030	45,114	42,9	21.512	0,95	876.425	425.000	100.000	525.000	1.401.425	0,110	1.555.582
	2050	45,114	41,8	21.429	0,98	877.521	425.000	100.000	525.000	1.402.521	0,110	1.556.798
Szenario 3	2030	45,114	45,1	22.010	0,95	943.311	485.000	100.000	585.000	1.528.311	0,110	1.696.425
	2050	45,114	45,1	22.890	0,98	1.012.006	545.000	100.000	645.000	1.657.006	0,110	1.839.277

**Tabelle 15: Wasserbedarfsprognose Steinhagen in m³/a.**

		Pro-Kopf-Bedarf (Referenz)	Pro-Kopf Prognose	Bevölkerungsprognose	Anschlussgrad	Gesamtbedarf Haushalt	Gewerbe	Summe	Verluste + Eigenbedarf	Summe + Verluste + Eigenbedarf
Szenario 1	2030	44,968	38,4	19.930	0,96	735.611	20.000	755.611	0,090	823.316
	2050	44,968	34,2	19.497	0,98	652.997	50.000	702.997	0,090	766.266
Szenario 2	2030	44,968	42,7	20.420	0,96	837.992	20.000	857.992	0,090	935.211
	2050	44,968	41,7	20.254	0,98	826.719	50.000	876.719	0,090	955.624
Szenario 3	2030	44,968	45,0	20.910	0,96	902.670	20.000	922.670	0,090	1.005.710
	2050	44,968	45,0	21.010	0,98	925.882	50.000	975.882	0,090	1.063.712

## 5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Sowohl die Prognosen der Grundwasserdargebots- als auch der Trinkwasserbedarfssituation sind von einer Vielzahl von Einflussfaktoren und Annahmen abhängig, die teilweise selbst großen Unsicherheiten bei der zukünftigen Entwicklung unterliegen. Die Eintrittswahrscheinlichkeiten unterschiedlicher Klimaszenarien oder Bevölkerungsvorausberechnung können nicht angegeben werden, da die Entwicklung dieser Faktoren teilweise auch von unvorhersagbaren Ereignissen wie politischen Entscheidungen abhängig ist. Deshalb bedient man sich im Rahmen von Dargebots- und Bedarfsprognosen Szenarien, die die Spannbreite möglicher Entwicklungen unter Annahme bestimmter Rahmenbedingungen angeben. Im Rahmen dieses Projekts wurden Daten zu den unterschiedlichen Einflussfaktoren ausgewertet und gemeinsam mit den Auftraggebern sinnvolle und realistische Szenarien gebildet, die die zukünftige Entwicklung der Ressourcenverfügbarkeit und des Trinkwasserbedarfs abbilden. Hierbei wurden bewusst optimistische und pessimistische Szenarien gewählt um die Auswirkungen unterschiedlicher betrieblicher Entscheidungen (Erschließung neuer Gewinnungen, Versorgung von Industriekunden etc.) beurteilen und die Versorgungssituation sowohl bei normalen als auch Extremsituationen (Trocken- und Hitzeperiode) analysieren zu können.

Für die drei Versorgungsgebiete zeigen sich beim Trinkwasserbedarf aus dem öffentlichen Netz unterschiedliche Entwicklungen. Muss in Halle sehr wahrscheinlich von steigenden Trinkwasserbedarfen ausgegangen werden, so bleiben diese in Borgholzhausen etwa gleich oder steigen an und in Steinhagen sinken sie tendenziell eher.

Die Projektionen der Grundwasserdarangebote lassen für die langjährigen Mittelwerte für alle Gewinnungsgebiete Darangebote erwarten, die im Bereich der heutigen Darangebote oder darüber liegen. Kritisch werden in Zukunft vor allem die Trockenperioden, welche besonders im Gewinnungsgebiet Tatenhausen zu Einschränkungen bei der Wasserförderung führen können.

Je nach tatsächlicher Planung zu weiteren Abnehmern und der Erweiterung der Kapazitäten kann der Ausbau der gegenseitigen Belieferung mit Trinkwasser zwischen Borgholzhausen, Halle und Steinhagen, vor allem von Steinhagen nach Halle eine Möglichkeit sein, die zusätzlichen Bedarfe zu decken und die Trinkwasserversorgung sicherzustellen.

In Borgholzhausen und in Halle sollten Maßnahmen entwickelt werden, wie man den steigenden Tagesspitzenbedarfen z.B. durch die Erhöhung von Förder-, Aufbereitungs- oder Speicherkapazitäten begegnen kann.

## 6 Literatur

- Bathiany, S., Pfeifer, S., Rechid, D. (2021): GERICS Klimaausblicke für Landkreise. Datensatz (Version 1.0), World Data Center for Climate (WDCC) at DKRZ.
- Baumgarten, C., Rechenberg, J., Richter, S., Chorus, I., Vigelahn, L., Schmoll, O. (2014): Wassersparen in Privathaushalten: sinnvoll, ausgereizt übertrieben? – Fakten, Hintergründe, Empfehlungen. Hrsg. Umweltbundesamt.
- Boeing & Marx (2022): Klimafolgenstudie für das DVGW-Innovationsprogramm „Zukunftsstrategie Wasser“. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (Hrsg.), Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ, Leipzig 2022.
- Borgholzhausen (2018): Wasserversorgungskonzept für die Stadt Borgholzhausen gem. § 38 Absatz 3 LWG. Borgholzhausen, Mai 2018.
- Brienen, S.; Walter, A.; Brendel, C.; Fleischer, C.; Ganske, A.; Haller, M.; Helms, M.; Höpp, S.; Jensen, C.; Jochumsen, K.; Möller, J.; Krähenmann, S.; Nilson, E.; Rauthe, M.; Razafimaharo, C.; Rudolph, E.; Rybka, H.; Schade, N. & Stanley, K. (2020): Klimawandelbedingte Änderungen in Atmosphäre und Hydrosphäre: Schlussbericht des Schwerpunktthemas Szenarienbildung (SP-101) im Themenfeld 1 des BMVI-Expertenetzwerks. 157 Seiten. DOI: 10.5675/ExpNBS2020.2020.02
- Chmielewski, Frank-M. (2011): Der Einfluss des Klimawandels auf den Wirtschaftssektor Landwirtschaft. In: von Storch, H./Claussen, M. (2011): Klimabericht für die Metropolregion Hamburg, Springer.
- Dige, G., et al. (2015): Pricing and non-pricing measures for managing water demand in Europe (No. 3415). Technical Report. Service Contract, European Environment Agency.
- DVGW (2022): Auswirkungen des Klimawandels auf das Wasserdargebot Deutschlands – Überblick zu aktuellen Ergebnissen der deutschen Klimaforschung. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., Bonn, August 2022.
- Dworak, T., et al. (2007): EU water saving potential (Part 1-Report).
- European Environment Agency (Hrsg.)(2017): Pricing and non-pricing measures for managing water demand in Europe, Service Contract No 3415/B2015/EEA.56130 for the European Environment Agency.
- Frondel, M., Niehues, D. A., & Sommer, S. (2021): Wasserverbrauch privater Haushalte in Deutschland: eine empirische Mikroanalyse. Zeitschrift für Wirtschaftspolitik, 70(3), 230-254
- Halle (2017): Wasserversorgungskonzept für die Stadt Halle (Westf.) gem. § 38 Absatz 3 LWG. Halle, Januar 2017.
- Herber, W., Wagner, H., & Roth, U. (2008): Die Wasserbedarfsprognose als Grundlage für den Regionalen Wasserbedarfsnachweis der Hessenwasser GmbH & Co. KG. gwf Wasser Abwasser, 149(5), 426-433.
- Hillenbrand, T., Schleich, J. (2009): Determinanten der Wassernachfrage in Deutschland. energie-wasser-praxis, Vol. 6, p. 38-42
- Krähenmann, S. (2019): Statistisches Downscaling und BIAS-Adjustierung der EURO-CORDEX-Simulationen über dem HYRAS-Gebiet.
- LANUV (2020): LANUV-Fachbericht 106: Methoden zur Ermittlung der Grundwasserneubildung in NRW im Kontext wasserrechtlicher Verfahren – Synthesebericht zum Workshop vom 11. und 27. März 2020 im LANUV. Landesamt

für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen 2020.

- LANUV (2021): LANUV-Fachbericht 110, Teil IIa: Modellierung des Wasserhaushalts in Nordrhein-Westfalen mit mGROWA. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen 2021.
- LAWA (2020): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft – Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder 2020. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).
- Liehr, S., Schulz, O., Kluge, T., Sunderer, G., & Wackerbauer, J. (2016): Aktualisierung der integrierten Wasserbedarfsprognose für Hamburg bis zum Jahr 2045. Teil, 1. gwf Wasser Abwasser, 2/2016, 156-165.
- Liu, A.; Giurco, D., Mukheibir, P. (2015): Motivating metrics for household water-use feedback. Resources, Conversation and Recycling 103, S. 29-46.
- Neunteufel, R., Richard, L., Perfler, R. (2010): Studie - Wasserverbrauch und Wasserbedarf (Teil 1: Literaturstudie zum Wasserverbrauch- Einflussfaktoren, Entwicklung und Prognosen). Hrsg. Lebensministerium, Wien.
- Oelmann, M., Haneke, C. (2008): Herausforderungen demographischer Wandel : Tarifmodelle als Instrument der Nachfragestabilisierung in der Wasserversorgung. Netzwirtschaften & Recht : N & R, Vol. 5.2008, 4, p. 188-194.
- Otaki, Y., Ueda, K., Skura, O. (2016): Effects of feedback about community water consumption on residential water conservation. Journal of Cleaner Production, 143, S. 719-730.
- Reynaud, A. (2015): Modelling Household Water Demand in Europe – Insights from a Cross-Country Econometric Analysis of EU-28 countries. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability.
- Schimmelpfennig S., Anter J., Claudia, Lange S., Röttcher K., Bittner F. (2017): Bewässerung in der Landwirtschaft. Fachtagung am 11./12.09.2017 in Suderburg. Thünen Working Paper, Band 85, Braunschweig, 161 S.
- Schleich, J., & Hillenbrand, T. (2009): Determinants of residential water demand in Germany. Ecological economics, 68(6), 1756-1769.
- Schleich, J., & Hillenbrand, T. (2019): Water demand responds asymmetrically to rising and falling prices (No. S03/2019). Working Paper Sustainability and Innovation.
- Statistisches Bundesamt (2020): Gemüseanbau 2019: Erntemenge um 13 % gegenüber 2018 gestiegen. [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/03/PD20\\_099\\_412.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/03/PD20_099_412.html) (Stand 23.02.2024).
- Steinhagen (2018): Wasserversorgungskonzept für die Gemeinde Steinhagen gem. § 38 Absatz 3 LWG. Steinhagen, Juni 2018.
- Umweltbundesamt (2014): Wassersparen in Privathaushalten: sinnvoll, ausgereizt, übertrieben? Fakten, Hintergründe, Empfehlungen. Dessau-Roßlau.
- Yildiz, Ö., Ansmann, T. (2019): Nachfrageprognose und Wasserverbrauchssteuerung in Haushalten in Zeiten von Klimawandel und Digitalisierung. WasserWirtschaft, 2019(1), 19-24.