

**Alternativenprüfung für die Stadt Bremen  
im Verfahren zur Festsetzung  
abweichender Bewirtschaftungsziele nach § 30 WHG  
im Zusammenhang mit dem  
Wasserrechtsverfahren für das Wasserwerk Panzenberg  
des Trinkwasserverbandes Verden**

Auftraggeber: swb Vertrieb Bremen GmbH

Bearbeiter: Dipl. Ing. (FH) C. Rüppel  
M. Sc. Geogr. M. Bönig

Datum: 12.12.2019

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Veranlassung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Versorgungsgebiet und Trinkwasserbedarf</b>	<b>1</b>
2.1	Trinkwasserversorgung	1
2.2	Wasserbedarf	4
2.3	Reduzierung Wasserbedarf	6
2.4	Sicherung der bestehenden Trinkwasservorkommen in Bremen	7
<b>3</b>	<b>Alternativenprüfung</b>	<b>8</b>
3.1	Vorgehensweise	8
3.2	Nutzung von Oberflächenwasser (Weser)	10
3.3	Nutzung von Grau- und Regenwasser	13
3.4	Nutzung regionaler Grundwasservorkommen in Bremen	14
3.4.1	Fördererhöhung aus den Fassungsanlagen Blumenthal und Vegesack	14
3.4.2	Betrachtung weiterer Grundwasservorkommen Stadtgebiet Bremen	16
3.5	Wasserbezug aus anderen Wasserwerken	17
3.5.1	Wasserwerke Langen, Leherheide und Bexhövede	17
3.5.2	Wasserwerk „An den Graften“	20
3.6	Aufstockung der Bezugsmengen bestehender Lieferverträge	20
<b>4</b>	<b>Gesamtbetrachtung</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>23</b>

## **VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN**

Abb. 1: Übersicht des Trinkwasserversorgungssystems der Stadt Bremen mit Darstellung der Harzwasserleitung (Quelle: swb Vertrieb Bremen GmbH, Harzwasserwerke GmbH) .....	2
Abb. 2: Wasserbezugsmenge der swb Vertrieb Bremen GmbH unterschieden nach den Wasserzulieferern (2012-2018).....	3
Abb. 3: Wasserbezugsmengen der swb Vertrieb Bremen GmbH (1999-2018).....	4
Abb. 4: Bevölkerungsvorausberechnung für die Stadt Bremen (Quelle: Statistisches Landesamt Bremen).....	5
Abb. 5: Ganglinie der elektrischen Leitfähigkeit an der Messstation Bremen-Hemelingen (2013-2018) .....	10
Abb. 6: Lage der Fassungsanlagen und der Wassereinzugsgebiete .....	15
Abb. 7: Bewertung der Grundwasservorkommen Stadtgebiet Bremen (GDfB, 2016) .....	16
Abb. 8: Naturschutzfachlich sensible Bereiche zwischen Bremerhaven und Bremen.....	19

## **VERZEICHNIS DER TABELLEN**

Tab. 1: Vertraglich zugesicherte Maximalmengen der swb Vertrieb Bremen GmbH (Stand 01.01.2019) .....	2
Tab. 2: Zukünftiger Wasserbedarf der swb Vertrieb Bremen GmbH.....	5
Tab. 3: Betrachtete Alternativmaßnahmen (PK=Prüfkriterium) .....	21

## **VERZEICHNIS DER ANLAGEN**

Anlage 1: Anforderungen an die Wasserqualität aus Sicht der Nahrungsmittelindustrie, Schreiben von ABInBev, Brauerei Beck GmbH & Co. KG	
Anlage 2: Untersuchungsumfang und Beschaffenheit Weserwasser (Auszug aus der Oberflächengewässerdatenbank der SUBV Bremen)	
Anlage 3: Technisch-ökonomische Erstabschätzung der Verhältnismäßigkeit einer Nutzung alternativer Wasserressourcen zur Versorgung der Stadt Bremen (IWW 2019)	
Anlage 4: Kostenkalkulation Trinkwasserlieferung von Bremerhaven nach Bremen	

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BTEX:	Abkürzung für die aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol, Ethylbenzol und die Xylole.
EU-WRRL:	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
FFH:	Flora, Fauna, Habitat
GDfB:	Geologischer Dienst für Bremen
HWV:	Harzwasserwerke GmbH
MU:	Umweltministerium
MTBE:	2-Methoxy-2-methylpropan, ausgeschrieben auch Methyl-tertbutylether, ist eine organisch-chemische Verbindung aus der Stoffgruppe der aliphatischen Ether. Verwendung als Zusatzstoff in Ottokraftstoffen sowie als Lösungsmittel in der organischen Chemie.
NWG:	Niedersächsisches Wassergesetz
OOWV:	Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband
PAK:	polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, z.B. Benzo(a)pyren
PFAS:	Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen
RdErl.:	Runderlass
SUBV:	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Stadt Bremen
TGG:	Trinkwassergewinnungsgebiet
TrinkwV:	Trinkwasserverordnung
TV:	Trinkwasserverband
UV:	Ultraviolett-Strahlung
WEG:	Wassereinzugsgebiet
WHG:	Wasserhaushaltsgesetz
WSG:	Wasserschutzgebiet
WW:	Wasserwerk

## 1 Veranlassung

Die swb Vertrieb Bremen GmbH als 100%iges Tochterunternehmen der swb AG ist verantwortlich für die öffentliche Trinkwasserversorgung der Stadt Bremen. Zur Sicherstellung des Wasserbedarfs erfolgt eine Trinkwassergewinnung aus den Fassungsanlagen Blumenthal und Vegesack. Hierüber können knapp 20 % des Wasserbedarfs gedeckt werden. Der Großteil der Trinkwasserversorgung wird über Wasserlieferungen aus dem niedersächsischen Umland sichergestellt. Im Jahr 2018 lag die bezogene Trinkwassermenge für die Stadt Bremen bei 32,48 Mio. m<sup>3</sup>. Davon wurden 9,70 Mio. m<sup>3</sup> vom Trinkwasserverband (TV) Verden über die Wasserwerke (WW) Panzenberg und Wittkoppenberg bezogen. Im Jahr 2018 wurden die vertraglich zugesicherten Mengen am WW Panzenberg von 8,0 Mio. m<sup>3</sup>/a vollständig ausgenutzt. Das WW Panzenberg stellt somit eine wichtige Stütze für die Trinkwasserversorgung der Stadt Bremen dar.

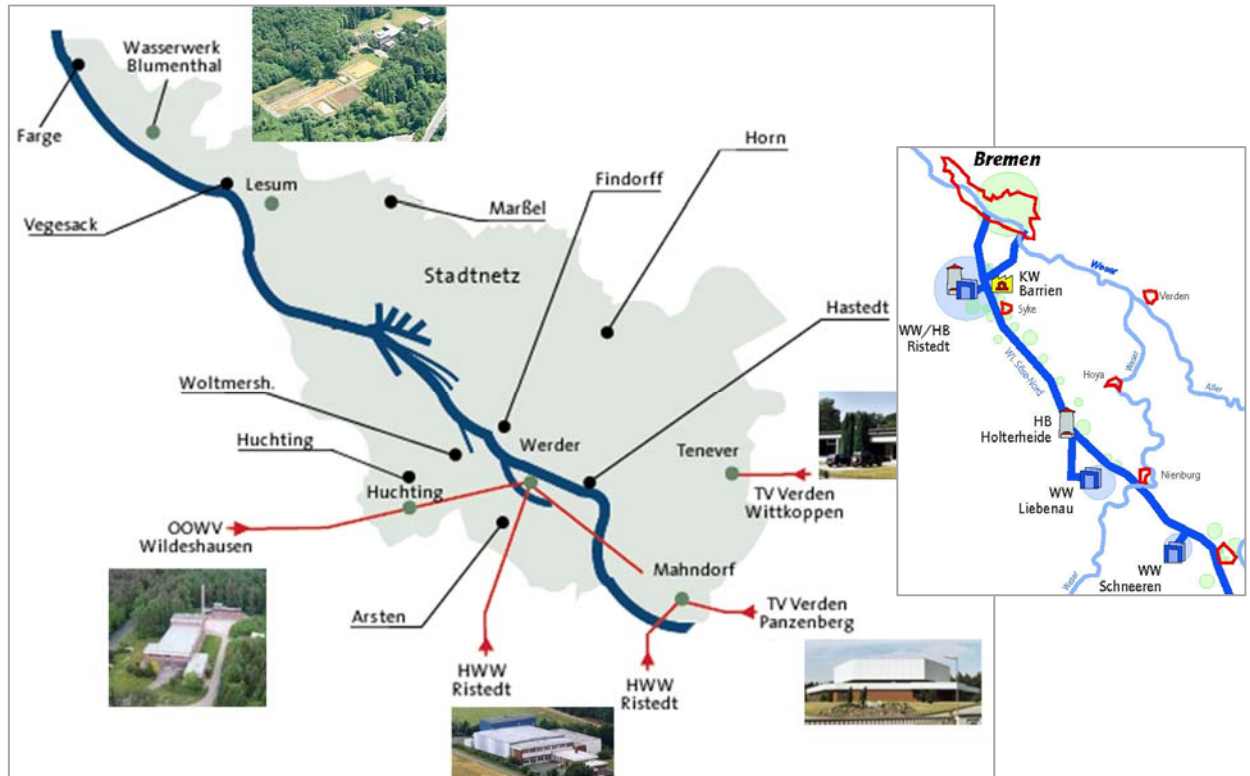
Für die Fortführung der Entnahme am WW Panzenberg wird derzeit ein wasserrechtliches Bewilligungsverfahren beim Landkreis Verden durchgeführt. Nach Auswertung der hydrogeologischen, bodenkundlichen und naturschutzfachlichen Unterlagen können Beeinträchtigungen durch die Grundwasserentnahme, insbesondere für den Halsebach nicht ausgeschlossen werden. Die Trinkwasserversorgung stellt im Kontext abweichender Bewirtschaftungsziele einen Belang von übergeordnetem öffentlichem Interesse dar. Im Hinblick auf die Bewirtschaftungsziele des Halsebach sind daher abweichende Bewirtschaftungsziele zu prüfen.

Voraussetzung für die Festlegung abweichender Bewirtschaftungsziele ist, dass keine Alternativen umsetzbar sind, die eine wesentliche bessere Umweltoption darstellen und wirtschaftlich zumutbar sind. Im Folgenden werden die möglichen Alternativen für die Stadt Bremen vor dem Hintergrund des erforderlichen Wasserbedarfs aufgeführt und bewertet. Die Alternativenprüfung für die Stadt Bremen erfolgte im Auftrag der swb Vertrieb Bremen GmbH durch das Büro Gerjes Ingenieure GmbH.

## 2 Versorgungsgebiet und Trinkwasserbedarf

### 2.1 Trinkwasserversorgung

Das Trinkwasserversorgungsgebiet der swb Vertrieb Bremen GmbH umfasst das Stadtgebiet Bremen mit einer Fläche von rund 325 Quadratkilometern. Insgesamt werden rund 569.000 Menschen mit Trinkwasser versorgt (Statistisches Landesamt, 2018). Die Trinkwasserversorgung wird über das WW Blumenthal mit seinen Fassungsanlagen in den Trinkwassergewinnungsgebieten (TGG) Blumenthal und Vegesack sowie über Wasserzulieferer aus dem niedersächsischen Umland sichergestellt. In Abbildung 1 ist das Trinkwasserversorgungssystem der Stadt Bremen dargestellt.



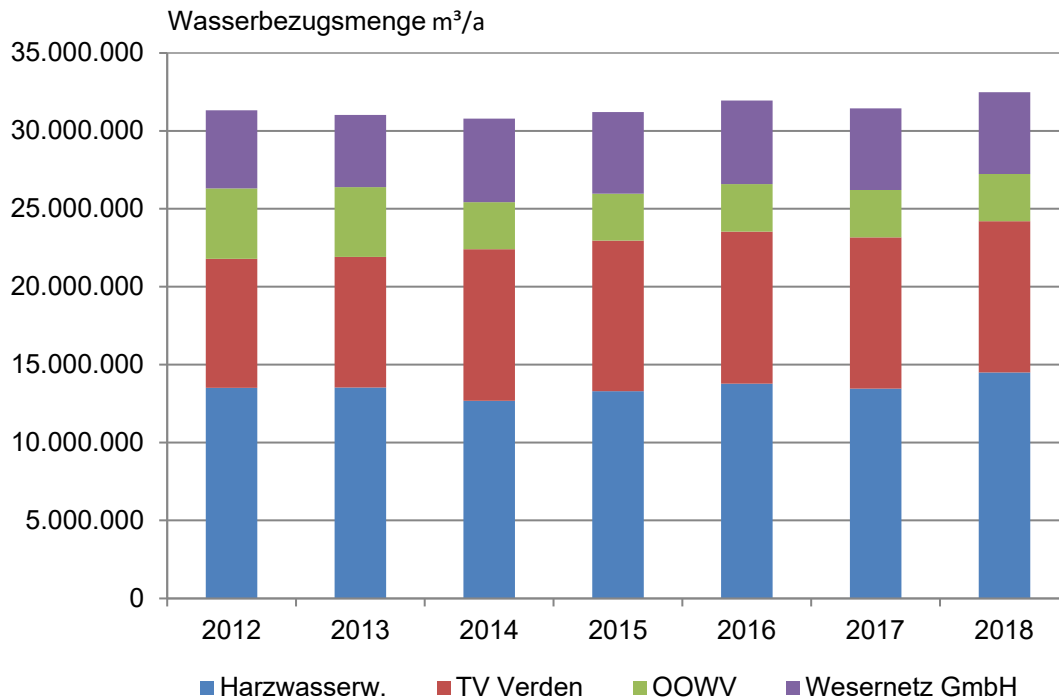
**Abb. 1: Übersicht des Trinkwasserversorgungssystems der Stadt Bremen mit Darstellung der Harzwasserleitung (Quelle: swb Vertrieb Bremen GmbH, Harzwasserwerke GmbH)**

Das Trinkwasserverteilungsnetz und das WW Blumenthal werden von der wesernetz Bremen GmbH, einer Tochtergesellschaft der swb AG, betrieben. Aus dem WW kann eine vertraglich zugesicherte Trinkwassermenge von maximal 5,5 Mio. m<sup>3</sup>/a an die swb Vertrieb Bremen GmbH abgegeben werden. Die Wasserlieferungen aus dem niedersächsischen Umland erfolgen über den Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverband (OOWV), die Harzwasserwerke GmbH (HWW) und den Trinkwasserverband (TV) Verden. In Tabelle 1 sind die vertraglich zugesicherten Maximalmengen für die Stadt Bremen aufgeführt.

**Tab. 1: Vertraglich zugesicherte Maximalmengen der swb Vertrieb Bremen GmbH (Stand 01.01.2019)**

Wasserlieferung	Menge in m <sup>3</sup> /a
wesernetz Bremen GmbH / WW Blumenthal	5.500.000
OOWV / WW Wildeshausen	3.500.000
Harzwasserwerke GmbH / Hochbehälter Holterheide (WW Ristedt)	6.000.000
Harzwasserwerke GmbH / WW Ristedt	9.000.000
TV Verden / WW Panzenberg	8.000.000
TV Verden / WW Wittkoppenberg	1.750.000
<b>Liefermenge gesamt</b>	<b>33.750.000</b>

In Abbildung 2 sind die Wasserbezugsmengen von 2012 bis 2018 unterschieden nach den Wasserzulieferern dargestellt.

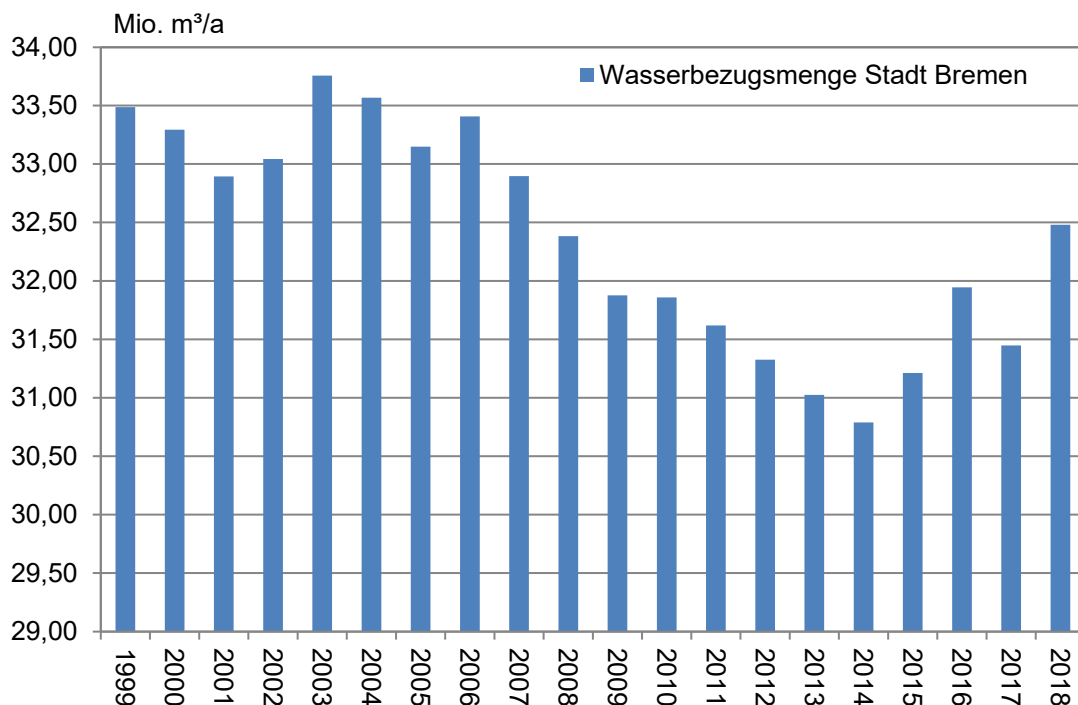


**Abb. 2: Wasserbezugsmenge der swb Vertrieb Bremen GmbH unterschieden nach den Wasserzulieferern (2012-2018)**

In den letzten 5 Jahren (2014-2018) lag die von der swb Vertrieb Bremen GmbH bezogene durchschnittliche Bezugsmenge für das Stadtgebiet Bremen bei 31,58 Mio. m<sup>3</sup>/a. Der Anteil aus der eigenen Trinkwassergewinnung über das WW Blumenthal schwankte zwischen 16 und 18 %. Auf den OOWV entfielen in diesem Zeitraum im Mittel etwa 3,03 Mio. m<sup>3</sup>/a und auf die Harzwasserwerke GmbH 13,54 Mio. m<sup>3</sup>/a. Vom TV Verden wurden im Mittel 9,71 Mio. m<sup>3</sup>/a geliefert. Das WW Panzenberg trug im Mittel einen Anteil von 25 % an der gesamten Bezugsmenge.

In der Abbildung 2 spiegeln sich die vertraglich zugesicherten Mengen wider. Innerhalb der vertraglichen Liefervereinbarungen sind in Hinblick auf die Trinkwasserbezüge Schwankungen möglich. Sie können sich bei rückläufigen Liefermengen anderer Versorger ergeben, wie es beispielsweise im Jahr 2014 für die Wasserbezüge vom OOWV der Fall war, die durch Mehrmengen aus Panzenberg kompensiert werden mussten.

Durch effiziente Wasserverwendung und Wassersparmaßnahmen konnte der Pro-Kopf-Verbrauch in Bremen in den letzten Jahren deutlich gesenkt werden (Kap. 2.3). Dies spiegelt sich auch in den abnehmenden Wasserbezugsmengen der vergangenen Jahre wider, die in Abbildung 3 für die swb Vertrieb Bremen GmbH dargestellt sind.



**Abb. 3: Wasserbezugs Mengen der swb Vertrieb Bremen GmbH (1999-2018)**

Bis 2006 lagen die Wasserbezugs Mengen über 33,0 Mio. m³/a. Danach sind die Wasserbezugs Mengen bis 2014 kontinuierlich auf 30,8 Mio. m³/a zurückgegangen. Seit 2015 ist ein leichter Anstieg der Wasserbezugs Mengen zu verzeichnen, der im Wesentlichen auf den Bevölkerungszuwachs zurückzuführen ist (Abb. 4).

## 2.2 Wasserbedarf

In der Wasserbedarfsprognose für das WW Panzenberg muss der Wasserbedarf für die Stadt Bremen berücksichtigt werden. Vor diesem Hintergrund wurde der zukünftige Wasserbedarf für die Stadt Bremen entsprechend der Vorgaben des NWG (RdErl. d. MU vom 29.5.2015 Az.:23-62011/010, Mengenmäßige Bewirtschaftung des Grundwassers) ermittelt. Die Durchführung der Wasserbedarfsberechnung erfolgte unter Berücksichtigung des derzeitigen Wasserbezugs und notwendiger Sicherheitszuschläge. Grundlage für die Berechnung des zukünftigen Bedarfs ist die höchste Bezugsmenge im Versorgungsgebiet der letzten drei Jahre vor Aufstellung der Bedarfsprognose. Betrachtet wurden die Jahre 2016 bis 2018. Für die Bedarfsprognose wurde das Jahr 2017 zugrunde gelegt, obwohl die Gesamtbezugsmenge im Jahr 2016 höher lag. Begründung hierfür, ist der Weggang von drei Großkunden (Coca-Cola, Kellogg, Stadtwerke Osterholz), deren Bezugsmengen im Jahr 2016 noch enthalten waren. Das Jahr 2018 wurde nicht für die Bedarfsprognose herangezogen, da es sich um ein Trockenjahr handelte. Die Bedarfsprognose für die Stadt Bremen ist in Tabelle 2 dargestellt.

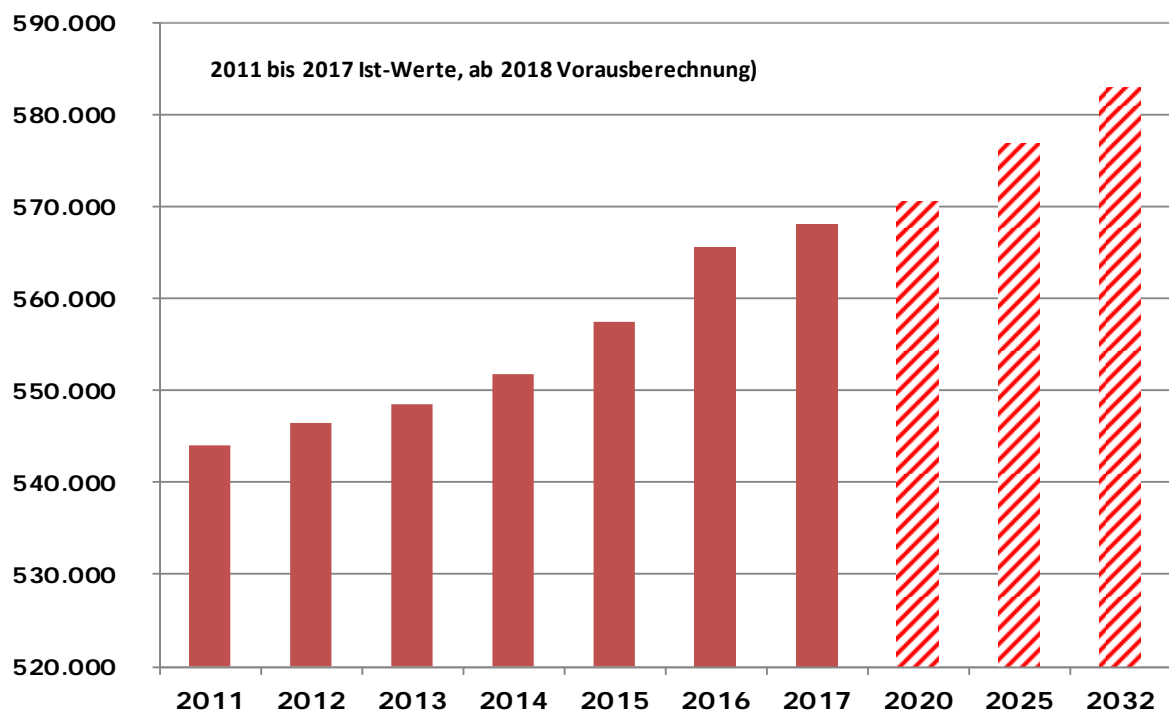


**Tab. 2: Zukünftiger Wasserbedarf der swb Vertrieb Bremen GmbH**

Höchste Bezugsmenge in den letzten 3 Jahren (Bezugsjahr 2017)	m³/a
Bezugsmenge 2017	<b>31.447.048</b>
+ 10 % Sicherheitszuschlag	3.144.705
+ 5 % Trockenjahreszuschlag	1.572.352
<b>Zwischensumme</b>	<b>36.164.105</b>
<u>Sonderbedarf Gewerbe/Industrie/neues Versorgungsgebiet</u>	
Reserve für eine Industrieansiedlung	500.000
Anstieg Bevölkerung bis 2030 (+20.000 Einwohner)	850.000
<b>Zwischensumme</b>	<b>1.350.000</b>
<b>Gesamtbedarf</b>	<b>37.514.105</b>

Die Rohrnetzverluste werden nicht aufgeführt, weil für die Berechnung des Wasserbedarfs die Bezugsmenge der jeweiligen Wasserlieferanten zugrunde gelegt wurde und nicht die Absatzmenge (Verbrauchsmenge an den Endkunden). Die Bezugsmenge entspricht somit der Netzeinspeisungsmenge und berücksichtigt bereits die Rohrnetzverluste. Da die swb Vertrieb GmbH allein für den Vertrieb zuständig ist, müssen keine Eigenverbrauchsmengen berücksichtigt werden.

Einw.



**Abb. 4: Bevölkerungsvorausberechnung für die Stadt Bremen (Quelle: Statistisches Landesamt Bremen)**

Neben den Sicherheitszuschlägen gemäß Runderlass des Umweltministeriums wurden bei der Bedarfsprognose eine Reserve für eine Industrieansiedlung sowie ein Anstieg der Bevölkerung berücksichtigt. Die Entwicklung der Einwohnerzahl bis 2017 und die Vorausberechnung bis 2032 sind der Abbildung 4 zu entnehmen. Die Reserve für eine Industrieansiedlung wurde unter Berücksichtigung der noch verfügbaren Gewerbe- bzw. Industrieflächen abgeleitet. In den Gewerbegebieten stehen etwa 105 ha städtische Flächen zur Verfügung (WFB, 2018). Im Jahr 2017 wurden über die Wirtschaftsförderung Bremen GmbH knapp 57 ha neu vermarktet (WFB, 2018).

Der Weggang von drei Großkunden (Coca-Cola, Kellog, Stadtwerke Osterholz) hat im Jahr 2017 zu einem Rückgang der Bezugsmenge in Summe von 600.000 m<sup>3</sup>/a geführt. Unter Berücksichtigung der zugesicherten Bezugsmengen (Tab. 1) und dem Gesamtbedarf der Stadt Bremen (Tab. 2) ergibt sich ein Wasserbezugsdefizit von 3.764.105 m<sup>3</sup>/a. Das Defizit liegt um knapp 620.000 m<sup>3</sup> höher als der Sicherheitszuschlag.

## 2.3 Reduzierung Wasserbedarf

Durch effiziente Wasserverwendung sowie die Umsetzung von Maßnahmen zur Regenwassernutzung und Trinkwassereinsparung konnte der Pro-Kopf-Verbrauch in Bremen in den letzten Jahren deutlich gesenkt werden und liegt nun mit 121 Litern je Einwohner und Tag unter dem bundesdeutschen Durchschnitt von 123 Litern (DESTATIS, 2017). Die Stadt Bremen verfolgt weiterhin das Ziel Trinkwasser sparsam zu verwenden und ihren Wasserbedarf weiter zu reduzieren. In diesem Zusammenhang fördert das Land Bremen seit mehreren Jahren erfolgreich Projekte zum bewussten Umgang mit Trinkwasser und zur Trinkwassereinsparung in Firmen und öffentlichen Einrichtungen. Im Zuge der Projekte konnten in den Jahren 2014 bis 2018 insgesamt rund 3.500 Wasserentnahmestellen in öffentlichen Einrichtungen der Stadt in Hinblick auf ihr Wassersparpotential bewertet werden. Im Mittel kann rund ein Viertel der Wasserverbräuche eingespart werden. Dies entspricht etwa dem jährlichen Wasserverbrauch von 45 Vier-Personen-Haushalten. Die meisten Einsparungen sind durch einfache Maßnahmen, wie den Einsatz von Strahlreglern direkt umsetzbar.

Für größere technische Umrüstungen oder Neubauten steht eine Checkliste mit Hinweisen zur Wassereinsparung zur Verfügung. Durch ein weiteres Förderprogramm konnte der Anteil der Regenwassernutzung, z. B. zur Toilettenspülung und Gartenbewässerung kontinuierlich gesteigert werden. Ab 2020 wird dieses Programm auch auf Anlagen zur Grauwassernutzung erweitert. Neben diesen konkreten Maßnahmen zur Trinkwassereinsparung fördert der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr Bildungsprojekte an Bremer Schulen zu dem Thema.

Neben der Trinkwassereinsparung kann der Wasserbedarf durch die Nutzung von anderen Bezugsquellen reduziert werden. Im Bereich der Stadt Bremen wird dies bereits von den Firmen genutzt, die einen hohen Wasserbedarf haben und sogenanntes Brauchwasser für die Bereiche einsetzen, in denen keine Trinkwasserqualität erforderlich ist. Die Firmen nutzen diesbezüglich eigene Grundwasserförderbrunnen, um ihren

Bedarf sicherzustellen. In Summe werden auf dem Stadtgebiet mehr als 40 Fassungsanlagen unterhalten, die nicht zur Trinkwassergewinnung genutzt werden. Die Wasserentnahme aus dem Grundwasser durch Industrie- und Gewerbebetriebe betrug im Jahr 2017 ca. 1,18 Mio. m<sup>3</sup> (SUBV Bremen). Bei Neuerschließungen (Gewerbe, Industrie, Wohnen) wird die Nutzung von Brauchwasser empfohlen und eine verstärkte Nutzung von Regenwasser geprüft. Über die Partnerschaft Umweltunternehmen werden zudem gezielt Maßnahmen zur Wassereinsparung in industriellen Prozessen gefördert.

## **2.4 Sicherung der bestehenden Trinkwasservorkommen in Bremen**

Das WHG legt in § 50 fest, dass die Trinkwasserversorgung vorrangig aus ortsnahen Quellen zu erfolgen hat. Als ortsnah gelten sowohl die bremischen TGG Blumenthal und Vegesack, die für die Versorgung von Bremen-Nord von wesentlicher Bedeutung sind, als auch das WW Panzenberg. Darüber hinaus besteht eine allgemein gesellschaftliche Erwartungshaltung, dass zur Trinkwasserversorgung Bremens auch zukünftig im niedersächsischen Umland nur so viel Trinkwasser wie nötig gefördert wird. Dies bedeutet, dass Bremen die eigenen zur Verfügung stehenden Ressourcen vollständig und bestmöglich nutzt, diese langfristig sichert und somit alle potenziellen Trinkwassergewinnungsgebiete unter den Schutz einer Verordnung stellt.

Aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse in beiden TGG sind laufend hohe Unterhaltungs- und Investitionsmaßnahmen durch die wesernetz Bremen GmbH erforderlich (regelmäßige Regeneration der Förderanlagen, ggf. Neubau neuer Förderanlagen). Darüber hinaus bestehen durch die Lage im urbanen Raum unterschiedlichste Risikopotenziale (siehe Abschnitt 3.3.1) für das Grundwasser. Vor diesem Hintergrund besteht seitens der wesernetz Bremen GmbH, der swb Vertrieb Bremen GmbH und der Stadt Bremen die wasserwirtschaftliche Relevanz, alle verhältnismäßigen Maßnahmen zur langfristigen Sicherung der Trinkwasservorkommen umzusetzen.

Das TGG Blumenthal wurde am 13.02.2014 erneut als Wasserschutzgebiet ausgewiesen. Die seitdem in Kraft getretene Wasserschutzgebietsverordnung betrachtet alle aktuellen relevanten Gefährdungspotenziale und Schutzbestimmungen.

Das TGG Vegesack unterliegt bislang keiner Schutzgebietsverordnung. Im Rahmen der bestehenden Förderung ist das TGG langfristig als ortsnahe Rohwasserquelle qualitativ und quantitativ für eine dauerhafte Sicherung von ansonsten zusätzlich aus Niedersachsen zu beziehenden Wassermengen geeignet und für die Versorgung der Bürger/Unternehmen in Bremen-Nord auch erforderlich. Vorbereitende Arbeiten für das Verfahren nach § 51 WHG wurden durch den Wasserversorger und SUBV initiiert.

### 3 Alternativenprüfung

#### 3.1 Vorgehensweise

##### Rechtlicher Rahmen und zu prüfende Varianten

Im Zusammenhang mit dem Verfahren zur Festsetzung abweichender Bewirtschaftungsziele nach § 30 WHG sind alternative Möglichkeiten zum geplanten Vorhaben zu prüfen. Gemäß § 30 WHG können für durch menschliche Tätigkeiten beeinträchtigte oberirdische Gewässer weniger strenge Bewirtschaftungsziele festgelegt werden, wenn die ökologischen und sozioökonomischen Erfordernisse, denen diese menschlichen Tätigkeiten dienen, nicht durch andere Maßnahmen erreicht werden können, die wesentlich geringere nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt hätten und nicht mit unverhältnismäßig hohem Aufwand verbunden wären. Dementsprechend ist zu prüfen, ob die anteilige Deckung des Trinkwasserbedarfs der Stadt Bremen in Höhe von 8 Mio. m<sup>3</sup>/a durch andere Maßnahmen als die Grundwasserentnahme am WW Panzenberg sichergestellt werden kann. Grundsätzlich sind folgende Varianten zu prüfen:

- Konzeptvarianten/-alternativen: Verzicht auf die Nutzung von Trinkwasser aus dem WW Panzenberg u. Nutzung anderer Wasservorkommen („Null-Variante“),
- Standortvarianten: Wassergewinnung durch Neubau von weiteren Brunnen an anderen Stellen im bestehenden Wassergewinnungsgebiet,
- Fördervarianten (Ausgestaltungsvarianten): Nutzung der bestehenden Brunnen bei Verlagerung von Förderschwerpunkten.

Die Bewertung von Standort- und Fördervarianten basiert auf den Ergebnissen der modellgestützten Variantenberechnungen, die mit dem Grundwasserströmungsmodell für das WW Panzenberg inklusive dem WW Langenberg des TV Verden vorgenommen wurden. Die mit dem Grundwasserströmungsmodell berechneten Varianten zu Standort und/oder Fördervarianten werden in den hydrogeologischen Berichten der Ing. Ges. Dr. Schmidt mbH (2017a-c) beschrieben und bewertet. Als wesentlicher Abnehmer des WW Panzenberg hat die swb Vertrieb Bremen GmbH die Aufgabe mögliche Konzeptalternativen zu prüfen.

Die mittlere aktuelle Grundwasserentnahme (2002-2011) beträgt ca. 8,91 Mio. m<sup>3</sup>/a. Vertraglich zugesichert ist eine jährliche Liefermenge an die Stadt Bremen von 8 Mio. m<sup>3</sup>. Entsprechend müssen die möglichen Konzeptalternativen bei Verzicht auf die Wasserversorgung aus dem WW Panzenberg an die Stadt Bremen eine Trinkwassermenge von in Summe 8,0 Mio. m<sup>3</sup>/a sicherstellen (Tab. 1). Auch bei einer Einstellung der Förderung (Nullzustand) liegen die Grundwasserstände vor allem im Oberlauf des Vorfluters unter der Gewässersohle (Ing.-Ges. Dr. Schmidt mbH, 2016). Im Unterlauf der Halse bestehen zudem Beeinflussungen durch die Grundwasserentnahmen der Stadtwerke Verden (Ing. Ges. Dr. Schmidt mbH, 2017b), die unabhängig von einer reduzierten bzw. eingestellten Förderung am WW Panzenberg fortbestehen würden. Ein Zustand, bei dem analog zu Verhältnissen ohne Wasserversorgung im Verlauf des Halsebachs weitgehend effluente Verhältnisse vorliegen, tritt erst bei Fördermengen kleiner 0,8 Mio. m<sup>3</sup>/a auf (Ing. Ges.

Dr. Schmidt mbH, 2016). Weitere Nutzungskonkurrenzen und Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, wie die landwirtschaftliche Grundwasserentnahme zu Beregnungszwecken, wurden darüber hinaus nicht untersucht.

Unabhängig von diesen Randbedingungen wurden bei der Alternativenprüfung die verfügbaren Mengen für eine Teilsubstitution berücksichtigt.

Folgende Konzeptalternativen werden betrachtet:

- Nutzung von Oberflächenwasser (Weser),
- Nutzung von Grau-, Brauch- und Regenwasser
- Nutzung vorhandener Grundwasservorkommen in Bremen
- Wasserbezug aus anderen Wasserwerken (u.a. Bremerhaven)
- Aufstockung der Wasserbezugsmengen auf Grundlage bestehender Lieferverträge.

#### Prüfkriterien und Prüfreihenfolge

Die Prüfung erfolgt anhand der folgenden Kriterien und unter Berücksichtigung der folgenden Reihenfolge:

1. Ist die Alternative hinsichtlich der erforderlichen Menge, Qualität und Versorgungssicherheit geeignet, den Trinkwasserbezug aus dem WW Panzenberg zu substituieren?
2. Stellt die Alternative eine wesentlich bessere Umweltoption dar?
3. Ist die Alternative verhältnismäßig?

Bei dieser gestuften Vorgehensweise wird zunächst die Trinkwassermenge betrachtet und anschließend eine Bewertung der Trinkwasserqualität sowie der Versorgungssicherheit der zu bewertenden Alternativen vorgenommen. Weil in Bremen eine Vielzahl von Nahrungsmittelbetrieben ansässig sind, sind im Hinblick auf die Trinkwasserqualität für die Stadt Bremen neben der Trinkwasserverordnung auch sozio-ökonomische Faktoren als weitere Bewertungskriterien heranzuziehen. Die im Bereich der Nahrungsmittelindustrie ortsansässigen Firmen benötigen ein Trinkwasser mit gleichbleibender Qualität, da ihre verarbeitenden Produktionsanlagen sowie das zu erzeugende Produkt auf die chemische Zusammensetzung des bisher gelieferten Wassers ausgerichtet sind. Die Veränderung des Produktcharakters hätte erhebliche Auswirkungen sowohl auf die Unternehmen als auch auf den Produktionsstandort Bremen (Anlage 1). Infolge einer veränderten Produktqualität besteht die Gefahr der Abwanderung von Firmen, die dann wiederum mit dem Verlust von Arbeitsplätzen verbunden ist. Die Bewertung der Trinkwasserqualität orientiert sich dementsprechend auch an den Anforderungen der Nahrungsmittelindustrie.

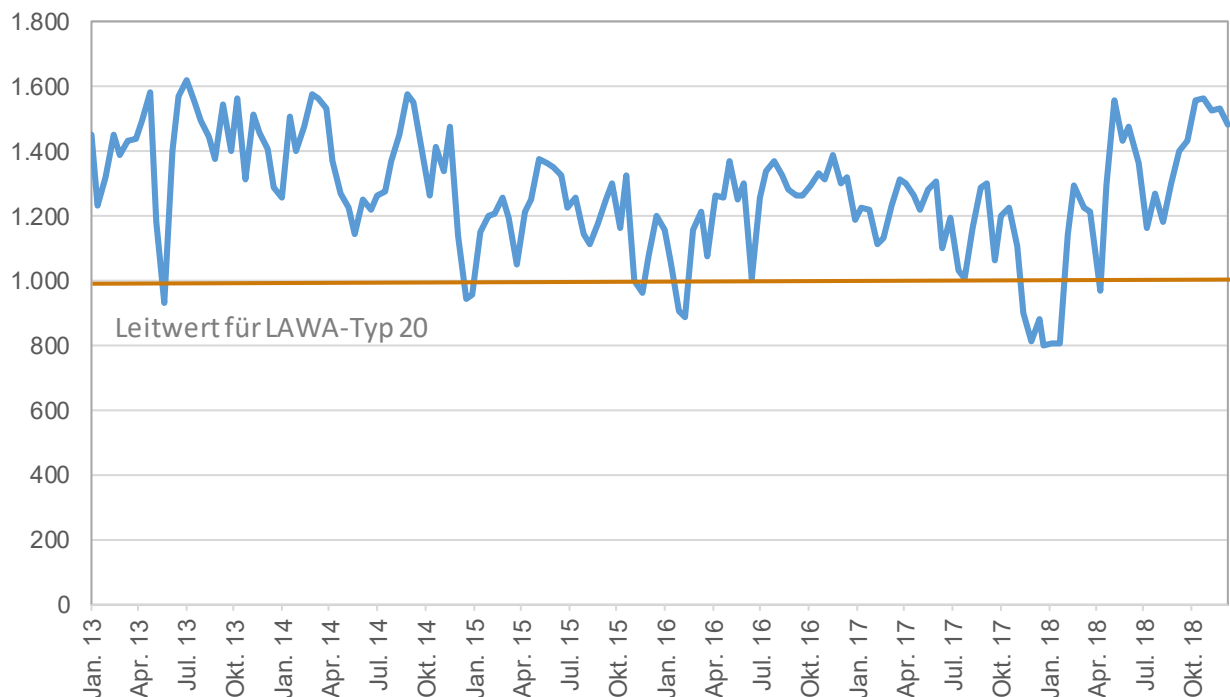
Im nächsten Schritt werden die möglichen Auswirkungen der jeweiligen Alternative auf die Umwelt geprüft. Als Zielvorgabe gilt, dass eine wesentlich geringere Auswirkung auf die Umwelt vorliegen muss. Abschließend wird die Verhältnismäßigkeit beurteilt. Hierbei stehen die Maßnahmenkosten sowie der dafür erforderliche Zeithorizont im Vordergrund. Die möglichen Konzeptalternativen werden im Weiteren näher vorgestellt.

### 3.2 Nutzung von Oberflächenwasser (Weser)

Im Hinblick auf die Nutzung von Oberflächenwasser aus der Weser steht die Gewässergüte im Vordergrund. Die Bewertung der Gewässergüte erfolgt im Wesentlichen über die Messstation Bremen-Hemelingen. Die Daten zur Oberflächengewässerqualität können über den Link [https://www.bauumwelt.bremen.de/umwelt/wasser/oberflaechengewasser/messstation\\_bremen\\_hemelingen-28654](https://www.bauumwelt.bremen.de/umwelt/wasser/oberflaechengewasser/messstation_bremen_hemelingen-28654) abgerufen werden. Anlage 2 enthält eine Zusammenstellung der Analyseergebnisse der Leitparameter und weiterer ausgewählter Stoffe die regelmäßig im Weserwasser untersucht werden. Des Weiteren wird das Weserwasser projektbezogen auf Sonderparameter untersucht.

Das Weserwasser ist aufgrund des hohen Anteils an gelösten Salzen aus der Kaliindustrie durch eine hohe elektrische Leitfähigkeit (Spanne im Zeitraum 2013-2018: 808-1.616  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) gekennzeichnet. Die elektrische Leitfähigkeit ist in Abbildung 5 als Ganglinie dargestellt. Gegenüber den Leitwerten der LAWA (Typ 20: Große Flüsse und Ströme des norddeutschen Tieflands) sind sie als deutlich erhöht anzusprechen.

elektr. Leitfähigkeit [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]



**Abb. 5: Ganglinie der elektrischen Leitfähigkeit an der Messstation Bremen-Hemelingen (2013-2018)**

Die Chloridkonzentration liegt im selben Zeitraum zwischen 120 und 320 mg/l. Die im Weserwasser enthaltenen Schwebstoffe weisen nach LAWA (1998) mäßige bis erhöhte Schwermetallkonzentrationen auf. Besonders auffällig sind die Schwermetallkonzentrationen von Blei ( $\bar{\emptyset}$  146 mg/kg TS), Cadmium ( $\bar{\emptyset}$  3,6 mg/kg TS) und Zink ( $\bar{\emptyset}$  704 mg/kg TS). Aus den Sonderuntersuchungen, die im Jahr 2016 und 2017 erfolgt sind, lassen sich anhand der nachgewiesenen Schadstoffe (u.a. Arzneimittel, Perfluorierte Tenside,

PAK) urbane und menschliche Aktivitäten sowie Risiken aus Altlasten nachweisen (Anlage 2). In Bezug auf die Fragestellung Mikroplastik wurde auf eine Studie vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen zurückgegriffen (LANUV, 2018). Bei der genannten Studie wurde die Weser bei Porta-Westfalica stichprobenhaft untersucht. Das Untersuchungsergebnis lag bei 5,3 Plastikpartikel pro m<sup>3</sup> Oberflächenwasser. Nach WHO (2019) ist festzuhalten, dass die Anzahl der vorgefundenen Partikel pro Liter Oberflächenwasser in Deutschland um ein Vielfaches höher als im Grundwasser liegt. Dies hängt u.a. mit der fehlenden Schutzüberdeckung durch den Boden zusammen. Da der Eintrag über den Luftpfad eine wesentliche Rolle spielt (AWI, 2019), ist bei Oberflächenwassernutzung die Gefahr des Eintrages von Mikroplastik in den Trinkwasserkreislauf besonders hoch.

Aufgrund der chemischen Zusammensetzung und der nachgewiesenen Schadstoffe im Weserwasser wäre für eine Trinkwassernutzung eine mehrstufige komplexe Aufbereitung erforderlich. Bereits eine in den 1990er Jahren durchgeführte Studie zur Weserwasseraufbereitung führt aus, dass eine Wasseraufbereitung aufgrund der stark schwankenden Wasserqualitäten jedoch stark erschwert wird und letztendlich dazu führt, dass an den Endverbraucher keine gleichmäßigen Trinkwasserqualitäten, d.h. mit gleichmäßiger chemischer Zusammensetzung, abgegeben werden können (CAH, 1999). Da sich die chemische Zusammensetzung der Weser nicht wesentlich geändert hat, besteht heute die gleiche Situation wie in den 90er Jahren.

Es besteht zudem ein erhöhtes Risiko gegenüber unvorhersehbaren Ereignissen (wie Schiffshavarien, (illegale) Einleitung von Schadstoffen, lang andauernde Niedrigwasserabflüsse), aber auch durch Inhaltsstoffe aus flussaufwärts erfolgenden Einträgen in das Gewässer, die einen erheblichen Einfluss auf die Wasserqualität haben und dem nicht durch Ausweisung eines Wasserschutzgebietes Rechnung getragen werden kann. Vor diesem Hintergrund ist die Versorgungssicherheit permanent gefährdet.

Aufgrund der dargestellten Wasserqualität und der fehlenden Versorgungssicherheit widerspricht die Nutzung von Weserwasser den Leitsätzen der Trinkwassergewinnung (DIN 2000). Der Nutzung der Ressource Grundwasser ist demnach Vorrang vor anderen Ressourcen einzuräumen. Zur Wahl des Wasservorkommens wird in der DIN folgendes ausgeführt:

*"Die Auswahl der zur Versorgung zu nutzenden Wasservorkommen richtet sich nach deren Beschaffenheit, Ergiebigkeit und Schutzmöglichkeit. Die langfristige Sicherheit der Wassergewinnung sowohl in quantitativer (siehe 4.2) als auch in qualitativer (siehe Abschnitt 5) Hinsicht ist oberstes Ziel. Ökologische und ökonomische Aspekte sind zu beachten.*

Vor dem Hintergrund des in § 6 der TrinkwV formulierten Minimierungsgebotes stellt die direkte oder indirekte Nutzung von Oberflächenwasservorkommen auch keine Alternative zur Ressource Grundwasser dar. Die vorliegende Weserwasserqualität erfordert ein aufwändiges mehrstufiges Aufbereitungsverfahren, um die Mindestanforderungen der TrinkwV einhalten zu können.

Ungeachtet dessen wurde im Rahmen der Alternativenprüfung eine technisch-ökonomische Erstabschätzung zur Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Nutzung alternativer Wasserressourcen zur Versorgung der Stadt Bremen durch das IWW durchgeführt (Anlage 3). In diesem Zusammenhang wurde ein verfahrenstechnisches Aufbereitungskonzept erarbeitet. Vorgesehen sind bei diesem Konzept folgende Verfahrensstufen

- Ultrafiltration,
- Biofilter,
- Umkehrosmose,
- Kalksteinfiltration,
- Aktivkohlefiltration,
- UV-Desinfektion.

Des Weiteren müssen ein Entnahmebauwerk sowie eine Behandlungsanlage für Filterspülwasser und Einleitstelle erstellt werden. Als bedarfsorientierte Kapazität der Anlage wurde eine mittlere Aufbereitungsleistung von ca. 920 m<sup>3</sup>/h für eine maximale stündliche Aufbereitungsleistung von 1.300 m<sup>3</sup>/h zugrunde gelegt. Der Neubau der beschriebenen Verfahrenskette lässt nach IWW ein Investitionsvolumen in Höhe von mindestens 51,9 Mio. € (ohne Grundstückserwerb) erwarten. Der Wert stellt die Kostenuntergrenze dar und beinhaltet keine Risiken und Unwägbarkeiten. Mögliche zusätzliche Kosten liegen lt. IWW-Gutachten in den Bereichen der exakten Dimensionierung des Rohwasserspeichers (wichtig vor dem Hintergrund des Gefährdungspotentials durch Havarien und der schwankenden Rohwasserqualität), der genauen Lage der Einleitstellen für Rohwasser und Konzentrat (zusätzliche Kosten von mindestens 4,5 Mio. €), möglicher Umbaumaßnahmen im Bestand aufgrund nur begrenzt verfügbarer Freiflächen und einer ggfs. nicht genehmigungsfähigen Einleitung des salzhaltigen Konzentrats aus der Aufbereitung in die Weser. Insbesondere zum letzten Punkt ist festzuhalten, dass seit Einführung der Wasserrahmenrichtlinie und dem wasserrechtlichen Verschlechterungsverbot ein immisionsrechtliches Limit gesetzt wurde, das eine Einleitung von aufkonzentrierten Abwässern i.d.R. deutlich erschwert bis unmöglich macht. Die Erfahrungen mit der Einleitung von Salzabwässern im hessisch-thüringischen Kalirevier zeigen, dass mit den stark schwankenden Abflüssen von Oberflächengewässern und dem niedrigen Zielwert der Flussgebietsgemeinschaft Weser für den Salzgehalt in der Weser eine kontinuierliche Direkteinleitung kaum möglich sein wird. Die jährlichen Betriebs- und Kapitalkosten betrugen in den ersten 10 Jahren mindestens 7,92 Mio. €/a und stiegen im weiteren Betriebsverlauf progressiv an. Unter der Voraussetzung einer genehmigungsfähigen Direkteinleitung des Konzentrats betrugen die spezifischen Kosten für das aufbereitete Trinkwasser in den ersten zehn Jahren mindestens 0,99 €/m<sup>3</sup>. Dieser Wert stiege progressiv über eine Betriebszeit von 50 Jahren auf ein Maximum der spezifischen Kosten von 1,85 €/m<sup>3</sup> an. Wäre eine Direkteinleitung nicht oder nur eingeschränkt möglich, müssten andere Entsorgungswege genutzt werden und ggf. eine Zwischenspeicherung für die Abwässer betrieben werden. Hier lägen die spezifischen Kosten (Betriebs- und Kapitalkosten) um den Faktor 4,5 bis 6,5 höher als die derzeitigen Kosten für die Trinkwassergewinnung am WW Panzenberg.



Neben den steigenden Kosten für den Endverbraucher ist aufzuführen, dass die Verfahrensweise mit einem erheblichen Energieaufwand und mit der Entstehung von Abwasser verbunden ist, weshalb keine bessere Umweltoption vorliegt. Zudem ist noch nicht geklärt, ob das bei der Aufbereitung entstehende Permeat überhaupt in die Weser eingeleitet werden darf. Des Weiteren kommen sozio-ökonomische Faktoren hinzu, wenn die in Bremen ansässige Nahrungsmittelindustrie (Kap. 3.1) aufgrund der nicht mehr gleichbleibenden Wasserqualität denn Standort Bremen verlässt.

#### Bewertung der Variante:

Die Konzeptvariante Weserwassernutzung ist durch die permanente Gefährdung der Versorgungssicherheit mit Trinkwasser in ausreichender Qualität sowohl bei direkter als auch bei indirekter Weserwassernutzung zur Erfüllung der sozio-ökonomischen Erfordernisse nicht geeignet. Sie stellt zudem aufgrund des hohen Energieaufwandes bei der Aufbereitung und durch die Entstehung von Abwasser keine bessere Umweltoption dar. Des Weiteren ist der Bau eines neuen WW mit der dafür erforderlichen Infrastruktur ökonomisch mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand verbunden. Zahlreiche in Oberflächengewässern enthaltene Spurenstoffe erschweren darüber hinaus die Erreichung der Anforderungen der Nahrungsmittelindustrie an die Wasserqualität.

### **3.3 Nutzung von Grau- und Regenwasser**

Die Möglichkeit der Substitution von 8 Mio. m<sup>3</sup> Trinkwasser durch die Nutzung von Regen- und Grauwasser<sup>[1]</sup> wurde im Rahmen eines vom Niedersächsischen Umweltministerium initiierten Forschungsprojektes zur Entwicklung von Verfahren zur Wirtschaftlichen Analyse im Rahmen der WRRL untersucht.

Die Betrachtung erfolgte als Fallbeispiel, zu dem die Kosten einer Alternative i.S.d. § 30 Satz 1 Nr. 2 WHG ermittelt wurden. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden die gesamtwirtschaftlichen Kosten der Maßnahme ermittelt. Hierfür wurden zunächst die direkten Maßnahmenkosten (Erfüllungsaufwand und weitere direkte Kosten) sowie die negativen wirtschaftlichen Effekte (in Form von Änderungen der Bruttowertschöpfung, Beschäftigung und Preise) bestimmt. Hieraus wurden die resultierenden volkswirtschaftlichen (gesamtwirtschaftlichen) Kosten berechnet, die z. B. resultieren aus: der Zusatzlast der Finanzierung der Kosten der Verwaltung, der Möglichkeit der Überwälzung der Kosten der Unternehmen, der Änderung der Beschäftigung (z. B. durch Einarbeitung) und der Änderung der Preise.

---

[1] Grauwasser ist der Teil des Abwassers der beim Baden, Duschen, Hände und Wäsche waschen anfällt und nur gering belastet ist (DIN-EN 12056-1).

Die Berechnung erfolgte unter der Annahme, dass die Grau- und Regenwassernutzung zur Toilettenspülung in Privathaushalten und Unternehmen durch Umrüstungen am Leitungsnetz und Neubau von Aufbereitungsanlagen und Speicherbecken sowie Installation zusätzlicher Wasserzähler pro Haushalt/Unternehmen technisch umsetzbar ist. Für die Ermittlung der aus der Maßnahme entstehenden gesamtwirtschaftlichen Kosten wurde ein Zeitraum von 30 Jahren betrachtet. Auf Basis der getroffenen Annahmen belaufen sich im Fallbeispiel Halsebach die Gegenwartswerte der volkswirtschaftlichen Kosten der Maßnahme für 30 Jahre auf insgesamt knapp 1,9 Mrd. €.

Die Annahme dieses Fallbeispiels, dass eine vollständige Umstellung des Wasserversorgungssystems in Bremen relativ kurzfristig - in zehn Jahren - erfolgt, unterscheidet sich grundlegend von dem Konzept, die Nutzung von Regenwasser sowie Abwasser aus Duschen und Waschbecken als dezentrale Lösung bei geeigneten Neubauvorhaben im Land Bremen zu realisieren. Dieses zuletzt genannte Vorgehen wird im Sinne einer langfristigen weiteren Reduzierung des Trinkwasserverbrauchs (s. Kap. 2.4) bereits geprüft und gefördert.

#### Bewertung der Variante:

Die Ergebnisse zeigen, dass die Regen- und Grauwassernutzung als Ersatzaktivität zur Sicherung der Trinkwasserversorgung aufgrund der damit verbundenen erheblichen gesamtwirtschaftlichen Kosten, die der öffentlichen Hand, der Wirtschaft sowie Privatpersonen, Vereinen und Verbänden entstehen, in keinem angemessenen Verhältnis zur Erreichung der Ziele der Wasserrahmenrichtlinie am Halsebach stehen.

### **3.4 Nutzung regionaler Grundwasservorkommen in Bremen**

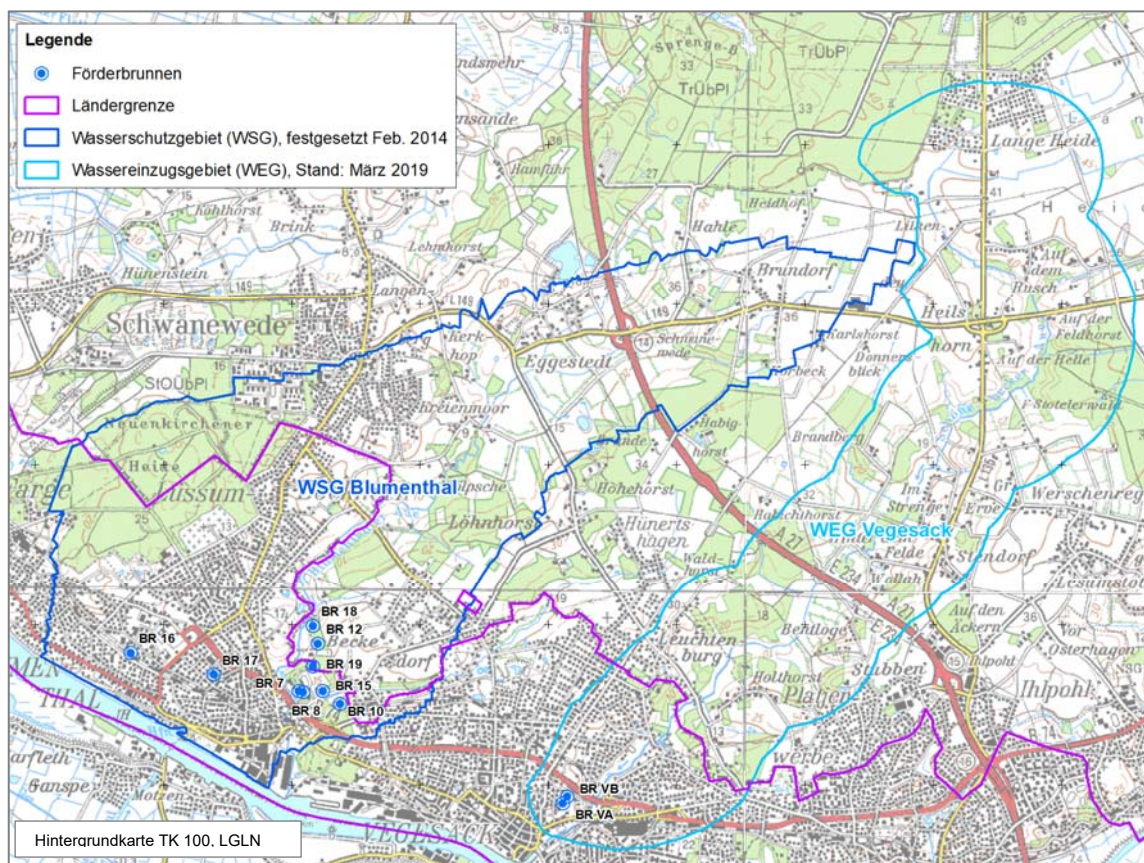
#### **3.4.1 Fördererhöhung aus den Fassungsanlagen Blumenthal und Vegesack**

Die Bewertung der Grundwasserressource in Hinblick auf die Erhöhung der Fördermenge an den bestehenden Brunnen aus dem WW Blumenthal (Fassung Blumenthal, Fassung Vegesack) muss im Zusammenhang mit dem Grundwasserdargebot, der Grundwassergüte und dem Versorgungsnetz gesehen werden.

In Abbildung 6 sind die Fassungsanlagen Blumenthal und Vegesack, die alle in das WW Blumenthal einspeisen, sowie die Wassereinzugsgebiete dargestellt. Auf der Geest in Bremen-Nord sind grundsätzlich ergiebige Porengrundwasserleiter aus Feinsandablagerungen (Ritterhuder Sande) der Elster-Kaltzeit vorhanden. Sie stellen die Grundwasserneubildungsgebiete und somit auch die Gebiete der Trinkwassergewinnung für die Hansestadt Bremen dar. Das vorhandene Potenzial wird durch vorhandene Risiken (urbane Nutzungen, Altlasten) und geogene Standortgegebenheiten (Vorkommen von Salzstöcken) eingeschränkt. Zwischen den beiden Wasserfassungen Blumenthal und Vegesack befinden sich Altablagerungen sowie das Naturschutzgebiet Hammersbecker Wiesen. Die Grundwasserverunreinigungen mit BTX und MTBE im Bereich des Tankla-

gers Farge erlauben keine Ausweitung der Trinkwassergewinnung Blumenthal in nord-westliche Richtung, in südlicher und östlicher Richtung begrenzen Weser, Lesum und der in das obere Grundwasserstockwerk aufragende Salzstock Lesum die Grundwasserentnahme (GDfB, 2016). Somit kann letztendlich nur eine maximale Liefermenge von 5,5 Mio. m<sup>3</sup>/a von der wesernetz Bremen GmbH zur Verfügung gestellt werden (Tab. 1). Die Grundwasserförderung lag am WW Blumenthal in den letzten 10 Jahren im Mittel bei 5,13 Mio. m<sup>3</sup>/a (Spanne: 4,63-5,36 Mio.m<sup>3</sup>/a). Die maximal mögliche Liefermenge wurde im Mittel zu 93 % ausgeschöpft.

Neben der Grundwassergüte unterliegt die Wasserverteilung vom WW Blumenthal technischen Restriktionen im Verteilernetz. Die Netzinfrastruktur ist nur für eine Versorgung von Bremen-Nord ausgelegt. Eine Versorgung des Stadtgebietes südlich der Lesum ist nicht möglich. Um dies zu gewährleisten müsste das gesamte Wasserleitungsnetz erneuert und umstrukturiert werden.



**Abb. 6: Lage der Fassungsanlagen und der Wassereinzugsgebiete**

#### Bewertung der Variante:

Die Konzeptvariante Fördererhöhung aus den Fassungsanlagen Blumenthal und Vegesack kann aufgrund der Altlastensituation, der Salzbelastung der Grundwasserleiter und der fehlenden Förder- und Verteilungsmöglichkeiten nicht realisiert werden.

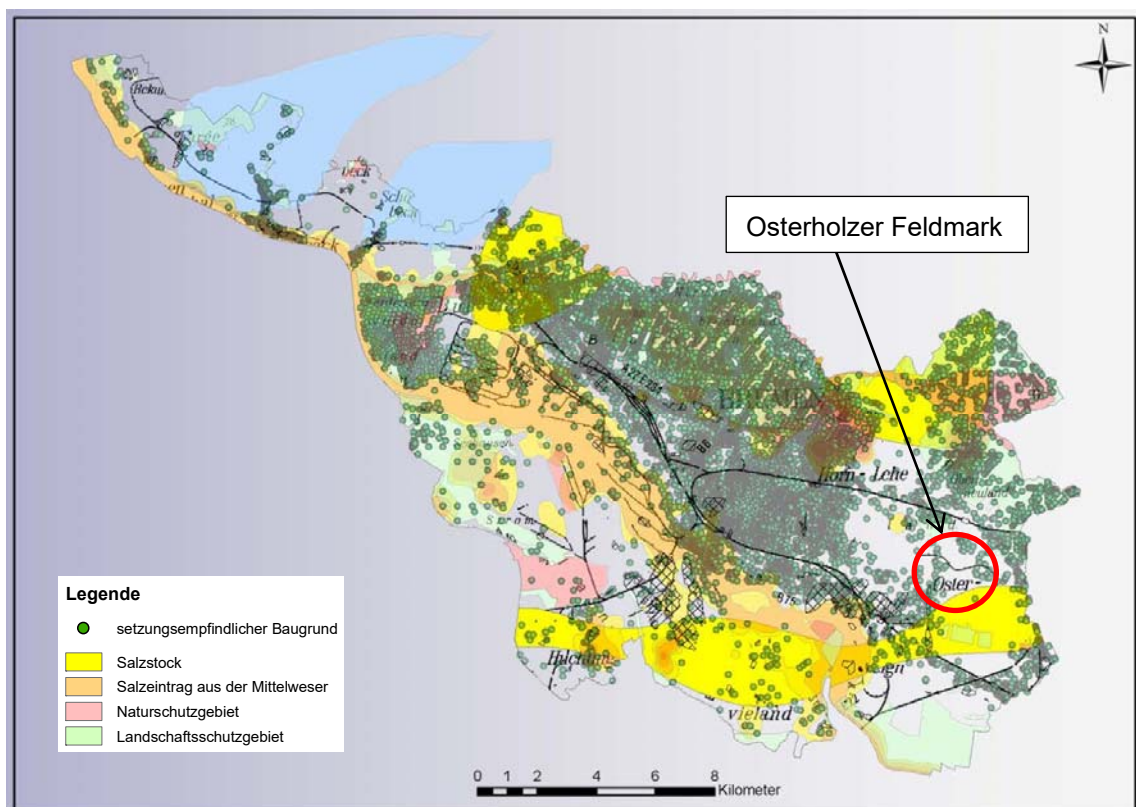
### 3.4.2 Betrachtung weiterer Grundwasservorkommen Stadtgebiet Bremen

Die Grundwasserkörper werden regelmäßig durch den GDfB sowie den Gewässerkundlichen Landesdienst von Niedersachsen in Hinblick auf verfügbares Dargebot und Qualität bewertet. Im Jahr 2016 wurde im Auftrag des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr, Bremen eine Studie zur Abschätzung von Möglichkeiten zur zukünftigen Nutzung von Grundwasser in Bremen als Trinkwasserressource vom GDfB erarbeitet. Auf Basis dieser Grundlage erfolgte die Betrachtung weiterer nutzbarer Grundwasservorkommen auf dem Stadtgebiet Bremen.

Bei der Bewertung wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- Grundwasserneubildung nach GROWA
- Bestehende Grundwasserentnahmen
- Vorkommen von Salzstöcken und Salzmauern
- Chloridkonzentrationen im Grundwasser
- ausgewiesene grundwasserabhängige Natur- und Landschaftsschutzgebiete
- setzungsempfindliche Bereiche (Torfe)
- großräumige Grundwasserverunreinigungen (Altablagerungen, Altlasten)

Das Ergebnis der Bewertung ist in Abbildung 7 dargestellt.



**Abb. 7: Bewertung der Grundwasservorkommen Stadtgebiet Bremen (GDfB, 2016)**

Aus geologischer Sicht scheiden die Versalzungsgebiete entlang der Weser und im Bereich der Salzstöcke für die Trinkwassergewinnung aus. Des Weiteren sind verfügbare

Grundwasservorkommen aufgrund von Altablagerungen (karierte schwarze Darstellung) und den damit verbundenen Grundwasserverunreinigungen nicht nutzbar (Kap. 3.3.1). Nördlich der Weser vom Südosten bis zur Hamme (Höhe Ritterhude) sind großflächig organische Böden (Niedermoore, Niedermoore mit Kleiauflage) verbreitet, bei denen mit starken Setzungen infolge von Grundwasserabsenkungen zu rechnen ist. Weitere Restriktionen bestehen durch ausgewiesene Natur- und Landschaftsgebiete.

Unter Berücksichtigung der Standortbedingungen und den aufgeführten Nutzungseinschränkungen (Abb. 7) sowie der Flächennutzung (Flughafen, Industrie- und Gewerbegebiete, dichte Bebauung) kommt lediglich der Geest-Bereich im Norden von Bremen als Grundwasservorkommen in Betracht. Dort erfolgt bereits die Trinkwassergewinnung über die Fassungsanlagen Blumenthal und Vegesack. Als weiteres potenzielles Grundwasservorkommen wurde vom GDfB die Osterholzer Feldmark im Osten bewertet. Jedoch ist das Grundwasserdargebot im Bereich der Osterholzer Feldmark nach Auswertung der hydrogeologischen Verhältnisse nicht für eine dauerhafte Trinkwassergewinnung nutzbar, da die Grundwasserneubildungsrate zu gering ist.

#### Bewertung der Variante:

Unter Berücksichtigung der betrachteten Faktoren verbleiben nach deren Überlagerung keine größeren zusammenhängenden Flächen innerhalb von Bremen, auf denen eine Grundwasserentnahme ohne erkennbare Einschränkungen möglich ist (GDfB, 2016).

### **3.5 Wasserbezug aus anderen Wasserwerken**

#### **3.5.1 Wasserwerke Langen, Lehrerheide und Bexhövede**

Die wesernetz Bremerhaven GmbH betreibt drei WW im Bereich Bremerhaven. Die WW Langen in der Stadt Geestland und Lehrerheide in der Stadt Bremerhaven verfügen über eine wasserrechtliche Bewilligung von insgesamt 7,7 Mio. m<sup>3</sup>/a. Das Grundwasser dient der Trinkwasserversorgung im nördlichen Versorgungsgebiet der swb Vertrieb Bremerhaven GmbH & Co. KG und umfasst die Stadt Bremerhaven (Teilgebiet nördlich der Geeste) sowie die Ortschaften Debstedt, Langen und Imsum der Stadt Geestland. Das WW Bexhövede in der Einheitsgemeinde Loxstedt ist mit einer wasserrechtlichen Bewilligung in einer Höhe von bis zu 3,8 Mio. m<sup>3</sup>/a ausgestattet, die Fassungsanlage Ahnthammsmoor des ehemaligen WW Wulsdorf in der Stadt Bremerhaven mit 1,0 Mio. m<sup>3</sup>/a. Das Grundwasser dient der Trinkwasserversorgung im südlichen Versorgungsgebiet der swb Vertrieb Bremerhaven GmbH & Co. KG und umfasst die Stadt Bremerhaven (Teilgebiet südlich der Geeste) sowie den Ortsteil Hohewurth der Ortschaft Loxstedt der gleichnamigen Einheitsgemeinde. In Summe steht eine Bewilligungsmenge von 12,5 Mio. m<sup>3</sup>/a zur Verfügung. Die wasserrechtlichen Bewilligungen aller genannten WW sind bis zum 31.05.2035 befristet. Um das Grundwasser als Trinkwasser zu nutzen, muss das Wasser aufbereitet werden. In allen drei WW findet eine Enteisung und Entmanung statt. Im Zusammenhang mit der Neubeantragung der Wasserrechte im Jahr



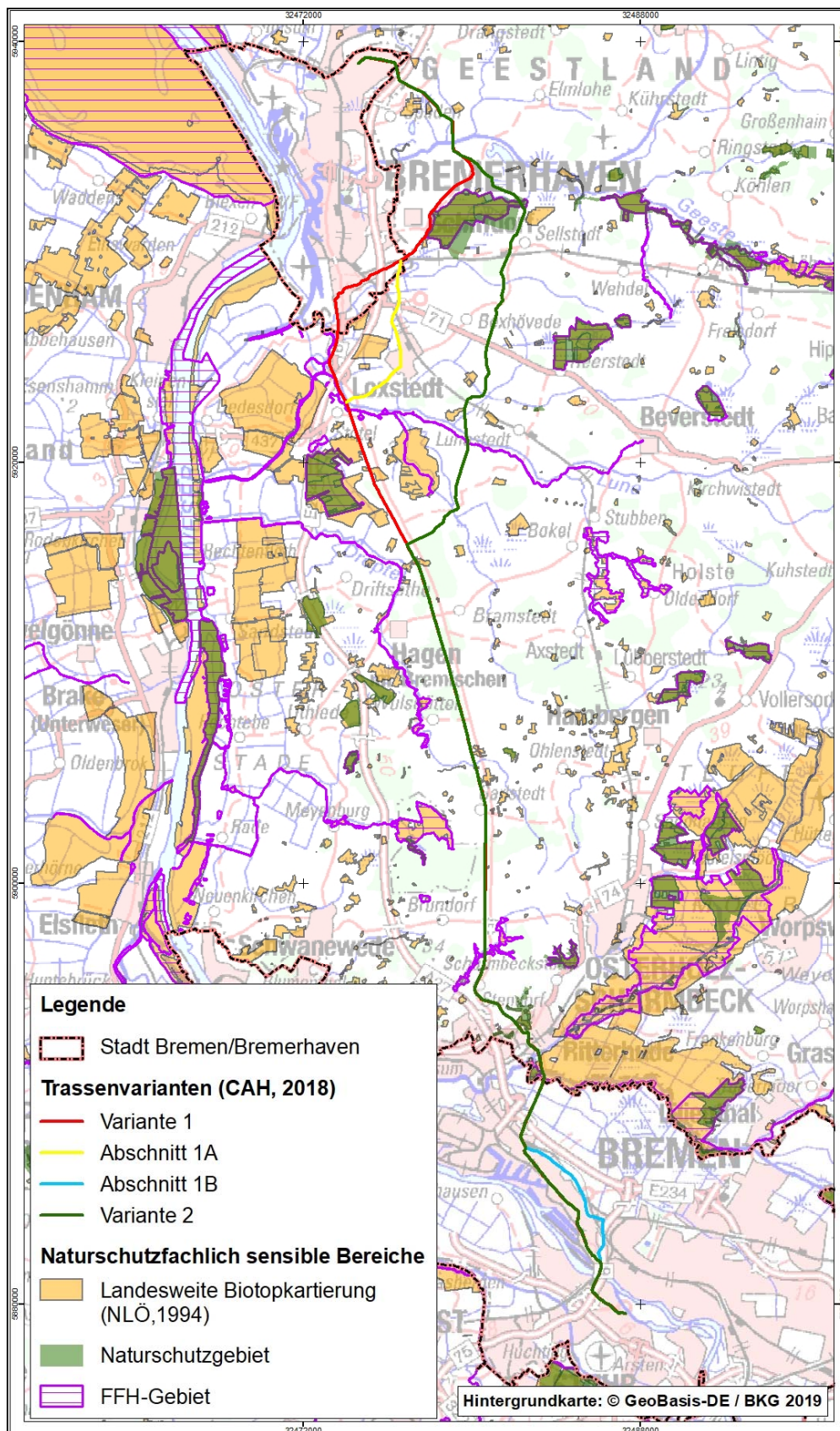
2005 wurden die Wassermengen an den Bedarf sowie die Kapazität der Aufbereitungsanlagen angepasst.

Im Mittel der letzten 10 Jahre (2008-2017) wurden 7,8 Mio. m<sup>3</sup> Grundwasser pro Jahr gefördert. Werden die Sicherheits- und Trockenzuschläge berücksichtigt, verbleiben in Summe 3,5 Mio. m<sup>3</sup> der Bewilligungsmenge pro Jahr. Beide Versorgungsgebiete sind jedoch nicht miteinander vernetzt. Um die verfügbaren Trinkwassermengen für die Stadt Bremen zu nutzen, wäre dementsprechend ein Neubau einer Wassertransportleitung von Bremerhaven nach Bremen (Stadtgebiet) von etwa 70 km erforderlich.

In Abbildung 8 sind die für die Konzeptbetrachtung zugrunde gelegten Trassenverläufe sowie die naturschutzfachlich sensiblen Bereiche zwischen Bremerhaven und Bremen dargestellt. Der Bau einer Wassertransportleitung in dieser Größenordnung ist mit einem erheblichen Eingriff in Natur und Landschaft verbunden. Betroffen ist vor allem das Schutzgut Boden. Zudem ist davon auszugehen, dass naturschutzfachlich besonders wertvolle Bereiche durch den Trassenverlauf berührt werden. Aufgrund ökologischer und eigentumsrechtlicher Aspekte ist von einer deutlich längeren Trasse auszugehen. Durch den Trassenneubau liegt deshalb keine wesentlich bessere Umweltoption vor. Die vorgestellte Alternative ist zudem mit hohen Kosten verbunden. Entsprechend der Konzeptbetrachtung der swb (Anlage 4) betragen die für den Bau der Transportwasserleitung erforderlichen Investitionskosten rd. 125 Mio. €. Aufgrund der hohen Kosten ist die Alternative nicht als verhältnismäßig anzusehen.

#### Bewertung der Variante:

Die Konzeptvariante Wassernutzung aus den WW Langen, Leherheide und Bexhövede im Bereich Bremerhaven stellt aufgrund der mit dem Leitungsbau verbundenen Eingriffe in die Umwelt und der hohen Kosten für die Lieferung des Trinkwassers an die Stadt Bremen weder eine wesentlich bessere Umweltoption dar, noch ist sie als verhältnismäßig im Sinne des § 30 WHG zu bewerten.



**Abb. 8: Naturschutzfachlich sensible Bereiche zwischen Bremerhaven und Bremen**

### 3.5.2 Wasserwerk „An den Graften“

Im Zusammenhang mit der Alternativenprüfung hat die swb Vertrieb Bremen GmbH auch den Bezug von anderen Wasserwerken in Erwägung gezogen. Im näheren Umfeld der Stadt Bremen liegt die Stadt Delmenhorst. Der dortige Wasserversorger, die Stadtwerkgruppe Delmenhorst, hat bis Ende 2010 das WW „An den Graften“ im Stadtgebiet zur Trinkwassergewinnung genutzt. Im Jahr 2011 wurde das WW aufgrund von Verunreinigungen, die insbesondere bei Hochwasser auftraten, außer Betrieb genommen. Für das WW „An den Graften“ bestand eine wasserrechtliche Bewilligung in einer Höhe von 2,6 Mio. m<sup>3</sup>/a. Bevor das WW stillgelegt wurde, lag die Grundwasserförderung bei etwa 1,6 Mio. m<sup>3</sup>/a. Seit 2012 wird die Stadt Delmenhorst ausschließlich aus dem WW „Annenheide“ (Bewilligungsmenge 3,2 Mio. m<sup>3</sup>/a) und die Lieferung durch den OOWV (Liefermenge 0,9 Mio. m<sup>3</sup>/a) versorgt. Nach der Wasserbedarfsprognose für das Versorgungsgebiet der Stadt Delmenhorst ist ein Anstieg des Wasserbedarfs bis auf 5,6 Mio. m<sup>3</sup>/a prognostiziert (AG Tewes, 2018). Der zukünftige Wasserbedarf soll mit Hilfe des WW „An den Graften“ gedeckt werden. Vor diesem Hintergrund stehen für die swb Vertrieb Bremen GmbH keine verfügbaren Trinkwassermengen zur Verfügung.

#### Bewertung der Variante:

Die Variante Wasserbezug aus dem WW „An den Graften“ stellt keine Alternative dar, da nach der Umstrukturierung der Trinkwasserversorgung der Stadt Delmenhorst keine Trinkwassermengen zur Belieferung der Stadt Bremen vorhanden sind.

### 3.6 Aufstockung der Bezugsmengen bestehender Lieferverträge

Eine weitere zu prüfende Alternative stellt die Aufstockung der Bezugsmengen bestehender Lieferverträge dar. Vor diesem Hintergrund hat die swb Vertrieb Bremen GmbH mit ihren Wasserlieferanten Gespräche geführt. Der OOWV hat über die bestehenden Wasserrechte sowie unter Berücksichtigung anderer Verträge vorerst keine Wasserreserven. Gleiches gilt für die HWW, die unter Berücksichtigung ihrer bestehenden Wasserrechte keine freien Wassermengen zur Verfügung stellen können. Die offenen Wassermengen im Einzugsgebiet Liebenau (max. 1,0 Mio. m<sup>3</sup>/a) können aufgrund erhöhter Nitratkonzentrationen ohne Aufbereitung nicht genutzt werden. Ab dem 01.01.2021 wird die Wasserlieferung vom OOWV um 1,0 Mio. m<sup>3</sup> erhöht. Dann gilt eine vertraglich festgelegte Mindestmenge von 4,0 Mio. m<sup>3</sup>/a und eine Maximalmenge von 4,5 Mio. m<sup>3</sup>/a.

#### Bewertung der Variante:

Über die Konzeptvariante Aufstockung der Bezugsmengen bestehender Lieferverträge kann die erforderliche Trinkwassermenge nicht sichergestellt werden.



## 4 Gesamtbetrachtung

Als Voraussetzung für die Festlegung weniger strenger Bewirtschaftungsziele gemäß § 30 WHG war zu prüfen, ob für die Trinkwassergewinnung am WW Panzenberg Alternativen zur Verfügung stehen,

- (1) mit denen die Trinkwasserversorgung in Hinblick auf die erforderliche Menge, Qualität und Versorgungssicherheit gewährleistet werden kann,
- (2) die eine wesentlich bessere Umweltoption darstellen und
- (3) die mit verhältnismäßigem Aufwand umsetzbar sind.

Betrachtet wurden die in Tabelle 3 aufgeführten Alternativen:

**Tab. 3: Betrachtete Alternativmaßnahmen (PK=Prüfkriterium)**

Nr.	Alternativen	PK	Bewertung
1	Nutzung von Oberflächenwasser aus der Weser	(1) (2) (3)	Versorgungssicherheit nicht gewährleistet, veränderte Wasserqualität hoher Energieaufwand u. Ressourcenverbrauch, Permeateinleitung, widerspricht dem Verbesserungsgebot des WHG unverhältnismäßig hoher Aufwand aufgrund der Technik und Kosten für die Wasseraufbereitung
2	Nutzung von Grau- und Regenwasser	(3)	unverhältnismäßig hoher Aufwand
3	Fördererhöhung WW Blumenthal	(1)	erforderliche (Teil)-Menge wegen Versalzungsgebieten (Salzstöcke) und anthropogenen Belastungen (Altlasten) nicht verfügbar
4	Nutzung regionaler Grundwasservorkommen	(1)	erforderliche (Teil)-Menge auf Bremer Stadtgebiet wegen Nutzungseinschränkungen (Versalzungs-, Schutzgebiete, Altlasten, setzungsempfindlicher Baugrund) nicht vorhanden
5	Wasserbezug WW „An den Graften“	(1)	erforderliche (Teil)-Menge nicht verfügbar, Eigenbedarf der Stadt Delmenhorst
6	Wasserbezug WW Langen, Leherheide, Bexhövede	(1) (2) (3)	derzeit verfügbare Wassermenge 3,5 Mio. m³/a, keine bessere Umweltoption aufgrund des Baus einer neuen Transportleitung, unverhältnismäßig hoher Aufwand aufgrund der Kosten für Transportleitung
7	Erhöhung der Bezugsmengen auf Grundlage bestehender Lieferverträge	(1)	1,0 Mio. m³/a ab 2021, derzeit keine weiteren Mengen verfügbar

Da eine Verbesserung der Situation am Halsebach nur mit einer Drosselung der Förderung auf weniger als 0,8 Mio. m³/a erreichbar ist (Ing. Ges. Dr. Schmidt, 2016), müsste eine nahezu vollständige Substitution der zugesicherten Liefermenge von 8 Mio. m³/a

aus dem WW Panzenberg erfolgen. Sofern bei einzelnen Alternativen auch geringere Mengen verfügbar waren, wurden diese als Teilsubstitutionsmenge berücksichtigt.

Aus der Tabelle 3 geht hervor, dass bei den Alternativen 3 bis 5 keine zusätzlichen Wassermengen weder zur teilweisen noch vollständigen Bereitstellung der erforderlichen Substitutionsmenge von 8 Mio. m<sup>3</sup> verfügbar sind. Die Nutzung regionaler Grundwasservorkommen ist auf die Geestbereiche in Bremen-Nord beschränkt. Aus den dort befindlichen Fassungsanlagen wird bereits die maximal mögliche Wassermenge gefördert. Das WW „An den Graften“ steht als Alternative nicht mehr zur Verfügung, weil die Stadtwerkegruppe Delmenhorst das WW selbst zur Deckung ihres Wasserbedarfs benötigt.

Zeitnah steht ab 2021 eine Menge von 1,0 Mio. m<sup>3</sup>/a durch die Erhöhung des Liefervertrags mit dem OOWV zur Verfügung. Diese Menge wird zur Deckung des Trinkwasserbedarfs und damit zur Entlastung des WW Panzenberg genutzt. Weitere 3,5 Mio. m<sup>3</sup>/a wären aus den Fassungsanlagen der wesernetz Bremerhaven GmbH nutzbar. Hierfür müsste erst die erforderliche Infrastruktur geschaffen werden, die jedoch nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand umsetzbar ist. Gleichmaßen ist diese Alternative mit einem Eingriff in die Umwelt verbunden und stellt somit gemäß den Kriterien des WHG keine wesentlich bessere Umweltoption dar.

Die Nutzung von Weserwasser stellt sich vor dem Hintergrund der risikobehafteten Versorgungssicherheit einer Flusswasseraufbereitung nicht als umsetzbare Alternative dar. Die erforderliche Wasseraufbereitung ist zudem mit einem hohen Energieaufwand und der Entstehung von Abwasser verbunden, so dass keine bessere Umweltoption vorliegt. Des Weiteren die die Wasseraufbereitung mit unverhältnismäßig hohen Kosten verbunden und steht nicht mit den sozio-ökonomischen Faktoren im Einklang, insbesondere wenn für die vorhandene Nahrungsmittelindustrie aufgrund fehlender gleichbleibender Wasserqualität erhebliche Folgekosten entstehen.

Wie aus den dargestellten Alternativen hervorgeht, ist es für die swb Vertrieb Bremen GmbH derzeit nicht möglich, die 8,0 Mio. m<sup>3</sup>/a aus dem WW Panzenberg unter Berücksichtigung der Anforderungen nach § 30 WHG aus Einzel- und Kombinationsmaßnahmen zu ersetzen. Das zusätzlich vorhandene Defizit zwischen der Wasserbedarfsprognose und den sichergestellten Liefermengen bleibt hierbei unberücksichtigt. Darüber hinaus werden seitens der Stadt Bremen alle bereits heute verfügbare Möglichkeiten in Bezug auf die Einsparung von Trinkwasser unterstützt und umgesetzt.

Reinhausen, 12. Dezember 2019



-----  
Dipl. Ing. (FH) C. Rüppel  
Geris Ingenieure, Büro für Standorterkundung GmbH

## 5 Literaturverzeichnis

- AG TEWES (2018): Wasserrechtsantrag nach § 8 WHG für das Wasserwerk „An den Graften“. Unterlage zur Festlegung und zur Unterrichtung über den Untersuchungsrahmen (§ 15 UVPG). Stadtwerkegruppe Delmenhorst.
- AWI (2019): White and wonderful? Microplastics prevail in snow from the Alps to the Arctic, *Sci Adv* **5** (8), eaax1157
- CAH (1994): Möglichkeiten der Trinkwassergewinnung von 10 Mio. m<sup>3</sup> aus Weserwasser für die Stadtwerke Bremen AG. CONSULAQUA Hamburg.
- CAH (1999): Wasseraufbereitung zu Trinkwasser auf der Werderinsel. Phase 3 (Pilotversuch). Abschlussbericht. swb Norvia. Bremen. CONSULAQUA Hamburg.
- GDfB (2016): Grundwasser in Bremen. Abschätzung von Möglichkeiten zur zukünftigen Nutzung als Trinkwasserressource. Studie des Geologischen Dienstes für Bremen im Auftrag des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr, Bremen.
- ING. GES. DR. SCHMIDT MBH (2016): Bericht Nr. 16-24081, Wasserwerk Panzenberg: Ergänzende Simulationen mit dem Grundwasserströmungsmodell zum Grundwasseranschluss des Halsebachs. TV Verden.
- ING. GES. DR. SCHMIDT MBH (2017a): Bericht Nr. 17-24183.2, Wasserwerk Panzenberg: Identifizierung eines Suchraumes für potenzielle neue Brunnenstandorte. TV Verden.
- ING. GES. DR. SCHMIDT MBH (2017b): Bericht Nr. 17-24183.1, Wasserwerk Panzenberg: Ergänzende Simulationen mit dem Grundwasserströmungsmodell in Bezug auf den Halsebach und das FFH-Gebiet südlich von Neumühlen. TV Verden.
- ING. GES. DR. SCHMIDT MBH (2017c): Wasserwerk Panzenberg - Abschätzung des grundwasserbürtigen Abflusses des Halsebaches
- LANUV (2018): Mikroplastik in Binnengewässern Süd- und Westdeutschlands, Bundesländerübergreifende Untersuchungen in Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz, Teil 1: Kunststoffpartikel in der oberflächennahen Wasserphase, LANUV, 2018.
- LAWA (2003): Arbeitshilfe zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.
- UNIVERSITÄT BREMEN (2013): Grundwassergütebericht 2013 für das Land Bremen.
- WEBOD.GBR (2017): Abschlussbericht des Forschungsprojekts. Entwicklung standardisierter Verfahren der Kosten-Wirksamkeitsanalyse und der Prüfung zur Inanspruchnahme abweichender Bewirtschaftungsziele aufgrund der Unverhältnismäßigkeit von Kosten im Rahmen der WRRL - sowie Anwendung am Fallbeispiel Halsebach. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz.
- WFB (2018): WFB NEWS, Aktuelles aus der Wirtschaftsförderung, Ausgabe Nr. 46.

WFB (2018): <https://www.wfb-bremen.de/de/page/grundstuecke-und-immobilien/gewerbeflaechen-bremen>.

WHO (2019): Microplastics in drinking-water. Geneva: World Health Organization; 2019. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Brauerei Beck  
GmbH & Co. KG  
Hausanschrift:  
Am Deich 18/19  
28199 Bremen

Brauerei Beck GmbH & Co. KG - 28365 Bremen

swb Vertrieb Bremerhaven GmbH & Co. KG  
Geschäftsleitung  
Theodor-Heuss-Allee 20  
28215 Bremen

Gunnar Zinke

Tel: 0421 / 50 94 - 4564  
Tel. Mobil: 0170 8358851  
Gunnar.Zinke@ab-inbev.com

Bremen, 23.09.2019

## **Stellungnahme zur Bedeutung des Brauwassers vom TV Verden für die Brauerei Beck & Co. KG**

### **Das Brauwasser ist entscheidend für die Qualität und den Geschmack unserer Biere!**

Bier besteht zu über 90 Prozent aus Brauwasser. Die Qualität des Brauwassers ist daher entscheidend für die Qualität unseres Bieres.

Das von uns über die swb bezogene Brauwasser aus dem TV Verden entspricht unseren hohen Anforderungen und geht zu 100% in unserer Produkt. Es definiert den Geschmack und die Qualität unserer Biere ganz wesentlich und ist aktuell ein maßgeblicher Erfolgsfaktor. Die absolute Reinheit des Brauwassers ist ein Alleinstellungsmerkmal für unsere Brauerei.

Wir verwenden dieses Wasser unverändert ohne jegliche Wasseraufbereitungsmaßnahmen. Das Brauwasser wird ausschließlich direkt für das Brauen verwendet und gelangt damit zu 100% in unser Bier.

Für Prozesse wie Anlagenreinigungen wird heute bereits Betriebswasser aus eigenen Brunnen verwendet. Dieses Grundwasser (Uferfiltrat) wird durch eine aufwändige eigene Betriebswasseraufbereitung über verschiedene Trocken-, Nass- und Aktivkohlefilter filtriert und anschließend mit Chlordioxid und UV- Behandlung analytisch und mikrobiologisch auf Trinkwasserqualität gebracht.

Für den Brauprozess ist dieses Betriebswasser jedoch allein durch die Gesamthärte und Salzgehalte, sowie die Chlorierung untauglich.

### **Wasser ist für uns eine äußerst wertvolle Ressource.**

Nachhaltigkeit gehört nicht nur zu unserem Geschäft, sondern ist essentieller Teil dessen. So arbeiten wir kontinuierlich daran, in allen Bereichen unsere natürlichen Ressourcen zu schonen und unsere Wasserverbräuche zu minimieren. Dies ist ein fundamentaler Bestandteil unserer globalen Nachhaltigkeitsziele.

Anheuser-Busch InBev hat sich zu neu gesetzten Nachhaltigkeitszielen bis 2025 in den Bereichen Landwirtschaft, Wasser, Verpackung und Klimaschutz verpflichtet.

Die Brauerei Beck & Co. KG ist ein sehr wichtiger Standort für Anheuser-Busch InBev in Europa. Sie ist mit einer Fläche von 140.000 m<sup>2</sup> und einer aktuellen Kapazität von rund sechs Millionen Hektolitern Deutschlands größte Brauerei. In der Brauerei arbeiten rund 800 Mitarbeiter.

Die Wassereinsparungsmaßnahmen der Brauerei sind seit Jahren sehr erfolgreich und reduzieren den Verbrauch des Wassers, das nicht zu Bier verarbeitet wird, im Mittelwert um 5% pro Jahr.

Die Brauwasserlieferung ist ein wesentlicher Standortfaktor!

Mit freundlichen Grüßen

Brauerei Beck GmbH & Co. KG



Gunnar Zinke  
Betriebsleiter

**[www.ab-inbev.de](http://www.ab-inbev.de)**

BRAUEREI BECK GMBH & CO. KG (HRA-NR. 10013 AG BREMEN) Hausanschrift: Am Deich 18/19, 28199 Bremen • P.H.G. KAISERBRAUEREI GMBH & CO. OHG (HRA-NR. 16439 AG BREMEN) • P.H.G. KAISERBRAUEREI GMBH (HRB-NR. 3642 AG BREMEN) • GESCHÄFTSFÜHRER: FLORIAN WEINS, JENS HOFFMANN • Bankverbindungen: Deutsche Bank, BLZ: 29070050, Kontonummer: 204281000, BIC: DEUTDE33XXX, IBAN: DE02 2907 0050 0204 2810 00

**Anlage 2: Untersuchungsumfang und Beschaffenheit Weserwasser**

(Station Hemelingen, Auszug aus der Oberflächengewässerdatenbank der SUBV Bremen)

**Kontinuierlich ermittelte Kenngrößen**

Parameter/Jahr	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Leitfähigkeit [µS/cm]</b>					
Mittelwert	1.399	1.368	1.184	1.224	1.172
Minimum	838	1.137	940	887	809
Maximum	1.616	1.576	1.374	1.384	1.318
<b>pH-Wert [-]</b>					
Mittelwert	7,9	8,3	8,1	8,4	8,0
Minimum	7,5	7,7	7,4	7,5	7,8
Maximum	8,4	8,8	9,2	9,2	8,5
<b>Temperatur [°C]</b>					
Mittelwert	12,1	13,4	12,3	13,0	12,3
Minimum	2,3	3,3	4	3,6	2,4
Maximum	23,6	22,9	22,2	22,2	21,2
<b>Sauerstoff [mg/l]</b>					
Mittelwert	10,1	9,2	10,0	9,1	9,7
Minimum	5,2	5,3	3,8	5,1	5,8
Maximum	12,6	13,3	12,9	12,6	12,9
<b>Abfluss [m³/s]</b>					
Mittelwert	305,5	211,6	254,3	247,1	*-
Minimum	119,9	141,5	114,5	104,7	*-
Maximum	803,2	426,4	602,0	681,1	*-
<b>DOC [mg/l]</b>					
Mittelwert	5,2	4,5	4,7	4,8	5,0
Minimum	3,9	2,7	3,3	3,4	3,7
Maximum	7,2	6,0	7,3	7,3	7,1
<b>TOC [mg/l]</b>					
Mittelwert	6,1	5,3	5,7	5,7	6,1
Minimum	4,4	3,5	4,0	3,9	4,6
Maximum	8,6	7,5	8,6	8,0	8,4
<b>Phosphor ges. [mg P/l]</b>					
Mittelwert	0,10	0,12	0,10	0,10	0,10
Minimum	0,06	0,05	0,05	0,01	0,05
Maximum	0,15	0,20	0,15	0,15	0,16
<b>Orthophosphat [mg o-PO<sub>4</sub>-P/l]</b>					
Mittelwert	0,045	0,066	0,042	0,046	0,040
Minimum	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Maximum	0,084	0,140	0,086	0,087	0,080
<b>Ammonium-Stickstoff [mg NH<sub>4</sub>-N/l]</b>					
Mittelwert	0,102	0,070	0,075	0,072	0,075
Minimum	0,064	0,039	0,039	0,039	0,045
Maximum	0,180	0,142	0,104	0,104	0,142
<b>Nitrat-Stickstoff [mg NO<sub>3</sub>-N/l]</b>					
Mittelwert	16,168	14,166	14,839	13,989	15,171
Minimum	8,854	9,297	7,083	8,411	7,526
Maximum	24,349	19,922	21,692	21,250	23,906

## Fortsetzung: Kontinuierlich ermittelte Kenngrößen

Parameter/Jahr	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Nitrit-Stickstoff [mg NO<sub>2</sub>-N/l]</b>					
Mittelwert	0,043	0,035	0,050	0,038	0,042
Minimum	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Maximum	0,099	0,066	0,066	0,076	0,099
<b>Stickstoff ges. [mg N/l]</b>					
Mittelwert	4,3	3,7	3,9	3,6	4,0
Minimum	2,6	2,7	2,2	2,4	2,3
Maximum	5,9	5,2	5,5	5,3	6,1
<b>Chlorid [mg/l]</b>					
Mittelwert	258	253	202	227	200
Minimum	130	196	143	137	120
Maximum	320	310	257	277	239
<b>Sulfat [mg/l]</b>					
Mittelwert	141	143	131	146	133
Minimum	89	110	95	90	90
Maximum	180	170	160	180	160
<b>Kalium [mg/l]</b>					
Mittelwert	25	25	20	24	22
Minimum	14	19	15	18	14
Maximum	31	33	25	30	29
<b>Natrium [mg/l]</b>					
Mittelwert	126	125	97	108	94
Minimum	58	90	64	58	55
Maximum	170	160	130	130	120
<b>Calcium [mg/l]</b>					
Mittelwert	80	78	78	77	78
Minimum	65	37	58	65	68
Maximum	88	91	88	86	88
<b>Magnesium [mg/l]</b>					
Mittelwert	41	42	35	39	36
Minimum	27	32	24	28	25
Maximum	49	77	42	48	45

DOC [mg/l]

organisch gebundener Kohlenstoff (dissolved organic carbon )

TOX [mg/l]

gesamter organischer Kohlenstoff (total organic carbon)



**Anlage 2: Sonderuntersuchungen Weserwasser**

(Auszug aus der Oberflächengewässerdatenbank der SUBV Bremen und des NLWKN)

**Auffälligkeiten 2017 (Messstelle Hemelingen)**

Stoffname	Jahres- durchschnitt [µg/l]	Maximal- konzentration [µg/l]	Biota-UQN [µg/kg FG]
<b>Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)</b>			
Benzo[a]pyren	<b>0,0014</b>	0,004	< 1
Benzo[b]fluoranthen		0,006	
Benzo[k]fluoranthen		< 0,002	
Benzo[g,h,i]-perylene		0,004	
Indeno[1,2,3-cd]-pyren			
Perfluoroktansäure und ihre Derivate (PFOS)	<b>0,003</b>	0,0038	<b>13,7</b>
Imidacloprid	<b>0,0023</b>	0,0037	
Uran, gelöst	0,7	-	

**Auffälligkeiten 2017 (Messstelle Farge, Untersuchung NLWKN)**

Stoffname	Jahres- durchschnitt [µg/l]
Benzo[a]pyren	<b>0,0016</b>
Perfluoroktansäure und ihre Derivate (PFOS)	<b>0,0013</b>
Pyren	<b>0,0044</b>
Tributylzinn	<b>0,0006</b>

**Werte > UQN / UQN-V, Werte > 2-fach UQN / UQN-V****Auffälligkeiten bei der Watchlistbeprobung Weser 2016**

Parameter: Dichlofenac [µg/l], Vorschlag JD-UQN: 0,05 µg/l

Probenahme/Untersuchungsstelle	Station Hemelingen	Bremen, Farge
08.06.2016	0,028	0,060
23.08.2016	0,036	0,057
16.11.2016	0,170	0,170
Jahresdurchschnitt	<b>0,078</b>	<b>0,096</b>

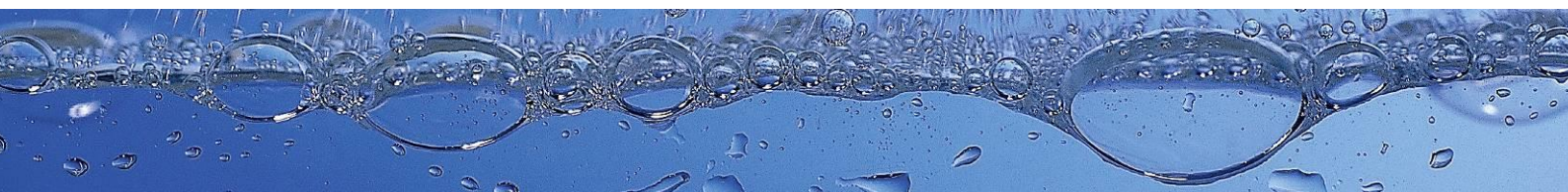
# Technisch-ökonomische Erstabschätzung zur Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Nutzung alternativer Wasserressourcen zur Versorgung der Stadt Bremen

## Kurzbericht

Projektergebnisse zum Angebot 10180/2019/24922

September 2019

Wesernetz Bremen GmbH



## Bearbeitung

**IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser  
Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH**  
Moritzstraße 26  
45476 Mülheim an der Ruhr

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

Andreas Hein (Projektleiter)  
Telefon: 0208 40303-340  
[a.hein@iww-online.de](mailto:a.hein@iww-online.de)

Ingmar Leismann (Ökonomische Analyse)  
Telefon: 0208 40303-357  
[i.leismann@iww-online.de](mailto:i.leismann@iww-online.de)

Dr. Dieter Stetter (Technische Analyse)  
Telefon: 0208 40303-240  
[d.stetter@iww-online.de](mailto:d.stetter@iww-online.de)

Dr. Marc Tuczinski (Technische Analyse)  
Telefon: 0208 40303-243  
[m.tuczinski@iww-online.de](mailto:m.tuczinski@iww-online.de)

Auftraggeber:

wesernetz Bremen GmbH  
Betriebswerk Woltmershausen (BWW)  
Am Gaswerkgraben 2  
28197 Bremen

Kay Otromke (Projektleitung)  
Telefon: 0421 359-4470  
[kay.otromke@wesernetz.de](mailto:kay.otromke@wesernetz.de)

Bearbeitungszeitraum: Juli bis September 2019

Zur besseren Lesbarkeit wird nicht zwischen weiblichen und männlichen Berufsbezeichnungen unterschieden; es sind immer beide Geschlechter gleichberechtigt angesprochen.

Geschäftsführung:  
Dr.-Ing. Wolf Merkel, Lothar Schüller

Wissenschaftliches Direktorium  
Prof. Dr. Torsten C. Schmidt (Sprecher), Prof. Dr. Rainer Meckenstock,  
Prof. Dr. Stefan Panglisch, Prof. Dr. Andreas Hoffman, Prof. Dr. Christoph Schüth



Amtsgericht Duisburg HRB Nr. 15508  
Sparkasse Mülheim an der Ruhr IBAN DE18 3625 0000 0300 0312 50  
SWIFT BIC SPMHDE3E  
Commerzbank AG Mülheim an der Ruhr IBAN DE57 3624 0045 0763 6236 00  
SWIFT BIC COBADEFFXXX  
Internet: [www.iww-online.de](http://www.iww-online.de)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Aufgabenstellungen und Vorgehensweise im Projekt</b>	<b>3</b>
2.1	Projektziele	3
2.2	Abgeleitete Arbeitspakete und Projektverlauf	4
<b>3</b>	<b>Verfahrenstechnisches Aufbereitungskonzept</b>	<b>4</b>
3.1	Basisannahmen	4
3.2	Ausgestaltung und Aufbereitungskonzept	5
<b>4</b>	<b>Ökonomische Bewertung</b>	<b>8</b>
4.1	Bewertungsmodell und Ablauf der Bewertung	8
4.2	Basisannahmen und Eingabewerte	9
4.3	Ergebnisse der ökonomischen Bewertung	11
4.4	Mögliche zusätzliche Kosten	13
<b>5</b>	<b>Sensitivitätsanalyse</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Quellennachweis</b>	<b>16</b>
<b>8</b>	<b>Lageplan</b>	<b>17</b>

## Abkürzungsverzeichnis

Afa	Absetzung für Abnutzung
AP	Arbeitspaket
CEB	Chemisch unterstützte Membranrückspülung
CIP	Chemische Membranreinigung
HWW	Harzwasserwerke
OOWV	Oldenburg-Ostfriesischen Wasserverband
TMP	Transmembrandruck
TV Verden	Trinkwasserverband Verden
UF	Ultrafiltration
UO	Umkehrosmose
WW	Wasserwerk

Geschäftsführung:  
Dr.-Ing. Wolf Merkel, Lothar Schüller

Wissenschaftliches Direktorium  
Prof. Dr. Torsten C. Schmidt (Sprecher), Prof. Dr. Rainer Meckenstock,  
Prof. Dr. Stefan Panglisch, Prof. Dr. Andreas Hoffjan, Prof. Dr. Christoph Schüth



Amtsgericht Duisburg HRB Nr. 15508  
Sparkasse Mülheim an der Ruhr IBAN DE18 3625 0000 0300 0312 50  
SWIFT BIC SPMHDE3E  
Commerzbank AG Mülheim an der Ruhr IBAN DE57 3624 0045 0763 6236 00  
SWIFT BIC COBADEFFXXX  
Internet: [www.iww-online.de](http://www.iww-online.de)

## 1 Einleitung

Derzeit wird Bremen ausschließlich mit Grundwasser versorgt. Dabei werden ca. 16 % der benötigten Menge durch die wesernetz Bremen GmbH bereitgestellt und die restlichen 84 % von außerhalb des Stadtgebiets durch die Harzwasserwerke (HWW), den Oldenburg-Ostfriesischen Wasserverband (OOWV) und den Trinkwasserverband Verden (TV Verden) geliefert. Das Wasserwerk Panzenberg wird durch den TV Verden betrieben und liefert ca. 8 Millionen Kubikmeter pro Jahr oder auch ca. 25 % des Bremer Trinkwassers.

Das Fremdwasser des OOWV, ein Teil des Wassers der HWW und das Wasser aus dem WW Panzenberg fließen an der Misch- und Speicherstation Auf dem Werder zusammen in das Bremer Leitungsnetz. Für einen Kostenvergleich mit dem Fremdwasserbezug aus dem WW Panzenberg soll eine alternative Möglichkeit der Wassergewinnung auf Bremer Stadtgebiet bewertet werden. Eine Option dafür ist die Gewinnung von Oberflächenwasser direkt aus der Weser und der Neubau eines Wasserwerks an der bestehenden Mischstation Auf dem Werder.

In Europa gibt es nur wenige größere Wasserwerke, die Trinkwasser ohne vorherige Versickerung oder Uferfiltration aus einem fließenden Gewässer gewinnen. Beispiele sind das Wasserwerk Langenau an der Donau in Deutschland, das WW Andijk an der IJssel in den Niederlanden, ein Wasserwerk in Thessaloniki in Griechenland sowie mehrere Wasserwerke in und um Paris.

## 2 Aufgabenstellungen und Vorgehensweise im Projekt

### 2.1 Projektziele

Die Aufgabenstellung bestand hauptsächlich darin eine Aufbereitung von 8 Mio. m<sup>3</sup> Oberflächenwasser in einer neu zu errichtenden Oberflächenwasseraufbereitungsanlage gegenüber dem derzeitigen Fremdwasserbezug aus dem Wasserwerk Panzenberg des TV Verden zu bewerten.

Der Fokus der technischen Bewertung lag dabei vornehmlich auf der technischen Auslegung eines neu zu errichtenden Oberflächenwasserwerks mit allen im ungünstigsten Fall erforderlichen Aufbereitungsschritten, einschließlich Transportleitungen im Stadtgebiet sowie laufenden Betriebskosten.

## 2.2 Abgeleitete Arbeitspakete und Projektverlauf

Folgende Arbeitsschritte sind gem. unserem Angebot Nr. 10180/2019/24922 vom 17.07.2019 in vier Teilarbeitsschritten erfolgt.

AP 1 Bestandsaufnahme: Ressourcen, Anlagen und Kosten

AP 2 Technische Variantenentwicklung

AP 3 Ökonomische Variantenabschätzung

AP 4 Ergebnisdokumentation

Die Projektarbeit erfolgte im Zeitraum vom 24.07.2019 bis zum 18.09.2019. Eine erste Ergebnisdokumentation wurde im August übergeben und im September finalisiert.

## 3 Verfahrenstechnisches Aufbereitungskonzept

### 3.1 Basisannahmen

Die zur Verfügung stehende Datenbasis umfasste die im Rahmen der Bewertung des Oberflächengewässers nach Wasserrahmenrichtlinie erhobenen Daten. Diese Daten beinhalten jedoch nur wenige Parameter, die für eine Aufbereitungskonzeption benötigt werden und diese auch nur als Stichproben und nicht als Zeitreihen. Für die Auslegung von Anlagen zur Aufbereitung von Oberflächenwasser sind in der Regel monatliche Analysen über den Verlauf mindestens eines ganzen Jahres und möglichst zusätzlich Analysen an Tagen mit Extrembedingungen wie z.B. sehr hohe oder sehr niedrige Wasserführung oder Wassertemperatur.

Deshalb mussten zur Ausarbeitung eines Aufbereitungskonzeptes einige Basisannahmen getroffen werden. Die Bewertungskriterien von zur Trinkwasseraufbereitung genutzten Oberflächengewässern sind im Vergleich zu denen für Grundwasserkörper komplexer. Die Bewertung erfordert zusätzlich eine extensive Analytik anthropogener Spuren- bzw. Schadstoffe. Da für diese Parameter keine umfangreiche Datenbasis vorliegt, bezieht IWW für die Bewertung der Weser alle aus der Aufbereitung von Fließgewässern bekannten Spuren- u. Schadstoffe ein. Neben der erhöhten Salzfracht ist in der Weser zudem mit einem erhöhten Bromidgehalt zu rechnen (Chrobok, 2003), sodass auf eine Ozonung oder Chlorung des Wassers verzichtet werden sollte, da dies zu einer ungewünschten Bromat- und Trihalogenmethanbildung führt. Des Weiteren wurde IWW von der swb AG mitgeteilt, dass für eine Untergrundpassage des Weserwassers keine ausreichenden Infiltrationsflächen zur Verfügung stehen, weil die hierfür erforderlichen hydrogeologischen Voraussetzungen nicht vorliegen. Sowohl der Bromidgehalt

der Weser als auch die fehlenden Infiltrationsflächen für eine Untergrundpassage schließen eine Aufbereitung analog zu der Aufbereitung von Flusswasser in Deutschland an Rhein, Ruhr oder Donau aus.

Die bisherige Datengrundlage zur verfahrenstechnischen Konzeption einer Weserwasseraufbereitung muss aktualisiert werden, um eine endgültige Bewertung vorzunehmen. Vor diesem Hintergrund weist IWW ausdrücklich darauf hin, dass vor einer finalen Konzeption eines Oberflächenwasserwerks eine Pilotierung mit einer Laufzeit von mindestens einem Jahr (Kosten  $\geq 1,0$  Mio. €) vorzusehen ist.

### 3.2 Ausgestaltung und Aufbereitungskonzept

Im Durchschnitt der IWW bekannten Wasseraufbereitungsanlagen sind Grundwasseraufbereitungsanlagen in der Regel deutlich weniger komplex als Oberflächenwasseraufbereitungsanlagen. Im Einzelfall wie z.B. bei der Entfernung von Nitrat oder der Aufbereitung von sehr stark reduziertem Grundwasser mit hohen Gehalten an Kohlensäure DOC, Eisen, Mangan und Ammonium kann die Komplexität jedoch ähnlich hoch werden.

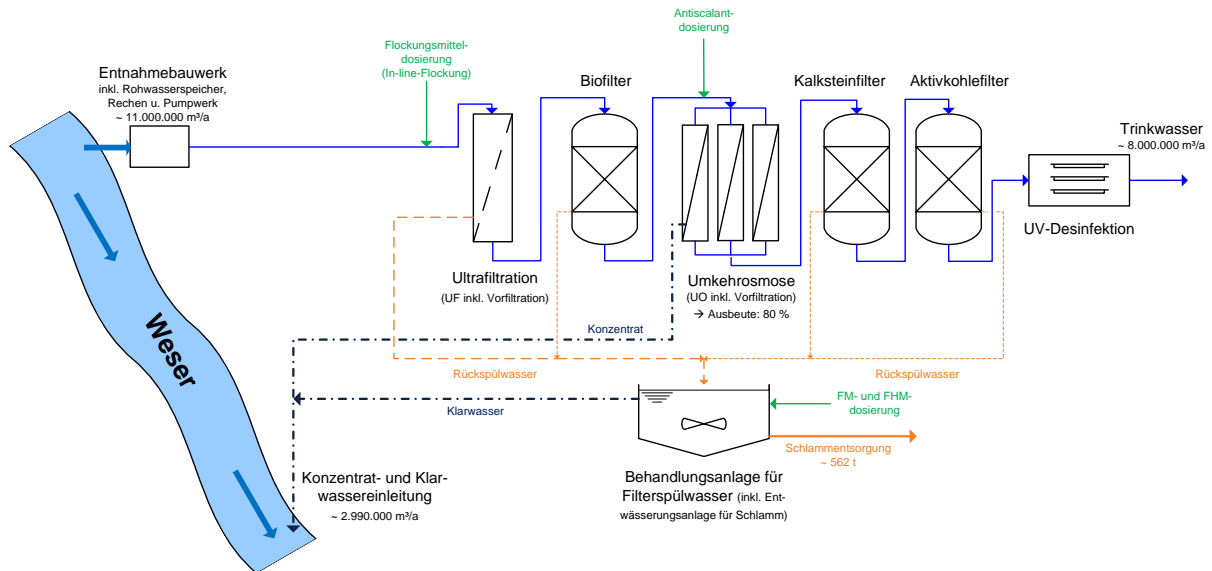
Aufgrund der angesprochenen lückenhaften Datenbasis sowie der Nichtrealisierbarkeit von geläufigen Verfahren zur Flusswasseraufbereitung ist zwingend ein Multibarrierenprinzip vorzusehen. Dieses beinhaltet zwei Membranstufen (Vollstrombehandlung), mehrere Filterstufen sowie eine UV-Desinfektion. Die erste Membranstufe nach der Flockungsmitteldosierung ist eine Ultrafiltration (UF) und dient der vollständigen Entfernung aller Partikel und damit auch der Entfernung von Krankheitserregern. Das durch die UF generierte Filtrat gelangt nach einer Passage eines biologisch aktiven Filters zu einer zweiten Membranstufe. Letztere besteht aus Umkehrosmosemembranen (UO), die als zweite Barriere dienen und zusätzlich einen Salzzückhalt von mindestens 99 % gewährleisten. In der Regel entfernt diese Stufe nahezu alle organischen und anorganischen Mikroverunreinigungen inkl. des DOC zu mehr als 98 %. Das mittels UO erzeugte Permeat ist in Abhängigkeit der verwendeten Membran fast ionenfrei, wirkt korrosiv und kann dementsprechend nicht direkt als Trinkwasser verwendet werden. Die zurückgehaltenen Wasserinhaltsstoffe fallen als Konzentrat an und müssen genehmigungspflichtig entsorgt werden. Bei einer UO-Ausbeute von 80 % und einer Trinkwasserproduktion von 8 Mio. m<sup>3</sup>/a würden 2 Mio. m<sup>3</sup>/a fünffach aufkonzentriertes Konzentrat anfallen, die entweder direkt oder indirekt eingeleitet werden müssten. Wird eine Direkteinleitung in eine Vorflut nicht genehmigt, muss der anfallende Konzentratstrom gebührenpflichtig in die Kanalisation eingeleitet werden. Wird nur letzteres genehmigt, ist dies zumeist das Ausschlusskriterium für eine UO-Anlage. Nach Rücksprache mit der wesernetz Bremen GmbH setzt IWW sowohl für

die verfahrenstechnische Bewertung als auch für die Kostenkalkulation die Genehmigung einer Direkteinleitung in die Weser voraus. Neben den anfallenden Rückspülwässern und Konzentraten der UF (~990.000 m³/a) respektive UO (~2.000.000 m³/a) muss die Entsorgung von anfallenden CEB- und CIP-Reinigungen nach einer Neutralisation beachtet werden. Die chemisch unterstützte Rückspülung (CEB) der UF wird bis zu zweimal täglich durchgeführt, wohingegen die chemischen Reinigungen (CIP) der UF und UO in Abhängigkeit der Rohwasserqualität ein- bis zweimal jährlich vorgenommen werden müssen.

Zur autarken Erzeugung eines einspeisefähigen Trinkwassers des Oberflächenwasserwerks sieht IWW eine Kalksteinfiltration vor, der zur Elimination von etwaigen noch im Permeat vorhandenen geruchsbildenden Stoffe eine Aktivkohlefiltration folgt. Als letzte Barriere vor der Einspeisung des generierten Wassers in einen Trinkwasserbehälter ist eine UV-Desinfektion vorgesehen. Der Bau eines zusätzlichen Trinkwasserbehälters und/oder Reinwasserpumpwerks war nicht Teil des eruierten Aufbereitungskonzepts (vgl. Abbildung 1). Um einen kontinuierlichen Wasserwerksbetrieb auch im Havariefall auf der Weser zu garantieren, ist ein Rohwasserspeicher vorzusehen, dessen finale Dimensionierung von einer Risikopotenzialanalyse abhängt. Eine vorläufige Einschätzung des Bremer Senators für Umwelt, Bau und Verkehr (SUBV) geht von einer notwendigen Speicherkapazität von 5 Tagen aus.

Des Weiteren ist zu beachten, dass niedrige Rohwassertemperaturen (< 10 °C bis zu 2 °C) die Flockung (v. a. bei Verwendung von Eisen(III)chlorid) und den Betrieb der Umkehrosmose beeinträchtigen können, sodass in diesen Zeiträumen, in denen im Regelfall keine Spitzenlasten abgedeckt werden, die Flockung mit Polyaluminiumchlorid durchgeführt sowie die Aufbereitungsleistung der UO signifikant reduziert oder der Vordruck entsprechend erhöht werden muss. Da Zeiten extrem niedriger Rohwassertemperaturen von bis zu 2 °C in der Regel mit einem sehr niedrigen Trinkwasserbedarf korrelieren, kann davon ausgegangen werden, dass die dann für unterschiedliche Drücke ausgelegten Feedpumpen den erforderlichen höheren Vordruck bereitstellen können. Anderenfalls muss eine entsprechende Pumpleistung vorgehalten werden. Weiterhin erfolgt die Entsäuerung in den Kalksteinfiltern bei sehr niedrigen Temperaturen mit deutlich verringerter Reaktionsgeschwindigkeit, was sich ggf. ebenfalls durch den geringeren Aufbereitungs-Volumenstrom ausgleicht. Im Bedarfsfall kann für solche Zeiträume die Dosierung von Natronlauge zur Restentsäuerung vorgesehen werden. Natronlauge ist aufgrund des Bedarfs an anderer Stelle vorhanden.





**Abbildung 1** Vereinfachtes Verfahrensschema zur Aufbereitung von Weserwasser unter der Voraussetzung einer genehmigten Direkteinleitung des Konzentratstroms

Aufgrund der jahreszeitlich bedingten Temperaturschwankungen der Weser und der für einen Temperatenausgleich fehlenden Bodenpassage sollte das aufbereitete Oberflächenwasser vor der Speicherung bzw. Einspeisung zur Vergleichmäßigung mit vorhandenem Trinkwasser gemischt werden.

Die Dimensionierungen der beschriebenen Verfahrensstufen wurden bei einer mittleren Aufbereitungsleistung von ca. 920 m³/h für eine maximale stündliche Aufbereitungsleistung von 1.300 m³/h berechnet, da die Betriebsweise der UO-Anlage im Gegensatz zu den anderen Verfahrensstufen starr ist und nur durch an- und abschalten von sog. Aufbereitungsstraßen an Spitzenlasten angepasst werden kann. Somit wird die Dimensionierung der restlichen Verfahrenstechnik von der maximalen Auslegungsaufbereitungsleistung der UO-Anlage vorgegeben (s. Tabelle 1).

Für alle Verfahrensstufen werden bei der Kalkulation Kosten für die zugehörigen elektrotechnischen Komponenten und ein anlagenspezifisches Prozessleitsystem (PLS) bzw. die Einbindung in ein bestehendes PLS berücksichtigt.

**Tabelle 1** Auflistung der benötigten Verfahrensstufen zur Aufbereitung von Weserwasser inkl. Kapazität und technischen Spezifikationen

Verfahrensstufen	Kapazität	Spezifikationen
Entnahmebauwerk (inkl. Rohwasserspeicher, Entnahmeleitung, Rechen, Siebfilter, Pumpwerk etc.)	$Q_a \approx 11 \text{ Mio. m}^3/\text{a}$ $Q_{h,\max} \geq 1.800 \text{ m}^3/\text{h}$	Rohwasserspeicher für Volllastaufbereitung ( $t = 5 \text{ d}$ ) im Havariefall ( $V = 216.000 \text{ m}^3$ )
Ultrafiltration (inkl. Rohrflockung, Vorfilter)	$Q_{h,\max} \geq 1.800 \text{ m}^3/\text{h}$ $Q_{h,\max,\text{Filtrat}} \approx 1.625 \text{ m}^3/\text{h}$	$A_M \approx 26.400 \text{ m}^2$ (4 Straßen à 132 Module)
Biofilter	$Q_{h,\max} \approx 1.625 \text{ m}^3/\text{h}$	$A_F \approx 157 \text{ m}^2$ (8 Filter, $D_F = 5 \text{ m}$ , $v_{F,\max} \approx 10 \text{ m/h}$ )
Umkehrosmose (inkl. Vorfilter)	$Q_{h,\max} \approx 1.625 \text{ m}^3/\text{h}$ $Q_{h,\max,\text{Permeat}} \approx 1.300 \text{ m}^3/\text{h}$	$A_M \approx 59.200 \text{ m}^2$ (7+1 Straßen à 186 Module)
Kalksteinfiltration	$Q_{h,\max} \approx 1.300 \text{ m}^3/\text{h}$	$A_F \approx 98 \text{ m}^2$ (5 Filter, $D_F = 5 \text{ m}$ , $v_{F,\max} \approx 13 \text{ m/h}$ )
Aktivkohlefiltration	$Q_{h,\max} \approx 1.300 \text{ m}^3/\text{h}$	$A_F \approx 98 \text{ m}^2$ (5 Filter, $D_F = 5 \text{ m}$ , $v_{F,\max} \approx 13 \text{ m/h}$ )
UV-Desinfektion	$Q_{h,\max} \approx 1.300 \text{ m}^3/\text{h}$	
Behandlungsanlage Filterspülwasser (inkl. Schlamm entwässerungsanlage)	$Q_{h,\max} \approx 125 \text{ m}^3/\text{h}$	
Einleitbauwerk	$Q_{h,\max} \approx 450 \text{ m}^3/\text{h}$	

## 4 Ökonomische Bewertung

### 4.1 Bewertungsmodell und Ablauf der Bewertung

In diesem Kapitel wird das generelle Vorgehen bei der ökonomischen Bewertung beschrieben. Zunächst wurden die Variablen und Eingabewerte festgelegt. Dabei wurden Daten, die von der wesernetz Bremen GmbH zur Verfügung gestellt wurden, in der technischen Ausgestaltung (Kapitel 3.2) erarbeitet wurden oder auf Literatur- und Erfahrungswerten beruhen, verwendet. Diese sind näher in Kapitel 4.2 beschrieben.

Auf Grundlage dieser Daten wurden dann die Investitionskosten und die spezifischen Kosten errechnet. Da sich in der technischen Ausgestaltung bereits nur eine Verfahrensvariante als sinnvoll herausgestellt hat, wurde keine Berechnung des in AP3 genannten Kapitalwerts vorgenommen, da dieser lediglich im Vergleich mehrerer Varianten Bedeutung hat.

Die Investitionskosten ergeben sich zum Teil aus spezifischen Angeboten von Herstellern und Planungsbüros, aus Kosten vergleichbarer Projekte und Wasserwerke und im Falle der Transportleitung und des Dükers aus Erfahrungswerten verschiedener Wasserversorgungsunternehmen. Alle Investitionskosten sind mithilfe von Preisindizes des Statistischen Bundesamtes (s. Kapitel 7) und üblichen Inflationsfaktoren entsprechend angepasst worden.

Die spezifischen Kosten ergeben sich aus den jährlichen Betriebskosten im Verhältnis zur Aufbereitungsleistung und geben somit die Kosten der gesamten Gewinnung und Aufbereitung pro Kubikmeter abgegebenen Trinkwassers an. In den jährlichen Betriebskosten sind folgende Kostenarten enthalten:

- Betriebsmittel
- Personalkosten
- Membranersatzkosten
- Energiekosten
- Wasserentnahmeentgelt Niedersachsen
- Wartung und Reparatur von Bautechnik, Verfahrenstechnik und Leitungen
- Entsorgungskosten (Deponiekosten des entwässerten Schlammes)
- Analytik
- Versicherung
- Kapitalkosten (AfA)

Die Betriebskosten können weiter in fixe und variable Kosten unterschieden werden. Zu den variablen Betriebskosten zählen die Betriebsmittelkosten, die Energiekosten, das Wasserentnahmeentgelt sowie die Entsorgungskosten. Diese sind abhängig von der Aufbereitungsleistung. Da in dem vorliegenden Fall die Aufbereitungsleistung konstant gehalten wurde, ist eine getrennte Betrachtung jedoch nur wenig relevant.

Bei der technischen Ausgestaltung wurde von allen erforderlichen Aufbereitungsschritten ausgegangen (s. Kapitel 3.1). Das Ergebnis der darauf aufbauenden ökonomischen Bewertung ist aufgrund der getroffenen Annahmen (s. Kapitel 4.2) als eine Untergrenze der zu erwartenden Investitions- und Betriebskosten zu verstehen.

## 4.2 Basisannahmen und Eingabewerte

In diesem Kapitel sind die zugrundeliegenden Annahmen und Eingabewerte der ökonomischen Bewertung aufgelistet und erläutert. In Tabelle 2 sind die Eingabewerte dargestellt.

**Tabelle 2** Eingabewerte für Eingangswerte (Variablen) im Bewertungsmodell

Variablenkategorie	Einheit	Ansatz
<b>Grundlagen</b>		
Betrachtungszeitraum	a	50
Aufbereitungsleistung	m³/a	8.000.000
Rohwasserentnahme	m³/a	10.880.000
Länge Rohwassertransportleitung	m	5.700
Länge Düker	m	130
Länge Konzentratleitung	m	800
Techn. und kfm. Nutzungsdauer Umkehrosmosemembrane	a	8
Techn. und kfm. Nutzungsdauer Ultrafiltrationsmembrane	a	5
<b>Kosten und Preise</b>		
Energiekosten (gem. wesernetz Bremen GmbH)	€/kWh	0,16
Einleitgebühren Retentat	€/m³	-
Wasserentnahmeentgelt in Niedersachsen	€/m³	0,075
Personalkosten (gem. wesernetz Bremen GmbH)	€/h	66
Baunebenkosten in Prozent vom Invest	%	20
Versicherung in Prozent vom Invest	%	0,5
Spez. Kosten für umbauten Raum (2018)	€/m³	146
Spez. Kosten für Grundstücke (gem. wesernetz Bremen GmbH)	€/m²	10
<b>Sonstige wirtschaftliche Variablen</b>		
Diskontierungszins (gem. wesernetz Bremen GmbH)	%	4,47
Kostensteigerung für Energie p.a.	%	2,7
Kostensteigerung für Personal p.a.	%	2,5
Kostensteigerung für Investitionen p.a.	%	2
Kostensteigerung für Betriebsstoffe p.a.	%	2
Kostensteigerung für Sonstiges p.a.	%	2
Fremdkapitalanteil zur Deckung von Investitionsauszahlungen	%	-
<b>Kaufmännische Nutzungsdauern</b>		
Bautechnik	a	30
Anlagentechnik	a	25
Elektrotechnik	a	20
Transportleitung mit Düker	a	35
Sonstiges	a	25

Des Weiteren gelten folgende Annahmen für die Kostenabschätzung:

- Die Kosten für den Erwerb von Grundstück an der Mischstation Auf dem Werder sind nicht enthalten.
- Die benötigte Fläche von ca. 3500 m² für das Wasserwerk ist am Platz der bestehenden Mischstation Auf dem Werder verfügbar (Koordinaten DG: 53.066332, 8.813366, vgl. Kap. 8). Mögliche nötige Umbaumaßnahmen an bestehenden Anlagen und Einrichtungen (z. B. bauliche Veränderung an Mischstation, Verteilungsnetz) wurden nicht betrachtet.

- Der Standort des Entnahmebauwerks liegt auf niedersächsischem Gebiet zwischen Weserwehr und der Bundesautobahn 1 (Koordinaten DG: 53.039786, 8.864176, vgl. Kap. 8). Die Fläche für den Rohwasserspeicher (**ca. 70.000 m<sup>2</sup>**) steht in unmittelbarer Nähe zur Rohwasserentnahme zur Verfügung.
- Die Einleitstelle des Konzentrats befindet sich unterhalb der Wilhelm-Kaisen-Brücke am Hauptstrom der Weser (DG: 53.072535, 8.804267, vgl. Kap. 8). Dies muss durch ein Genehmigungsverfahren geprüft werden. Eine signifikante Verschlechterung der Wasserqualität ist durch die verschiedenen hohen Volumenströme von Weser und Konzentrat auf Grundlage der bekannten Daten nicht zu erwarten. Da die Weser unmittelbar flussabwärts jedoch sowohl zur Naherholung, als auch zur Rohwasserentnahme genutzt wird, ist auch eine Verschiebung der Einleitstelle bis zur Höhe des Neustädter Hafens denkbar, was weitere Kosten zur Folge hätte (vgl. Kap. 4.4).
- Die Einleitung des Konzentrats in die Weser ist kostenfrei (genehmigungspflichtig). Wird eine Direkteinleitung nicht genehmigt, ist das ein Ausschlusskriterium für den Betrieb einer Umkehrosmoseanlage.
- Der Düker für das Rohwasser verläuft nahe der Fußgängerbrücke zwischen Werdersee und Kleine Weser. Es wird von Sand-/Kiesboden ohne nennenswerte Hindernisse ausgegangen.
- Die Konditionen des Liefervertrags mit dem Wasserwerk Panzenberg fließen nicht in die Bewertung ein.
- Das Wasserwerk inkl. der Schlammbehandlung ist komplett umbaut. Eine Abluftreinigung ist nicht vorgesehen.
- Das Wasserentnahmeentgelt bleibt für den Betrachtungszeitraum konstant.

### 4.3 Ergebnisse der ökonomischen Bewertung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der ökonomischen Bewertung des betrachteten Verfahrens dargestellt.

In Tabelle 3 sind die aktuell gültigen Investitionskosten dargestellt. Erfahrungsgemäß dauert so ein Bauvorhaben inkl. Planungs- und Genehmigungsverfahren jedoch mindestens 5-10 Jahre, gefolgt von einer Inbetriebnahmephase. Dadurch kann es zu weiteren Kostensteigerungen kommen. Da bei dieser Betrachtung jedoch der Vergleich mit heutigen Aufbereitungsvarianten entscheidend ist, wurden diese Kostensteigerungen nicht betrachtet. In der Bautechnik enthalten sind Kosten für das Wasserwerksgebäude, das Entnahmebauwerk und den Rohwasserspeicher enthalten, welcher mit ca. 15 Mio. € den Großteil dieser Kosten ausmacht. In der Anlagentechnik sind die Kosten für die Rohwasserpumpstation, die Ultrafiltration, die Stahldruckfilter, die Umkehrosmoseanlage, die Schlammbehandlung inkl. einer Kammerfilterpresse sowie der UV-Desinfektion enthalten. Die Elektrotechnik umfasst hauptsächlich die Kosten der Elektrotechnik der UF-Anlage, der Gesamtsteuerung und der Leitwarte. Kosten für weitere elektrotechnische Komponenten sind bereits in den Kosten der Anlagentechnik integriert. Die Kosten für die Leitungen umfassen die Rohwassertransportleitung, den Düker sowie

die Konzentratleitung inkl. Einleitstelle. Die Grundstückskosten umfassen die Kosten für den Grunderwerb, inkl. Nebenkosten. Sonstige Kosten umfassen hauptsächlich ein Chemikalienlager und die Baustelleneinrichtung. Inklusive der Baunebenkosten ergeben sich voraussichtliche **Investitionskosten** in Höhe von mindestens **51.880.000 €**.

**Tabelle 3** Investitionskosten

	<b>Kosten</b>
Bautechnik	19.826.000 €
Anlagentechnik	10.308.000 €
Elektrotechnik	4.240.000 €
Leitungen	6.983.000 €
Grundstück	753.000 €
Sonstiges	416.000 €
Baunebenkosten	8.354.000 €
Pilotierung	1.000.000 €
<b>Summe</b>	<b>51.880.000 €</b>

Tabelle 4 stellt die durchschnittlichen jährlichen Betriebskosten und die spezifischen Kosten im ersten Zehnjahreszeitraum dar. Unter die Kategorie Betriebsmittel fällt der Einsatz sämtlicher notwendiger Chemikalien für den Betrieb des Wasserwerks. Die Entsorgungskosten umfassen hauptsächlich die Deponiekosten des anfallenden, entwässerten Rückspülschlammes

**Tabelle 4** Jährliche Betriebskosten und spezifische Kosten im ersten Zehnjahreszeitraum unter der Voraussetzung einer genehmigten Direkteinleitung des Konzentrats

	<b>Kosten</b>
Betriebsmittel	434.000 €/a
Personalkosten	800.000 €/a
Membranersatzkosten	498.000 €/a
Energiekosten	979.000 €/a
Wasserentnahmeentgelt	816.000 €/a
Wartung und Reparatur	719.000 €/a
Entsorgungskosten	58.000 €/a
Analytik	89.000 €/a
Versicherung	238.000 €/a
Kapitalkosten (AfA)	3.286.000 €/a
<b>Summe</b>	<b>7.917.000 €/a</b>
<b>spez. Kosten</b>	<b>0,99 €/m<sup>3</sup></b>

(v. a. UF-Rückspülwasser). Die Kapitalkosten beschreiben eine lineare Abschreibung der jeweiligen Investitionskosten mit automatischer Reinvestition nach Ablauf der kaufmännischen Nutzungsdauer. Somit ergeben sich im ersten Zehnjahreszeitraum voraussichtliche **Betriebskosten** von mindestens **7.917.000 €/a** und **spezifische Kosten** von mindestens **0,99 €/m³**.

In Tabelle 5 sind die spezifischen Kosten als Zehnjahresmittelwerte für den Betrachtungszeitraum dargestellt. Die unterschiedlich hohen prozentualen Veränderungen ergeben sich aus den verschiedenen Reinvestitionszyklen sowie einem doppelt auftretenden UO-Membranersatz im vierten Zehnjahreszeitraum. Der Anteil der fixen Kosten beträgt zwischen 68% und 71%, jener der variablen Kosten demnach 29% bis 32%.

**Tabelle 5** Spezifische Kosten im Zehnjahresmittel und der jeweilige Anteil der fixen und variablen Betriebskosten unter der Voraussetzung einer genehmigten Direkteinleitung des Konzentrats

Betriebsjahre	Spezifische Kosten		Anteil fixe Kosten	Anteil variable Kosten
	[€/m³]	Steigerung	[€/m³]	[€/m³]
<b>1-10</b>	0,99		0,70	0,29
<b>11-20</b>	1,08	+9%	0,75	0,34
<b>21-30</b>	1,29	+19%	0,89	0,40
<b>31-40</b>	1,59	+23%	1,10	0,49
<b>41-50</b>	1,85	+17%	1,26	0,59

#### 4.4 Mögliche zusätzliche Kosten

Bei der hier vorliegenden Betrachtung handelt es sich um eine Erstabschätzung der Kosten und keine Detailplanung. Daher ist es möglich, dass es in einigen Bereichen zu zusätzlichen Kosten kommen wird. Ausgewählte, bei der Bearbeitung des Projekts ermittelte Unsicherheiten sollen in diesem Kapitel kurz näher genannt und beschrieben werden:

- Die exakte Dimensionierung des **Rohwasserspeichers** benötigt ein detailliertes Gutachten zum Gefährdungspotenzial. Planungs-, Grundstücks-, und Baukosten sind stark abhängig von der zu überbrückenden Zeitdauer (derzeit 5 Tage, Vorgabe SUBV). Außerdem ist die Lage des Rohwasserspeichers ausschlaggebend für weitere Kosten. Durch den hohen Platzbedarf (hier ca. 70.000 m²) ist die **Standortfrage bisher ungeklärt**.

- Die Rohwasser- und Konzentratleitungen führen durch städtisches Gebiet. Hier kann es zu einer Vielzahl an Komplikationen kommen, die den Bau verzögern, bzw. zu höheren Kosten führen können. Sollte die Einleitung an der bisher geplanten Stelle auf der Werderinsel nicht genehmigt werden, ist eine Verschiebung bis auf Höhe des Neustädter Hafens denkbar. Eine erste Kostenschätzung kommt hier zu möglichen weiteren Investitionskosten von ca. 4,5 Mio. €.
- Die Freiflächen an der Mischstation auf der Werder sind begrenzt. Falls es nicht möglich ist, die einzelnen Prozessstufen auf den vorhandenen Freiflächen anzuordnen, müssen evtl. größere Umbaumaßnahmen an der bestehenden Bautechnik vorgenommen werden.
- Sollte die Direkteinleitung des Konzentrats und Rückspülwassers nicht genehmigt werden, sind im Regelfall Abwassergebühren zu entrichten. Bei derzeitigen Abwassergebühren in Höhe von 2,82 €/m<sup>3</sup> (Angabe wesernetz Bremen GmbH) und einer vollen Auslastung der Anlage ergeben sich daraus zusätzliche Kosten in Höhe von ca. 8,5 Mio. €/a bzw. 1,06 €/m<sup>3</sup> produziertem Trinkwasser.

## 5 Sensitivitätsanalyse

Mithilfe der Sensitivitätsanalyse wurde die Robustheit der Kostenschätzung überprüft. Zugrunde gelegt wurden nachstehende Veränderungen der Kostensteigerungsraten:

- Steigerungsrate Personalkosten um +50% auf 3,75%
- Steigerungsrate Personalkosten um -50% auf 1,25%.
- Steigerungsrate Betriebsmittel um +50% auf 3%.
- Steigerungsrate Wartung & Instandhaltung um +50% auf 3%
- Steigerungsrate Energiepreis um +50% auf 4,05%

Für jede Variation wurden alle sonstigen Eingabewerte nicht verändert (*ceteris paribus*). Der Einfluss auf die ermittelten Betriebskosten lag im Bereich von bis zu 1 ct/m<sup>3</sup> (unter 1,5%) der spezifischen Kosten im ersten Zehnjahresmittelwert. Somit erscheint die Kostenbewertung vergleichsweise robust und wird wenig von einzelnen Preisentwicklungen beeinflusst.



## 6 Zusammenfassung

IWW wurde beauftragt, eine technisch-ökonomische Erstabschätzung für die Nutzung alternativer Wasserressourcen (Oberflächenwasser aus der Weser) abzugeben. Auf Basis der gewonnenen Kenntnisse zu den wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen wurde ein verfahrenstechnisches Aufbereitungskonzept (Grobkonzept) erarbeitet. Es enthält die Verfahrensstufen Entnahgebauwerk, Ultrafiltration, Biofilter, Umkehrosmose, Kalksteinfiltration, Aktivkohlefiltration, UV-Desinfektion, Behandlungsanlage Filterspülwasser und Einleitstelle. Als bedarfsorientierte Kapazität der Anlage wurde eine mittlere Aufbereitungsleistung von ca. 920 m<sup>3</sup>/h für eine maximale stündliche Aufbereitungsleistung von 1.300 m<sup>3</sup>/h zugrunde gelegt. Mit dem technischen Konzept ist ein Trinkwasser hoher Qualität produzierbar. Da die Stadt Bremen bisher jedoch ausschließlich mit Grundwasser versorgt wurde, ist auf eine Akzeptanz in der Öffentlichkeit zu achten.

Die ökonomische Bewertung zeigt, dass der Neubau der beschriebenen Verfahrenskette ein Investitionsvolumen in Höhe von mindestens 51,9 Mio. € erwarten lässt. Dieser Wert gilt als Untergrenze, weil aufgrund einzelner Annahmen weitere Kosten möglich sein können, die im Rahmen dieser Kurzstudie nicht ermittelt wurden. In Bezug auf die Betriebskosten ist unter der Voraussetzung einer genehmigten Direkteinleitung des Konzentrats mit spezifischen Kosten von mindestens 0,99 €/m<sup>3</sup> aufbereitetes Trinkwasser in den ersten zehn Jahren zu rechnen. Über die Nutzungsdauer steigen die spezifischen Kosten aufgrund anzusetzender Reinvestitionszyklen bei einzelnen Verfahrensstufen und erwarteter Kostensteigerungen gem. Basisannahmen innerhalb des betrachteten Zeitraums von 50 Jahren auf durchschnittlich 1,85 €/m<sup>3</sup> aufbereitetes Trinkwasser in den letzten 10 Betriebsjahren.

Die Ergebnisse basieren auf dem aktuellen Kenntnisstand von IWW. Sie stellen jedoch lediglich eine Erstabschätzung und keine vollständige Variantenstudie dar. Nicht Bestandteil der technisch-ökonomischen Erstabschätzung war der Vergleich des o.g. Grobkonzepts mit anderen Trinkwasserbereitstellungsalternativen. Auch ein Vergleich mit dem Status Quo (Fremdbezug) ist nicht erfolgt und kann von der wesernetz Bremen GmbH in Kenntnis der in diesem Bericht erarbeiteten Ergebnisse vorgenommen werden. IWW empfiehlt, die Entscheidung über die zukünftige Ausgestaltung des Versorgungssystems nur auf Basis weiterer Detailplanungen und -analysen zu treffen.

## 7 Quellennachweis

Chrobok, K. (2003): Desinfektionsverfahren in der Schwimmbeckenwasseraufbereitung unter besonderer Berücksichtigung des Elektrochemischen-Aktivierungs-Verfahrens zwecks Verbesserung der Beckenwasserqualität

Preisindizes:

Datenquelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), Genesis-Online; [Datenlizenz by-2-0](#); eigene Berechnung

- Baupreisindex Gewerbliche Betriebsgebäude, Bauleistung
- Erzeugerpreisindex gewerblicher Produkte, Allgemein
- Erzeugerpreisindex gewerblicher Produkte, Verfahrenstechnische Maschinen und Apparate
- Erzeugerpreisindex gewerblicher Produkte, Elektrische Ausrüstungen
- Strompreisindex Deutschland, Abgabe an die Industrie, Jahresverbrauch 2.000 MWh bis unter 20.000 MWh

Personalkostensteigerung: Öffentlicher-Dienst.Info, Tarifvertrag Versorgungsbetriebe (TV-V), [oeffentlicher-dienst.info/tv-v](http://oeffentlicher-dienst.info/tv-v)

## 8 Lageplan

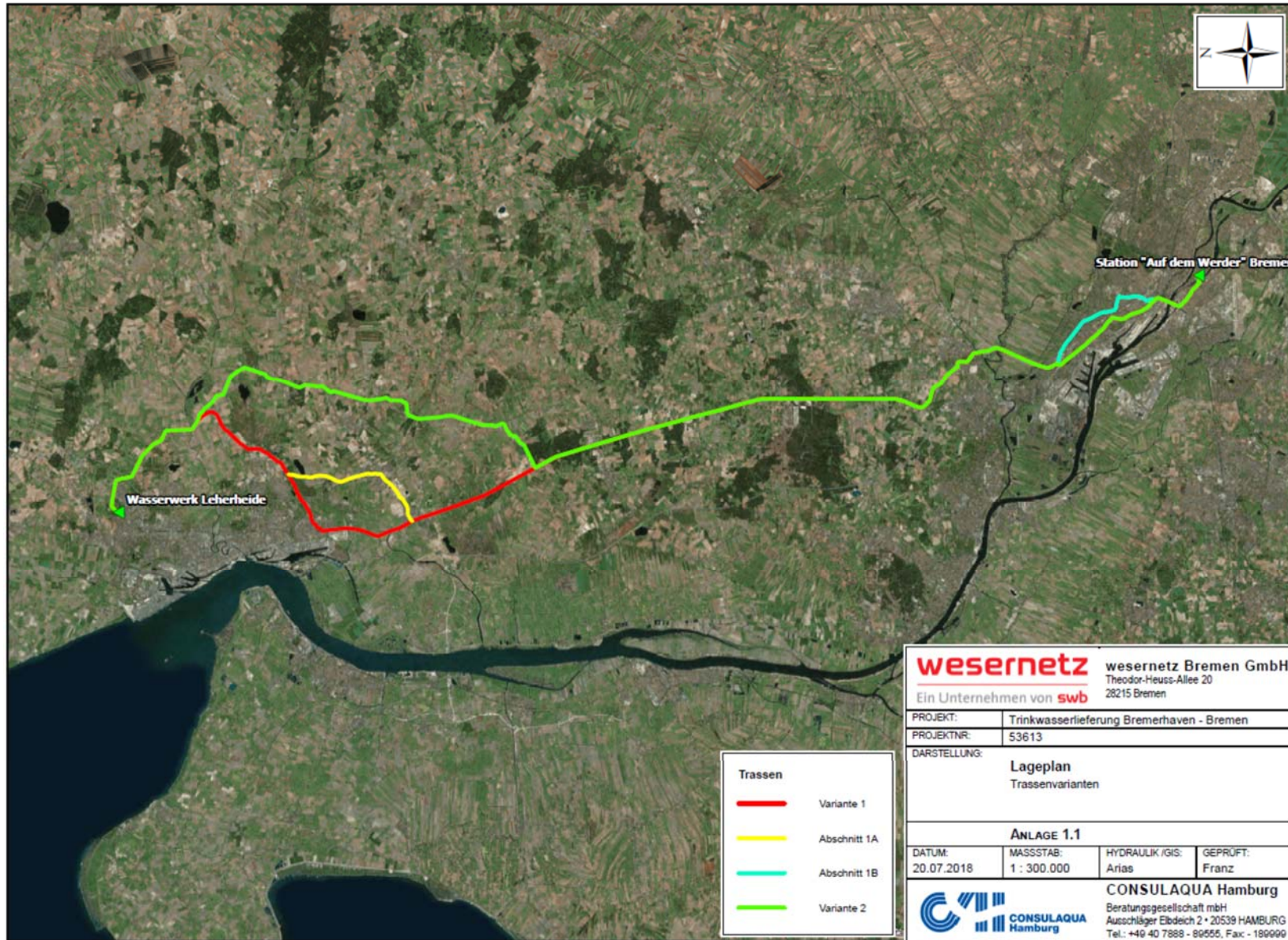


Abbildung 2 Lageplan inkl. angedeuteter Trassenführung (Quelle: Google Maps)



# Konzeptbetrachtung Trinkwasserlieferung Bremerhaven – Bremen

Anlage 4



## Investitionskosten:

Trinkwassertransportleitung  
(rd. 72,6 km, DN 700)

- Variante 1

**123,490 Mio. € netto**  
inkl. Baunebenkosten

**Investitionskosten gesamt:**  
**rd. 125 Mio. € netto (+/- 30%),**  
**Preisstand 2018**