



Gemeinde  
Teningen

# Strukturgutachten Trinkwasserversorgung

## Voruntersuchung / Bedarfsanalyse

Anlage 1.1: Erläuterungsbericht  
Vorabzug

20. Februar 2024

**WALD + CORBE Consulting GmbH**

**Hauptsitz**

Am Hecklehamm 18  
76549 Hügelsheim  
Tel. +49 7229 1876-00

[www.wald-corbe.de](http://www.wald-corbe.de)

**Niederlassung Stuttgart**

Fritz-Reuter-Straße 18  
70193 Stuttgart  
Tel. +49 711 263464-0

**Niederlassung Haslach**

Schnellinger Straße 78  
77716 Haslach  
Tel. +49 7832 96094-0

**Niederlassung Schwetzingen**

Duisburger Straße 13  
68723 Schwetzingen  
Tel. +49 7229 1876-00

**Angaben zur Gesellschaft**

Registergericht Mannheim  
HRB 211092  
USt.-IDNr. DE244600597

**Geschäftsführung**

Peter Kirsamer  
Jörg Koch  
Dr. Gregor Kühn

**BKW Engineering Network**

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Einleitung / Veranlassung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Auftraggeber</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Grundlagen der Wasserversorgung</b>	<b>3</b>
3.1	Anforderungen an das Gutachten	3
3.2	Überblick – Trinkwasserversorgung Gemeinde Teningen	3
3.3	Betrieb der Wasserversorgung	7
3.4	Versorgungssicherheit	9
3.5	Wasserqualität	10
3.6	Ressourcenschutz	13
3.7	Wasserdargebot	14
3.7.1	Wasserdargebot – Bestand	14
3.7.2	Wasserdargebot – Prognose	15
3.8	Wasserbedarf	16
3.8.1	Wasserbedarf – Bestand	16
3.8.2	Wasserbedarf – Prognose 2050	20
3.9	Wasserbilanz	24
3.9.1	Wasserbilanz – Bestand	25
3.9.2	Wasserbilanz – Prognose	26
<b>4</b>	<b>Bestehende Verhältnisse</b>	<b>28</b>
4.1	Bestand	28
4.1.1	Wassergewinnung	28
4.1.2	Wasserschutzgebiete	28
4.1.3	Wasserspeicherung	31
4.1.4	Wasseraufbereitung	41
4.1.5	Wasserverteilung	41
4.1.6	Versorgungssicherheit / Notversorgung	44
4.2	Bautechnische Bewertung	51
<b>5</b>	<b>Handlungsbedarf</b>	<b>58</b>
<b>6</b>	<b>Variantenuntersuchung</b>	<b>61</b>
6.1	Maßnahmen zur Dargebotserhöhung und/oder Ersatzwasserversorgung	62

6.1.1	Variante 1: Anschluss an den Zweckverband Mauracherberg	62
6.1.2	Variante 2: Wasserbezug aus Emmendingen	69
6.1.3	Variante 3: Neubau Tiefbrunnen am ehemaligen Wasserwerk Bannlache	71
6.1.4	Variante 4: Neubau Tiefbrunnen und Speichervolumen am Wasserwerk Allmend	74
6.1.5	Variante 5: Kombinierte Variante 1a, 2 und Erweiterung HB Köndringen	75
6.2	Prüfung der Varianten hinsichtlich einer Erhöhung des verfügbaren Wasserspeichervolumens	75
6.3	Prüfung der Varianten hinsichtlich einer Erhöhung des Wasserdargebots	80
<b>7</b>	<b>Kosten</b>	<b>83</b>
7.1	Variante 1: Anschluss an ZV Mauracherberg	83
7.2	Variante 2: Wasserbezug aus Emmendingen	84
7.3	Variante 3: Neubau Tiefbrunnen am ehemaligen Wasserwerk Bannlache	84
7.4	Variante 4: Neubau Tiefbrunnen und Speichervolumen am Wasserwerk Allmend	85
7.5	Variante 5: Kombinierte Variante 1a, 2 und Erweiterung HB Köndringen	86
7.6	Ermittlung der laufenden Kosten	87
<b>8</b>	<b>Variantenvergleich und Wertung</b>	<b>90</b>
8.1	Variante 1: Anschluss an den Zweckverband Mauracherberg	90
8.2	Variante 2: Wasserbezug aus Emmendingen	91
8.3	Variante 3: Neubau Tiefbrunnen am ehemaligen Wasserwerk Bannlache	91
8.4	Variante 4: Neubau Tiefbrunnen und Speichervolumen am Wasserwerk Allmend	92
8.5	Variante 5: Kombinierte Variante 1a, 2 und Erweiterung HB Köndringen	93
8.6	Fazit	93
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>96</b>

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1-1</b>	Übersichtskarte der Gemeinde Teningen, Nimburg, Köndringen, Heimbach, Landeck und Bottingen.	1
<b>Abbildung 3-1</b>	Systemlageplan Bestand WV der Gemeinde Teningen mit den verschiedenen Versorgungszonen und Wasserversorgungsanlagen (siehe auch Anlage 2.2.1)	4
<b>Abbildung 3-2</b>	Mindestanforderungen an die einschlägige berufliche und akademische Ausbildung der Technischen Führungskraft des Trinkwasserversorgers [11]	9
<b>Abbildung 3-3</b>	Wasserbedarf pro Versorgungsgebiete und Jahr – Bestand Gemeinde Teningen	16
<b>Abbildung 3-4</b>	Wasserverkauf (Netzabgabe) inkl. Wasserverlusten der Gemeinde Teningen von 2017 bis	

	2021	17
<b>Abbildung 3.5:</b>	Verschiedene Prognosen der Bevölkerungsentwicklung der Gemeinde Teningen bis in das Jahr 2050	20
<b>Abbildung 3.6:</b>	Wasserbedarf der Gemeinde Teningen im Jahr 2050	23
<b>Abbildung 3.7:</b>	Tagesspitzenverbräuche (monatlich zusammengefasst) von 2016 bis 2021	24
<b>Abbildung 3.8:</b>	Jahreswasserbilanz Teningen für den Bestand	25
<b>Abbildung 3.9:</b>	Tagesspitzenbilanz Teningen für den Bestand	26
<b>Abbildung 3.10:</b>	Jahreswasserbilanz Teningen für die Prognose 2050	27
<b>Abbildung 3.11:</b>	Tagesspitzenbilanz Teningen für die Prognose 2050	27
<b>Abbildung 4-1</b>	Wasserschutzgebiete der Gemeinde Teningen und angrenzende Wasserschutzgebiete in der Umgebung [31]	29
<b>Abbildung 4.2:</b>	Skizze der Förder- und Zubringerleitungen im Versorgungsgebiet Teningen	34
<b>Abbildung 4.3:</b>	Skizzenhafte Darstellung der Ausfallszenarien im Gesamtsystem (ohne Heimbach/Landeck) der Förder- und Zubringerleitungen im Versorgungsgebiet Teningen	38
<b>Abbildung 6.1:</b>	Möglicher Anschlusspunkt an die Förderleitungen des ZV Mauracherberg: Variante 1a	63
<b>Abbildung 6.2:</b>	Anschluss an den ZV-Mauracherberg: Variante 1a	64
<b>Abbildung 6.3:</b>	Bemessung des erforderlichen Speichervolumens am Pumpwerk	65
<b>Abbildung 6.4:</b>	Möglicher Anschlusspunkt an die Förderleitungen des ZV Mauracherberg: Variante 1b	66
<b>Abbildung 6.5:</b>	Anschluss an den ZV-Mauracherberg: Variante 1b	67
<b>Abbildung 6.6:</b>	Anschluss an den ZV-Mauracherberg: Variante 1c	69
<b>Abbildung 6.7:</b>	Skizzenhafte Darstellung der fünf untersuchten Varianten in Teningen	76
<b>Abbildung 7.1:</b>	Kostenentwicklung über 30 Jahre der Varianten 1, 2, 3, 4 und 5 mit Berücksichtigung der Investitionskosten und den laufenden Kosten pro Jahr (netto)	89

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 3-1</b>	Überblick der Einwohnerzahlen in der Gemeinde Teningen (Stand 2017) [4]	5
<b>Tabelle 3-2</b>	Auszug aus den Wasseranalysen des Trinkwassers in den Versorgungsgebieten der Gemeinde Teningen	12
<b>Tabelle 3-3</b>	Härtebereich nach § 9 Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG) [16]	13
<b>Tabelle 3-4</b>	Wasserkennwerte Bestand Gemeinde Teningen	19
<b>Tabelle 3.5</b>	Tatsächliche und prognostizierte Einwohneranzahl von Teningen im Jahr 2022	21
<b>Tabelle 3-6</b>	Prognose des Wasserbedarfs der einzelnen Gemeinden im Jahr 2050	22
<b>Tabelle 4-1</b>	Bestehende Hochbehälter im WV-Netz der Gemeinde Teningen	32
<b>Tabelle 4-2</b>	Beschreibung der bestehende Hochbehälter im WV-Netz der Gemeinde Teningen	33

<b>Tabelle 4-3</b>	Überschlägig berechnetes Behältervolumen und Vergleich mit vorhandenem Volumen – Bestand	39
<b>Tabelle 4-4</b>	Überschlägig berechnetes Behältervolumen und Vergleich mit vorhandenem Volumen – Prognose	40
<b>Tabelle 4-5</b>	Berechnete Schadensraten der Gemeinden und Bewertung nach DVGW W 400-3 [12]	41
<b>Tabelle 4-6</b>	Richtwerte für Schadensraten in Rohrnetzen nach DVGW W 400-3 [12]	42
<b>Tabelle 4-7</b>	Turnus der Inspektion auf den realen Wasserverlust im Rohrnetz (ILI-Basis) nach DVGW W 400-3 [12]	43
<b>Tabelle 4-8</b>	Bauwerke der Wasserverteilung im Wasserversorgungsnetz der Gemeinde Teningen	43
<b>Tabelle 4-9</b>	Exemplarische bautechnische Bewertung der WV-Anlagen der Gemeinde Teningen	51
<b>Tabelle 5-1</b>	Handlungsbedarf in der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Teningen (Stand: Januar 2024)	58
<b>Tabelle 6-1</b>	Erhöhung des Wasserspeichervolumens – Variantenuntersuchung (Prognose)	79
<b>Tabelle 6-2</b>	Berechnung der Überbrückungsdauer bei Versorgungsunterbrechung mit dem verfügbaren Speichervolumen der Gemeinde Teningen für die verschiedenen Varianten (Prognose)	80
<b>Tabelle 7-1</b>	Kosteneinschätzung (netto) der Variantenuntersuchung „Anschluss an den ZV Mauracherberg“ (Stand Dezember 2023)	83
<b>Tabelle 7-2</b>	Kosteneinschätzung (netto) der Variantenuntersuchung „Neubau TB Bannlache“ (Stand Dezember 2023)	85
<b>Tabelle 7-3</b>	Kosteneinschätzung (netto) des Neubaus Tiefbrunnen und Speichervolumen am Wasserwerk Allmend (Stand Februar 2024)	86
<b>Tabelle 7-4</b>	Kosteneinschätzung (netto) der Variantenuntersuchung „Kombination Variante 1a, 2 mit einem zusätzlichen Behältervolumen von I = 300 m <sup>3</sup> “ (Stand Dezember 2023)	86
<b>Tabelle 7-5</b>	Kosteneinschätzung (netto) der Variantenuntersuchung (Stand Januar 2024)	88
<b>Tabelle 7-6</b>	Grob abgeschätzte Wasserpreiserhöhung pro m <sup>3</sup> Wasser bei Umsetzung der untersuchten Varianten	89
<b>Tabelle 8-1</b>	Variantenvergleich – Anschluss an den ZV Mauracherberg	90
<b>Tabelle 8-2</b>	Wertungsmatrix der Variantenuntersuchung mit Kosteneinschätzung	95

Projektnummer 103.22.092  
 Projektbearbeitung Dr.-Ing. T. Müller  
 M.Sc. J. Siemel

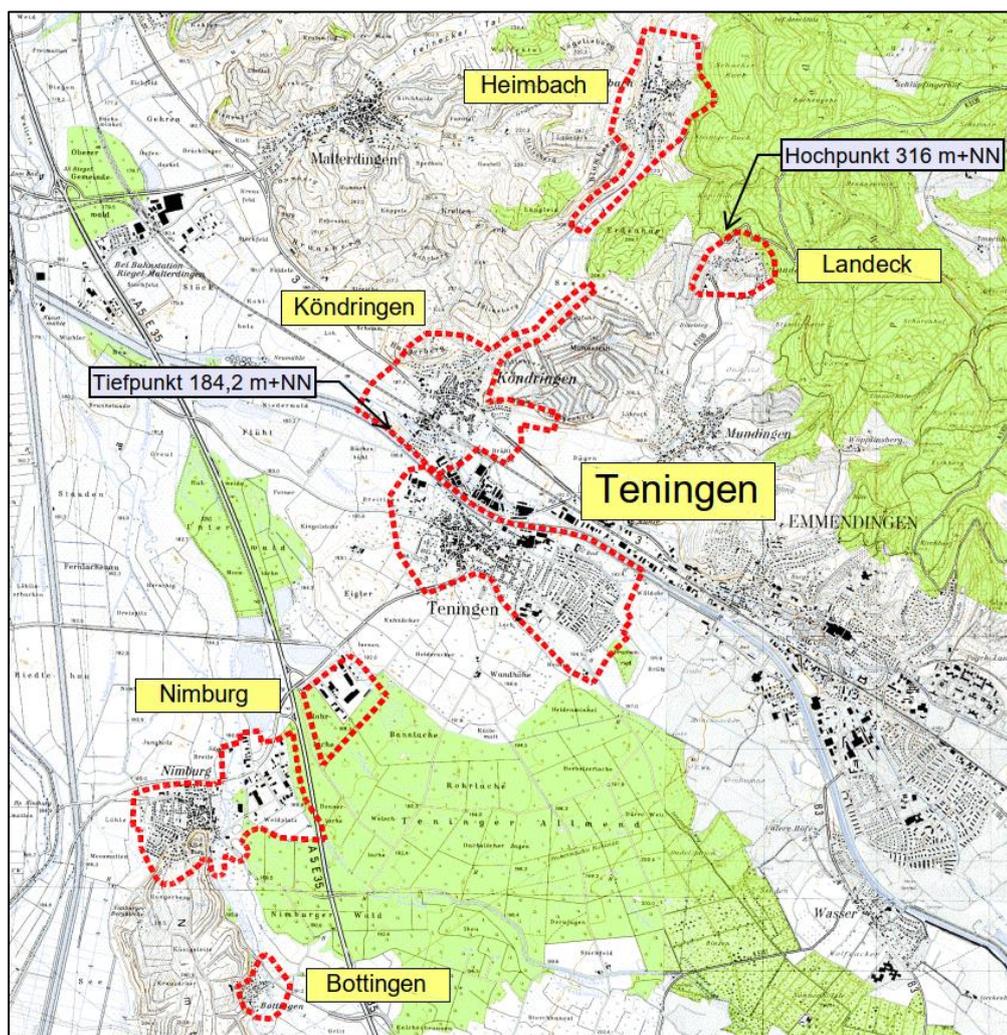
Bericht t:\Teningen\WV\_Strukturgutachten\WO\_Word\EB\_Teningen.docx

# 1 Einleitung / Veranlassung

Teningen liegt ca. 3 km westlich von Emmendingen. Die Gemeinde besteht aus vier Ortsteilen: Teningen, Heimbach, Köndringen mit Landeck und Nimburg mit Bottingen. Die Topografie steigt in Richtung Heimbach und Landeck (Osten) und Nimburg (Westen) an. Das Gemeindegebiet umfasst ca. 627 ha und liegt auf einer Höhenlage von 184 – 316 m+NHN.

Im Zuge des stetigen Wachstums der Gemeinde durch neue Wohn- und Gewerbegebiete muss auch zukünftig die Trinkwasserversorgung sichergestellt werden. Insbesondere im Hinblick auf die Schaffung eines zweiten Standbeins (Ersatzwasserversorgung) der bisherigen „Insellösungen“ der Wasserversorgung durch das Wasserwerk Allmend hat sich die Gemeinde Teningen entschlossen, ein Gutachten über eine zukunftssichere Versorgung mit Trinkwasser zu erstellen.

Ziel des Strukturgutachtens ist es, die bestehenden Versorgungsverhältnisse (Ist-Zustand) detailliert zu untersuchen, den Handlungsbedarf zu benennen, Lösungsvarianten auszuarbeiten und damit die Voraussetzungen und Entscheidungsgrundlage für eine gezielte Entwicklung der Wasserversorgungsstrukturen für die nächsten 25 Jahre in Abstimmung mit der Gemeinde Teningen zu erhalten.



**Abbildung 1-1** Übersichtskarte der Gemeinde Teningen, Nimburg, Köndringen, Heimbach, Landeck und Bottingen.

## 2 Auftraggeber

Das Ingenieurbüro Wald + Corbe Consulting GbmH wurde durch die

**Gemeinde Teningen**  
**Riegeler Straße 12**  
**79331 Teningen**

beauftragt das „Strukturgutachten Trinkwasserversorgung“ nach Förderrichtlinie Wasserwirtschaft 2015 (FrWw 2015 vom 21.07.2015 - Az.: 5-8907.00/5) zu erstellen [2].

## 3 Grundlagen der Wasserversorgung

### 3.1 Anforderungen an das Gutachten

Als Arbeitsgrundlage für den sicheren Betrieb und die Planung der öffentlichen Trinkwasserversorgung gelten die Anforderungen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik, welche in den DVGW-Richtlinien, den DVGW-Arbeitsblättern und den DIN-Normen konkretisiert sind [1]. Darüber hinaus gelten entsprechend der Förderrichtlinie Wasserwirtschaft 2015 (nachfolgend FrWw 2015 genannt) die Empfehlungen für den Aufbau eines Strukturgutachtens vom Umweltministerium Baden-Württemberg und das Leitbild „zukunftsfähige Trinkwasserversorgung Baden-Württemberg“ [2], [3], [5].

Schwerpunktmäßig werden in diesem Gutachten folgende Punkte genauer betrachtet:

- Wassermenge, Wasserqualität und Ressourcenschutz
- Versorgungssicherheit
- Nutzung der ortsnahen Wasservorkommen (§ 50 Abs. 2 WHG) [6]
- Wirtschaftlichkeit / Betriebsoptimierung
- Ersatzwasserversorgung („2. Standbein“) ggf. durch überörtlichen Versorger

Der Betrachtungszeitraum für dieses Strukturgutachten soll bis zum Jahr 2050 gehen. Eine Annahme über einen Zeitabschnitt von größer zehn Jahren ist naturgemäß mit Unsicherheiten behaftet und kann nur so weit zutreffen, solange die heutigen Vorstellungen gültig bleiben. Grundsätzliche Trendänderungen, z.B. aufgrund von geänderten kommunalpolitischen Zielsetzungen, erfordern eine Anpassung der getroffenen Annahmen und somit auch der genannten Prognosewerte.

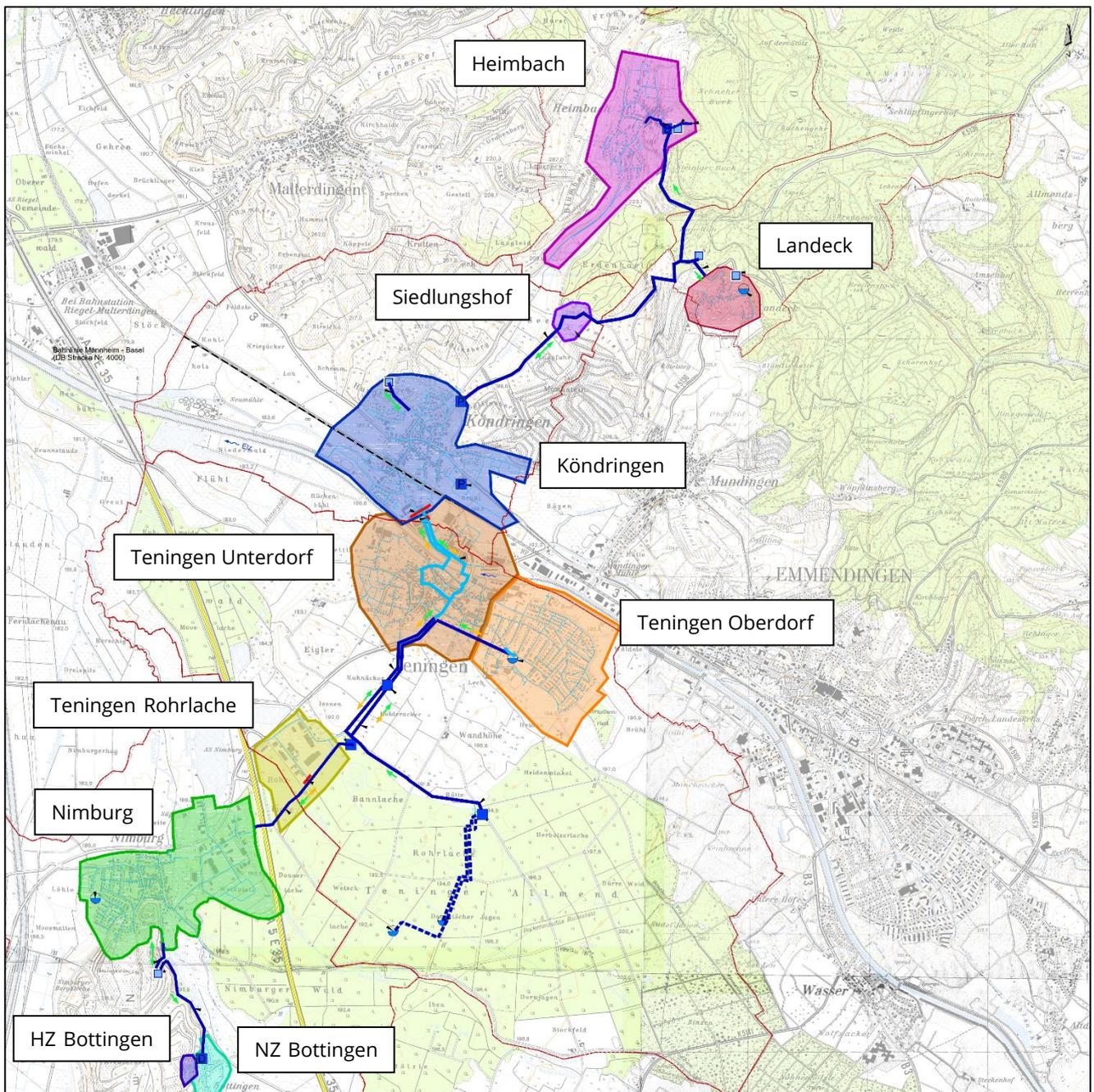
### 3.2 Überblick – Trinkwasserversorgung Gemeinde Teningen

Das Versorgungsgebiet Teningen wird durch das Wasserwerk Allmend mit Trinkwasser versorgt. Das Wasserwerk wird gemeinsam mit der Stadt Emmendingen betrieben und die Wassergewinnung anteilig aufgeteilt. Das Wasserwerk Allmend wurde 2003 in Betrieb genommen und versorgt seitdem die Gemeinden Teningen und Köndringen mit Trinkwasser. In den Jahren 2006/2007 wurden die Versorgungsgebiete Heimbach und Landeck durch den Bau eines Hochbehälters und einer Pumpstation in Köndringen an das Versorgungsgebiet angeschlossen. Im Jahr 2008 wurden durch den Bau einer 1,2 km langen Transportleitung auch die Gemeinden Nimburg und Bottingen an das Netz angeschlossen. Das Wasserwerk Allmend versorgt seitdem das gesamte Netz mit Trinkwasser.

Das Wasserwerk Allmend wird aus zwei Tiefbrunnen gespeist. Zusätzlich gibt es Tiefbrunnen in Nimburg, Teningen (Neudorfstraße) und Köndringen (TB Köndringen), welche als Notbrunnen vorgesehen sind. Außerdem besteht der Tiefbrunnen Neudorfstraße (außer Betrieb) in Teningen. Die Gemeinde Heimbach wurde früher von Quellen mit Trinkwasser versorgt. Derzeit werden die Quelfassungen in Heimbach zur Notwasserversorgung sowie zur Speisung öffentlicher Brunnen genutzt. Die Gemeinde Landeck wurde früher von einem Tiefbrunnen mit Pumpwerk mit Trinkwasser versorgt. Dieser ist mittlerweile stillgelegt.

Die derzeitige Wasserversorgung der Gemeinde Teningen besteht aus insgesamt zehn Versorgungszonen mit insgesamt drei Hochbehältern, einem Wasserwerk mit Zwischenbehälter (Gesamtvolumen 2.000 m<sup>3</sup>; anteilig Gemeinde

Teningen 1.000 m³) und Pumpwerk, einem Druckminderschacht im Ortsteil Heimbach, einer Druckerhöhungsanlage in Bottingen, einer Druckregelanlage im ehemaligen Wasserwerk Bannlache und einem Zwischenpumpwerk zwischen Köndringen und Heimbach/Landeck. Im Folgenden wird die bestehende Wasserversorgung in den einzelnen Versorgungsgebieten kurz beschrieben. Die Lage der Versorgungsgebiete ist in **Abbildung 3-1** dargestellt. Ein Übersichtslageplan und ein Höhenschema des Wasserversorgungsgebietes kann Anlage 2.2.1 bzw. Anlage 3.1.1 entnommen werden.



**Abbildung 3-1** Systemlageplan Bestand WV der Gemeinde Teningen mit den verschiedenen Versorgungs-zonen und Wasserversorgungsanlagen (siehe auch Anlage 2.2.1)

Die Gesamteinwohnerzahl von Teningen beträgt 12.223 Einwohner (Stand: 31.03.2022) [34]. Laut der Gemeinde Teningen ist davon auszugehen, dass alle Einwohner an das öffentliche Trinkwassernetz angeschlossen sind. Im Folgenden wird in Rücksprache mit der Gemeinde mit einem Anschlussgrad von 100 % gerechnet. **Tabelle 3-1** zeigt die Verteilung der Einwohner auf die Versorgungsgebiete der Gemeinde Teningen aus dem Jahr 2017. Die Einwohnerzahlen entstammen der Bevölkerungsvorausrechnung der Gemeinde Teningen aus dem Jahr 2018 [4]. Aktuelle aufgeschlüsselte Einwohnerzahlen für alle Ortsteile liegen derzeit nicht vor.

**Tabelle 3-1** Überblick der Einwohnerzahlen in der Gemeinde Teningen (Stand 2017) [4]

	Teningen	Köndringen	Nimburg	Heimbach	Landeck	Bottingen
<b>Einwohner</b>	6135	2487	1766	1099	188	392
<b>Anteil</b>	51 %	21%	15%	9%	2%	3%

Die Verbrauchsgebühr für einen Kubikmeter Trinkwasser lag im Jahr 2011 bei 2,20 € und liegt seit 2013 bei 2,00 € zzgl. der gesetzlich geltenden Mehrwertsteuer.

#### **Versorgungsgebiet Teningen - Unterdorf**

Teningen Oberdorf liegt südlich der Bahnlinie Mannheim - Basel (DB-Strecke Nr. 4000) und nördlich des Wasserwerks Allmend. Es liegt auf einer Höhe von 190 – 196 m+NHN. Das Versorgungsgebiet wird direkt vom Wasserwerk über eine Leitung DN 300 versorgt. Die Behälter haben einen Wasserspiegel von 197 m+NHN und der Versorgungsdruck wird durch drehzahlgeregelte Pumpen auf 248 m+NHN geregelt. Im Störfall ist eine Rückeinspeisung über den Hochbehälter Köndringen oder die Druckregelstation im ehemaligen Wasserwerk Bannlache möglich. Bisher war dies jedoch nicht erforderlich.

#### **Versorgungsgebiet Teningen - Oberdorf**

Teningen Unterdorf liegt östlich von Teningen Oberdorf und wird durch geschlossene Schieber an der Jakob-Zimmermann-Straße vom Oberdorf abgegrenzt. Es liegt auf einer Höhe von 187 - 191 m+NHN. Die Zonentrennung wurde zur schnelleren Erkennung von Rohrbrüchen eingerichtet. Das Gebiet wird über eine Leitung DN 200 direkt vom Wasserwerk aus versorgt (Versorgungsdruckhöhe 248 m+NHN). Im Störfall ist eine Rückeinspeisung über den Hochbehälter Köndringen oder die Druckregelstation im ehemaligen Wasserwerk Bannlache möglich. Dazu muss jedoch die Zonentrennung aufgehoben werden.

#### **Versorgungszone Teningen - Rohrlache**

Das Industriegebiet befindet sich süd-westlich von Teningen, östlich der Bundesautobahn BAB A5 (Karlsruhe-Basel). Es befindet sich auf einer Höhe von 187 – 189 m+NHN. Es wird direkt vom Wasserwerk Allmend über eine DN 150 Leitung versorgt, die an die DN 300 Leitung (Richtung Teningen Oberdorf) anschließt. Die Verbindung zwischen Rohrlache und der Förderleitung nach Nimburg (hinter der Druckregelanlage im ehemaligen Wasserwerk Bannlache) ist durch einen Schieber im Regelbetrieb getrennt.

Die Gemeinde Teningen wurde bis 2003 über den Tiefbrunnen Neudorfstraße sowie durch das ehemalige Wasserwerk Bannlache mit Trinkwasser versorgt. Aufgrund der Nähe zur Bebauung und der Unsicherheit über die zukünftige Wasserversorgung wurde der TB außer Betrieb genommen und steht aktuell als Notbrunnen zur Verfügung. Der TB Bannlache (BJ 1969) wurde 1990 mit Aufbereitungsanlagen (Filterkessel, Choranlage) ergänzt. Da der Betrieb immer wieder

mit Schwierigkeiten verbunden war (mikrobiologische Belastung, Trübung, erhöhte DMS-Werte), wurde 2003 das Wasserwerk Allmend mit den Tiefbrunnen I und II gebaut und der Betrieb des Wasserwerks Bannlache eingestellt.

### **Versorgungszone Köndringen**

Köndringen befindet sich nördlich von Teningen und nördlich der Bahnlinie Mannheim – Basel (DB Strecke Nr. 4000) auf einer Höhe zwischen 184 – 216 m+NHN. Die Versorgungszone wird über den Hochbehälter Köndringen (I = 500 m<sup>3</sup>, max. WSP = 234,00 m+NHN) versorgt. Der Hochbehälter wird von dem Wasserwerk Allmend als Gegenbehälter gespeist. Hierfür wird die Zonentrennung zwischen Teningen und Köndringen temporär aufgehoben und das Trinkwasser über Teningen Oberdorf nach Köndringen transportiert.

Die Gemeinde Köndringen wurde bis 2003 über den Tiefbrunnen Köndringen mit Trinkwasser versorgt. Aufgrund der Nähe zur Bebauung und der Unsicherheit über die zukünftige Wasserversorgung wurde der TB außer Betrieb genommen und steht aktuell als Notbrunnen zur Verfügung.

### **Versorgungszone Heimbach**

Heimbach befindet sich im Norden des Wasserversorgungsgebietes. Es befindet sich auf einer Höhe zwischen 206 – 274 m+NHN. Die Versorgungszone wird über den Hochbehälter Heimbach/Landeck (I = 350 m<sup>3</sup>, max. WSP = 316,00 m+NHN) versorgt. Der Hochbehälter wird durch das Pumpwerk Köndringen über eine 2,8 km lange Zubringerleitung versorgt. Anschließend wird das Trinkwasser über eine ca. 1,5 km lange Zubringerleitung in das Versorgungsnetz Heimbach gefördert. Zwischen dem Hochbehälter Heimbach/Landeck und der Versorgungszone Heimbach ist ein Druckminderungsschacht (neben dem alten HB Heimbach) vorhanden, der den Druck auf 3,4 bar regelt.

Heimbach wurde bis ca. 2011 aus eigenen Quellen versorgt. Aufgrund von auftretenden mikrobiellen Verunreinigungen und Trübungen des Trinkwassers wurde auf das Trinkwasser des Teningen Allmends umgestellt und der HB Heimbach/Landeck mit entsprechenden Zubringerleitungen gebaut. Das Quellwasser wird derzeit zur Versorgung öffentlicher Brunnen verwendet und im alten HB Heimbach (I = 300 m<sup>3</sup>, max. WSP = 262,00 m+NHN) zwischengespeichert. Das Quellwasser kann bei Inbetriebnahme der Aufbereitungsanlage (Chlorung) für eine Notversorgung genutzt werden.

### **Versorgungszone Landeck**

Landeck befindet sich süd-östlich von Heimbach und wird ebenfalls über den Hochbehälter Heimbach/Landeck (I = 350 m<sup>3</sup>, max. WSP = 316,00 m+NHN) versorgt. Landeck liegt auf einer Höhe von 244 – 292 m+NHN. Der alte TB Landeck wurde 2011 stillgelegt und kann nicht zur Notwasserversorgung genutzt werden.

### **Versorgungszone Siedlungshof**

Zwischen Köndringen und dem Hochbehälter Heimbach/Landeck sind zwei Wasserverbraucher angeschlossen (205 – 216 m+NHN). Diese werden über den HB rückengespeist. Während des Pumpbetriebs werden die Einwohner von Köndringen aus versorgt.

### **Versorgungszone Nimburg**

Nimburg befindet sich auf der westlichen Seite der Bundesautobahn BAB A5 (Karlsruhe-Basel). Es befindet sich auf einer Höhe von 185 – 213 m+NHN. Zwischen dem Wasserwerk und Nimburg befindet sich die Druckregelanlage Bannlache. Diese enthält drei redundante Druckregelarmaturen. Im Normalbetrieb wird Nimburg über den HB Nimburg

(Gegenbehälter) versorgt, bei höheren Verbräuchen im Netz wird Trinkwasser zusätzlich aus dem Wasserwerk Allmend gefördert. Während der Befüllung des HB Nimburg wird zusätzlich ein elektrischer Schieber der Druckregelanlage geöffnet und der HB durch das WW Allmend gefüllt.

Der bestehende Tiefbrunnen Nimburg wurde bis 2008 zur Trinkwassergewinnung genutzt. Dieser wurde jedoch wegen der Nähe zur Bebauung und der Rostwasserproblematik in Bottingen aufgegeben. Der Tiefbrunnen ist derzeit außer Betrieb, wird aber regelmäßig gespült. Er soll zukünftig als Notbrunnen dienen. Aufgrund der Nähe zur Bebauung ist eine Nutzung als Reservebrunnen nicht vorgesehen.

### **Versorgungszone Bottingen (Niederzone)**

Die Niederzone Bottingen liegt südlich von Nimburg auf einer Höhe von 190 – 208 m+NHN. Sie wird über den Hochbehälter Nimburg mit Trinkwasser versorgt.

### **Versorgungszone Bottingen (Hochzone)**

Die Hochzone Bottingen (208 - 230 m+NHN) wird ebenfalls vom HB Nimburg aus versorgt. Hierfür ist aufgrund der Topografie eine Druckerhöhung erforderlich. Diese erfolgt in der Druckerhöhungsanlage Bottingen durch eine vollautomatische Doppelpumpenanlage und einen Druckbehälter mit Gaspolster. Der Druck wird hier auf 5,5 bar (ca. 263 m+NHN) erhöht.

## **3.3 Betrieb der Wasserversorgung**

Laut DVGW Arbeitsblatt W 1000 muss ein Trinkwasserversorger im Rahmen seiner Aufgaben und Tätigkeitsfelder über eine personelle, technische, wirtschaftliche und finanzielle Ausstattung sowie eine Organisation verfügen, die eine sichere, zuverlässige sowie nachhaltige (wirtschaftlich, sozial- und umweltverträglich) Versorgung mit qualitativ einwandfreiem Trinkwasser gewährleistet [11].

Die Aufgaben und Tätigkeitsfelder in der Wasserversorgung sind nach DVGW Arbeitsblatt W 1000 einer technischen Führungskraft zu übertragen. Die technische Führungskraft ist hierfür verantwortlich und muss schriftlich benannt werden. Die technische Führungskraft muss über die erforderlichen Befugnisse verfügen, um in sicherheitsrelevanten Angelegenheiten eigenverantwortlich handeln zu können, bis hin zur Mitsprache und Vetorecht bei der Auswahl des technischen Personals und der Qualifikation von Dienstleistern. Zur Durchführung der erforderlichen Maßnahmen ist das technische Fachpersonal in der zur Erfüllung der untenstehenden Aufgaben in einer notwendigen Anzahl erforderlich.

- Festlegung von Unternehmenszielen, z. B. Instandhaltungsziele und -strategien
- Krisenmanagement
- Festlegung der personellen Ausstattung und Struktur
- Vorgabe zur Fort- und Weiterbildung des eigenen Personals
- Auswahl des Dienstleisters und Sicherstellung der Überwachung

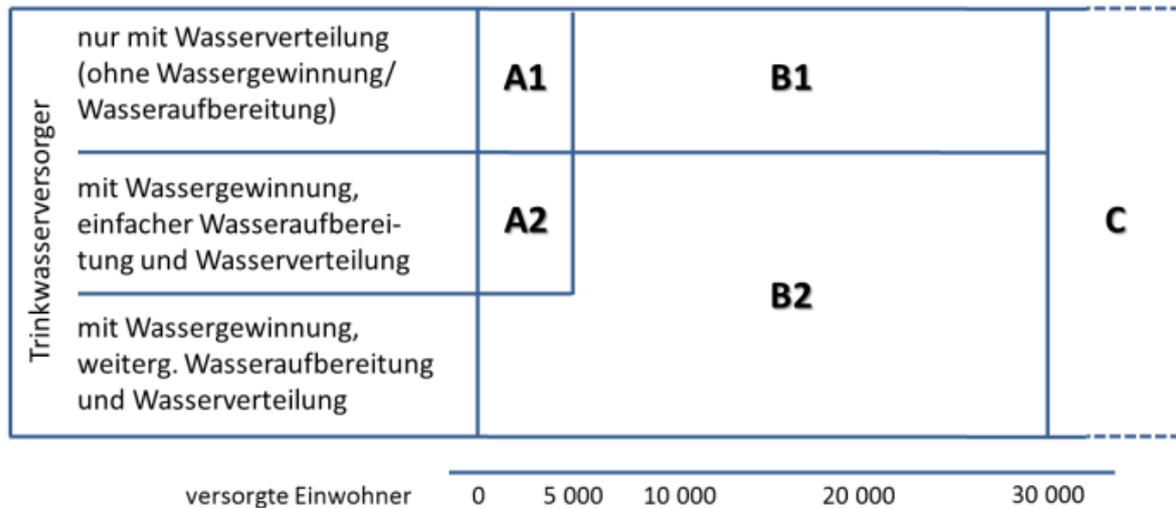
Folgende Tätigkeitsfelder können auch durch einen qualifizierten Dienstleister erbracht werden:

- Versorgungskonzept
- Rehabilitationskonzept

- Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasserversorgungsanlagen mit zugehöriger Dokumentation
- Aktualisierung Planwerk/Anlagendokumentation/Netzpläne
- Wasserschutzgebietsüberwachung
- Qualitätsüberwachung des Roh- und Trinkwassers und Sicherstellung einer ausreichenden Trinkwasserqualität
- Wasserbereitstellung, Ressourcenbewirtschaftung
- Betrieb und Instandhaltung von technischen Betriebsmitteln
- Organisation und Durchführung des Bereitschaftsdienstes
- Netzüberwachung, Steuerung
- Risikomanagement in den einzelnen Prozessen der Trinkwasserversorgung (Gefahren- und Schwachstellenanalyse und deren Beurteilung sowie Festlegung von Überwachungsstrategien und Steuerungsmaßnahmen)
- Maßnahmenpläne nach TrinkwV
- Erwerb und Verwaltung von Grundstücks- und Wegerechten
- Beschaffung von Lieferungen und Leistungen
- Materialwirtschaft/Lagerhaltung
- Führen des Installateurverzeichnisses
- Kundenservice
- Vertrags- und Rechtsangelegenheiten, insbesondere der Wasserrechte
- Arbeits- und Gesundheitsschutz
- Umweltschutz
- IT-Sicherheit

Das Anforderungsniveau der technischen Führungskraft richtet sich nach der Komplexität des Versorgungssystems. Für Trinkwasserversorger gelten die in **Abbildung 3-2** dargestellten Mindestanforderungen. Aufgrund der Anzahl der versorgten Einwohner sowie der Komplexität des Versorgungssystems mit Wassergewinnung und Wasserverteilung, ist für die Gemeinde Teningen das Anforderungsniveau B2 erforderlich [11]. Somit ist ein(e) geprüfte(r) Wassermeister(in) bzw. ein(e) geprüfte(r) Techniker(in) mit Fachrichtung Versorgungstechnik oder gleichartiger Qualifikation für den Betrieb notwendig. Der Gemeinde Teningen steht derzeit ein noch nicht geprüfter Wassermeister zur Verfügung, der von einem geprüften Wassermeister der Netze-BW beaufsichtigt wird. Zudem arbeiten dort zusätzlich zwei Fachkräfte mit der Fachrichtung Wasserversorgung.

Ein Plan mit der Aufgabenverteilung (z.B. Organisationsplan [11] liegt aktuell nicht vor. Die Vertretungsregeln sind geregelt. Jährlich werden DVGW-Schulungen durchgeführt und durch einen Sachkundeausweis dokumentiert [10].



**Abbildung 3-2** Mindestanforderungen an die einschlägige berufliche und akademische Ausbildung der Technischen Führungskraft des Trinkwasserversorgers [11]

### 3.4 Versorgungssicherheit

Die Versorgungssicherheit und die Zuverlässigkeit der öffentlichen Trinkwasserversorgung sind essenziell. In dem DVGW-Arbeitsblattes W 400-1 wird von dem so genannten „n-1-Prinzip“ für die Bewertung von Ausfällen, Störungen und die Notwendigkeit von Redundanzen gesprochen [12]. Der Buchstabe n steht hierbei für die Anzahl an vorhandenen Versorgungswegen, Gewinnungsgebieten, Tiefbrunnen, Druckerhöhungsanlagen oder sonstigen Wasserversorgungsbauwerken. Üblichere Störungen im Bereich der Trinkwasserversorgung wie z.B. Stromausfälle oder Rohrbrüche auf Hauptleitungen sollten in der Regel bis zu einer angemessenen Störungsbeseitigung ausgeglichen werden (z.B. mittels Notstromaggregate, Speicherbehälter, Leitungsredundanzen, etc.).

Größere Versorgungsgebiete sind z.B. durch angemessene Not- und Ersatzwassereinspeisungen gegenüber weitreichenderen Störungen abzusichern. Im Bereich der Trinkwasserinfrastruktur sind dies z.B. Naturkatastrophen, Bahn-, Verkehrs- oder Chemieunfälle oder Umweltverschmutzungen. Bei kleineren Versorgungsgebieten bzw. Netzabschnitten, insbesondere im ländlichen Raum und bei Hausanschlüssen, wird das n-1 Prinzip nicht angewandt [12].

Es ist zu unterscheiden zwischen Reserve- und Notbrunnen. Reservebrunnen sind (ehemalige) Brunnen der öffentlichen Wasserversorgung, die zur Redundanz einer Wassergewinnungsanlage vorgehalten werden. Diese müssen jederzeit einsatz- und nutzbereit sein [59]. Um die Trinkwasserversorgung sicherzustellen, ist die Festsetzung eines vollwirksamen Wasserschutzgebiets erforderlich, sowie eine wasserrechtliche Erlaubnis notwendig. Das Trinkwasser des Reservebrunnens kann (in Abstimmung mit dem Gesundheitsamt) in das öffentliche Leitungsnetz eingespeist werden.

Ein Notbrunnen dient entsprechend des Wassersicherstellungsgesetz (WasSG) dazu, die Zivilbevölkerung im Verteidigungsfall mit dem lebensnotwendigen Bedarf an Trinkwasser (15 l/E\*d) zu versorgen [42]. Eine Verbindung dieser Notbrunnen mit dem öffentlichen Trinkwasserversorgungsnetz ist unzulässig [59]. Ein Wasserschutzgebiet ist daher nicht erforderlich. Die Wasserentnahme kann über Zapfanlagen oder mittels Tankfahrzeuge erfolgen. Das Wasser der Brunnen muss vor Verwendung mit Chlortabletten desinfiziert werden.

In Abstimmung mit dem Landratsamt ist in Ausnahmefällen ggf. auch eine leitungsgebundene Notwasserversorgung möglich. Hierfür ist das Rohwasser vor der Einspeisung ins Netz zu beproben. Inwieweit und unter welchen Umständen

die bestehenden Notbrunnen derzeit als Ersatzwasserversorgung im Bedarfsfall aufgrund des noch fehlenden zweiten Standbeins genutzt werden können, muss mit dem Landratsamt abgestimmt werden. .

Die Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2023) fordert in § 50 vom Inhaber einer Wasserversorgungsanlage spätestens zur Inbetriebnahme einen detaillierten Maßnahmenplan unter Einbindung der jeweils individuell vorliegenden konkreten Randbedingungen für Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung [12]. Mit diesem soll der Wasserversorger bei einem Notfall unmittelbar in die Lage versetzt werden, das anstehende Krisenmanagement im Kontext eines zuvor klar durchgeplanten Katalogs von Handlungsoptionen und -anweisungen (Sofortmaßnahmen wie z. B. einer Unterbrechung oder Umstellung der Wasserversorgung, Klärungsmaßnahmen) stützen zu können. Zielstellung ist die Versorgungssicherheit der Gemeinde jederzeit bestmöglich zu gewährleisten. Der Gemeinde Teningen liegt ein Maßnahmenplan aus dem Jahr 2017 vor [7]. Dieser entspricht entsprechend der Überprüfung vom Landratsamt Emmendingen (Gesundheitsamt) nicht den Empfehlungen gem. Ausführungshinweisen des MLRR BW zur Trinkwasserverordnung [10]. Der bestehende Maßnahmenplan ist daher derzeit in Überarbeitung.

Der bestehende Maßnahmenplan enthält die schutzbedürftigen Einrichtungen (Kinderbetreuung, Schulen, Altenpflege). Derzeit besteht jedoch kein Konzept zur Versorgung dieser im Notfall. Im Falle von einer sofortigen Unterbrechung der Wasserversorgung werden die Stadtwerke Emmendingen als Bezugsquelle genannt. Dies ist aktuell jedoch hydraulisch nicht möglich und erfordert Arbeiten am Wasserwerk Emmendingen. Eine Notversorgung ist zudem vertraglich nicht geregelt. Die Notversorgung von den Stadtwerken Emmendingen wird in Kapitel 6.1.2 erläutert. Die aktuellen Möglichkeiten der Notversorgung werden in Kapitel 4.1.6 genauer erläutert.

Es ist zu unterscheiden zwischen einem kurzfristigen Ausfall der Versorgung (z.B. durch Stromausfall, Rohrbruch, etc.) und einem langfristigen Ausfall, bei dem eine Ersatz- und Notversorgung erforderlich wird. Im Falle eines kurzzeitigen Ausfalls im Netz, muss die Versorgung über die bestehenden Speichervolumen kurzfristig gedeckt werden. Dies wird im Kapitel 4.1.3 näher geprüft. Der Gemeinde Teningen steht aktuell keine Ersatzwasserversorgung im Falle eines langfristigen Ausfalls des Wasserwerk Allmends zur Verfügung. Derzeit kann in diesem Fall lediglich eine Notwasserversorgung über die bestehenden Notbrunnen bzw. den Quellen Heimbach bereitgestellt werden. Dies wird in Kapitel 4.1.6 näher geprüft.

### 3.5 Wasserqualität

Für die Auswertung standen die Prüfberichte zur Beurteilung der chemischen, physikalischen und mikrobiologischen Beschaffenheit des Trinkwassers nach TrinkwV aus den Jahren 2020, 2021 und 2022 für die Versorgungsgebiete der Gemeinde Teningen zur Verfügung [15]. **Tabelle 3-2** zeigt die Ergebnisse der Untersuchungen und stellt diese den Grenzwerten nach der Trinkwasserverordnung gegenüber [13].

Die Trinkwasserqualität zeigt hinsichtlich der chemischen, physikalischen und mikrobiologischen Beschaffenheit keine Auffälligkeiten bzw. Überschreitungen der in der Trinkwasserverordnung festgesetzten Grenzwerte. Nachfolgend wird spezifisch auf das Reinwasser des Wasserwerks Allmend näher eingegangen und auf ggf. aufgetretene Auffälligkeiten aufmerksam gemacht. Auf die Wasserhärte wird darauffolgend noch einmal besonders eingegangen.

Im Trinkwasser waren die mikrobiologischen Befunde einwandfrei. Das gewonnene Rohwasser aus den Tiefbrunnen I und II wird mit ausreichend guter Qualität mit Zwischenspeicherung in den Behältern des WW Allmend direkt in das Versorgungssystem gefördert.

Die Temperatur des Wassers beträgt laut den vorliegenden Wasseranalysen zwischen ca. 9,5 und 17,4 °C und liegt somit im gewöhnlichen Schwankungsbereich. Nach DIN 1988-200 gilt für Trinkwasserinstallationen eine einzuhaltende maximale Temperatur von 25 °C an der Entnahmestelle nach der vollen Öffnung [17]. Empfohlen wird laut VDI/DVGW-Richtlinie 6023, dass diese Temperatur aufgrund des vermehrten Wachstums von Krankheitserregern nicht über 20 °C steigen sollte [18]. Der Wasserversorger sollte Trinkwasser am Hausanschluss ganzjährig eine Wassertemperatur von < 20 °C bereitstellen, um nach TrinkwV § 5 die Beschaffenheit des Trinkwassers nach den a. R. d. T. zu gewährleisten.

Das Wasser wies eine Nitrat-Konzentration von ca. 14 mg/l auf. Aufgrund der Nitratkonzentration ist das Wasserschutzgebiet als Nitrat-Normalgebiet einzustufen [19].

Schwermetalle wie Quecksilber oder Chrom wurden nicht nachgewiesen. Gelegentlich wurde Eisen im Wasser von sehr geringer und gesundheitlich unbedenklicher Konzentration nachgewiesen. Auch wurden in einer Probe polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) nachgewiesen, jedoch in einer gesundheitlich unbedenklichen Konzentration. Trihalogenmethane und perfluorierte Chemikalien (PFC) waren in den Proben nicht nachweisbar.

Das Wasser der Tiefbrunnen ist schwach calcitabscheidend (negative Calcitlösekapazität) und überschreitet damit nicht den Grenzwert von 5 mg/l.

In den Proben wurde eine geringe Konzentration von Uran nachgewiesen, jedoch sind die Grenzwerte auch hier deutlich unterschritten.

**Tabelle 3-2** Auszug aus den Wasseranalysen des Trinkwassers in den Versorgungsgebieten der Gemeinde Teningen

Parameter	Einheit	Grenzwert nach TrinkwV	Bürgerhaus Landeck Trinkwasser	Nimburg Rathaus Trinkwassers	Bürgerhaus Landeck Trinkwasser
			19.10.2020	15.03.2021	10.10.2022
Temperatur	°C	-	15,6	9,5	17,4
Trübung	NTU	1	0,19	0,67	0,14
pH-Wert	-	6,5 bis 9,5	8,07	8,04	7,89
Säurekapazität bis pH 4,3 (Ks 4,3)	mmol/L	-	-	2,19	2,2
Basekapazität bis pH 8,2 (Kb 8,2)	mmol/L	-	-		
Gesamthärte	°dH	-	-	7	8
Carbonathärte	°dH	-	-		
Calcitlösekapazität (negative Werte sind entspr. Calcit abscheidend)	mg/L CaCO <sub>3</sub>	5	-	-1,46	-2,7
Aluminium	mg/L	0,2	0,01	<BG	<BG
Chlorid	mg/L	250	6,9	6,9	7,1
Eisen	mg/L	0,2	0,027	<BG	<BG
Elektrische Leitfähigkeit (bei 25°C)	µS/cm	2.790	285	270	281
Mangan	mg/L	0,05	<BG	<BG	<BG
Natrium	mg/L	200	15,7	7,76	7,71
Sulfat	mg/L	250	15,7	12	16,4
Nitrit	mg/L	0,5	<BG	<BG	<BG
Ammonium	mg/L	0,5	<BG	<BG	<BG
Calcium	mg/L	-	-	39,5	41,7
Kalium	mg/L	-	-	0,855	0,839
Magnesium	mg/L	-	-	7,08	7,64
Nitrat	mg/L	50	13,9	13,8	14,2
Uran	mg/l	0,01	0,00014	0,00013	0,00014
PAK	mg/l	0,0001	0,00002	<BG	<BG
Coliforme Bakterien	KBE/100ml	0	0	0	0
Enterokokken	KBE/100ml	0	0	0	0
E.coli	KBE/100ml	0	0	0	0

In den Messergebnissen wurden Gesamthärten zwischen 7 und 8 °dH festgestellt. Diese sind aus einzelnen Wasseranalysen entnommen und beschreiben somit eine Momentaufnahme ohne Berücksichtigung von Schwankungen in der Wasserhärte. Zur Einordnung der Gesamthärten sind in **Tabelle 3-3** die Härtebereiche nach § 9 Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG) dargestellt [16]. Somit fällt das Trinkwasser in Teningen in den Härtebereich „weich“.

**Tabelle 3-3** Härtebereich nach § 9 Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG) [16]

Härtebereich in °dH		
1	weich	< 8,4
2	mittel	8,4 bis 14,0
3	hart	> 14,0

### 3.6 Ressourcenschutz

Der Schutz des Grundwassers generell und ganz besonders im Falle einer Trinkwassergewinnung sollte für das Wasserversorgungsunternehmen oberste Priorität besitzen. Unabhängig davon, ob es sich um eine Quelfassung oder Grundwasserförderung über Brunnen handelt, erfolgt die Einteilung der Schutzzonen nach der Entfernung zur Fassung und der Reinigungswirkung des Untergrundes. Eingeteilt nach Gefährdungsrisiko wird ein Wasserschutzgebiet in drei Zonen untergliedert [22]:

- Fassungsbereich (Zone I): Die Zone I dient dem unmittelbaren Schutz des Fassungsbereichs gegenüber Verunreinigungen oder Beeinträchtigungen. Die Abmessungen sollten von der Fassung allseitig mindestens 10 m und bei Quelfassungen von der Fassung mindestens 20 m oberhalb betragen.
- Engere Schutzzone (Zone II): Zone II soll primär dem Schutz des Grundwassers vor bakteriellen Verunreinigungen dienen, weshalb hier Weidebetrieb oder Gülleausbringung verboten sind. Zur Bemessung der Schutzzone dient die 50-Tage-Linie, von der aus das Grundwasser 50 Tage benötigt, bis es zur Entnahmestelle gelangt.
- Weitere Schutzzone (Zone III): Die weitere Schutzzone soll in der Regel das gesamte unterirdische Einzugsgebiet umfassen. Sie sollte den Schutz gegenüber schwer abbaubaren chemischen und radioaktiven Verunreinigungen gewährleisten.

Grundsätzlich ist hinsichtlich des Ressourcenschutzes zu beachten, dass der Schwerpunkt der Trinkwasser-Qualitätssicherung auf der vorbeugenden Komponente liegen muss, da Sicherungsmaßnahmen (Aufbereitungsanlagen etc.) in ihrer Zuverlässigkeit und Wirksamkeit begrenzt sind (technische Unsicherheiten, logistische Abhängigkeiten, Lücken in der Überwachbarkeit, menschliches Versagen). Die Bereitstellung von naturbelassenem, qualitativ einwandfreiem Grund- und Quellwasser für den Verbraucher hat absoluten Vorrang. Erst wenn vorbeugende Maßnahmen trotz Ausschöpfung aller Möglichkeiten nicht ausreichen oder aufgrund naturgegebener/geogener Risiken oder Belastungen nicht zur Verfügung stehen und andere Wasserversorgungsmöglichkeiten nicht auf zumutbare Weise realisierbar sind (Neuerschließungen, Anschluss an benachbarte Wasserversorgung), ist – möglichst nur als Übergangslösung – die reaktive Komponente wie Aufbereitungsanlagen zusätzlich heranzuziehen [30].

Die Wasserschutzgebiete der Gemeinde Teningen werden in Kapitel 4.1.2 aufgelistet und in Bezug auf den Ressourcenschutz gewertet.

## 3.7 Wasserdargebot

### 3.7.1 Wasserdargebot – Bestand

Das vorhandene Wasserdargebot der Gemeinde Teningen wird ausschließlich vom Wasserwerk Allmend mit den zwei vorhandenen Tiefbrunnen bereitgestellt. Somit setzt sich das lokale Wasserdargebot aus den wasserrechtlichen Erlaubnissen der Tiefbrunnen I und II zusammen.

Der **Tiefbrunnen I** befindet sich auf Flst. Nr. 4094 der Gemarkung Teningen. Die Genehmigung zur Nutzung des Tiefbrunnens wurde am 20.06.2003 vom Landratsamt Emmendingen erteilt [25]. Die wasserrechtliche Erlaubnis ist befristet bis 31.12.2033. Der Förderung ist im Regelbetrieb auf 20 h/d begrenzt. Die maximalen Entnahmemengen sind in folgendem Umfang beschränkt:

$Q_s$	=	60,0	l/s
$Q_d$	=	4.320	m <sup>3</sup> /Tag
$Q_M$	=	130.000	m <sup>3</sup> /Monat
$Q_a$	=	1.550.000	m <sup>3</sup> /Jahr

Der **Tiefbrunnen II** befindet sich auf ebenfalls auf Flst. Nr. 4094 der Gemarkung Teningen. Die Genehmigung zur Nutzung des Tiefbrunnens wurde am 20.06.2003 vom Landratsamt Emmendingen erteilt [25]. Die wasserrechtliche Erlaubnis ist befristet bis 31.12.2033. Der Förderung ist im Normalbetrieb auf 20 h/d begrenzt. Die maximalen Entnahmemengen sind in folgendem Umfang beschränkt:

$Q_s$	=	20,0	l/s
$Q_d$	=	1.440	m <sup>3</sup> /Tag
$Q_a$	=	550.000	m <sup>3</sup> /Jahr

Aufgrund von auftretenden Trübungen bei zu hohen Entnahmen am Tiefbrunnen II kann die genehmigte Entnahmemenge nicht erreicht werden. Die tatsächliche Entnahmemenge entspricht daher:

$Q_s$	=	14,0	l/s
$Q_d$	=	1.008	m <sup>3</sup> /Tag
$Q_a$	=	368.000	m <sup>3</sup> /Jahr

Aufgrund der verminderten Entnahmemenge wurde bei einem Besprechungstermin mit dem Landratsamt Emmendingen am 30.06.2011 besprochen, dass die Förderdauer in wenigen Tagen im Jahr mit erhöhtem Spitzenwasserverbrauch auf 22 h/d erhöht werden kann [40]. Eine dauerhafte Entnahme über 22 h ist nicht ohne Abstimmung mit dem LGRB möglich, insbesondere in Bezug auf den Hinweis des LGRBs, dass eine Regenerierung des Grundwasserspeichers erforderlich ist. An Tagen mit Spitzenverbräuchen steigt die Gesamtentnahmemenge an den Tiefbrunnen ( $Q_s = 74$  l/s für 22 h)

$Q_{d,max}$	=	5.861	m <sup>3</sup> /Tag
-------------	---	-------	---------------------

Die Wassergewinnung am Wasserwerk Allmend erfolgt gemeinsam mit der Stadt Emmendingen. Vertraglich geregelt ist eine Aufteilung der genehmigten Wassermengen der Tiefbrunnen I und II von 40 % an die Gemeinde Teningen und 60 % für die Stadt Emmendingen [27]. Der Gemeinde Teningen steht daher folgendes Wasserdargebot zu:

$Q_s$	=	29,6	l/s
$Q_d$	=	2.131	m <sup>3</sup> /Tag
$Q_{d,max}$	=	2.344	m <sup>3</sup> /Tag
$Q_a$	=	767.000	m <sup>3</sup> /Jahr

Das Rohwasser der Tiefbrunnen I und II wird nicht aufbereitet. Im Wasserwerk Allmend wird das Wasser in zwei Wasserkammern (jeweils 1.000 m<sup>3</sup>) zwischengespeichert, bevor es über drei parallel geschaltete Pumpen in das Versorgungsnetz eingespeist wird.

### 3.7.2 Wasserdargebot – Prognose

Die Tiefbrunnen I und II des Wasserwerks Allmend beziehen Wasser aus dem Teningen Allmend. In diesem befinden sich zwei Grundwasserstockwerke. Das obere Stockwerk, die sogenannte „Breisgau-Schicht“ ist ein oberflächennahes Kiesaquifer. Der untere Aquifer gehört zur Neuenburg Formation und liegt im Muschelkalk und fließt ebenfalls in westliche bis nordwestliche Richtung. Die Tiefbrunnen I und II des Wasserwerk Allmend fördern Grundwasser aus dem unteren Aquifer. Entsprechend einer hydrochemischen und isotopehydrologischen Untersuchung im Teningen Allmend von Hydroisotop aus dem Jahr 2006 [37], dominieren im unteren Grundwasseraquifer (Muschelkalk) Grundwasserkomponenten mit hohen Mittleren Verweilzeiten von 10 – 25 Jahren. Die hohen Verweilzeiten weisen auf längere Fließstrecken bzw. Aufenthaltszeiten und somit eine beträchtliche Verzögerung zu den Neubildungsprozessen hin. Zusätzlich strömt aus südlicher Richtung eine „alte“ Komponente > 50 a zu (ca. 20 % bei TB I). Diese Komponente wird langsam abgewirtschaftet [37].

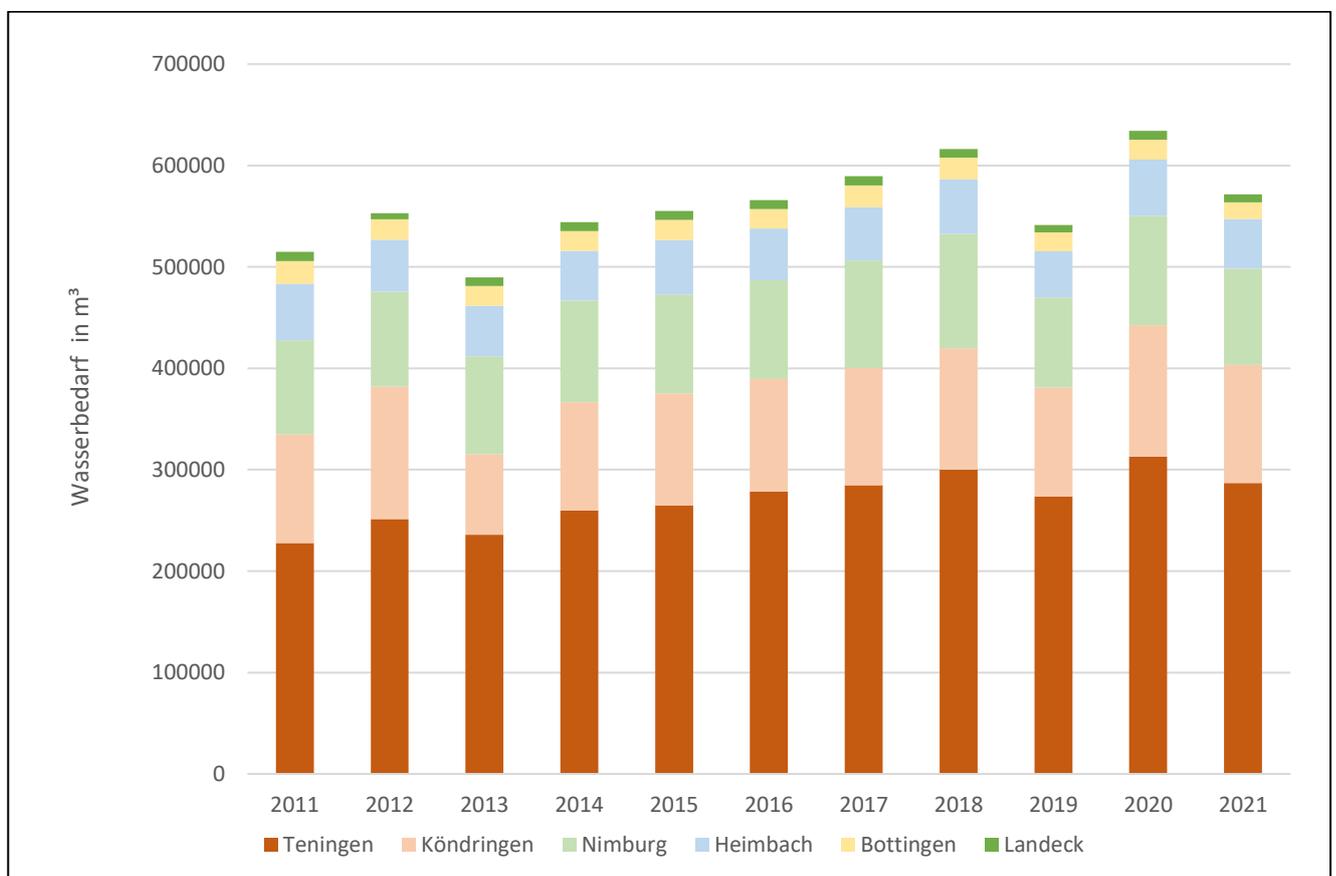
Die Grundwasserneubildung des Muschelaquifers erfolgt dominant aus Niederschlägen, wobei die Hauptneubildungsgebiete mehrere Kilometer entfernt sind. Anhand der Ergebnisse der Untersuchung wurde eine deutliche Verjüngung des Grundwassers im Zuge der Bewirtschaftung des Vorkommens festgestellt. In Zukunft ist daher mit verstärktem Zustrom von Jungwasserkomponenten zu rechnen. Dies könnte zu einem verstärkten Zufluss aus östlicher Richtung führen. Ggf. muss das Wasserschutzgebiet daher in Zukunft angepasst werden.

Trotz der Verjüngung des Grundwassers ist derzeit nicht mit einer Verringerung des Wasserdargebots zu rechnen. Jedoch können die Jungwasserkomponenten sowohl durch landwirtschaftliche als auch urbane Einflüsse geprägt sein und somit die Wasserqualität verringern. Es wird empfohlen, in Zukunft weitere hydrochemische Analysen durchzuführen, um die Grundwasseraltersstruktur zu überwachen und ggf. rechtzeitig auf Veränderungen der Trinkwasserqualität reagieren zu können.

### 3.8 Wasserbedarf

#### 3.8.1 Wasserbedarf – Bestand

Der Wasserbedarf der vergangenen zehn Jahre der Gemeinde Teningen wurde aufgeteilt auf die einzelnen Gemeinden und Ortsteile betrachtet. Alle Gemeinden werden vom Wasserwerk Allmend versorgt. Im nachfolgenden Diagramm (siehe **Abbildung 3-3**) ist der Wasserbedarf der Gemeinde Teningen getrennt in die Versorgungsgebiete Teningen, Köndringen, Nimburg, Heimbach, Bottingen und Landeck für die Jahre 2011-2021 dargestellt [9]. Die Abbildung bezieht sich auf den Gesamtwasserbedarf anhand der Verkaufsdaten (Netzabgabe) für die einzelnen Versorgungsgebiete ohne Betrachtung von Wasserverlusten oder Eigenbedarf.



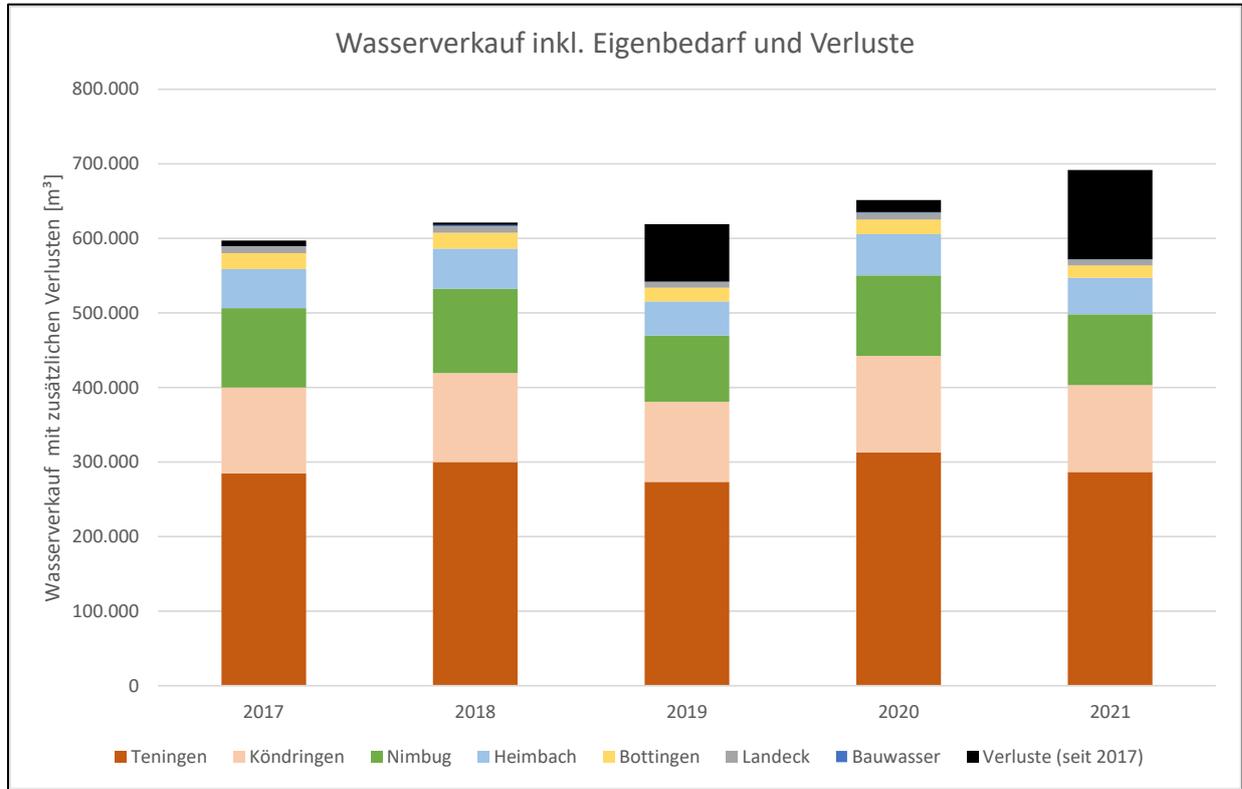
**Abbildung 3-3** Wasserbedarf pro Versorgungsgebiete und Jahr – Bestand Gemeinde Teningen

Der Wasserverlust inkl. Eigenverbrauch wird über den Vergleich der Netzeinspeisung [8] mit der Netzabgabe zwischen den Jahren 2016 – 2021 ermittelt:

$Q_{a,Netzeinspeisung}$	=	629.115 m³/a	
$Q_{a,Netzabgabe}$	=	584.913 m³/a	
$Q_{a,v}$	=	44.202 m³/a	= 7,03 %

Nach DVGW Arbeitsblatt W 410 können Wasserverluste mit 10 % abgeschätzt werden [51]. Diese Abschätzung wird in Teningen unterschritten. Da in diesen 7 % auch Eigenverluste durch Spülungen und z.B. Entleerungen der HB enthalten sind, sind die tatsächlichen Wasserverluste im Netz als gering einzustufen.

Bei Betrachtung der Wasserverluste über einen Zeitraum von 5 Jahren (siehe **Abbildung 3-4**) sind Schwankungen in den Verlusten festzustellen. Diese können ggf. auf größere Spülungen im Netz zurückgeführt werden.



**Abbildung 3-4** Wasserverkauf (Netzabgabe) inkl. Wasserverlusten der Gemeinde Teningen von 2017 bis 2021

Die Auswertung der Netzeinspeisung aus dem Wasserwerk Allmend zwischen den Jahren 2016 – 2021 ergibt

$Q_a$	=	629.115 m³/a
$Q_{d,m}$	=	1.724 m³/d
$Q_{d,max}$	=	2.617 m³/d
$Q_{h,m}$	=	71,8 m³/h
$Q_{h,max}(Q_{d,m})$	=	109,6 m³/h
$Q_{h,max}$	=	197,0 m³/h

Im Zuge der hydraulischen Rohrnetzrechnung wurden die Wasserkennwerte der Gemeinden separat berechnet und sind in **Tabelle 3-4** aufgelistet [39]. Bei dieser wurde der Spitzentagesverbrauch anhand der Messdaten jeder einzelnen Gemeinde ermittelt. Für die hydraulische Rohrnetzrechnung ist die Aufschlüsselung auf die einzelnen Gemeinden notwendig, um realistische Szenarien in den einzelnen Versorgungszonen rechnen zu können. Für das Strukturgutachten und die Bestimmung des Wasserbedarfs wurde zusätzlich der Spitzentagesbedarf anhand der maximalen Einspeisemenge am Wasserwerk Allmend ermittelt, da diese den derzeit maximal erforderlichen Wasserbedarf des Versorgungsgebiets widerspiegelt.

Die sich ergebende Summe der Spitzentagesverbräuche der Einzelgemeinden von  $Q_{d,max} = 3.232 \text{ m}^3/\text{d}$  ist deutlich höher als die maximal gemessene Einspeisemengen aus dem Wasserwerk Allmend ( $Q_{d,max} = 2.617 \text{ m}^3/\text{d}$ ). In Bezug auf die Rohrnetzrechnung wurde dies als zusätzliche Sicherheit für die Spitzenverbräuche und die Auslastung des Netzes

akzeptiert, da die Spitzendurchflüsse in die Einzelzonen von entscheidender Bedeutung sind. Gründe für die große Differenz könnten mögliche Einflüsse der Wasserspeicher, Messfehler oder eine nicht zeitlich gleiche Spitzenbelastung der einzelnen Gemeinden sein.

Im Strukturgutachten führt, der durch die Summe der Spitzenbedarfswerte der Einzelzonen erhöhte Spitzenbedarf, zu einer unrealistischen Bewertung des Gesamtsystems in Bezug auf den Bestand. Aus diesem Grund wurde für den Bestand der maximal gemessene Tagesverbrauch von 2.617 m<sup>3</sup> angenommen. Dieser wurde anteilig auf die einzelnen Versorgungszonen aufgeteilt (**Tabelle 3-4**, Zeile „Spitzentagesbedarf bezogen auf Gesamtsystem“). In der Prognose wurden auf der sicheren Seite liegend die Spitzentagesverbräuche der einzelnen Gemeinden verwendet (**Tabelle 3-4**, Zeile „Spitzentagesbedarf der einzelnen Gemeinden“), da in Zukunft nicht ausgeschlossen werden kann, dass die Spitzentage der Gemeinde zusammenfallen.

**Tabelle 3-4** Wasserkennwerte Bestand Gemeinde Teningen

	<b>Kür- zel</b>	<b>Einheit</b>	<b>Ten- ingen</b>	<b>Könd- ringen</b>	<b>Heim- bach</b>	<b>Landeck</b>	<b>Bottingen</b>	<b>Nimburg</b>	<b>Summe</b>
<b>Einwohner (Stand: 2017)</b>	E	-	6.189	2.487	1.099	188	392	1.766	<b>12.121</b>
<b>mittlere Jahreseinspeisemenge*</b>	Q <sub>a</sub>	m <sup>3</sup> /a	311.244	123.114	55.761	9.230	21.848	107.918	<b>629.114</b>
<b>davon Großverbraucher (Q<sub>a</sub> &gt; 1.500 m<sup>3</sup>/a)</b>	Q <sub>a,GV</sub>	m <sup>3</sup> /a	49.239	12.278	2.227	0	3.231	18.598	<b>85.573</b>
<b>davon Siedlungsgebiet</b>	Q <sub>a,SG</sub>	m <sup>3</sup> /a	240.137	102.186	49.616	8.581	17.082	81.737	<b>499.339</b>
<b>davon Wasserverluste/Eigenbedarf</b>	Q <sub>a,WV</sub>	m <sup>3</sup> /a	21.868	8.650	3.918	649	1.535	7.583	<b>44.202</b>
<b>mittlerer Tagesbedarf (365 d/a)</b>	Q <sub>dm</sub>	m <sup>3</sup> /d	853	337	153	25	60	296	<b>1.724</b>
<b>mittlerer Stundenbedarf (24 h/d)</b>	Q <sub>hm</sub>	m <sup>3</sup> /h	35,5	14,1	6,4	1,1	2,5	12,3	<b>71,8</b>
<b>Spezifischer Einwohnerbedarfswert nach Aufzeichnungen**</b>	q <sub>dmE</sub>	l/(E* d)	106	113	124	125	119	127	
<b>Spezifischer Einwohnerbedarfswert nach Aufzeichnungen**</b>	q <sub>dmE</sub>	m <sup>3</sup> /(E*a)	39	41	45	46	44	46	
<b>Spitzentagesbedarf der einzelnen Gemeinden***</b>	Q <sub>dmax</sub>	m <sup>3</sup> /d	1.695	540	306	58	102	532	<b>3.232</b>
<b>Spitzentagesbedarf bezogen auf Gesamtsystem***</b>	Q <sub>dmax</sub>	m <sup>3</sup> /d	1.372	437	247	47	82	431	<b>2.617</b>
<b>Stundenspitzenbedarf</b>	Q <sub>hmax</sub>	m <sup>3</sup> /h	183	68	40	10	17	63	<b>381</b>

\* inkl. Verluste und Eigenverbrauch

\*\* Berechnung mit Wasserverbrauch Siedlungsgebiet

\*\*\* maximale Einzelverbräuche der Gemeinde

\*\*\*\* anteilige Spitzentagesverbräuche mit max. Einspeisemenge am Wasserwerk Allmend

Der Anteil der Großverbraucher (Wasserverkauf > 1.500 m<sup>3</sup>/a) am Gesamtwasserverbrauch ist ca. 17 %. Wird der Wasserverbrauch der Großverbraucher herausgerechnet, ist der spezifische Wasserverbrauch ohne Wasserverluste und Eigenverbrauch im Mittel bei  $q_{dm} = 113 \text{ l}/(\text{E} \cdot \text{d})$ , was unter dem bundesdurchschnittlichen spezifischen Wasserverbrauch von  $q_{dm} = 128 \text{ l}/(\text{E} \cdot \text{d})$  im Jahr 2019 liegt [20].

### 3.8.2 Wasserbedarf – Prognose 2050

Für die Berechnung des zukünftigen Wasserbedarfs wird entsprechend DVGW Arbeitsblatt W 410 [32] angenommen, dass sich der Wasserverbrauch pro Einwohner zukünftig nur geringfügig ändern wird. Änderungen im Wasserverbrauch können somit auf ein Bevölkerungswachstum infolge Nachverdichtung im Bestand oder durch Erschließung von Neubaugebiete bzw. zusätzlicher Großverbraucher zurückgeführt werden.

#### 3.8.2.1 Bevölkerungsvorausrechnung

Für das bestehende Gebiet wurde im Jahr 2018 eine Studie zur Bevölkerungsvorausrechnung bis in das Jahr 2030 durchgeführt [4]. In dieser wurden zwei Szenarien definiert. Da der Zeitraum dieser Studie nicht bis ins Jahr 2050 reicht, wurde die Bevölkerungsentwicklung in allen Gemeinden in erster Abschätzung bis zum Jahr 2050 linear extrapoliert.

Wie in Abbildung 3.5 zu sehen, führt dies zu einer starken bis sehr starken Bevölkerungszunahme für das Szenario 1 und 2. Demgegenüber steht eine sehr geringe Bevölkerungsentwicklung in der Studie der Bevölkerungsvorausrechnung des Statistischen Landesamts. Das Szenario 2 entspricht fast genau dem Mittelwert der beiden anderen Prognosen.

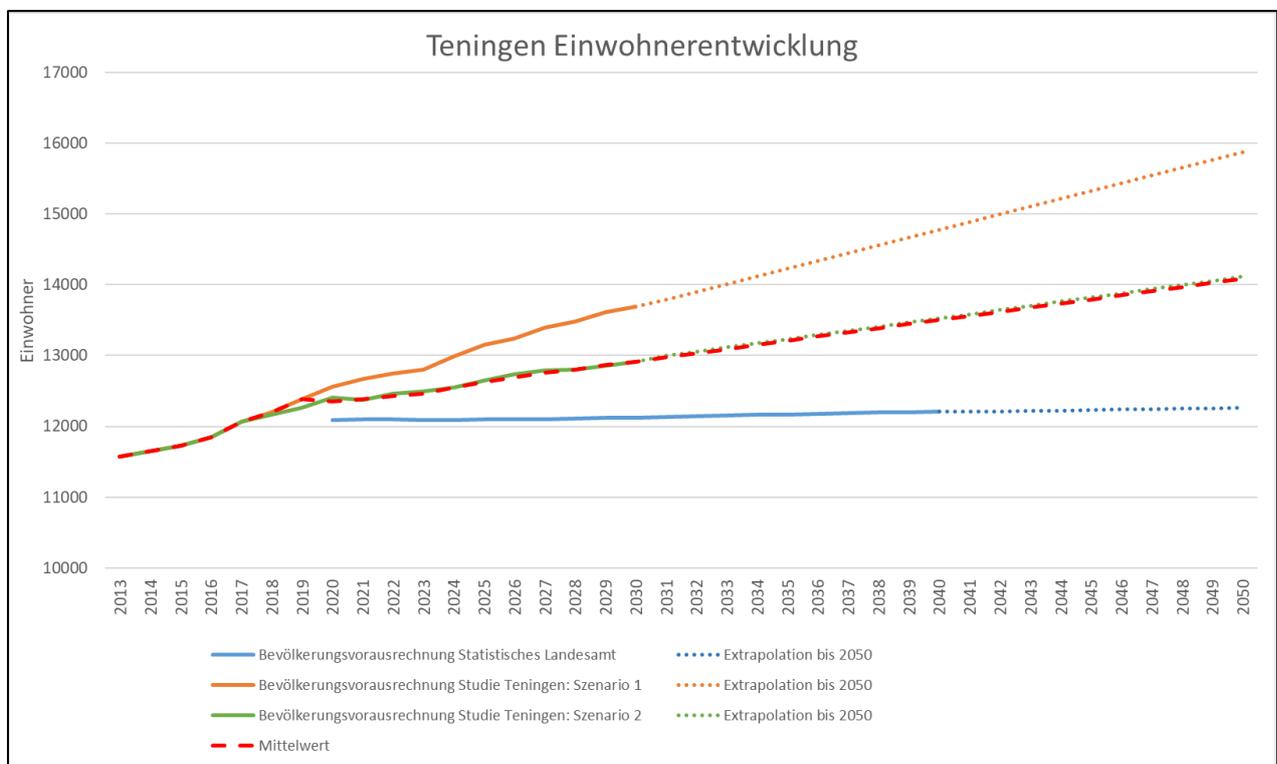


Abbildung 3.5: Verschiedene Prognosen der Bevölkerungsentwicklung der Gemeinde Teningen bis in das Jahr 2050

Zur Prüfung der Plausibilität der Szenarien und Prognosen wurden aktuelle Einwohnerzahlen (Stand: 2022) mit den prognostizierten Werten verglichen. Für die Studie zur Bevölkerungsvorausrechnung bis in das Jahr 2030 [4] ergibt sich damit ein Zeitraum von 5 Jahren seit der Erstellung der Prognose, für das Statistische Landesamt nur 3 Jahre. **Tabelle 3.5** fasst die tatsächliche und prognostizierte Einwohneranzahl im Jahr 2022 zusammen.

**Tabelle 3.5** Tatsächliche und prognostizierte Einwohneranzahl von Teningen im Jahr 2022

	<b>Einwohnerzahl Stand: 2022 [34]</b>	<b>Vorhersage Statistisches Landesamt [33]</b>	<b>Vorhersage Studie Szenario 1 [4]</b>	<b>Vorhersage Studie Szenario 2 [4]</b>
<b>Einwohner</b>	12.223	12.095	12.742	12.466

Es zeigt sich, dass die Vorhersage des Statistischen Landesamt die Einwohneranzahl unterschätzt, während sie bei der Studie in beiden Szenarien [4] überschätzt wird. Da das Szenario 1 nach aktuellem Stand zu einer deutlichen Überschätzung der Einwohneranzahl führen würde, wurde im Folgenden das Szenario 2 (mit zusätzlicher linearer Extrapolation) für die Prognose verwendet. Da dieses schon im Jahr 2022 zu einer Überschätzung der Bevölkerungszahl führt, liegt man gleichwohl auf der sicheren Seite.

### 3.8.2.2 Wasserbedarf 2050

Im Zuge der hydraulischen Rohrnetzberechnung wurden die Wasserverbräuche für die anwachsende Bevölkerung sowie geplanten Gewerbegebieten [39] prognostiziert. Diese Berechnung basiert auf den derzeit im Flächennutzungsplan vorgesehenen Erweiterungsgebieten (Wohngebiete und Gewerbe). Zusätzliche Großverbraucher (außer den bekannten Erweiterungsgebieten in Rohrlache IV) sind derzeit nicht bekannt und wurden daher nicht in die Prognose integriert.

Anhand der Berechnungen von **Tabelle 3-6** ergibt sich somit ein zusätzlicher Wasserbedarf (inkl. 7 % Wasserverluste) von insgesamt

$$\Delta Q_{a,E} = 117.474 \text{ m}^3/\text{a}$$

Der gesamte Wasserbedarf von Teningen im Jahr 2050 beträgt:

$$Q_{a,\text{Prognose}} = 746.589 \text{ m}^3/\text{a}$$

Da jedoch teilweise Schwankungen in Bezug auf den jährlichen Verbrauch von bis zu 50.000 m<sup>3</sup> festgestellt wurden (siehe **Abbildung 3.6**), wird empfohlen, auf der sicheren Seite liegend von einem gesamte Wasserbedarf von 800.000 m<sup>3</sup>/a im Jahr 2050 auszugehen. Sollten zukünftige Bevölkerungsvorausrechnungen oder die Ansiedlung von weiteren Großverbrauchern bekannt werden, wird empfohlen, diese Werte zu aktualisieren und mit dem vorhandenen Wasserdargebot zu prüfen. **Tabelle 3-6** stellt den prognostizierten Wasserbedarf aufgeteilt in die einzelnen Gemeinden dar.

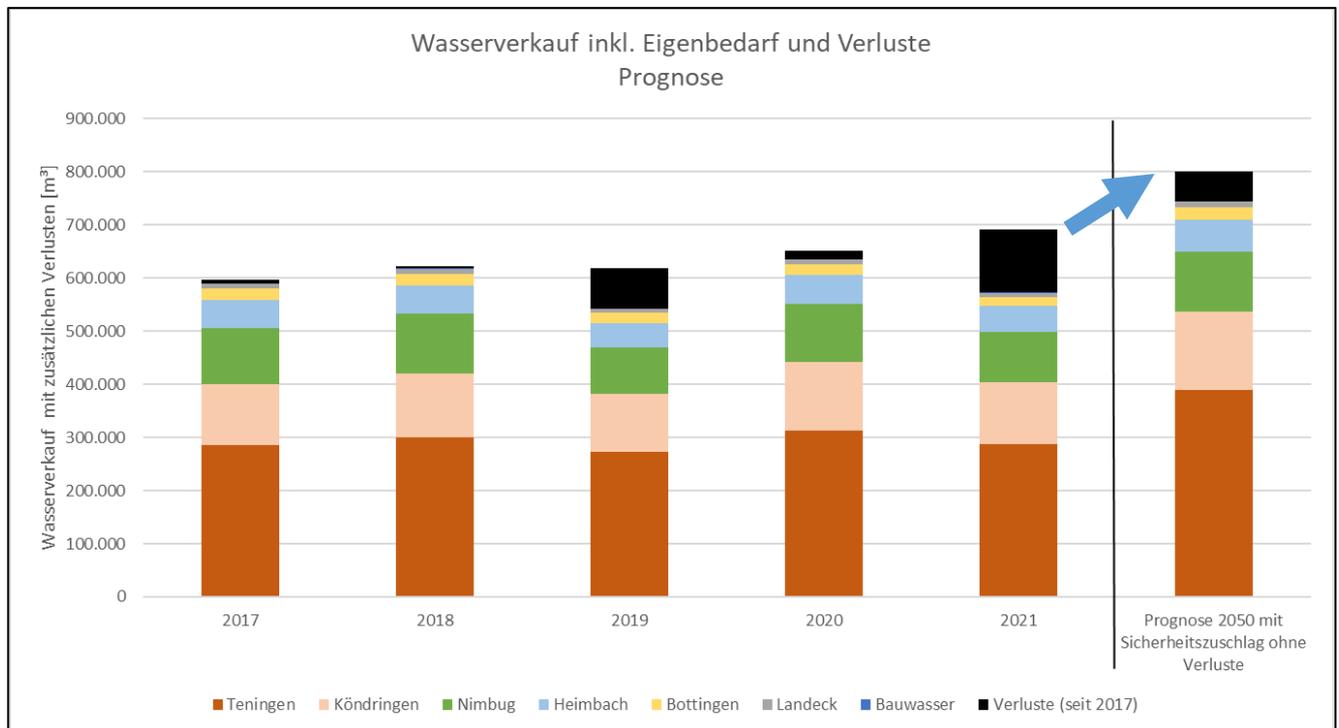
**Tabelle 3-6** Prognose des Wasserbedarfs der einzelnen Gemeinden im Jahr 2050

Bezeichnung	Einheit	Teningen	Köndringen	Heimbach	Landeck	Bottingen	Nimburg	Rohrlache	Summe
<b>Bestand</b>									
Wasserbedarf – Bestand	m <sup>3</sup> /a	289.943	123.114	55.761	9.230	21.848	107.918	21.301	<b>629.115</b>
Wasserbedarf Q <sub>dm</sub> – Bestand	m <sup>3</sup> /d	794	337	153	25	60	296	58	<b>1.724</b>
Wasserbedarf Q <sub>dmax</sub> – Bestand	m <sup>3</sup> /d	1271	540	306	58	102	532	424	<b>3.232</b>
<b>Prognose – Wohngebiete inkl. Nachverdichtung (Einwohnerentwicklung)</b>									
Zukünftige Einwohnerzahl	-	7.569	2.862	1.206	239	402	1.890	0	<b>14.168</b>
Änderung Einwohnerzahl (2021 – 2050)	-	1.380	375	107	51	10	124	0	<b>2.047</b>
Prognose – Spezifischer Einwohnerbedarfswert*	l/(E·d)	120	120	120	120	120	120	120	-
Prognose – Wasserbedarfsänderung	m <sup>3</sup> /a	60.444	16.425	4.687	2.234	438	5.431	0	<b>89.659</b>
Prognose – Wasserbedarfsänderung Q <sub>dm</sub>	m <sup>3</sup> /d	166	45	13	6	1	15	0	<b>246</b>
Prognose – Wasserbedarfsänderung Q <sub>dmax</sub>	m <sup>3</sup> /d	265	72	26	14	2	27	0	<b>406</b>
<b>Prognose – Gewerbegebiete</b>									
Prognose – Spez. Flächenbedarfswert*	m <sup>3</sup> /(ha·d)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	-
Prognose – Fläche Gewerbegebiete	ha	14	9	0	0	0	0	-	<b>23</b>
Prognose – Wasserbedarfsänderung	m <sup>3</sup> /a	9.855	6.789	0	0	0	0	3.486***	<b>20.130</b>
Prognose – Wasserbedarfsänderung Q <sub>dm</sub>	m <sup>3</sup> /d	27	19	0	0	0	0	10	<b>55</b>
Prognose – Wasserbedarfsänderung Q <sub>dmax</sub>	m <sup>3</sup> /d	43	41	0	0	0	0	70	<b>154</b>
<b>Prognose – Gesamt</b>									
Zus. Wasserbedarf inkl. Wasserverluste (7 %)	m <sup>3</sup> /a	75.220	24.839	5.015	2.390	469	5.811	3.730	<b>117.474</b>
Wasserbedarf Gesamt – Prognose 2050	m <sup>3</sup> /a	365.163	147.953	60.775	11.620	22.317	113.729	25.031	<b>746.589</b>
<b>Wasserbedarf – Prognose 2050**</b>	<b>m<sup>3</sup>/a</b>	<b>391.287</b>	<b>158.538</b>	<b>65.123</b>	<b>12.451</b>	<b>23.913</b>	<b>121.865</b>	<b>26.822</b>	<b>800.000</b>
Zus. Wasserbedarf Q <sub>dm</sub> inkl. Wasserverluste (7 %)	m <sup>3</sup> /d	206	68	14	7	1	16	10	<b>322</b>
Wasserbedarf Q <sub>dm</sub> – Prognose 2050	m <sup>3</sup> /d	1.000	405	167	32	61	312	69	<b>2.045</b>
<b>Wasserbedarf Q<sub>dm</sub> – Prognose 2050**</b>	<b>m<sup>3</sup>/d</b>	<b>1.072</b>	<b>434</b>	<b>178</b>	<b>34</b>	<b>66</b>	<b>334</b>	<b>73</b>	<b>2.192</b>
Zus. Wasserbedarf Q <sub>dmax</sub> inkl. Wasserverluste (7 %)	m <sup>3</sup> /d	330	121	27	15	2	29	75	<b>599</b>
<b>Wasserbedarf Gesamt Q<sub>dmax</sub> – Prognose 2050</b>	<b>m<sup>3</sup>/d</b>	<b>1.601</b>	<b>661</b>	<b>333</b>	<b>73</b>	<b>104</b>	<b>561</b>	<b>499</b>	<b>3.831</b>

\*Literaturwert

\*\* zuzüglich Sicherheitszuschlag von ca. 50.000 m<sup>3</sup>

\*\*\*Abschätzung Verbrauch von Großverbrauchern in Rohrlache IV über spezifischen Flächenverbrauch vergleichbarer Unternehmen



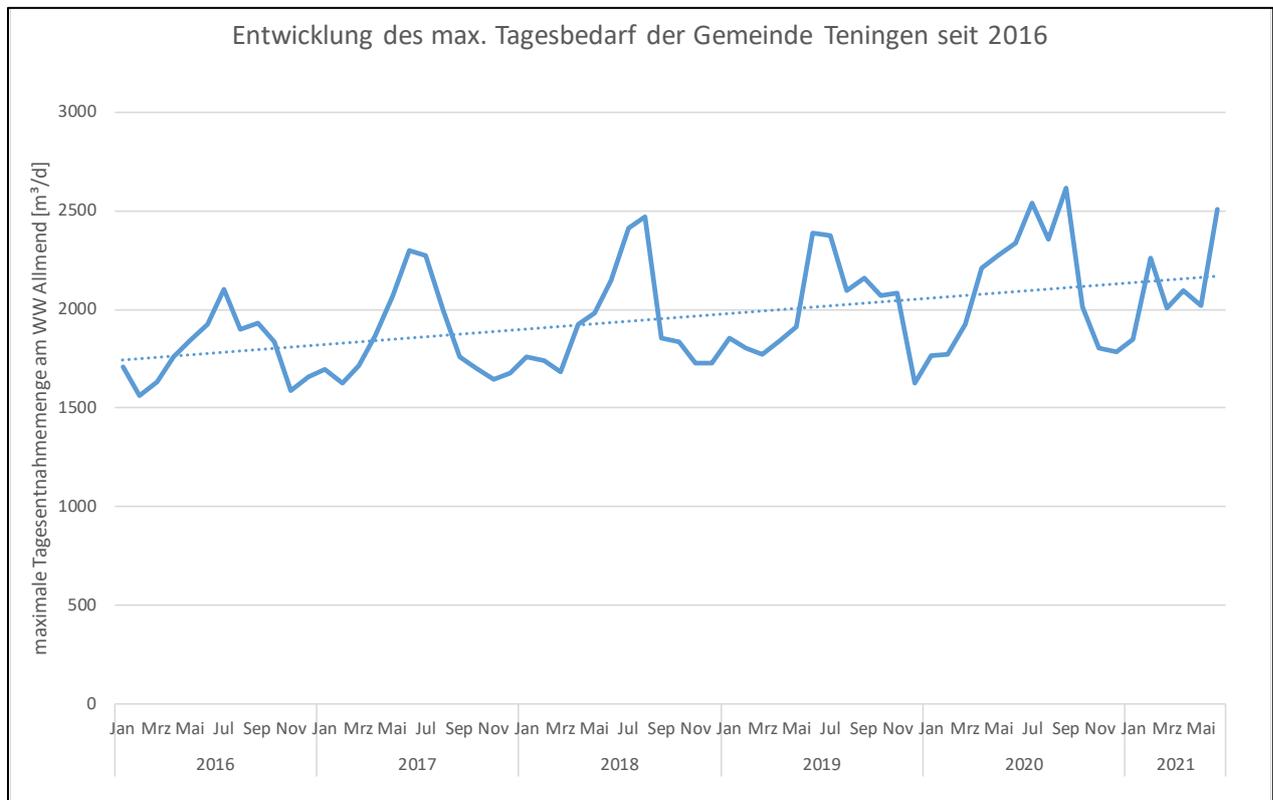
**Abbildung 3.6:** Wasserbedarf der Gemeinde Teningen im Jahr 2050

Bereits in den letzten 5 Jahren ist eine stetige Zunahme des maximalen Tagesverbrauchs zu verzeichnen. Zwischen dem Jahr 2016 und 2020 ist dieser um mehr als 500 m<sup>3</sup> gestiegen. Die Zunahme des maximalen Tagesverbrauchs seit 2016 ist in **Abbildung 3.7** dargestellt.

In Bezug auf den Spitzentagesbedarf wurde auf der sicheren Seite liegend die Summe der Spitzentagesverbrauchs-werte der einzelnen Gemeinden und nicht den gemessenen Spitzentageswert der Einspeisung am WW Allmend als bestehender Wasserbedarf angenommen. Dieser liegt ca. 600 m<sup>3</sup>/d höher als die bisher max. gemessene Entnahme-menge am WW Allmend.

Aufgrund von derzeitigen Klimaveränderungen in Europa, hin zu langen und trockenen Sommern, besteht die Möglich-keit eines stärkeren Anstiegs des Wasserverbrauchs. Nach dem „Erhebungsleitfaden Masterplan Wasserversorgung“ der LUBW vom April 2021 ist der Pro-Kopf-Verbrauch sogar um einen zusätzlichen Klimafaktor von 1,1 zu erhöhen, um einen erhöhten mittleren Tagesbedarf in Trockenjahren abzubilden [52]. Durch Verwendung der Summe des Maximal-bedarfs aller Gemeinden wird dieser Faktor im Bestandswert abgedeckt und zusätzlich berücksichtigt, dass in Zukunft nicht ausgeschlossen werden kann, dass der Maximalbedarf aller Gemeinden auf den gleichen Tag fällt. Nichtsdesto-rotz sollte eine Überprüfung dieser Prognose anhand der tatsächlichen Verbrauchsentwicklung regelmäßig vorgenom-men werden.

Aufgrund der geplanten Erweiterungsgebiete ist davon auszugehen, dass der Tagesspitzenverbrauch in Zukunft weiter steigen wird. Die sich aus der Prognose ergebende Steigerung von 2.617 m<sup>3</sup> auf ca. 3.830 m<sup>3</sup> (40 %) in einem Zeitraum von 30 Jahren ist somit als realistisch einzustufen.



**Abbildung 3.7:** Tagesspitzenverbräuche (monatlich zusammengefasst) von 2016 bis 2021

Anhand der Ergebnisse der Wasserbedarfsprognose ergeben sich somit für das Prognosejahr 2050 folgende Wasserbedarfskennwerte:

$Q_{a,Prognose}$	=	800.00 m³/a
$Q_{dm,Prognose}$	=	2.192 m³/d
$Q_{dmax,Prognose}$	=	3.831 m³/d

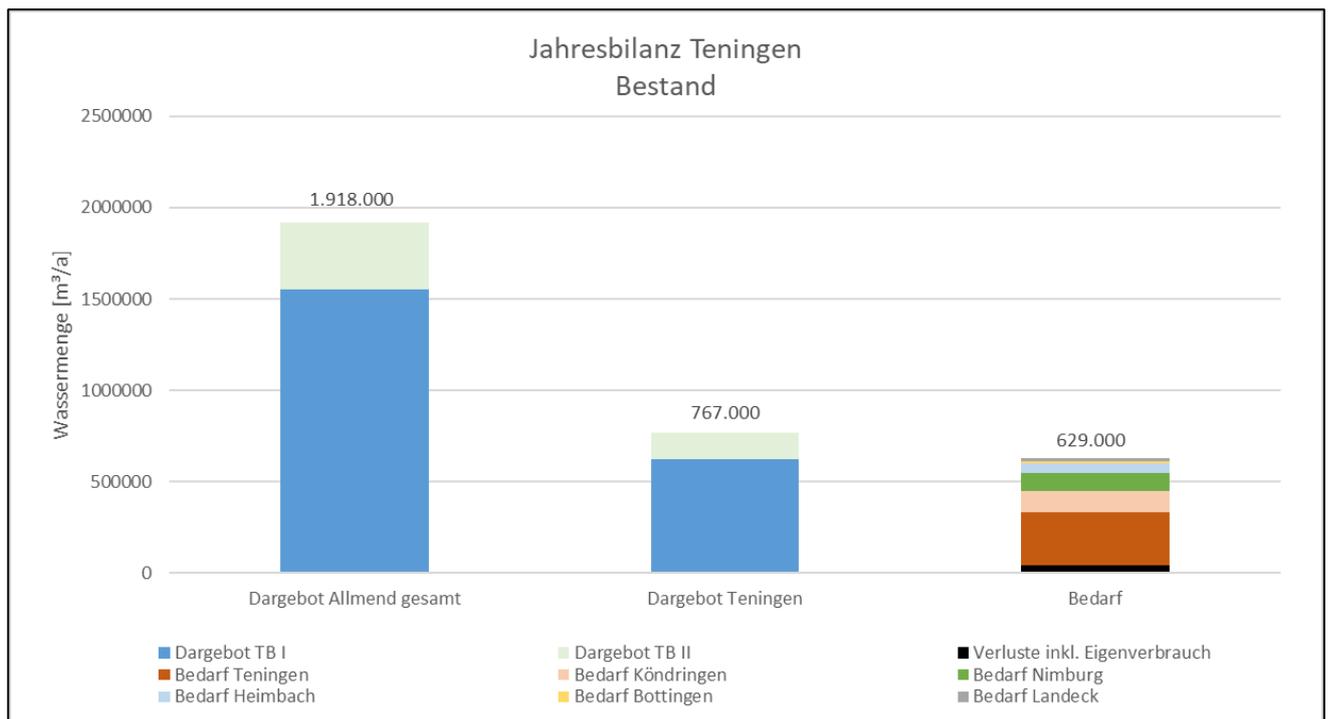
Generell ist bei den oben genannten Kennzahlen zu berücksichtigen, dass eine Bedarfs-Prognose über einen Zeitraum von größer zehn Jahren naturgemäß mit Unsicherheiten behaftet ist. Grundsätzliche Trendänderungen, z.B. eine verzögerte Bebauung der angenommenen Erweiterungsgebiete, gravierende Änderungen hinsichtlich der Wasserverluste oder Änderungen des durchschnittlichen „Pro-Kopf-Verbrauches“, erfordern eine Anpassung der getroffenen Annahmen und der genannten Prognosewerte.

### 3.9 Wasserbilanz

Im Folgenden wird das derzeitige und das prognostizierte Wasserdargebot dem aktuellen Wasserbedarf und dem prognostizierten Wasserbedarf der Gemeinde Teningen gegenübergestellt. Das Dargebot beschreibt die maximal genehmigte Fördermenge, welche laut Wasserrecht bzw. Bezugsrecht derzeit sowie im Prognosejahr zur Verfügung steht bzw. stehen wird (siehe Kapitel 3.7). Der Wasserbedarf stellt den jährlichen Wasserbedarf bzw. den maximalen täglichen Wasserbedarf (z.B. am heißesten Sommertag) dar.

### 3.9.1 Wasserbilanz – Bestand

In der Jahresbilanz des Versorgungsgebiets Teningen kann der mittlere Wasserverbrauch vom mittleren Dargebot der Tiefbrunnen I und II (anteilig 40 %) gedeckt werden (siehe **Abbildung 3.8**). Der derzeitige jährliche Wasserbedarf von ca. 629.114 m<sup>3</sup>/a entspricht einer mittleren Fördermenge von ca. 24 l/s. Das Wasserdargebot der Tiefbrunnen von 29,6 l/s bzw. 767.000 m<sup>3</sup>/a laut Wasserrecht und vertraglicher Regelung mit der Stadt Emmendingen ist daher als ausreichend einzustufen.

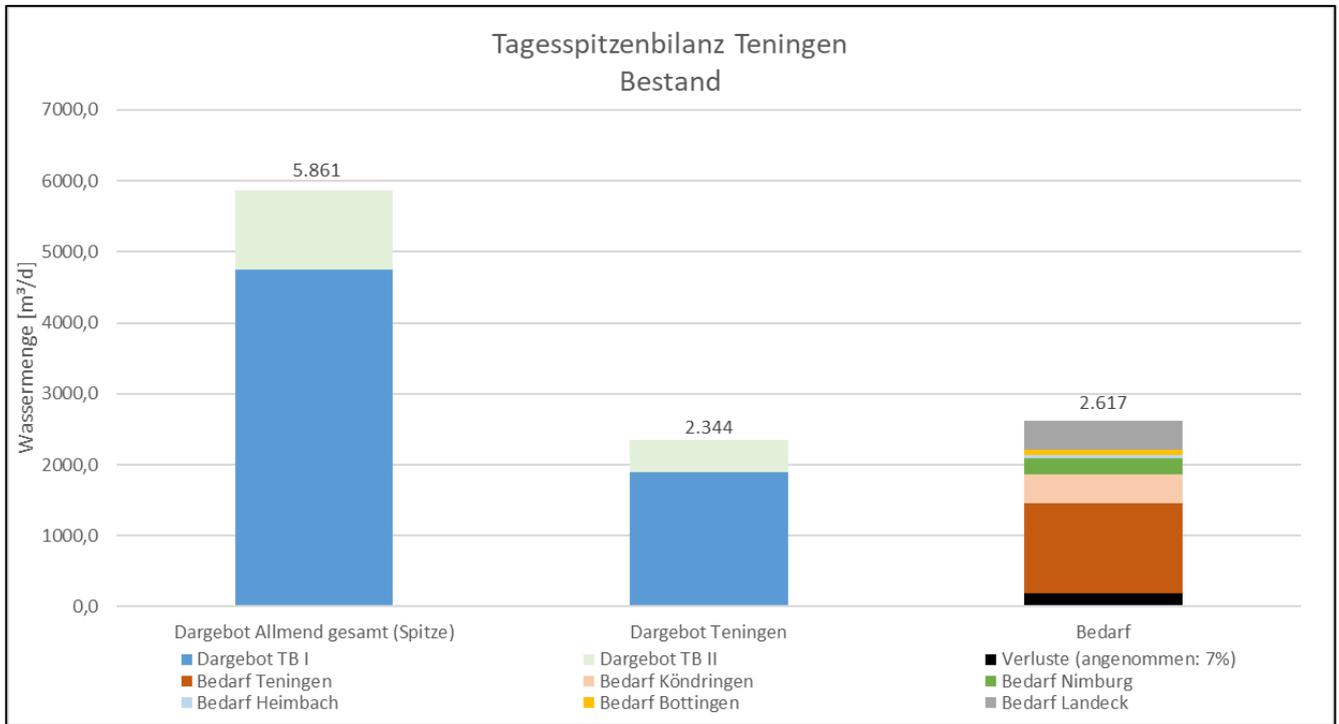


**Abbildung 3.8:** Jahreswasserbilanz Teningen für den Bestand

Zusätzlich wird der Spitzentagesverbrauch mit dem Wasserdargebot verglichen. Hierfür wurden die basierend auf der Netzeinspeisung im Wasserwerk Allmend ermittelten Tagesspitzenverbräuche aus **Tabelle 3-4** angesetzt. Für die Tagesspitzenbilanz wurden die mittleren Wasserverluste von 7 % auch für den Spitzenverbrauch angenommen und in **Abbildung 3.9** dargestellt. Da die Tagesspitzenwerte auf Messwerten basieren, sind die Verluste in den 2.617 m<sup>3</sup>/d bereits enthalten.

In Bezug auf das Wasserdargebot wurde, wie bereits in Kapitel 3.7 erläutert, angenommen, dass die Tiefbrunnen eine Förderdauer von 22 h/d haben. **Abbildung 3.9** stellt die Tagesspitzenbilanz dar.

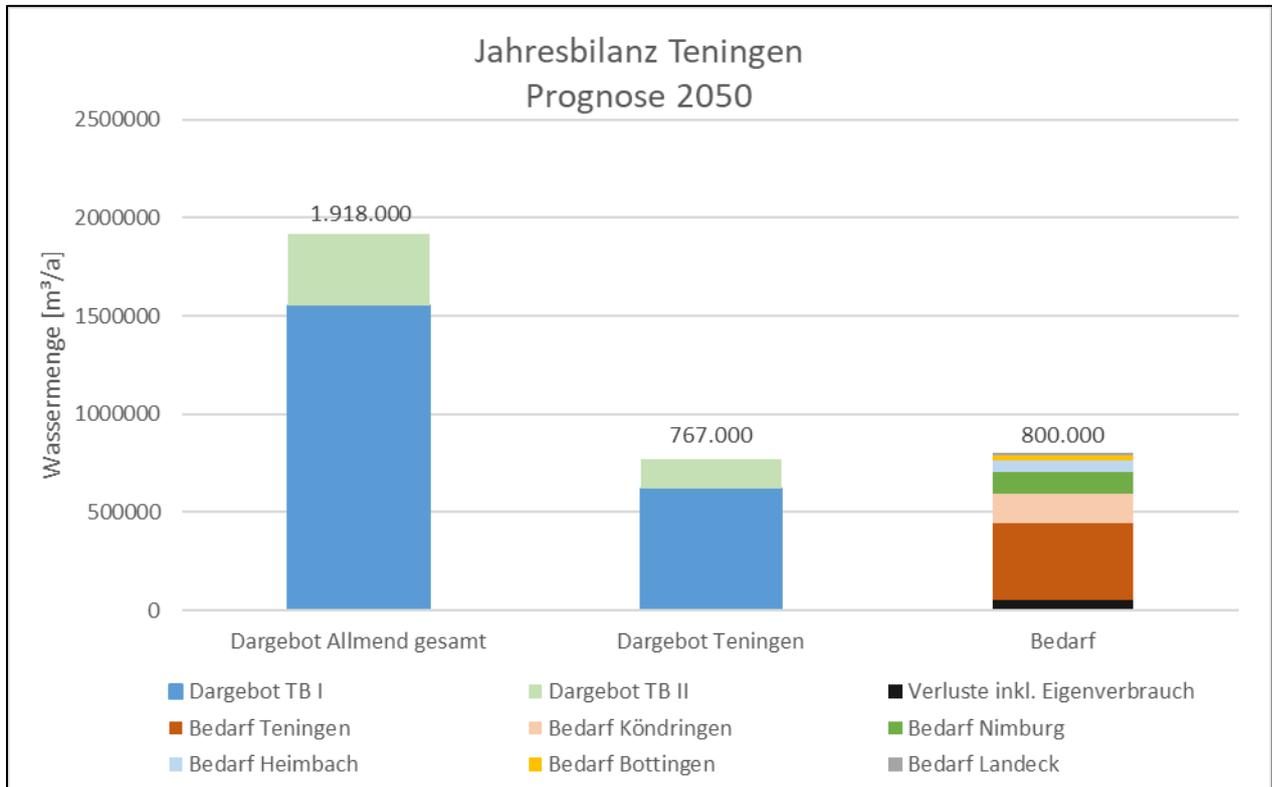
Die vertraglich geregelte Entnahmemenge reicht für die Deckung des maximalen Tagesbedarfs im Bestand nicht aus. In den letzten 5 Jahren wurde die Teningen zustehende Entnahmemenge von 2.344 m<sup>3</sup>/d bereits 22-mal überschritten. Dies ist derzeit als unkritisch zu bewerten, da Emmendingen das Wasserdargebot nicht ausnutzt. Das vorhandene Wasserdargebot sollte jedoch in Zukunft erhöht werden, um auch an Tagesverbrauchsspitzen ausreichend Wasser zur Verfügung zu haben. Möglichkeiten zur Erhöhung des Wasserdargebots werden in Kapitel 4.1.6 erläutert.



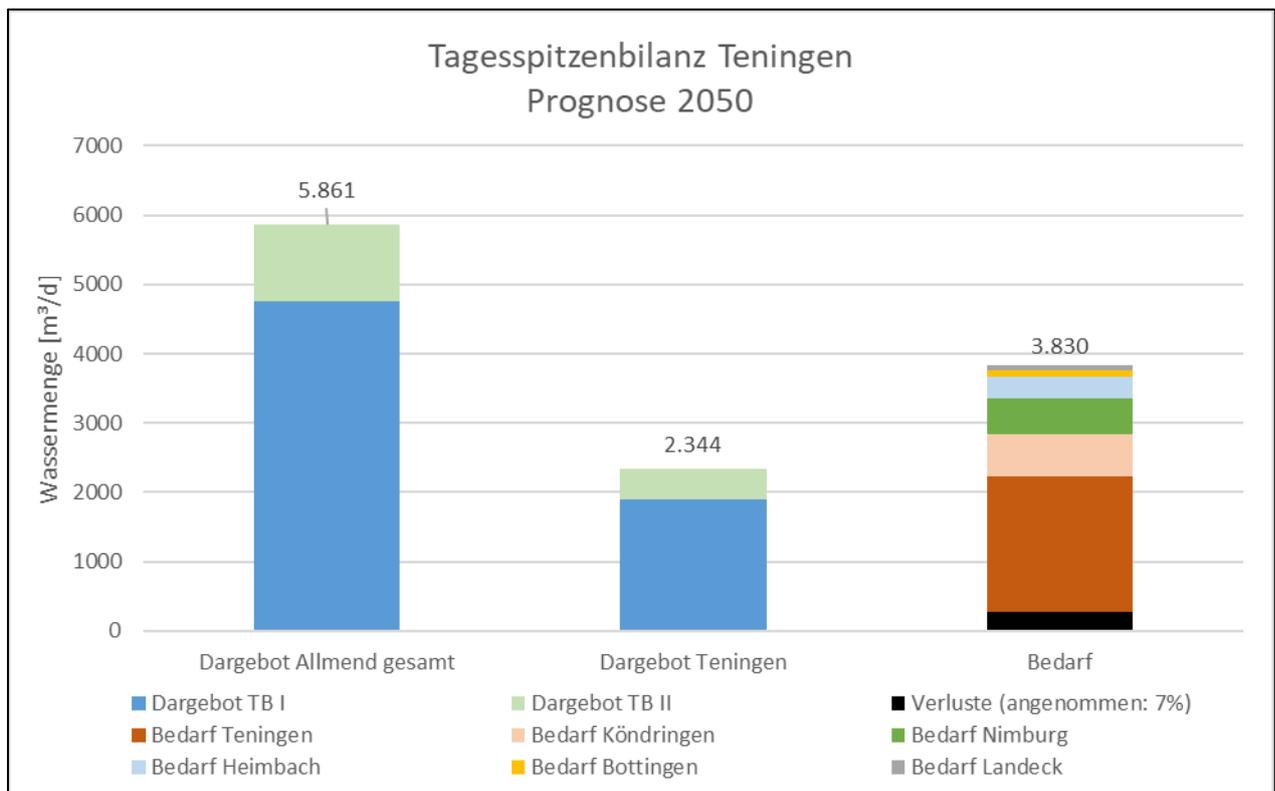
**Abbildung 3.9:** Tagesspitzenbilanz Teningen für den Bestand

### 3.9.2 Wasserbilanz – Prognose

Für den Prognosezustand im Jahr 2050 wurde ebenfalls eine Wasserbilanz aufgestellt. **Abbildung 3.10** zeigt, dass bereits für den prognostizierten Wasserjahresverbrauch im Jahr 2050 das Wasserdargebot für die Gemeinde Teningen nicht mehr ausreichend ist. Dies gilt insbesondere für die Tagesspitzenbilanz, bei der sich die Situation aufgrund der erhöhten Verbräuche im Jahr 2050 deutlich verschärft (siehe **Abbildung 3.11**). Es sollten somit in Zukunft dringend Maßnahmen zur Erhöhung des Wasserdargebots vorgesehen werden.



**Abbildung 3.10:** Jahreswasserbilanz Teningen für die Prognose 2050



**Abbildung 3.11:** Tagesspitzenbilanz Teningen für die Prognose 2050

## 4 Bestehende Verhältnisse

### 4.1 Bestand

In diesem Kapitel werden die bestehenden Verhältnisse der wichtigsten Bereiche und Bauwerke der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Teningen beschrieben, dargestellt und bewertet. In Anlage 2.2.1 und 3.1.1 sind mit einem Lageplan und einem Höhenschema die bestehenden Wasserversorgungsanlagen dargestellt.

#### 4.1.1 Wassergewinnung

Wie in Kapitel 3.2 erläutert, erfolgt die Wassergewinnung für das Versorgungsgebiet Teningen ausschließlich über das Wasserwerk Allmend. Das Wasserwerk wird über zwei Tiefbrunnen (I und II) im Tengerer Allmend mit Grundwasser versorgt. Das Wasserwerk verfügt über keine Aufbereitungsanlagen. Das Speichervolumen der zwei Speicherkammern beträgt insgesamt 2.000 m<sup>3</sup>, wovon jeweils 1.000 m<sup>3</sup> der Gemeinde Teningen und den Stadtwerken Emmendingen zustehen.

Der Tiefbrunnen I wurde im Jahr 2003 auf einer Tiefe von 88 m u. GOK mit einer Bohrung niedergebracht. Der Tiefbrunnen beginnt mit einem Vollrohr DN 800 mit einer Länge von 37,50 m. Anschließend verzängt sich das Rohr auf DN 500 bis zur Brunnensohle. Die Brunnenverrohrung endet mit einem 3 m langem Brunnensumpf mit einer darüberliegenden Filterstrecke von 16 m [26].

In TB I sind zwei Unterwasserpumpen mit einer Förderleistung von je 45 l/s eingebaut. Diese können über Frequenzregler gesteuert werden. Die Pumpen befinden sich ungefähr 25 m unterhalb der Brunnenabdeckplatte. Der Ruhewasserstand liegt bei 4,00 m unter GOK, bei einer Förderleistung von 60 l/s sinkt der Wasserspiegel auf ca. 7,25 m unter GOK ab [26].

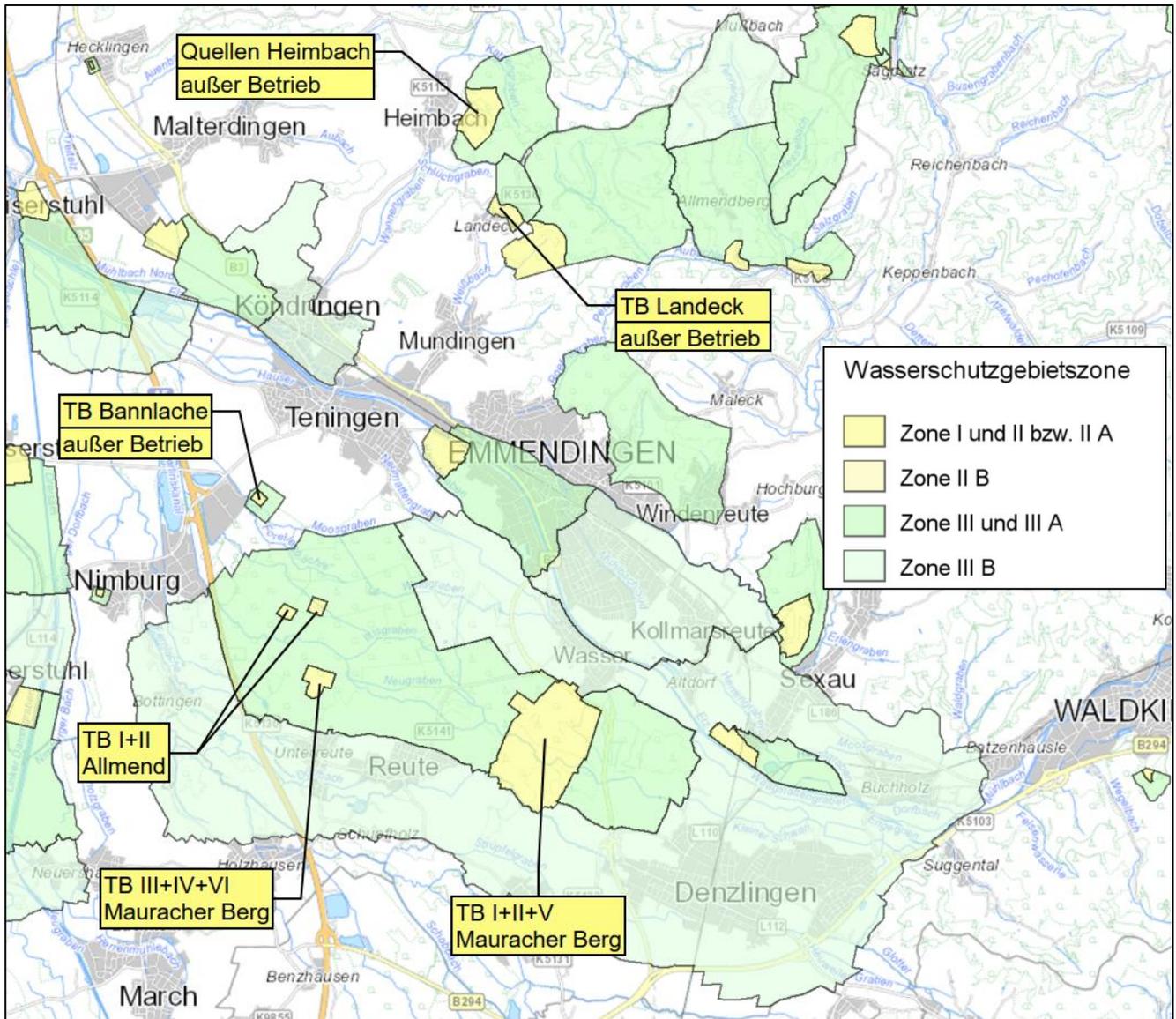
Der Tiefbrunnen II wurde im Jahr 2003 auf einer Tiefe von 77,60 m u. GOK mit einer Bohrung niedergebracht. Der Tiefbrunnen beginnt mit einem Vollrohr DN 800 mit einer Länge von 38,35 m. Anschließend verzängt sich das Rohr auf DN 500 bis zur Brunnensohle. Die Brunnenverrohrung endet mit einem 2 m langem Brunnensumpf mit einem darüberliegenden 7 m langem Filterrohr und 28,90 m Vollrohr [26].

Der TB II hat zwei Unterwasserpumpen mit einer Förderleistung von je 22 l/s und ebenfalls einer Steuerung mit Frequenzumformern. Die Pumpen befinden sich ungefähr 25 m unterhalb der Brunnenabdeckplatte. Der Ruhewasserstand liegt bei 5,80 m unter GOK, bei einer Förderleistung von 18 l/s sinkt der Wasserspiegel auf ca. 10,6 m unter GOK ab [26].

Die Tiefbrunnen haben erdüberdeckte Abschlussbauwerke, die größtenteils auf dem Gelände liegen. Das Wasser wird über getrennte Verbindungsleitung in das Betriebsgebäude des Wasserwerks gefördert.

#### 4.1.2 Wasserschutzgebiete

Das Wasserversorgungsgebiet Teningen hat fünf ausgewiesene Wasserschutzgebiete. Die einzelnen Wasserschutzgebietszonen der Gemeinde Teningen sowie der angrenzenden Gemeinden und Städten sind in **Abbildung 4-1** dargestellt [31].



**Abbildung 4-1** Wasserschutzgebiete der Gemeinde Teningen und angrenzende Wasserschutzgebiete in der Umgebung [31]

Die Tiefbrunnen I und II des Wasserwerks Allmend beziehen Wasser aus dem Tengerer Allmend. In diesem befinden sich zwei Grundwasserstockwerke. Das obere Stockwerk, die sogenannte „Breisgau-Schicht“ ist ein oberflächennahes Kiesaquifer und strömt in nordwestliche Richtung zur Riegeler Pforte hin. Der untere Aquifer gehört zur Neuenburg Formation und liegt im Muschelkalk und fließt ebenfalls in westliche bis nordwestliche Richtung ab. Die beiden Grundwasserschichten werden von einer mehrere Meter mächtigen Schluffschicht getrennt. Dennoch können durch sogenannte „Fenster“, Vermischungen nicht ausgeschlossen werden [38]. Es wird jedoch angenommen, dass erst nördlich der Linie zwischen Teningen und Nimburg Wasser aufgrund der Druckverhältnisse aus dem Muschelaquifer in den Kiesaquifer übertritt [38].

Die Tiefbrunnen I und II entnehmen Grundwasser aus dem unteren Grundwasserleiter (Muschelkalkaquifer). Zum Schutz des Grundwassers im Einzugsgebiet erfolgte mit Rechtsverordnung des Landratsamtes Emmendingen vom 05.05.2022 die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes für die Tiefbrunnen I und II des Wasserwerks [31]. Das

Wasserschutzgebiet Allmend besteht aus den Schutzzonen I bis IIIb und es umfasst eine Fläche von insgesamt 4.328 ha (43,28 km<sup>2</sup>) [29]. Das Schutzgebiet erstreckt sich über die Gemarkung der Gemeinde Teningen, Stadt Emmendingen, Gemeinde Sexau, Stadt Waldkirch, Gemeinde Denzlingen, Gemeinde Vörstetten, Gemeinde March und Gemeinde Reute.

Bei Tiefbrunnen I (Flst. Nr. 4094, Gemarkung Teningen) umfasst die Zone I eine Fläche von 0,05 ha und die Zone II 3,5 ha. Bei Tiefbrunnen II (Flst. Nr. 4094, Gemarkung Teningen) umfasst die Zone I eine Fläche von 0,13 ha und die Zone II 4,2 ha. Die Zone III wird in eine Zone IIIA und IIIB unterteilt. Die Schutzzone III beinhaltet auch die Schutzzonen I und II der sechs Tiefbrunnen des Wasserzweckverbands Mauracherberg.

Die Wasserschutzgebietszone I der Tiefbrunnen sind mit einem Zaun eingefasst. Die Wasserschutzgebietszone II befinden sich in einem Waldgebiet. Der nach DVGW W 101 allseitig geforderten Abstands von mindestens 10 m für Brunnen, ist für die Tiefbrunnen eingehalten [22]. Grundsätzlich ist die Schutzzone I frei von Bäumen und Gehölzen zu halten, um Wurzeleinwachsungen und die Schaffung von unerwünschten Fließwegen zu verhindern [21]. Eine Bebauung und damit verbundene Entwässerungssysteme (Schmutz-/Mischwasserkanal) sind in der Schutzzone II nicht vorhanden. Innerhalb der Schutzzone II befinden sich lediglich Waldflächen, welche bis an den Zaun der Schutzzone I heranreichen. Bei forstwirtschaftlicher Nutzung sollte auf die Verwendung von wassergefährdeten Stoffen verzichtet werden.

Die Schutzgebietszone IIIA erstreckt sich über 869,06 ha und die Zone IIIB umfasst 3.451,06 ha. Das Wasserschutzgebiet grenzt im Norden an das Wasserschutzgebiet (Zone IIIA und IIIB) der „TB II+III Gew.Wäldele“ der Stadt Emmendingen, sowie an das Wasserschutzgebiet (Zone II und IIIA) „Neuer TB (Hornwaldbrunnen)“ der Gemeinde Sexau.

Innerhalb der Wasserschutzgebietszone III der Tiefbrunnen I und II sind überwiegend Siedlungsgebiete (Wasser, Sexau, Buchholz, Denzlingen, Reute) sowie forstwirtschaftlich und landwirtschaftlich genutzte Flächen vorhanden. Mögliche Gefahrenquelle für Grundwasserverunreinigungen für der Tiefbrunnen I und II im gesamten Schutzgebiet (z.B. durch Kraftstoffverluste aufgrund von Verkehrsunfällen) ist die Bundesstraße B3 und die Autobahn A5 (angrenzend an Schutzzone IIIA). Des Weiteren kreuzt die Bahnlinie der Deutschen Bahn und die die Bundesstraße B294 (Schutzzone IIIB). Ebenso besteht nach DVGW W 101 ein sehr hohes Gefährdungspotential durch vorhandene Siedlungs- und Industriegebiete (Gefahr von Leckagen an Öltanks, Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Hausgartenbereich etc.) in der Schutzzone III. Eine Schutzeinrichtung nach RiStWag 2016 entlang des Schutzgebietsabschnitts sollte vorgesehen werden [53].

Ein weiteres ausgewiesenes Wasserschutzgebiet der Gemeinde Teningen ist das des Tiefbrunnen Nimburgs mit Rechtsverordnung des Landratsamtes Emmendingen vom 21.04.1967 [31]. Das Wasserschutzgebiet II des TB Nimburg liegt innerhalb der Bebauung Nimburg. Es ist somit davon auszugehen, dass Verunreinigungen des Trinkwassers aufgrund des Entwässerungssystems möglich sind. In Zukunft ist dort – entsprechend dem Bebauungsplan – ein Wohngebiet geplant. In Zukunft soll der Tiefbrunnen Nimburg vom Netz abgekoppelt werden und als Notbrunnen genutzt werden. Dadurch wird das Wasserschutzgebiet entfallen.

Am ehemaligen Wasserwerk Bannlache ist ebenfalls ein Wasserschutzgebiet für den TB 2 Bannlache vorhanden. Dieses wurde durch Rechtsverordnung des Landratsamtes Emmendingen vom 16.09.1976 festgelegt [31]. Das Wasserschutzgebiet liegt größtenteils auf forst- und landwirtschaftlich genutzten Flächen. Zudem liegt es nahe dem Gewerbegebiet Rohrlache. Der Tiefbrunnen hat Grundwasser aus dem oberen Grundwasserstock (Kiesaquifer) entnommen. Der Tiefbrunnen wurde 2005 außer Betrieb genommen, aufgrund von mikrobiologischen Verunreinigungen, erhöhten DMSA-Konzentrationen, Trübungen und der Empfehlung des LGBR, den bestehenden Brunnen nicht zu sanieren [14].

Den Quellen Heimbach und dem TB Landeck sind ebenfalls Wasserschutzgebiete zugewiesen. Alle Wasserschutzgebietszonen liegen im Wald und einem FFH-Schutzgebiet („Schwarzwald zwischen Kenzingen und Waldkirch“). Eine Verunreinigung des Grundwassers durch anthropogene Einflüsse ist somit unwahrscheinlich. Jedoch wurden in der Vergangenheit vermehrt mikrobielle Verschmutzungen, sowie eine erhöhte Trübung des Trinkwassers festgestellt. Der TB ist außer Betrieb und stillgelegt. Die Quellen Heimbach werden zur Brauchwasserversorgung der öffentlichen Brunnen und für den Notwasserfall mit entsprechender Aufbereitung verwendet.

### 4.1.3 Wasserspeicherung

Nachfolgend wird anhand von **Tabelle 4-1** und **Tabelle 4-2** ein Überblick über die bestehenden Hochbehälter im Wasserversorgungsnetz der Gemeinde Teningen gegeben. In **Tabelle 4-1** werden Informationen über Baujahr, maximale Wasserspiegellage, Volumen, Art der Wasseraufbereitung sowie Zu- und Ablauf der Hochbehälter aufgeführt. In **Tabelle 4-2** ist zusätzlich die Art der Wasserkammern, die Art der Belüftung, die Einbruchsicherheit und der Stand der EMSR-Technik gegeben. Eine detaillierte bautechnische Bewertung ist in Kapitel 4.2 aufgeführt.

**Tabelle 4-1** Bestehende Hochbehälter im WV-Netz der Gemeinde Teningen

Hochbehälter	Versorgungsgebiete	Baujahr / Sanierung	Max. WSP [m+NHN]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Aufbereitungsanlage	Zulauf	Ablauf
<b>WW Allmend</b>	Teningen Nimburg Emmendingen	2003	197	2.000*	---	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiefbrunnen 1</li> <li>• Tiefbrunnen 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtung Teningen/Nimburg</li> <li>• Emmendingen</li> </ul>
<b>HB Heimbach/Landeck</b>	Heimbach Landeck	2011	316	350	---	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Köndringen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heimbach</li> <li>• Landeck</li> </ul>
<b>HB Köndringen</b>	Köndringen	ca. 1955	234	500	---	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Köndringen (gleichzeitig auch Ablauf)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Köndringen (gleichzeitig auch Zulauf)</li> </ul>
<b>HB Nimburg</b>	Nimburg Bottingen	1961 / 2008	236	350	---	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nimburg (gleichzeitig auch Ablauf)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nimburg (gleichzeitig auch Zulauf)</li> <li>• Bottingen</li> </ul>

\*davon stehen (entsprechend der vertraglichen Regelung mit der Stadt Emmendingen) 1.000 m<sup>3</sup> der Gemeinde Teningen zu [28]

**Tabelle 4-2** Beschreibung der bestehende Hochbehälter im WV-Netz der Gemeinde Teningen

HB	Wasserkammer (WK)			Belüftung	Einbruchsi- cherheit*	EMSR-Tech- nik (Alter)	Sonstige Bemerkungen
	Anzahl	Trennung	Beschich- tung				
<b>WW Allmend</b>	2	Ja	PE-Platten- auskleidung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entspricht den a. R. d. T.</li> <li>• Insektensieb/Tierschutz vor- handen</li> </ul>	Ja	> 15 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derzeit Stromversorgung aus zwei Richtungen</li> <li>• kein Notstromaggregat vor- handen (Umsetzung erfolgt derzeit)</li> </ul>
<b>HB Heim- bach/Landeck</b>	2	Ja	Porenarmer Beton	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entspricht den a. R. d. T.</li> <li>• Insektensieb/Tierschutz vor- handen</li> </ul>	Ja	> 10 Jahre	
<b>HB Köndringen</b>	2	Nein	Mineralische Beschichtung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entspricht nicht den a. R. d. T.</li> <li>• Insektensieb/Tierschutz vor- handen</li> </ul>	Ja	> 15 Jahre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatur im HB ist relativ hoch im Sommer</li> <li>• Genaue Lage der Zu- und Ab- laufleitung nicht bekannt</li> <li>• Fenster vor Wasserkammer vorhanden</li> <li>• Bauwerk sanierungsbedürftig</li> </ul>
<b>HB Nimburg</b>	2	Ja	Metallische Auskleidung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entspricht den a. R. d. T.</li> <li>• Insektensieb/Tierschutz vor- handen</li> </ul>	Ja	> 10 Jahre	

\*Sicherheitstür mit Schutzklasse WK 2, zentrale Schließanlage und elektronische Alarmsicherung (Anmeldung und Überwachung)

### 4.1.3.1 Grobe Überprüfung der Behältervolumina

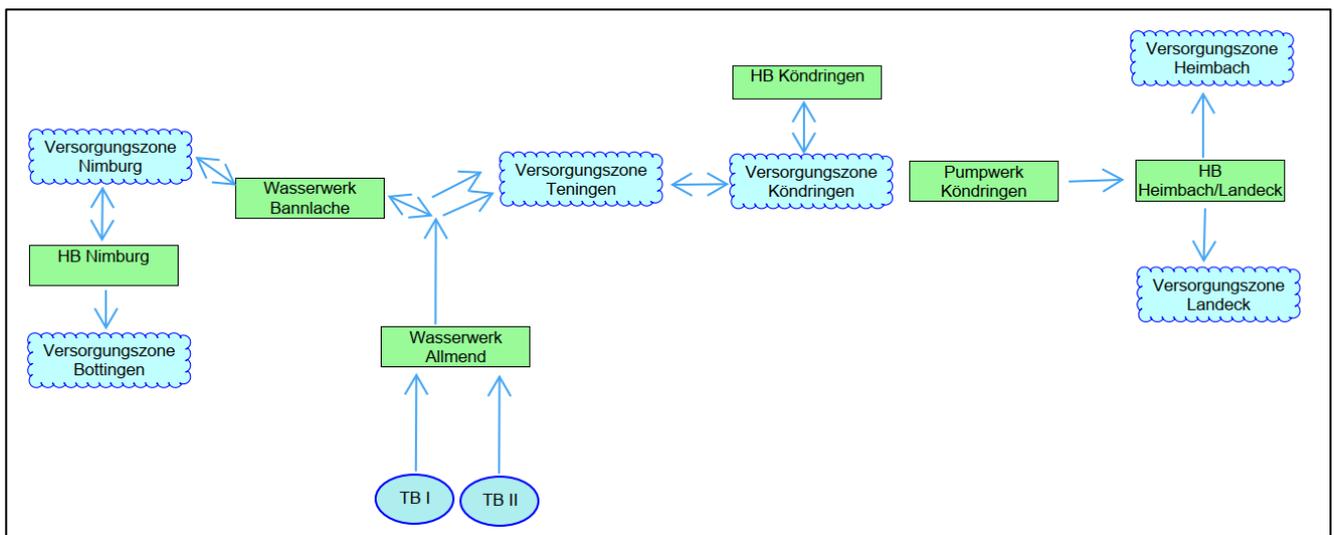
In den nachfolgenden Tabellen (Tabelle 4-3 und **Tabelle 4-4**) wird eine überschlägige Ermittlung der Behältervolumina der Gemeinde Teningen inkl. eines Vergleichs zum vorhandenen Volumen für den Bestand und für das Prognosejahr 2050 durchgeführt. Vereinfacht werden die Summen der Hochbehältervolumina der einzelnen Versorgungsgebiete betrachtet und dem berechneten Volumen aus dem fluktuierenden Volumen bei Spitzentagesbedarf, der Betriebsreserve und der Löschwasserreserve der Versorgungsgebiete entsprechend dem DVGW Arbeitsblatt W 300 gegenübergestellt.

#### Fluktuierendes Volumen

Der Spitzentagesbedarf der jeweiligen Versorgungsgebiete ist jeweils aus Kapitel 3.8 übertragen worden. Für Versorgungsgebiete mit einem Spitzentagesverbrauch von < 10.000 m<sup>3</sup> wird in der Literatur ein Wert von ca. 30 % angegeben [54]. Das fluktuierende Wasservolumen wurde auf der sicheren Seite liegend mit 40 % von Q<sub>dmax</sub> angenommen.

#### Betriebsreserve

Die Betriebsreserve dient unter anderem der Überbrückung von Ausfallzeiten. Diese hängt vom System der Zubringerleitungen, von der Wahrscheinlichkeit und Dauer von Betriebsstörungen und vom Zustand und Leistung benachbarter Versorgungsanlagen im Notverbund ab [23]. Die Betriebsreserve kann in erster Näherung über den mittleren Tagesbedarf Q<sub>dm</sub> multipliziert mit der Ausfalldauer in Tagen und dividiert durch die Anzahl der Zuleitungen abgeschätzt werden. Die Ausfalldauer (Reaktionszeit + Reparaturzeit) wurde mit 0,5 Tagen angenommen [54]. Dies bedeutet, dass der mittlere Tagesbedarf bei einem Ausfall einer nicht redundanten Zubringerleitung 12 Stunden gedeckt werden kann. Jede zusätzliche Leitung reduziert die Wahrscheinlichkeit eines Totalversagens und somit die notwendige Betriebsreserve. In einem komplexeren System mit mehreren Behältern sollten für die Abschätzung der Ausfallwahrscheinlichkeit nicht nur die Anzahl der Förderleitungen bis zum Behälter, sondern auch die Zubringerleitung zwischen den Behälter und Versorgungszone berücksichtigt werden. In Abbildung 4.2 ist eine Skizze der Förder- und Zubringerleitungen zwischen Wasserwerk Allmend und ehemaligen Wasserwerk Bannlache und dem restlichen Versorgungsgebiet dargestellt. Je nach Ausfallszenario stehen unterschiedlich viele Zuleitungen zur Verfügung.



**Abbildung 4.2:** Skizze der Förder- und Zubringerleitungen im Versorgungsgebiet Teningen

Für die Berechnung der Betriebsreserve wurde entsprechend der **Abbildung 4.2** die Anzahl der Zubringerleitungen zu den Wasserspeichern bzw. den Versorgungsgebieten analysiert. Für den HB Nimburg besteht nur eine Zuleitung aus Richtung dem ehemaligen Wasserwerk Bannlache. Dies gilt ebenfalls für den HB Heimbach/Landeck mit einer Zuleitung von dem Pumpwerk Köndringen und den HB Köndringen mit der Verbindung aus der Versorgungszone Teningen. Mit diesen drei Hochbehältern werden fünf Versorgungsgebiete mit Trinkwasser versorgt.

Die Versorgungszone Teningen wird im Regelbetrieb vom WW Allmend versorgt. Im Falle eines Ausfalls kann die Versorgungszone Teningen vom HB Nimburg (über ehemaliges Wasserwerk Bannlache) und Köndringen (über Winzerhalle) rückversorgt werden. Da diese Betrachtungsweise komplexer ist, wurde für das Gesamtsystem (ohne Heimbach/Landeck, da von dort keine Rückeinspeisung möglich ist) zwei Ausfallszenarien berücksichtigt. Diese werden bei der Bewertung des Gesamtsystems näher erläutert.

### Löschwasserreserve

Für die Löschwasserreserve ist nach DVGW Arbeitsblatt W 405 für die Gemeinde Teningen je nach Versorgungsgebiet ein Löschwasserbedarf von bis zu 192 m<sup>3</sup>/h über zwei Stunden anzusetzen [57]. Hierbei wird davon ausgegangen, dass lediglich ein Brandfall im Versorgungsgebiet eintritt. Somit ist die Vorhaltung einer Brandreserve von 384 m<sup>3</sup> erforderlich. Da vom Wasserwerk Allmend alle Hochbehälter versorgt werden, müsste im Regelbetrieb in den einzelnen Behältern keine zusätzliche Brandreserve vorgehalten werden. Auf der sicheren Seite liegend, wird für die Auswertung der einzelnen Hochbehälter bei einem Ausfall des WW Allmends trotzdem ein LW-Vorrat berücksichtigt. In der aktuellen Literatur sind Richtwerte für den Löschwasservorrat von Wasserbehältern von kleinen Gemeinden  $Q_{dmax} < 2.000 \text{ m}^3$  ein Löschwasservorrat von 100 m<sup>3</sup> bis 200 m<sup>3</sup> angegeben [54]. Für ländliche Gemeinden wird demnach üblicherweise eine Entnahme von 48 m<sup>3</sup>/h über die Dauer von 2 h und somit ca. 100 m<sup>3</sup> Löschwasservorrat angesetzt [54]. Aufgrund der Ergebnisse der hydraulischen Rohrnetzrechnung [39] ist bekannt, dass der zweifache Löschwasserfall (96 m<sup>3</sup>/h) in Köndringen und Nimburg nicht ohne die Unterstützung von dem Wasserwerk Allmend und Aufhebung der Zonentrennung erreicht werden kann. Im Falle eines Ausfalls der Verbindungsleitung zum Wasserwerk Allmend kann nur der einfache Löschwasserfall (48 m<sup>3</sup>/h) über den HB Nimburg und den HB Köndringen bereitgestellt werden. Somit wurde bei beiden Behältern ein Löschwasservorrat von 96 m<sup>3</sup>/h festgesetzt.

Die Ergebnisse der überschlägigen Berechnung des erforderlichen Speichervolumens sind in **Tabelle 4-3** und **Tabelle 4-4** dargestellt und werden im Folgenden genauer erläutert. Für die Prüfung der Speicher wurde auf der sicheren Seite liegend die maximal gemessene Spitzentagesentnahme der einzelnen Gemeinden verwendet (Vgl. Kapitel 3.8.1).

Grundsätzlich stellen die Ergebnisse der durchgeführten Berechnungen grobe Richtgrößen dar, welche im Rahmen einer Detailplanung mittels tatsächlichen Zulauf- und Ablaufganglinien sowie dem tatsächlichen Wasserbedarf in den Druckzonen weiter untersucht und überprüft werden müssen.

### HB Köndringen

Für die Versorgung der Zone Köndringen wird der Hochbehälter Köndringen als Gegenbehälter verwendet. Dieser wird durch Aufhebung der Zonentrennung zwischen Köndringen und Teningen befüllt. Es besteht somit nur eine Leitung in den Hochbehälter, welche als Zu- und Entnahmeleitung dient.

Entsprechend der Ergebnisse von **Tabelle 4-3** ist der Hochbehälter für den Bestand ausreichend bemessen. In Bezug auf die Prognose ist nach erster Abschätzung ein Wasserspeichervolumen von 560 m<sup>3</sup> erforderlich. Dieses Volumen liegt knapp über dem derzeit vorhandenen Volumen von 500 m<sup>3</sup>. Da der HB Köndringen über eine Zonentrennung mit dem WW Allmend verbunden ist, kann das notwendige Volumen auch über das Gesamtsystem (siehe unten)

bereitgestellt werden. Allerdings ist der Behälter sanierungsbedürftig (siehe hierzu auch Kapitel 4.2). Im Zuge der Planung der Sanierung des Hochbehälters sollte daher eine detaillierte Überprüfung des benötigten Speichervolumens durchgeführt werden und dieses ggf. erhöht werden, um eine zusätzliche Sicherheit zu schaffen.

### **HB Heimbach/Landeck**

Für die Versorgung der Versorgungszone Heimbach und Landeck dient der Hochbehälter Heimbach/Landeck. Dieser wird über das Pumpwerk Köndringen befüllt und hat somit ebenfalls nur eine Zuleitung. Entsprechend der Ergebnisse von **Tabelle 4-3** ist der Hochbehälter für den Bestand ausreichend bemessen. In Bezug auf die Prognose ist nach grober Abschätzung ein Wasserspeichervolumen von 362 m<sup>3</sup> erforderlich. Da dieses Volumen nur knapp oberhalb des vorhandenen Volumens von 350 m<sup>3</sup> liegt, wird das Behältervolumen als derzeit ausreichend eingestuft. Sollte in Zukunft festgestellt werden, dass die Verbräuche deutlich über der derzeitigen Prognose liegen, wird empfohlen, das Wasserspeichervolumen neu zu überprüfen.

Grundsätzlich stellen die Ergebnisse der durchgeführten Berechnungen grobe Richtgrößen dar, welche im Rahmen einer Detailplanung mittels tatsächlichen Zulauf- und Ablaufganglinien sowie dem tatsächlichen Wasserbedarf in den Druckzonen weiter untersucht und überprüft werden müssen.

### **HB Nimburg**

Für die Versorgung der Versorgungszone Nimburg und Bottingen wird der Hochbehälter Nimburg als Gegenbehälter verwendet. Im Gegensatz zu Köndringen gibt es keine aktive Zonentrennung zu Teningen, sondern eine Druckregelanlage. Bei hohen Verbräuchen im Netz öffnet das Regelventil im ehemaligen Wasserwerk Bannlache und Nimburg wird sowohl vom Hochbehälter als auch vom WW Allmend versorgt.

Entsprechend der Ergebnisse von **Tabelle 4-3** ist der Hochbehälter für den Bestand nicht ausreichend groß bemessen. Jedoch muss hierbei beachtet werden, dass der Gegenbehälter im Regelfall nicht mit dem fluktuierenden Wasservolumen des Spitzenbedarfs von Nimburg gekoppelt ist, da diese Zone bei erhöhtem Verbrauch vom Wasserwerk Allmend unterstützt wird.

Der Gegenbehälter wird in der aktuellen Betriebsweise nur bis zu 70 % des Speicherinhalts geleert, bevor dieser über das Wasserwerk Allmend wieder befüllt wird. Somit steht dem Behälter im Falle eines Ausfalls der Zubringerleitung eine Betriebsreserve und Löschwasservorrat von mindestens 245 m<sup>3</sup> zur Verfügung. Dieses ist ausreichend, um das Versorgungsgebiet im Bestand und in der Prognose für ca. 14 – 15 h mit dem mittleren Stundenverbrauch zu versorgen. Selbst bei einem zusätzlichen Brandfall (angenommen 96 m<sup>3</sup> Löschwasserreserve, einfacher LW-Fall) würde die Betriebsreserve für 9 h ausreichen.

### **Wasserwerk Allmend**

Entsprechend der vertraglichen Regelung mit der Stadt Emmendingen, stehen der Gemeinde Teningen 50 % des Behältervolumens des Wasserwerks Allmends und somit 1.000 m<sup>3</sup> zu [28]. Wird diesem Speichervolumen das notwendige Speichervolumen für die Versorgungszone Teningen gegenübergestellt, zeigt sich ein theoretisches Defizit im Bestand von ca. 300 m<sup>3</sup> und in der Prognose von ca. 500 m<sup>3</sup>.

Allerdings versorgt das Wasserwerk Allmend nicht nur die Versorgungszone Teningen, sondern bei Bedarf ebenfalls die Versorgungszone Nimburg und Köndringen. Notfalls kann auch von den Hochbehältern Nimburg und Köndringen

in die Versorgungszone Teningen rückeingespeist werden. Daher muss zu einer Bewertung des tatsächlich notwendigen Speichervolumens die gekoppelten Zonen gemeinsam untersucht werden.

### **Gesamtsystem Wasserversorgung Teningen**

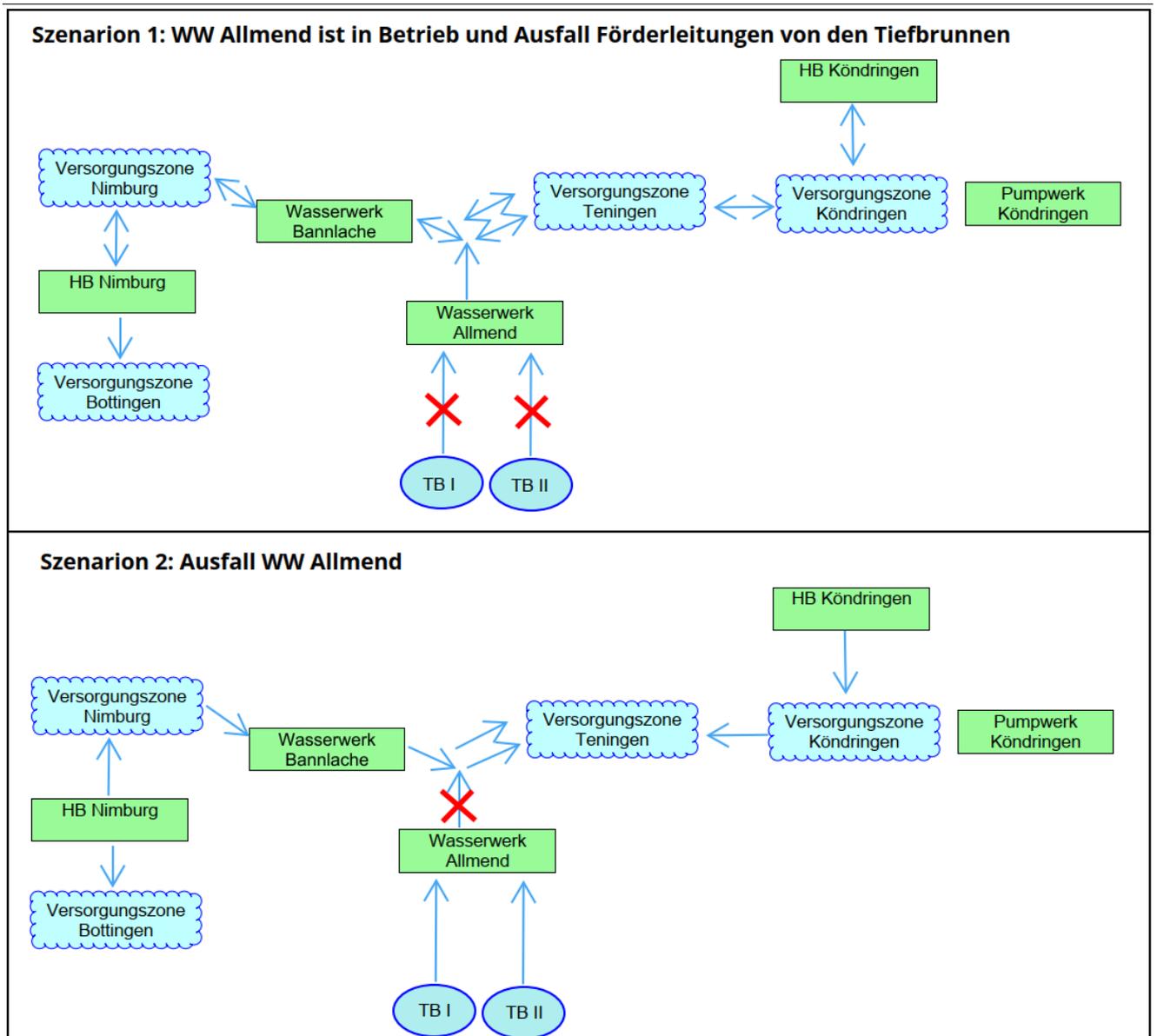
Für die Bewertung des Gesamtsystems und allen nachfolgenden Varianten wurde der Hochbehälter und die Versorgungszonen Heimbach/Landeck nicht berücksichtigt, da keine Rückeinspeisung in die anderen Zonen möglich ist. Weiterhin wird der LW-Vorrat mit 384 m<sup>3</sup> (4-facher LW-Fall) angesetzt, da nur ein Brandfall im Versorgungssystem zu berücksichtigen ist. Die Betriebsreserve ist aufgrund von Redundanzen im System gekoppelt zu betrachten. Um die Ausfallwahrscheinlichkeit über die Anzahl der Zubringerleitungen zu definieren, werden generell zwei verschiedene Ausfallszenarien betrachtet. Diese sind in **Abbildung 4.3** dargestellt.

1) WW Allmend ist in Betrieb und Ausfall Zubringerleitung von den Tiefbrunnen

Das Wasserwerk fördert das noch in den Behältern verfügbare Wasser in die Versorgungszonen. Zusätzlich erfolgt eine Rückeinspeisung von HB Nimburg und HB Köndringen nach Teningen. Solange das Wasserwerk und seine Pumpen noch in Betrieb sind, kann der vierfache Löschwasserfall in Teningen zur Verfügung gestellt werden. Zudem ist das fluktuierende Volumen von Teningen in der Betrachtung zu berücksichtigen, da der Störfall eintreten kann, wenn das Behältervolumen in Teningen im Tagesausgleich bereits abgewirtschaftet worden ist.

2) Ausfall WW Allmend

Das gespeicherte Wasser im WW Allmend kann nicht nach Teningen gepumpt werden. Gründe hierfür wären beispielsweise eine Kontamination beider Behälterwasserkammern, ein vollständiger Pumpenausfall oder ein Ausfall der nicht redundant verlegten Zubringerleitung vom Wasserwerk Allmend zum ehemaligen Wasserwerk Bannlache. In diesem Fall können die Zonen lediglich über die Hochbehälter Nimburg und Köndringen rückversorgt werden, wodurch nur eine LW-Versorgung mit 48 m<sup>3</sup>/h möglich ist und somit 96 m<sup>3</sup>/h als Brandreserve vorgesehen werden. Da sich das fluktuierende Volumen immer auf den jeweiligen Behälter bezieht, wird nicht nur das Behältervolumen, sondern auch das fluktuierende Volumen des Wasserwerks Allmend (Versorgungszone Teningen) nicht berücksichtigt.



**Abbildung 4.3:** Skizzenhafte Darstellung der Ausfallszenarien im Gesamtsystem (ohne Heimbach/Landeck) der Förder- und Zubringerleitungen im Versorgungsgebiet Teningen

Entsprechend der Ergebnisse von **Tabelle 4-3** ist das verfügbare Volumen im Bestand in beiden Fällen nicht ausreichend, um den Wasserbedarf zu decken. Je nach Szenario fehlen ca. 50 – 500 m<sup>3</sup> Speichervolumen. In der Prognose (**Tabelle 4-4**) verschärft sich die Situation zusätzlich auf ein fehlendes Volumen von ca. 400 – 750 m<sup>3</sup>. Um die Wasserspeicherung im Versorgungsgebiet zu verbessern, wurden verschiedene Varianten untersucht und in Bezug auf deren Verbesserung der Wasserspeicherung ausgewertet. Diese werden in Kapitel 6.2 erläutert.

**Tabelle 4-3**      Überschlüssig berechnetes Behältervolumen und Vergleich mit vorhandenem Volumen – Bestand

HB Nr.	Versorgungsgebiet	Spitzena- gesbedarf [m³/d]	Fluktuierendes Wasservolumen [m³]	Betriebsreserve [m³]	Löschwasser- reserve [m³]	Summe Behälter- volumina SOLL [m³]	Summe Behäl- tervolumina IST [m³]
		Q <sub>dmax</sub>	I <sub>flukt</sub> = 0,4 x Q <sub>dmax</sub>	I <sub>Br</sub> = Q <sub>dm</sub> x Ausfall- dauer / Anzahl Zulei- tungen	I <sub>LW</sub> Nach DVGW 405	I <sub>soll</sub> = I <sub>flukt</sub> + I <sub>Br</sub> + I <sub>LW</sub>	I <sub>ist</sub>
HB Heim- bach/Landeck	Heimbach und Landeck	364	146	89 (0,5 Tage und 1 Zulei- tung)	48	<b>283</b>	<b>350</b>
HB Köndringen	Köndringen Rückspeisung nach Tenin- gen möglich	540	337	169 (0,5 Tage und 1 Zulei- tung)	96*	<b>481</b>	<b>500</b>
HB Nimburg	Nimburg und Bottingen Rückspeisung nach Tenin- gen möglich	634	254	178 (0,5 Tage und 1 Zulei- tung)	96*	<b>528</b>	<b>350</b>
WW Allmend	Teningen Bei Bedarf Einspeisung nach Nimburg und Köndringen möglich	1.695	678	213 (0,5 Tage und 2 Zulei- tungen**)	384	<b>1.275</b>	<b>1.000</b>
Gesamtsystem: Ausfall Tiefbrun- nen	Gesamtsystem (ohne Heim- bach/Landeck)	2.869	1.148	387 (0,5 Tage und 2 Zulei- tungen**)	384	<b>1.918</b>	<b>1.850</b>
Gesamtsystem: Ausfall Zubringer- leitung WW All- mend	Gesamtsystem (ohne Heim- bach/Landeck)	1.174***	470	773 (0,5 Tage und 1 Zulei- tung)	96*	<b>1.339</b>	<b>850</b>

\*ohne Zufluss aus WW Allmend ist hydraulisch nur eine einfache Löschwasserentnahme möglich

\*\*TB I und TB II

\*\*\*Fluktuierendes Wasservolumen ohne Teningen, da dieses vor dem Ausfall durch WW Allmend gedeckt wurde

**Tabelle 4-4**    Überschlägig berechnetes Behältervolumen und Vergleich mit vorhandenem Volumen – Prognose

HB Nr.	Versorgungsgebiet	Spitzena- gesbedarf [m³/d]	Fluktuierendes Wasservolumen [m³]	Betriebsreserve [m³]	Löschwasser- reserve [m³]	Summe Behälter- volumina SOLL [m³]	Summe Behäl- tervolumina IST [m³]
		Q <sub>dmax</sub>	I <sub>flukt</sub> = 0,4 x Q <sub>dmax</sub>	I <sub>Br</sub> = Q <sub>dm</sub> x Ausfall- dauer / Anzahl Zulei- tungen	I <sub>LW</sub> Nach DVGW 405	I <sub>soll</sub> = I <sub>flukt</sub> + I <sub>Br</sub> + I <sub>LW</sub>	I <sub>ist</sub>
HB Heim- bach/Landeck	Heimbach und Landeck	406	162	104 (0,5 Tage und 1 Zulei- tung)	48	<b>314</b>	<b>350</b>
HB Köndringen	Köndringen Rückeinspeisung nach Tenin- gen möglich	661	264	217 (0,5 Tage und 1 Zulei- tung)	96*	<b>577</b>	<b>500</b>
HB Nimburg	Nimburg und Bottingen Rückeinspeisung nach Tenin- gen möglich	665	266	200 (0,5 Tage und 1 Zulei- tung)	96*	<b>562</b>	<b>350</b>
WW Allmend	Teningen Bei Bedarf Einspeisung nach Nimburg und Köndringen möglich	2.100	840	286 (0,5 Tage und 2 Zulei- tungen**)	384	<b>1.510</b>	<b>1.000</b>
Gesamtsystem: Ausfall Tiefbrun- nen	Gesamtsystem (ohne Heim- bach/Landeck)	3.426	1.370	495 (0,5 Tage und 2 Zulei- tungen**)	384	<b>2.249</b>	<b>1.850</b>
Gesamtsystem: Ausfall Zubringer- leitung WW All- mend	Gesamtsystem (ohne Heim- bach/Landeck)	1.326***	530	990 (0,5 Tage und 1 Zu- leitung)	96*	<b>1.616</b>	<b>850</b>

\*ohne Zufluss aus WW Allmend ist hydraulisch nur eine einfache Löschwasserentnahme möglich

\*\*TB I und TB II

\*\*\*Fluktuierendes Wasservolumen ohne Teningen, da dieses vor dem Ausfall durch WW Allmend gedeckt wurde

#### 4.1.4 Wasseraufbereitung

Die Gemeinde Teningen betreibt derzeit keine Aufbereitungsanlagen. Das Wasser aus dem Tiefbrunnen I und II des Wasserwerk Allmend wird ohne Aufbereitung in das Netz eingespeist.

#### 4.1.5 Wasserverteilung

Das Versorgungsnetz der Gemeinde Teningen ist insgesamt ca. 92,2 km lang und besteht aus Leitungen mit Nennweiten bis zu DN 300. Die Versorgung erfolgt über das Wasserwerk Allmend. Vom Wasserwerksausgang verläuft die Zubringerleitung DN 300 ca. 1,3 km und verzweigt sich anschließend in eine ca. 1,2 km lange Zubringerleitung DN 200 nach Nimburg und Bottingen (über die Druckregelanlage im ehemaligen Wasserwerk Bannlache), eine DN 150 Leitung nach Rohrlache, eine 1,4 km lange Zubringerleitung DN 300 nach Teningen Unterdorf und eine parallel dazu liegende DN 200 Leitung nach Teningen Oberdorf. Die DN 300 Leitung verläuft weiter durch das Ortsnetz von Teningen nach Köndringen. Von Köndringen aus wird Wasser über eine 2,8 km lange DA 160 PE-HD Leitung nach Heimbach und Landeck gefördert.

Das Leitungsnetz besteht überwiegend aus Gussleitungen der Dimension DN 32 bis DN 300. In Neubaugebieten sowie bei Leitungserneuerungen werden vermehrt Kunststoffleitungen verwendet. Die ca. 3.700 Hausanschlussleitungen sind überwiegend aus dem Material PE und Guss. Das Versorgungsnetz der Gemeinde Teningen ist seit dem 19. Jahrhundert stetig gewachsen. Genaue Angaben über das bestehende durchschnittliche Alter der verlegten Leitungen liegen zur Auswertung nicht vor.

#### Rohrbruchstatistik

Für die Ermittlung der Schadensraten in Rohrnetzen nach DVGW Arbeitsblatt W 400-3 wurde die Statistik der Rohrbrüche von Teningen aus den Jahren 2001 bis 2021 ausgewertet. In **Tabelle 4-5** sind die gemittelten jährlichen Schadensraten getrennt nach den Versorgungsgebieten dargestellt. Es zeigen sich überwiegend mittlere Schadensraten entsprechend **Tabelle 4-6**. Solch geringe Schadensraten können im Allgemeinen nicht weiter reduziert werden [12]. Im Ortsteil Teningen und Nimburg wurden noch geringere Schadensraten ermittelt. Nach DVGW W 400-3 sollten in einem Rohrnetz die durchschnittlichen Schadensraten nicht oberhalb des mittleren Bereiches liegen. Bei hohen Schadensraten werden besondere Maßnahmen wie Reha-Planungen des Verteilungsnetzes erforderlich [12]. Eine Reha-Planung ist für die Gemeinde Teningen durch die derzeitigen Schadensraten nicht erforderlich.

**Tabelle 4-5** Berechnete Schadensraten der Gemeinden und Bewertung nach DVGW W 400-3 [12]

Versorgungs- und Hauptleitungen	Teningen	Köndringen	Nimburg	Heimbach	Bottingen	Landeck	Gesamt
ca. Länge [km]	30,74	15,90	13,64	7,61	2,80	1,94	<b>72,62</b>
ca. Schäden [St/a]	2,9	1,7	1,1	1,4	0,4	0,3	<b>7,8</b>
Schadensrate [St/(km x a)]	0,09	0,11	0,08	0,18	0,14	0,16	<b>0,11</b>
Hausanschlussleitungen							
ca. Anzahl [St]	1.598	858	567	445	125	74	<b>3.673</b>
ca. Schäden [St/a]	5,5	3,9	1,8	4,0	0,6	0,7	<b>16,4</b>
Schadensrate [x1.000/a]	3,4	4,6	3,1	9,0	4,6	9,7	<b>4,5</b>

**Tabelle 4-6** Richtwerte für Schadensraten in Rohrnetzen nach DVGW W 400-3 [12]

Bereiche	Schadensraten (Schäden mit Wasseraustritt)	
	Haupt- und Versorgungsleitungen ohne Absperrarmaturen bzw. Hydranten (Schäden je km und Jahr)	Anschlussleitungen ohne Absperrarmaturen (Schäden je 1 000 Anschlüsse und Jahr)
niedrig	≤ 0,1	≤ 5
mittel	> 0,1 bis ≤ 0,5	> 5 bis ≤ 10
hoch	> 0,5	> 10

Von der Gemeinde Teningen wurde im Jahr 2018 die Erstellung eines langfristigen Sanierungskonzeptes für das Wasserversorgungsnetz beauftragt. Hierbei wurde in Zusammenarbeit mit dem damaligen Wassermeister der Sanierungsbedarf der 1. Generation Grauguss-Leitungen aus den Jahren 1970-1980 auf Grundlage von Globalrechnungen und Erfahrungswerten beurteilt. Der Sanierungsbedarf wurde entsprechend der Dringlichkeit priorisiert und wird in den derzeit sich in Bearbeitung befindenden Masterplan der Gemeinde Teningen integriert.

### Spezifische Wasserverluste

In Kapitel 3.8.1 wurde bereits eine grobe Auswertung der Wasserverluste des Gesamtgebiets durchgeführt. Nach Berechnungsmethode des DVGW Arbeitsblattes W 392 mit Berücksichtigung der scheinbaren Wasserverluste wurde der spezifische reale Wasserverlust  $q_{vr}$  ermittelt [50]. Des Weiteren rät das Arbeitsblatt zur Verwendung des „Unavoidable Annual Real Loss“ (UARL), bei dem neben der Rohrnetzlänge die Zahl und mittlere Länge der Anschlussleitungen sowie den durchschnittlichen Betriebsdruck im Rohrnetz berücksichtigt werden. Zur Beurteilung der Dichtheit der Netze in der öffentlichen Trinkwasserversorgung wird der „Infrastruktur Leakage Index“ (ILI) verwendet. Dieser wird aus dem Quotienten von realem Wasserverlust und UARL gebildet.

Bei durchschnittlichen Jahresverlusten von 44.202 m<sup>3</sup>/a und einem Wasserleitungsnetz mit einer Gesamtlänge von 92,2 km, 3.673 Hausanschlüssen mit einer Gesamtlänge von 29,5 km und einem mittleren Versorgungsdruck von 5,1 bar, ergeben sich folgende Kennwerte:

$$q_{vr} = 0,05 \text{ m}^3/(\text{km}\cdot\text{h})$$

$$\text{UARL} = 94.377 \text{ m}^3/\text{a}$$

$$\text{ILI} = 0,47$$

Der jährliche reale Verlust liegt somit unterhalb des unvermeidbaren jährlichen realen Verlustes. Entsprechend des DVGW-Arbeitsblattes 400-3 [12] sind diese Wasserverluste als niedrig zu werten (siehe **Tabelle 4-7**). In Kombination mit den oben berechneten mittleren Schadensraten der Haupt- und Versorgungsleitungen empfiehlt das DVGW-Arbeitsblatt 400-3 [12] einen Turnus der Inspektionen alle 6 Jahre.

**Tabelle 4-7** Turnus der Inspektion auf den realen Wasserverlust im Rohrnetz (ILI-Basis) nach DVGW W 400-3 [12]

Wasserverlust nach DVGW W 392 (A)	Schadensrate nach Tabelle 3 <sup>b</sup>			
	Einstufung	niedrig	mittel	hoch
$ILI \leq 2$	niedrig	gezielte Maßnahmen <sup>c</sup>	alle 6 Jahre <sup>d</sup>	alle 3 Jahre <sup>d</sup>
$2 < ILI \leq 4$	mittel	alle 3 Jahre <sup>e</sup>	alle 2 Jahre <sup>e</sup>	jährlich <sup>e</sup>
$ILI > 4$	hoch	jährlich <sup>f</sup>	weitergehende Maßnahmen <sup>f</sup>	weitergehende Maßnahmen <sup>f</sup>

Die Versorgungsstruktur wird über die spezifische Rohrnetzeinspeisung der Versorgungszone pro Versorgungsnetz ermittelt. Hierbei wurden stündliche Daten der Abflüsse aus den Hochbehältern ermittelt. Da diese jedoch teilweise starke Abweichungen zu den Wasserverkaufsdaten aufwiesen, ist die Aussagekraft der Werte fragwürdig. Sowohl in Heimbach, Landeck und Bottingen ist der jährliche Wasserverbrauch der Gemeinden höher als die Entnahme aus dem Hochbehälter. Dies lässt vermuten, dass die Wasserzähler einen Rundungsfehler haben, welcher sich zu erheblichen Abweichungen in den Jahressummen aufaddiert. Ein Verlust kann hiermit nur schwer berechnet werden. Der spezifische Wasserverlust wurden daher nur für das Gesamtnetz ermittelt.

### Bauwerke der Wasserverteilung

Neben den Bauwerken zur Wassergewinnung und Wasserspeicherung betreibt die Gemeinde Teningen zusätzliche Bauwerke/Anlagen zur Wasserverteilung. Diese sind in **Tabelle 4-8** zusammengefasst.

**Tabelle 4-8** Bauwerke der Wasserverteilung im Wasserversorgungsnetz der Gemeinde Teningen

Bauwerk	Baujahr / Sanierung	Zulauf	Ablauf
Zonentrennung Köndringen	unbekannt	Netz Teningen	Netz Köndringen
Pumpwerk Köndringen	2011	HB Köndringen	HB Landeck/Heimbach
Druckerhöhungsanlage Bottingen	ca. 1990	Bottingen NZ	Bottingen HZ
Druckerhöhungsanlage WW Allmend	2003	WW Allmend	Teningen/Nimburg
Druckregelanlage Bannlache	2008	WW Allmend	Netz Nimburg
Druckminderschacht Heimbach	2011	HB Heimbach/Landeck	Netz Heimbach

Die temporäre Zonentrennung zwischen Köndringen und Teningen wird über einen elektrischen Schieber gesteuert, der sich während der Befüllung des Hochbehälters Köndringen öffnet. Die Zonentrennung befindet sich im Keller der Winzerhalle in Köndringen. Das Baujahr ist nicht bekannt. Die Zonentrennung kann bei Bedarf durch Öffnung eines Schiebers in der Tscheulinstraße überbrückt werden.

Das Pumpwerk Köndringen liegt am östlichen Rand von Köndringen und wurde im Jahr 2011 gebaut. Die Druckerhöhungsanlage fördert mittels zwei redundant ausgelegter Pumpen des Herstellers Grundfos Typ CR32-6 das Wasser in den Hochbehälter Heimbach/Landeck. Die Pumpen haben eine maximale Förderhöhe von 116,8 m und eine Förderrate von 30 m<sup>3</sup>/h. Sie sind drehzahlgesteuert und werden wechselseitig betrieben. Das Bauwerk ist zusätzlich mit einem Druckstoßbehälter (1.000 l) des Herstellers Reflex refix Typ DE und DT 5 ausgestattet.

Die Druckerhöhungsanlage Bottingen dient der Druckerhöhung des Versorgungsgebiets „Auf der Ziegelbreite“. Eine vollautomatische Doppelpumpenanlage des Herstellers KSB des Typs Hya-Duo D FL erhöht den Druck auf 5,5 bar und fördert Wasser in einen Druckbehälter mit Gaspolster (600 l) des Herstellers reflex Typ 600 DIT 5.

Zur Förderung des Wassers vom Wasserwerk Allmend in das Versorgungsnetz ist eine Druckerhöhung notwendig. Diese wird über drei redundant ausgelegten Pumpen des Herstellers KSB Typ MTC\_RO 100.8.1 sichergestellt. Zwei der Pumpen haben eine Förderrate von 30 l/s, die dritte eine Förderrate von 20 l/s. Sie sind drehzahlgesteuert und werden wechselseitig betrieben. Das Bauwerk ist zusätzlich mit einem Druckstoßbehälter (2.000 l) des Herstellers Reflex Typ D und DIT 5 ausgestattet.

Die Druckregelanlage im ehemaligen Wasserwerk wurde gebaut, um bei starker Entnahme im Ortsnetz Nimburg über die installierten Druckregler den Versorgungsdruck zu stabilisieren. Ebenfalls können über die Druckregelanlage bei Leitungsunterbrechungen, Ausfällen des Hochbehälters Nimburgs, etc. die Ortsteile Nimburg und Bottingen vom Versorgungsnetz Teningen direkt versorgt werden. In der Anlage sind drei redundante Druckregelventile von Danfoss Socla installiert. Eine weitere parallel geschaltene Leitung ist als Bypass mit einem elektrischen Schieber ausgestattet, der sich bei Befüllung des Hochbehälters öffnet. Derzeit sind die Druckregelventile auf 3,8 bar eingestellt.

Der Druckminderschacht von Heimbach verringert die Versorgungsdruckhöhe im Ortsnetz. Aktuell ist dort eine Druckhöhe von 3,4 bar eingestellt. Das Druckregelventil ist von dem Hersteller Leser Typ 4411.4424.

#### **4.1.6 Versorgungssicherheit / Notversorgung**

Die Vorgehensweise zur Wasserversorgung bei einem Notfall/Havarie der Gemeinde Teningen wird durch den von der Gemeinde Teningen erstellten Maßnahmeplan aus dem Jahr 2017 gem. § 50 TrinkwV 2023 beschrieben [13], [14]. Dieser wird aktuell überarbeitet und im Anschluss mit dem Landratsamt Emmendingen abgestimmt. Ein UBA Water-Safety-Plan (WSP) und eine Gefährdungsanalyse liegen derzeit nicht vor [10].

Generell gibt es im Wasserversorgungsgebiet Teningen keine Ersatzwasserversorgung. Lediglich der Tiefbrunnen Nimburg ist derzeit als Reservebrunnen vorhanden. Dieser soll jedoch in Zukunft als Notbrunnen ausgelegt werden. Die einzelnen Gemeinden haben jedoch teilweise Möglichkeiten zur Notwasserversorgung. Die Versorgungssicherheit der einzelnen Versorgungsgebiete der Gemeinde Teningen sind nachfolgend beschrieben. Im Anschluss werden Möglichkeiten zur Verbesserung der Versorgungssicherheit im Wasserversorgungsgebiet erläutert.

##### **Teningen**

Das Versorgungsgebiet Teningen (Ober- und Unterdorf sowie Rohrlache) wird direkt vom Wasserwerk mit Trinkwasser versorgt. Das Wasserwerk gewinnt das Trinkwasser aus zwei Tiefbrunnen, welches über zwei parallel verlaufende Leitungen in die zwei Wasserkammern des Wasserwerks gefördert wird. Das Wasser wird über drei redundante Pumpen in das Wassernetz gepumpt. Die Stromversorgung des Wasserwerks kommt aus zwei Richtungen (Redundanz bei Stromausfall). Derzeit ist zudem ein Notstromaggregat in Planung, welches 2024 gebaut werden soll. Die Zubringerleitung des Wasserwerks liegt zwischen dem Wasserwerk Allmend und dem ehemaligen Wasserwerk Bannlache nur einfach vor und wird anschließend in zwei parallel verlaufende DN 200 und DN 300 Leitungen aufgeteilt, die jeweils nach Teningen Unter- und Oberdorf führen. Die Zonentrennung zwischen den zwei Versorgungsgebieten kann bei Bedarf durch Öffnen von den Schiebern

in der Jakob-Zimmermann-Straße aufgehoben werden. Die Elz wird an zwei redundanten Dükern im Ortsnetz gequert.

Im Sinne der n-1-Regel der Versorgungssicherheit sind im System somit zahlreiche Redundanzen vorhanden. Einzig die Zubringerleitung zwischen dem Wasserwerk Allmend und dem ehemaligen Wasserwerk Bannlache liegt nicht redundant vor. Im Folgenden werden mögliche Ausfallszenarien aufgelistet und die Ausfallwahrscheinlichkeit eingestuft:

**1) Kurzfristiger Ausfall des Wasserwerks Allmend (Stromausfall, Rohrbruch in Zubringerleitung, Verschmutzung in Wasserkammern, etc.)**

Rückspeisung über den HB Nimburg und HB Köndringen möglich. Versorgung wird automatisch umgestellt. Versorgung kann nur kurzzeitig aufrechterhalten werden, entsprechend den Volumina der Behälter (siehe Kapitel 4.1.3).

Ausfallwahrscheinlichkeit: mittel

**2) Langfristiger Ausfall des Wasserwerks Allmend (Verunreinigung Rohwasser, Ausfall der Brunnen, etc.)**

Sollte die Wasserversorgung langfristig ausfallen, ist derzeit keine Ersatzwasserversorgung verfügbar. Es ist eine Notwasserversorgung der Bevölkerung erforderlich. Hierfür kann der stillgelegte Brunnen in der Neudorfstraße wieder in Betrieb genommen werden und die Bevölkerung über Entnahme an Zapfstellen (nicht leitungsgebunden) mit Trinkwasser versorgt werden. Andernfalls ist eine Versorgung der Bevölkerung über Tankwägen erforderlich (ggf. Verwendung von Rohwasser aus dem Tiefbrunnen Köndringen). Entsprechend des Wassersicherstellungsgesetz sind für die Notwasserversorgung mindestens 15 Liter pro Einwohner vorzusehen [42]. In Teningen würde dies einen benötigten Tagesbedarf von 93 m<sup>3</sup> im Bestand und 114 m<sup>3</sup> in der Prognose bedeuten.

Ausfallwahrscheinlichkeit: niedrig

Aufgrund der Redundanzen im Wasserwerk Allmend ist die Versorgungssicherheit von Teningen als hoch einzustufen. Jedoch sollte im Falle eines langfristigen Ausfalls der Trinkwasserversorgung, beispielsweise durch verunreinigtes Grundwasser, Maßnahmen zur Bereitstellung einer Ersatzwasserversorgung vorgesehen werden.

**Köndringen**

Das Versorgungsgebiet Köndringen wird ebenfalls vom Wasserwerk Allmend mit Trinkwasser versorgt, welches über den Hochbehälter Köndringen (Gegenbehälter) zwischengespeichert wird. Die aktive Zonentrennung in der Winzerhalle wird nur zur Befüllung des Hochbehälters geöffnet. Eine weitere Zonentrennung befindet sich in der Tscheulinstraße, die durch einen Schieber verschlossen ist. Die Bahnlinie Mannheim – Basel (DB Strecke Nr. 4000) wird mit zwei Dükern im Netz gequert. Im Folgenden werden mögliche Ausfallszenarien aufgelistet:

**1) Ausfall HB Köndringen (Wasserkammern verunreinigt, Rohrbruch an Zubringerleitung, etc.)**

Der Hochbehälter kann durch Schließen des Entnahmeschiebers im Hochbehälter vom Netz getrennt werden. Durch Öffnen der aktiven Zonentrennung zu Teningen kann die Wasserversorgung über das Wasserwerk Allmend erfolgen. Der Druck im Netz würde hierbei ansteigen. Nach Aussagen des Wassermeisters Herr Kocon, ist bei den erhöhten Druckverhältnissen mit vermehrten Rohrbrüchen im Netz von Köndringen zu rechnen.

Ausfallwahrscheinlichkeit: mittel

**2) Ausfall Zonentrennung Köndringen in der Winzerhalle (technisches Versagen, Rohrbruch, etc.)**

Im Falle eines Ausfalls der Zonentrennung in der Winzerhalle, könnte zunächst der zweite Schieber der Zonentrennung geöffnet werden, um dies zu überbrücken. Sollte dieser ebenfalls ausfallen, kann der HB Köndringen für eine kurze Zeit die Wasserversorgung decken (siehe Kapitel 4.1.3). Anschließend ist eine Notwasserversorgung erforderlich, diese wird in Punkt 4 näher erläutert.

Ausfallwahrscheinlichkeit (beide Zonentrennungen): gering

**3) Kurzfristiger Ausfall des Wasserwerks Allmend (Stromausfall, Rohrbruch in Zubringerleitung, Verschmutzung in Wasserkammern, etc.)**

Auch hier kann der HB Köndringen den Wasserbedarf kurzfristig decken. Die Versorgung kann nur kurzzeitig entsprechend dem Volumen des Behälters (siehe Kapitel 4.1.3) aufrechterhalten werden.

Ausfallwahrscheinlichkeit: mittel

**4) Langfristiger Ausfall des Wasserwerks Allmend (Verunreinigung Rohwasser, Ausfall der Brunnen, etc.)**

Sollte die Wasserversorgung langfristig ausfallen, ist derzeit keine Ersatzwasserversorgung verfügbar. Es ist eine Notwasserversorgung der Bevölkerung erforderlich. Hierfür kann der Tiefbrunnen in der Blochmattenstraße (Köndringen) wieder in Betrieb genommen werden. Dieser ist derzeit noch an das Trinkwassernetz angeschlossen. Entsprechend des Maßnahmeplans der Gemeinde Teningen [7] ist vorgesehen, die Pumpe einzuschalten, die Leitung zunächst zu spülen, eine Wasserprobeentnahme durchzuführen und anschließend den Trennschieber in der Blochmattenstraße zu öffnen. Da der Tiefbrunnen kein ausgewiesenes Wasserschutzgebiet hat, ist dieser Brunnen kein Reservebrunnen und eine leitungsgebundene Trinkwasserversorgung nur in Abstimmung mit dem Landratsamt Emmendingen möglich (siehe Kapitel 3.4). Andernfalls muss die Notwasserversorgung leitungsunabhängig über Zapfstellen oder Tankfahrzeuge erfolgen und die Verbindung zum Trinkwasserleitungsnetz getrennt werden.

Entsprechend des Wassersicherungsgesetz sind für die Notwasserversorgung mindestens 15 Liter pro Einwohner vorzusehen [42]. In Köndringen würde dies einen benötigten Tagesbedarf von 37 m<sup>3</sup> im Bestand und 43 m<sup>3</sup> in der Prognose bedeuten.

Ausfallwahrscheinlichkeit: niedrig

## Nimburg

Das Versorgungsgebiet Nimburg wird ebenfalls vom Wasserwerk Allmend mit Trinkwasser versorgt, welches über den Hochbehälter Nimburg (Gegenbehälter) zwischengespeichert wird. Der Druck vom Wasserwerk Allmend wird an der Druckregelanlage Bannlache geregelt und schaltet sich bei erhöhten Verbräuchen im Netz zu. Im ehemaligen Wasserwerk Bannlache sind drei redundante Druckregler und ein Bypass zur Befüllung des HB Nimburg eingebaut. Die Zubringerleitung DN 200 nach Nimburg ist einfach gebaut und quert die Bundesautobahn BAB A5 (Karlsruhe – Basel). Sollte bei der Querung der Autobahn ein Rohrbruch entstehen, ist mit längeren Ausfalldauern zu rechnen. Die Befüllung des HB führt über das Versorgungsnetz Nimburg. Hierbei wird die Glotter an zwei redundanten Dükern gequert. Es existiert eine Zubringerleitung am HB Nimburg. Im Folgenden werden mögliche Ausfallszenarien aufgelistet:

**1) Ausfall des HB Nimburg (Verunreinigte Wasserkammer, Ausfall der Zubringerleitung)**

Sollte der HB Nimburg entfallen, ist eine Trinkwasserversorgung direkt aus dem Wasserwerk Allmend möglich. Hierfür muss ggf. die Druckregelung im ehemaligen Wasserwerk Bannlache überbrückt werden (insbesondere zur Wasserversorgung von Bottingen).

Ausfallwahrscheinlichkeit: mittel

**2) Ausfall der Druckregelanlage Bannlache/ Zubringerleitung nach Nimburg oder kurzfristiger Ausfall des Wasserwerks Allmend**

Sollte die Wasserversorgung aus Richtung Wasserwerk Allmend kurzzeitig ausfallen, kann der HB Nimburg den Wasserbedarf kurzfristig decken. Die Versorgung kann nur kurzzeitig aufrechterhalten werden, entsprechend dem Volumen des Behälters (siehe Kapitel 4.1.3). Zudem ist bei hohen Verbräuchen im Netz mit niedrigen Versorgungsdrücken in den höher gelegenen Gebieten zu rechnen.

Ausfallwahrscheinlichkeit: mittel

**3) Langfristiger Ausfall des Wasserwerks Allmend (Verunreinigung Rohwasser, Ausfall der Brunnen, etc.), Rohrbruch der Zubringerleitung unter der Autobahn**

Sollte die Wasserversorgung langfristig ausfallen, ist derzeit keine Ersatzwasserversorgung verfügbar. Es ist eine Notwasserversorgung der Bevölkerung erforderlich. Hierfür kann der Tiefbrunnen Nimburg in Betrieb genommen werden. Dieser ist derzeit noch an das Trinkwassernetz angeschlossen. Entsprechend des Maßnahmenplans der Gemeinde Teningen [7] ist vorgesehen, die Pumpe einzuschalten, die Leitung zunächst zu spülen, eine Wasserprobeentnahme durchzuführen und anschließend den Trennschieber zu öffnen, um das Trinkwasser in das Netz zu fördern.

Entsprechend der wasserrechtlichen Erlaubnis von 1961 ist eine Grundwasserentnahme von 10 l/s möglich (max. 800 m<sup>3</sup>/Tag). Diese Menge wäre ausreichend, um den maximalen Tagesbedarf in Bestand und Prognose von Nimburg und Bottingen zu decken. Da der Tiefbrunnen zukünftig nur als Notbrunnen verwendet werden soll, wird das Wasserschutzgebiet entfallen. Wie auch beim Tiefbrunnen Köndringen ist in dem Zuge abzustimmen, ob eine leitungsgebundene Notwasserversorgung zur Verfügung gestellt werden kann. Andernfalls muss der Tiefbrunnen vom Netz getrennt werden und die Notwasserversorgung leitungsunabhängig über Zapfstellen und Tankfahrzeuge erfolgen.

Ausfallwahrscheinlichkeit: niedrig

## Bottingen

Die Versorgungszone Bottingen wird ebenfalls vom HB Nimburg versorgt. Dieser ist über eine einfache Zubringerleitung DA 180 PE-HD mit dem Versorgungsnetz verbunden. Über eine Verbindung der Zubringerleitung von Nimburg und Bottingen, welche im Regelbetrieb geschlossen ist, ist auch eine Versorgung direkt über das Wasserwerk Allmend ohne den HB Nimburg möglich. Die Hochzone Bottingen wird von einer Druckerhöhungsanlage mit ausreichenden Versorgungsdrücken versorgt. Die DEA besitzt ein Doppelpumpensystem. Im Folgenden werden mögliche Ausfallszenarien aufgelistet:

**1) Ausfall der Druckerhöhungsanlage Bottingen**

Bei Ausfall der Druckerhöhungsanlage ist eine Wasserversorgung aufgrund der niedrigen Drücke im Netz (teilweise unter 1,5 bar) in der Hochzone nicht mehr möglich. Es ist eine Notwasserversorgung über Tankwagen bzw. Zapfstellen in der Niederzone erforderlich.

Ausfallwahrscheinlichkeit: hoch

**2) Ausfall des HB Nimburg (Verunreinigte Wasserkammer, Ausfall der Zubringerleitung)**

Sollte der HB Nimburg entfallen, ist eine Trinkwasserversorgung direkt aus dem Wasserwerk Allmend möglich. Hierfür muss ggf. die Druckregelung im ehemaligen Wasserwerk Bannlache überbrückt werden und der Schieber zwischen der Zubringerleitung von Nimburg und Bottingen geöffnet werden.

Ausfallwahrscheinlichkeit: mittel

**3) Ausfall Zubringerleitung vom HB Nimburg nach Bottingen**

Sollte die Zubringerleitung nach Bottingen ausfallen, ist kurzfristig keine Wasserversorgung möglich. Je nach Ausfalldauer ist eine Notwasserversorgung über Tankwagen erforderlich.

Ausfallwahrscheinlichkeit: mittel

**4) Ausfall der Druckregelanlage Bannlache/ Zubringerleitung nach Nimburg oder kurzfristiger Ausfall des Wasserwerks Allmend**

Sollte die Wasserversorgung aus Richtung Wasserwerk Allmend kurzzeitig ausfallen, kann der HB Nimburg den Wasserbedarf kurzfristig decken. Die Versorgung kann nur kurzzeitig ausreicht erhalten werden, entsprechend dem Volumen des Behälters (siehe Kapitel 4.1.3).

Ausfallwahrscheinlichkeit: mittel

**5) Langfristiger Ausfall des Wasserwerks Allmend (Verunreinigung Rohwasser, Ausfall der Brunnen, etc.), Rohrbruch der Zubringerleitung unter der Autobahn**

Sollte die Wasserversorgung langfristig ausfallen, ist derzeit keine Ersatzwasserversorgung verfügbar. Es ist eine Notwasserversorgung der Bevölkerung erforderlich. Hierfür kann der Tiefbrunnen Nimburg in Betrieb genommen werden (siehe oben). Sollte eine leitungsgebundene Notwasserversorgung möglich sein, kann das Wasser des Tiefbrunnens im HB Nimburg zwischengespeichert und nach Bottingen geleitet werden. Andernfalls ist die Versorgung der Bevölkerung über Tankfahrzeuge erforderlich.

Ausfallwahrscheinlichkeit: niedrig

## Heimbach

Das Versorgungsgebiet Heimbach befindet sich am Rande des Wasserversorgungsgebiet. Das Trinkwasser wird vom Wasserwerk Allmend über Teningen und Köndringen mit dem Pumpwerk Köndringen (zwei redundante Pumpen) mit einer einfachen Zubringerleitung in den HB Heimbach/Landeck gefördert. Von dort fließt das Trinkwasser über die einfache Zubringerleitung und die Druckregelanlage Heimbach in das Versorgungsnetz. Die Druckregelanlage besitzt zwei redundante Druckregelventile. Im Folgenden werden mögliche Ausfallszenarien aufgelistet:

**1) Ausfall des HB Heimbach/Landeck (Verunreinigte Wasserkammer, etc.)**

Sollte der HB Heimbach/Landeck entfallen, ist eine Trinkwasserversorgung direkt vom Pumpwerk Köndringen möglich. Die Aufteilung der Zuflüsse auf die Zubringerleitungen erfolgt dann im Rohrkel-ler des HB Heimbach/Landeck.

Ausfallwahrscheinlichkeit: mittel

**2) Ausfall Zubringerleitung vom PW Köndringen zum HB Heimbach/Landeck**

Sollte die Zubringerleitung vom PW ausfallen, kann der HB Heimbach/Landeck den Wasserbedarf kurzfristig decken. Die Versorgung kann nur kurzzeitig ausreicht erhalten werden, entsprechend dem Volumen des Behälters (siehe Kapitel 4.1.3).

Ausfallwahrscheinlichkeit: mittel

### 3) **Ausfall Zubringerleitung vom HB Heimbach/Landeck nach Heimbach**

Sollte die Zubringerleitung nach Heimbach ausfallen, ist eine Notwasserversorgung erforderlich. Der Maßnahmeplan [7] sieht hierfür die Inbetriebnahme des alten Hochbehälters Heimbach mit zugehöriger Quellwasserversorgung vor. Entsprechend vorherigen Untersuchungen haben die Quellen ein minimales Quelldargebot von 340 m<sup>3</sup>/d [35]. Langzeitmessungen des Quelldargebots liegen nicht vor. Im Januar 2023 wurden Messungen an allen neun Quellen zur Feststellung der aktuellen Schüttungen durchgeführt. Hierbei wurde eine Schüttung von 15,33 l/s ermittelt. Dieser Wert liegt deutlich oberhalb des minimalen Quelldargebots von 3,9 l/s. Das minimale Quelldargebot wäre ausreichend, um den maximalen Tagesspitzenbedarf von Heimbach in Bestand und Prognose zu decken. Als Notwasserversorgung könnte das Quellwasser nach voriger Desinfektion (Chlorung) über die öffentlichen Trinkwasserbrunnen (angeschlossen an den alten HB Heimbach) zur Verfügung gestellt werden. Hierfür befinden sich im Druckminderungsschacht Heimbach zwei Flansch-Stücke, die über ein Rohrstück durchverbunden werden können und somit ein Bypass zur Umgehung der Druckregelanlage Heimbach entsteht. Mit diesem kann das Versorgungsnetz leitungsgebunden mit Trinkwasser versorgt werden. Aufgrund des niedrigen Wasserspiegels des alten Hochbehälters (262 m+NHN) würden in diesem Fall in Teilen der Gemeinde Drücke unter 1,5 bar im Netz auftreten.

Im Zuge der Aktualisierung des Maßnahmeplans muss zudem geprüft werden, ob die bestehende Verbindungsleitung zwischen dem alten HB Heimbach und dem Flansch-Stück trockengelegt ist und eine Verkeimung durch Stagnation dieser ausgeschlossen werden kann.

Ausfallwahrscheinlichkeit: mittel

### 4) **Kurzfristiger Ausfall des Wasserwerks Allmend**

Sollte die Wasserversorgung aus Richtung Wasserwerk Allmend kurzzeitig ausfallen, kann der HB Heimbach/Landeck den Wasserbedarf kurzfristig decken. Die Versorgung kann nur kurzzeitig ausreichend erhalten werden, entsprechend dem Volumen des Behälters (siehe Kapitel 4.1.3).

Ausfallwahrscheinlichkeit: mittel

### 5) **Langfristiger Ausfall des Wasserwerks Allmend**

Sollte die Wasserversorgung langfristig ausfallen, ist derzeit keine Ersatzwasserversorgung verfügbar. Es ist eine Notwasserversorgung der Bevölkerung erforderlich. Für Heimbach wurde diese bereits unter Punkt 3 erläutert.

Ausfallwahrscheinlichkeit: niedrig

In Bezug auf die mögliche Versorgung von Heimbach über die Quellen ist zu ergänzen, dass aufgrund des Klimawandels gegebenenfalls Änderungen in den minimalen Quellschüttungen auftreten können. Die zum Teil drastischen Auswirkungen des Klimawandels werden auch in aktuellen Forschungsberichten hinsichtlich des Quellschüttungsrückgangs belegt. Das TZW (DVGW-Technologiezentrum Wasser) beschreibt im Fachartikel aus dem Jahr 2019 die Konsequenzen des Klimawandels für die Quellwasserversorgung [48]. Für Quellen mit kleinem Einzugsgebiet bzw. vergleichsweise hoher Schwankungsziffer muss laut Forschungsbericht in den Spätsommerwochen ein Quellschüttungsrückgang von bis 50 % erwartet werden. Zusätzlich weist die LUBW darauf hin, dass das generelle Hauptproblem bei den Quellen im Schwarzwald die meist geringe Speicherkapazität der Grundwasserleiter sind [49]. Damit die Quellen ausreichend Wasser schütten, müssen diese mit Sickerwasser von oben versorgt werden. Bei Eintreten eines gravierenden Klimawandelszenarios wird die Sickerwasserbildung bis zur Mitte des Sommerhalbjahrs für den Zeitraum 2021 bis 2050 um ca. 35 % und bis Ende des Jahrhunderts um 60 % abnehmen. Größere Niederschlagsmengen im Winterhalbjahr können diesen

Effekt wegen der geringen Speicherkapazität des Bodens nicht abmildern. Zusätzlich können Starkregenereignisse das Problem des Austretens von trübem und mikrobiologisch belastetem Quellwasser erhöhen [49].

## **Landeck**

Das Versorgungsgebiet Landeck wird ähnlich wie Heimbach mit Trinkwasser versorgt. Eine Druckregelung ist hier jedoch nicht vorhanden. Im Folgenden werden mögliche Ausfallszenarien aufgelistet:

### **4) Ausfall des HB Heimbach/Landeck (Verunreinigte Wasserkammer, etc.)**

Sollte der HB Heimbach/Landeck entfallen, ist eine Trinkwasserversorgung direkt vom Pumpwerk Köndringen aus möglich. Die Aufteilung der Zuflüsse auf die Zubringerleitungen erfolgt dann im Rohrkeller des HB Heimbach/Landeck.

Ausfallwahrscheinlichkeit: mittel

### **5) Ausfall Zubringerleitung vom PW Köndringen zum HB Heimbach/Landeck**

Sollte die Zubringerleitung vom PW ausfallen, kann der HB Heimbach/Landeck den Wasserbedarf kurzfristig decken. Die Versorgung kann nur kurzzeitig aufrechterhalten werden, entsprechend dem Volumen des Behälters (siehe Kapitel 4.1.3).

Ausfallwahrscheinlichkeit: mittel

### **6) Ausfall Zubringerleitung vom HB Heimbach/Landeck nach Landeck**

Sollte die Zubringerleitung nach Landeck ausfallen, ist eine Notwasserversorgung erforderlich. Entsprechend des Maßnahmeplans [7] gibt es hierfür keine lokalen Möglichkeiten. Es ist somit eine Notwasserversorgung über Tankwagen erforderlich. Mit einem Verbrauch von 15 Litern pro Einwohner wäre somit ein Volumen von 3 m<sup>3</sup>/d im Bestand und 4 m<sup>3</sup>/d in der Prognose erforderlich.

Ausfallwahrscheinlichkeit: mittel

### **6) Kurzfristiger Ausfall des Wasserwerks Allmend**

Sollte die Wasserversorgung aus Richtung Wasserwerk Allmend kurzzeitig ausfallen, kann der HB Heimbach/Landeck den Wasserbedarf kurzfristig decken. Die Versorgung kann nur kurzzeitig aufrechterhalten werden, entsprechend dem Volumen des Behälters (siehe Kapitel 4.1.3).

Ausfallwahrscheinlichkeit: mittel

### **7) Langfristiger Ausfall des Wasserwerks Allmend**

Sollte die Wasserversorgung langfristig ausfallen, ist derzeit keine Ersatzwasserversorgung verfügbar. Es ist eine Notwasserversorgung der Bevölkerung erforderlich. Für Landeck wurde diese bereits unter Punkt 3 erläutert.

Ausfallwahrscheinlichkeit: niedrig

## 4.2 Bautechnische Bewertung

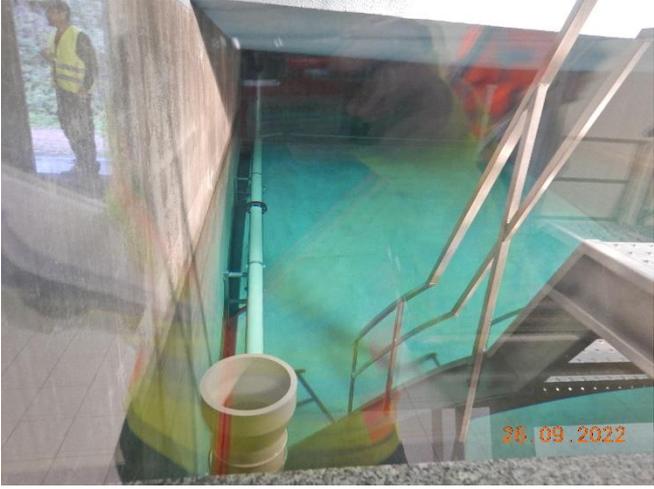
Nachfolgend sind in **Tabelle 4-9** die bestehenden Verhältnisse der oben genannten Punkte anhand einer exemplarischen Fotodokumentation aufgeführt und falls vorhanden die entsprechenden bautechnischen Mängel beschrieben.

**Tabelle 4-9** Exemplarische bautechnische Bewertung der WV-Anlagen der Gemeinde Teningen

Bilder	Bewertung
<p><b>Tiefbrunnen I</b> Betrieb durch Emmendingen</p> <p><b>Tiefbrunnen II</b> Betrieb durch Emmendingen</p> <p><b>Betriebsgebäude</b></p>  <p><b>Wasserspeicherkammern</b></p> 	<p><b>Wassergewinnung - Wasserwerk Allmend</b></p> <p><b>Tiefbrunnen I</b></p> <p><b>Tiefbrunnen II</b> Teilweise Auftreten von Trübungen, dadurch verminderte Entnahme von 16 l/s. Dies wurde im vorliegenden Strukturgutachten berücksichtigt</p> <p><b>Betriebsgebäude</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrotechnische Überwachung (Einbruchssicherheit inkl. Alarmsicherung, Wasserzählung etc.) vorhanden</li> <li>• Guter Zustand des Betriebsgebäudes</li> <li>• EMSR-Technik von 2003. Frequenzumrichter 2022 ersetzt.</li> <li>• Stromanschluss aus zwei Richtungen, kein Notstromaggregat vorhanden (derzeit in Planung, wird 2024 gebaut)</li> <li>• Druckausgleichsbehälter vorhanden</li> </ul> <p><b>Wasserspeicherkammern</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Getrennte Wasserkammern</li> <li>• Gut einsehbare Wasserkammern</li> <li>• Wasserberührte Zone beschichtet</li> <li>• Be- und Entlüftungsanlage entspricht den a. R. d. T.</li> <li>• Insgesamt guter Zustand der Wasserkammer</li> <li>• Einstieg in die Behälterkammern über Drucktüren</li> </ul>

Bilder	Bewertung
<p><b>Druckerhöhung</b></p> 	<p><b>Druckerhöhung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrotechnische Überwachung vorhanden</li> <li>• Ausreichende Bemessung der redundant ausgelegten Förderpumpen</li> <li>• Drehzahlgeregelte Pumpen vorhanden</li> <li>• Verrohrung aus Edelstahl in gutem Zustand</li> <li>• Alter der Pumpen: 20 Jahre</li> <li>• Druckausgleichsbehälter vorhanden</li> </ul>
<p><b>Wasserkammer</b></p>  	<p><b>Hochbehälter – HB Köndringen</b></p> <p><b>Wasserkammer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Getrennte Wasserkammern vorhanden, Verbindung besteht jedoch (s. Bild)</li> <li>• Wasserberührte Zone beschichtet</li> <li>• Beschichtung in gutem Zustand (saniert 2019)</li> <li>• Mittelfristige Sanierung der Be- und Entlüftungsanlage, entspricht nicht den a. R. d. T. (Be- und Entlüftung auch über Überläufe, keine Luftfilterung etc.)</li> <li>• Mittelfristige Sanierung der Überläufe, entspricht nicht den a. R. d. T. (lufttechnische Trennung etc.)</li> <li>• Beengter Einstieg in die Behälterkammern</li> <li>• Lichteinfall durch vorhandenes Fenster möglich</li> <li>• Temperaturen im Gebäude werden im Sommer z.T. ziemlich hoch, vsl. wegen schlechter Isolation des Gebäudes</li> </ul>

Bilder	Bewertung
<p><b>Rohrkeller</b></p> 	<p><b>Rohrkeller</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrotechnische Überwachung (Einbruchssicherheit inkl. Alarmsicherung, Beleuchtung, Wasserzählung etc.) vorhanden</li> <li>• EMSR-Technik von 2003</li> <li>• Verrohrung aus Guss in mäßigem Zustand</li> <li>• Sehr beengter Einstieg</li> <li>• Mittelfristige Behältersanierung / Neubau / Außerbetriebnahme erforderlich</li> <li>• Nur eine Zu- und Ablaufleitung vorhanden, genaue Lage der Leitung unbekannt, verlegt auf privaten Grundstücken</li> </ul>
<p><b>Wasserkammer</b></p> 	<p><b>Hochbehälter - HB Nimbürg</b></p> <p><b>Wasserkammer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Getrennte Wasserkammern</li> <li>• Wasserberührte Zone metallische Auskleidung</li> <li>• Be- und Entlüftungsanlage entspricht den a. R. d. T.</li> <li>• Insgesamt guter Zustand der Wasserkammer</li> </ul>
<p><b>Rohrkeller</b></p> 	<p><b>Rohrkeller</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrotechnische Überwachung (Einbruchssicherheit inkl. Alarmsicherung, Beleuchtung, Wasserzählung etc.) vorhanden</li> <li>• EMSR-Technik von 2008</li> <li>• Verrohrung in gutem Zustand</li> <li>• Beengter Einstieg</li> </ul>

Bilder	Bewertung
<p><b>Wasserkammer</b></p> 	<p><b>Hochbehälter - HB Heimbach/Landeck</b></p> <p><b>Wasserkammer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Getrennte Wasserkammern</li> <li>• Porenarmer Beton, Boden gefliest</li> <li>• Fliesen und Fugen in gutem Zustand</li> <li>• Be- und Entlüftungsanlage entspricht den a. R. d. T.</li> <li>• Insgesamt guter Zustand der Wasserkammer</li> </ul>
<p><b>Rohrkeller</b></p> 	<p><b>Rohrkeller</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrotechnische Überwachung (Einbruchssicherheit inkl. Alarmsicherung, Beleuchtung, Wasserzählung etc.) vorhanden</li> <li>• EMSR-Technik von 2011</li> <li>• Verrohrung in gutem Zustand, Getrennte Zu- und Ablaufleitung</li> </ul>
<p><b>Pumpwerk Köndringen</b></p> 	<p><b>Wasserverteilung - Pumpwerk Köndringen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrotechnische Überwachung (Einbruchssicherheit inkl. Alarmsicherung, Beleuchtung, Wasserzählung etc.) vorhanden</li> <li>• Relativ beengte Verhältnisse in der Anlage</li> <li>• Ausreichende Bemessung der redundant ausgelegten Förderpumpen</li> <li>• Drehzahlgeregelte Pumpen vorhanden</li> <li>• Zwei Druckstoßbehälter vorhanden</li> <li>• Verrohrung aus Edelstahl in gutem Zustand</li> <li>• Aktueller Stand der EMSR-Technik (2011)</li> <li>• Gebäude liegt nach Aussage des Wassermeisters innerhalb des HQ 100 des naheliegenden</li> </ul>

Bilder	Bewertung
	<p>Baches. Derzeit ist dafür eine 10 cm Schwelle vor dem Gebäude zur Vermeidung von Eindringen des Wassers vorhanden. Dies sollte im Maßnahmenplan vermerkt werden, um im Hochwasserfall frühzeitig mit Objektschutzmaßnahmen handeln zu können.</p>
<p><b>Druckerhöhungsanlage Bottingen</b></p> 	<p><b>Wasserverteilung - Druckerhöhungsanlage Bottingen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrotechnische Überwachung nicht vorhanden</li> <li>• Kein Anschluss an das Leitsystem; keine Fernüberwachung möglich</li> <li>• Relativ beengte Verhältnisse in der Anlage</li> <li>• Ausreichende Bemessung der redundant ausgelegten Förderpumpen</li> <li>• Druckbehälter mit Gaspolster bisher ausreichend dimensioniert</li> <li>• Gebäude liegt direkt neben privater Einfahrt</li> <li>• Baujahr ca. 1990</li> <li>• System veraltet, keine Ersatzteile verfügbar</li> <li>• WV-Leitung zur Druckregelanlage ist teilweise überbaut</li> </ul>

Bilder	Bewertung
<p><b>Druckminderschacht Heimbach</b></p> 	<p><b>Wasserverteilung - Druckminderschacht Heimbach</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrotechnische Überwachung (Einbruchssicherheit inkl. Alarmsicherung, Beleuchtung, Wasserzählung etc.) vorhanden</li> <li>• Redundante Auslegung</li> <li>• Verrohrung aus Edelstahl in guten Zustand</li> <li>• Druckschwankungen im Vordruck wurden beobachtet</li> <li>• Bei erhöhter Entnahme kommt es zu ungewöhnlich hohen Druckverlusten in den Druckventilen.</li> <li>• Druckventile werden wechselseitig und in Abhängigkeit des Vordrucks betrieben. Es wird zur Vermeidung von Stagnation empfohlen, regelmäßige Zwangsdurchflüsse in beiden Ventilen zu erzeugen. Hierzu sollten die derzeit eingestellten Drücke der Ventile geprüft und ggf. über Entnahmemessungen mit der Feuerwehr festgelegt werden.</li> <li>• Beengter Einstieg</li> </ul>
<p><b>Druckregelanlage Bannlache</b></p> 	<p><b>Wasserverteilung - Druckregelanlage im ehemaligen Wasserwerk Bannlache</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrotechnische Überwachung (Einbruchssicherheit inkl. Alarmsicherung, Beleuchtung, Wasserzählung etc.) vorhanden</li> <li>• Redundante Auslegung durch parallel geschaltete Druckregelventile</li> <li>• Verrohrung aus Edelstahl in guten Zustand</li> </ul>

Bilder	Bewertung
<p data-bbox="199 376 539 405"><b>Zonentrennung Köndringen</b></p>   	<p data-bbox="885 376 1423 443"><b>Wasserverteilung - Zonentrennung Köndringen</b></p> <ul data-bbox="885 465 1455 862" style="list-style-type: none"> <li>• Elektrotechnische Überwachung (Beleuchtung, Wasserzählung etc.) vorhanden</li> <li>• Keine Einbruchsicherheit inkl. Alarmsicherung</li> <li>• Anlage ist nur durch Holzkonstruktion von Lagerraum von Getränken des hiesigen Tischtennisvereins getrennt</li> <li>• Verrohrung aus Edelstahl in mäßigem Zustand</li> <li>• Sanierungsbedürftiges Gebäude (Keller)</li> <li>• Alter der EMSR-Technik unbekannt</li> </ul>

## 5 Handlungsbedarf

In diesem Kapitel wird übersichtlich und zusammengefasst der wichtigste Handlungsbedarf (Stand: Dezember 2023) für die Trinkwasserversorgung der Gemeinde Teningen aufgezeigt. Grundlage hierfür ist die vorangegangene Bestandserhebung inklusive bautechnischer Bewertung.

Als Grundsätze und Kriterien für die Erhebung des Handlungsbedarfs dienen neben den bereits genannten technischen Regelwerken (DIN-Normen, DVGW-Arbeitsblätter), den gesetzlichen Vorgaben (WHG, WG, TrinkwV), auch unter anderem das Leitbild „Zukunftsfähige Trinkwasserversorgung Baden-Württemberg“ [1], [5], [6], [13].

Die angegebenen Umsetzungszeiträume sind in der Empfehlung für den Aufbau eines Strukturgutachtens vorgegeben und wie folgt definiert [3]:

- kurzfristig: < 5 Jahre
- mittelfristig: 5 – 20 Jahre
- langfristig: > 20 Jahre

Die nachfolgende **Tabelle 5-1** weist den Handlungsbedarf der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Teningen aus.

**Tabelle 5-1** Handlungsbedarf in der Trinkwasserversorgung der Gemeinde Teningen (Stand: Januar 2024)

Bereich	Handlungsbedarf	Empfohlene Umsetzung
Wassergewinnung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydroisotopische Untersuchung zur Feststellung von möglichen Veränderungen in der Grundwasserzusammensetzung im Teninger Allmend (ggf. in Zusammenarbeit mit dem ZV Mauracherberg)</li> </ul>	mittelfristig
Wasserschutzgebiete	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abtrennen des TB Nimburg vom Trinkwasserversorgungsnetz und Ausweisung als Notbrunnen, da Trinkwasserschutzgebiet teilweise in der Bebauung liegt</li> <li>• Freihalten der WSG-Zone I von Gehölz, Gestrüpp und Bäumen</li> <li>• Prüfen, ob Schutzeinrichtungen nach RiStWag 2016 entlang der Schutzgebietsabschnitte vorhanden sind</li> </ul>	kurzfristig kurzfristig kurzfristig
Wasserdargebot/-rechte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erneuerung der wasserrechtlichen Erlaubnis für die TB I und II des Wasserwerks Allmend (befristet bis 31.12.2033)</li> <li>• Umsetzung einer Maßnahme zur Erhöhung des Wasserdargebots (siehe Kapitel 0)</li> </ul>	mittelfristig kurzfristig
Ersatzwasserversorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umsetzung einer Ersatzwasserversorgung („zweites Standbein“) für das Versorgungsgebiet Teningen (siehe Kapitel 0)</li> <li>• Umsetzung der Umbaumaßnahmen am WW Emmendingen zur Versorgung mit einer eingeschränkten</li> </ul>	mittelfristig kurzfristig

Bereich	Handlungsbedarf	Empfohlene Umsetzung
	Ersatzwasserversorgung von den Stadtwerken Emmendingen (siehe Kapitel 6.1.2)	
Notwasserversorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Überarbeitung und Aktualisierung des Maßnahmenplans nach §50 der TrinkwV (Aufstellen Konzepte zur Notwasserversorgung der Versorgungsgebiete, derzeit in Bearbeitung) und Abstimmung mit dem LRA Emmendingen bzgl. des weiteren Vorgehens mit den Notbrunnen (Leitungsgebundene Versorgung, Vorgaben bei Chlorung, Dauer der Notwasserversorgung, etc.)</li> </ul>	kurzfristig
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abstimmung mit dem LRA Emmendingen bez. Abtrennung der Notbrunnen vom Leitungsnetz</li> </ul>	kurzfristig
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausfüllen der Prüflisten von dem Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg zur Sicherheit von Wasserversorgungsanlagen</li> </ul>	kurzfristig
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erstellung eines Sicherheitskonzepts in der Trinkwasserversorgung (Water-Safety-Plan)</li> </ul>	kurzfristig
Wasserqualität	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maßnahmen zur Vermeidung von hohen Temperaturen in den Versorgungsleitungen (Überdeckung, Isolation HB Köndringen, Vermeidung von Stagnation)</li> </ul>	kurzfristig
Wasserspeicherung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umsetzung einer Maßnahme zur Erhöhung der Speicherkapazität im Netz (siehe Kapitel 6.2)</li> </ul>	mittelfristig
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sanierung/Neubau HB Köndringen</li> </ul>	mittelfristig
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erneuerung ESMR-Technik alle 15-20 Jahre der Wasserspeicheranlagen</li> </ul>	mittelfristig
Wasseraufbereitung	-	-
Wasserverteilung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neubau/Sanierung der Druckerhöhungsanlage Bottingen</li> </ul>	kurzfristig
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verbesserung der hydraulischen Leistungsfähigkeit entsprechend der Maßnahmenempfehlungen aus der hydraulischen Rohrnetzrechnung</li> </ul>	kurz-/ mittelfristig
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neubau der Zubringerleitung am HB Köndringen</li> </ul>	mittelfristig
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durchführung Sanierungsmaßnahmen im Versorgungsnetz zur Vermeidung von Rohrbrüchen und Wasserverlusten (entsprechend des Masterplans der Gemeinde Teningen)</li> </ul>	kurz-/ mittelfristig
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verbesserung Einbruchsicherheit an der Zonentrennung Köndringen</li> </ul>	kurzfristig
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hinweis auf Lage des Pumpwerks Köndringen in Überflutungsfläche HQ100 im Maßnahmenplan ergänzen und ggf. zusätzliche Objektschutzmaßnahmen im Hochwasserfall</li> </ul>	kurzfristig

Bereich	Handlungsbedarf	Empfohlene Umsetzung
	<p>aufführen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung der aktuellen Druckeinstellungen in der DRA Heimbach ggf. in Zusammenarbeit mit der Feuerwehr und Festlegung Regelungskonzept zur Vermeidung von Stagnation in den redundanten Leitungen der Regelarmaturen</li> <li>• Optional: Bau einer parallelen Zubringerleitung zwischen WW Allmend und WW Bannlache zur Erhöhung der Versorgungssicherheit</li> <li>• Erneuerung ESMR-Technik alle 15-20 Jahre der Wasserverteilungsanlagen</li> </ul>	<p>kurzfristig</p> <p>langfristig</p> <p>mittelfristig</p>
<p>Betrieb Wasserversorgung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung der personellen Situation im Eigenbetrieb Wasserversorgung der Gemeinde Teningen nach DVGW W 1000 und ggf. Unterstützung durch Einstellung zusätzliches Personal oder Beauftragung Dienstleister</li> <li>• Erstellung eines Organisationplans nach DVGW W 1000</li> </ul>	<p>kurzfristig</p> <p>kurzfristig</p>

## 6 Variantenuntersuchung

Ziel der Variantenuntersuchungen ist es, die wichtigsten Punkte des aufgezeigten Handlungsbedarfs detaillierter zu untersuchen und die technisch und wirtschaftlich sinnvollste Lösung für die Trinkwasserversorgung der Gemeinde Teningen herauszuarbeiten. Der Fokus liegt hierbei auf der Erhöhung des Wasserdargebots und der Bereitstellung einer Ersatzwasserversorgung. Hierzu wurden in Abstimmung mit der Gemeinde vier Varianten untersucht. Da sich im bestehenden System Defizite in Bezug auf das Speichervolumen zeigten, wurde ebenfalls die Notwendigkeit und die Umsetzbarkeit einer Speichervolumenerhöhung bei allen vier Maßnahmen (Variante 1 – 4) geprüft und dargestellt. Im Verlauf der Untersuchung zeigte sich, dass die Einzelvarianten mit einer Kombination der Varianten verglichen werden sollte (Variante 5). Daraus ergeben sich die nachfolgenden fünf Varianten, welche im Weiteren betrachtet werden.

- Variante 1: Anschluss an den ZV Mauracherberg mit einem Vorlagebehälter von mindestens  $I = 250 \text{ m}^3$  inkl. Bau einer redundanten Wasserleitung zwischen Wasserwerk Allmend und ehemaligem Wasserwerk Bannlache.
- Variante 2: Prüfung möglicher Wasserbezüge über die Stadtwerke Emmendingen
- Variante 3: Neubau TB Bannlache an einem neuen Standort und Sanierung und ggf. Erweiterung Wasserwerk Bannlache inkl. best. Speicherbehälter mit  $I = 500 \text{ m}^3$
- Variante 4: Bau eines zusätzlichen TB am WW Allmend und Erweiterung des bestehenden Speichervolumens im WW Allmend um  $I = 400 \text{ m}^3$
- Variante 5: Kombination aus Variante 1, 2 und Bau eines zusätzlichem Speichervolumens von  $I = 300 \text{ m}^3$  am HB Köndringen

Nicht alle Varianten können als Dargebotserhöhung und/oder Ersatzwasserversorgung genutzt werden. Dies wird in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

Für die Auslegung der technischen Anlagen wurden folgende Annahmen in Bezug auf den Wasserbedarf getroffen. Die Werte beziehen sich auf den Prognosezustand 2050 (siehe Kapitel 3.7.2).

- $Q_{dmax}$  =  $3.831 \text{ m}^3/\text{d}$
- $Q_{dmax, WWAllmend}$  =  $2.344 \text{ m}^3/\text{d}$  (gedeckt durch das Wasserwerk Allmend)
- $Q_{dmax,Zusatz}$  =  $1.487 \text{ m}^3/\text{d}$  (benötigte Wasserdargebotserhöhung an Spitzentagen)
- $Q_{dm}$  =  $2.192 \text{ m}^3/\text{d}$  (Ersatzwasserversorgung an Durchschnittstagen)
- $Q_{dm/2}$  =  $1.096 \text{ m}^3/\text{d}$  (Ersatzwasserversorgung an Durchschnittstagen mit zusätzlichen Maßnahmen zur Wassereinsparung)

Im Folgenden werden die Varianten erläutert und deren technische Umsetzbarkeit geprüft. In Kapitel 7 werden die Kosten der Maßnahmen geschätzt und in Kapitel 0 werden diese ausgewertet.

## 6.1 Maßnahmen zur Dargebotserhöhung und/oder Ersatzwasserversorgung

### 6.1.1 Variante 1: Anschluss an den Zweckverband Mauracherberg

Eine Möglichkeit zur Erhöhung der Versorgungssicherheit durch Erhöhung des Dargebots ist der Anschluss an den Zweckverband „Mauracherberg“. Hierfür wurde in Zusammenarbeit mit dem Zweckverband zunächst die grundsätzliche technische Durchführbarkeit des Vorhabens geprüft. Genaue Angaben über die Höhe der möglichen Abgabemengen vom Zweckverband müssen mit allen Verbandsmitgliedern abgestimmt werden und können zum aktuellen Planungsstand nicht sicher zugesagt werden. Anhand einer groben Abschätzung des vorhandenen jährlichen Dargebots mit dem jährlichen Verbrauch des Zweckverbands wurde davon ausgegangen, dass eine volle Ersatzwasserversorgung ( $Q_{dm} = 2.192 \text{ m}^3/\text{d}$ ) nicht möglich ist. Die technischen Anlagen wurden daher auf  $Q_{dmax,Zusatz} = 1.487 \text{ m}^3/\text{d}$  ausgelegt. Dies würde bedeuten, dass der halbe mittlere Tagesbedarf im Falle einer Ersatzwasserversorgung über den ZV Mauracherberg gedeckt werden könnte.

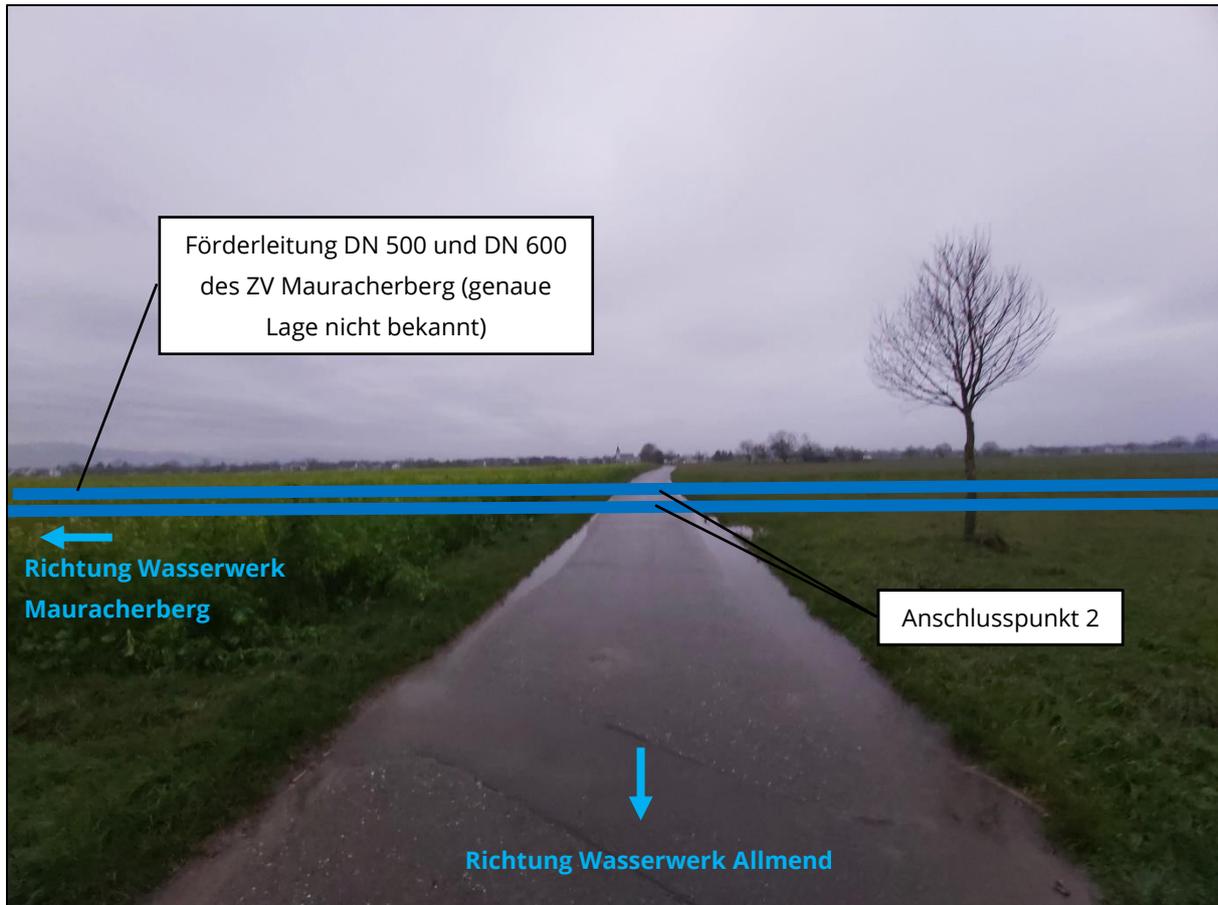
In Abstimmung mit dem ZV wurden drei Umsetzungsmöglichkeiten untersucht:

- Variante 1a: Anschluss an die bestehenden Förderleitungen DN 500 und DN 600 im Bypass, Bau eines Pumpwerks inkl. Vorlagebehälters und Wasserleitung mit Anschluss am Wasserwerk Allmend.
- Variante 1b: Wie Variante 1a, jedoch mit Anschluss an die bestehende Förderleitung des Tiefbrunnen 2.
- Variante 1c: Aufdimensionierung der bestehenden Zubringerleitung vom Wasserwerk des ZV Mauracherbergs in Richtung Gemeinde Wasser und Bau eines Übergabeschachts

Diese Varianten sind in Anlage 2.4.1 dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. Es ist zu beachten, dass der ZV Mauracherberg Rohwasser aus dem gleichen Aquifer wie das Wasserwerk Allmend bezieht. Sollte es zu Verunreinigungen im Grundwasserleiter kommen, wäre eine Ersatzwasserversorgung vom Zweckverband Mauracherberg daher nicht möglich. Dies wird in Kapitel 0 näher erläutert.

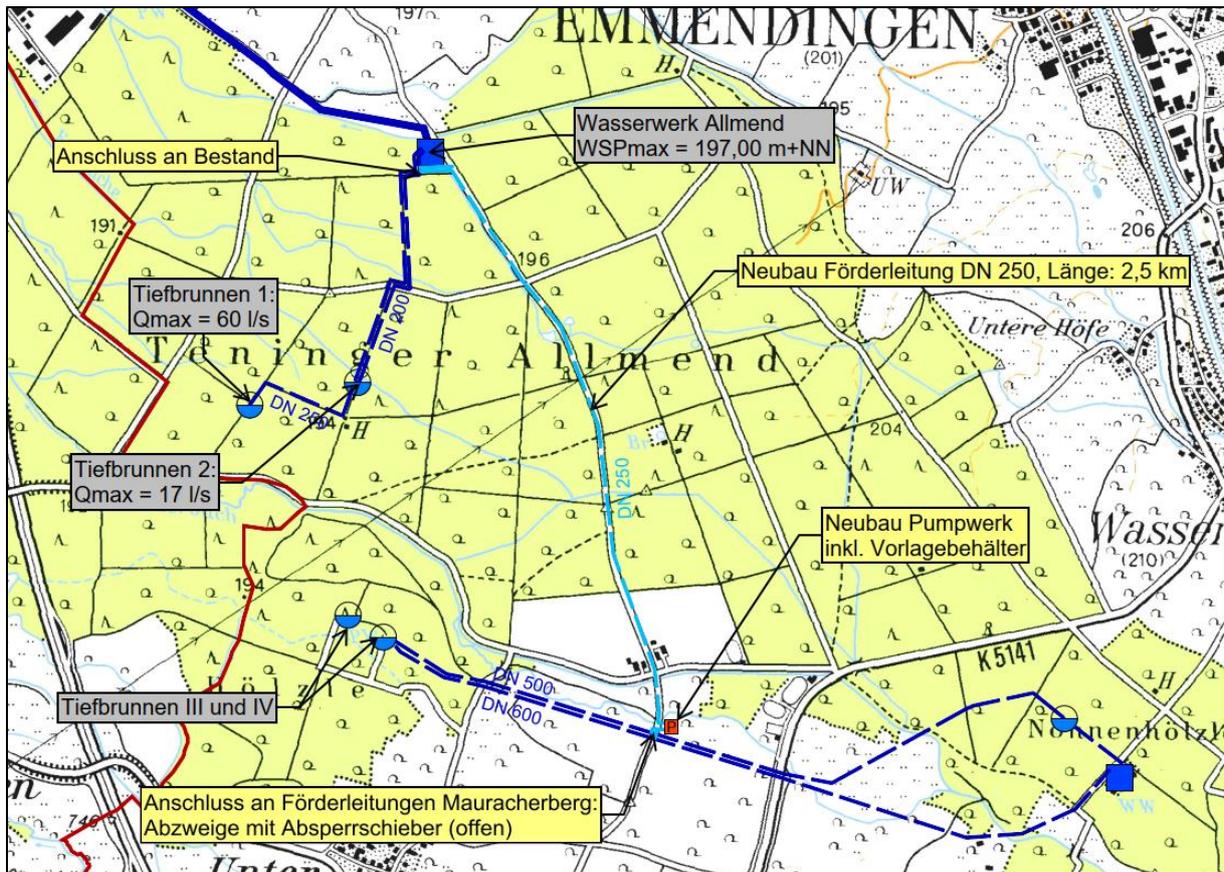
#### 6.1.1.1 Variante 1a: Anschluss an die bestehenden Förderleitungen und Leitungsneubau bis zum Wasserwerk Allmend

Für den Anschluss an den Zweckverband Mauracherberg ist der Anschluss an die Förderleitungen DN 500 und DN 600 von den Tiefbrunnen III, IV und VI vorgesehen. Dieser muss an beide Leitungen erfolgen, da eine der Förderleitungen temporär außer Betrieb genommen werden könnte. Nach Abstimmung mit dem Wassermeister des ZV soll ein Drucksteigerungspumpwerk inkl. Vorlagebehälter direkt am Anschlusspunkt vorgesehen werden. Zudem ist dieses als oberirdisches Bauwerk (nicht als Schachtbauwerk) vorzusehen. Für den Bau auf der Gemarkung Reute wäre eine Gestattungsvereinbarung erforderlich. Die genaue Lage des Pumpwerks muss im Zuge der weiteren Planungen festgelegt werden. Es wurden bereits zwei mögliche Anschlusspunkte vom Zweckverband empfohlen (siehe **Abbildung 6.2**).



**Abbildung 6.1:** Möglicher Anschlusspunkt an die Förderleitungen des ZV Mauracherberg: Variante 1a

Im neuzubauenden Pumpwerk sind zwei redundante Pumpen, ein Vorlagebehälter, ein Membranausgleichsbehälter und Regelarmaturen (wasserstandsabhängige Regelung) vorzusehen. Im Anschluss soll eine WV-Leitung DN 250 bis zum Wasserwerk Allmend auf einer Strecke von insgesamt 2,5 km verlegt werden. Die geplante Leitungstrasse verläuft über Forstwirtschaftswege in Wasserschutzgebietszonen III und dem FFH-Gebiet „Mooswälder bei Freiburg“. Für den Leitungsneubau sind zudem fünf Gewässerquerungen (alle Gewässerordnung 2) erforderlich.



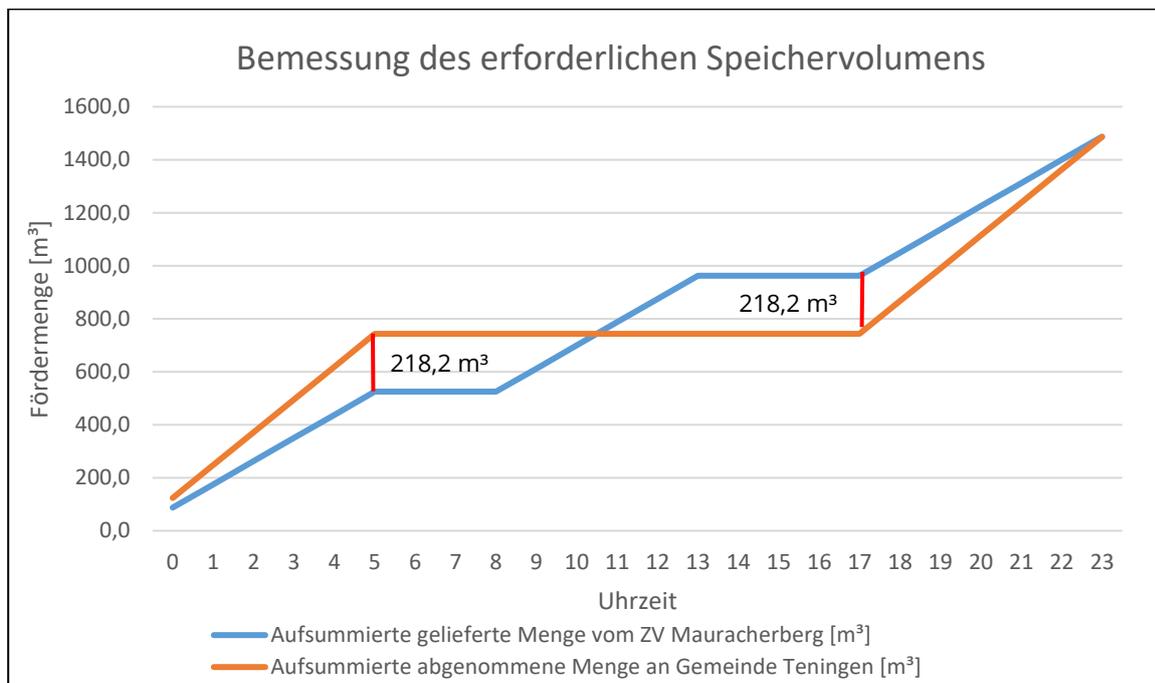
**Abbildung 6.2:** Anschluss an den ZV-Mauracherberg: Variante 1a

Nach Angaben des Wassermeisters des ZV-Mauracherbergs wird derzeit im Regelbetrieb 17 h Wasser aus den Tiefbrunnen mit einem maximalen Durchfluss von 100 l/s gefördert. Um zusätzlich die benötigte Wassermenge von  $Q_{dmax,Zusatz} = 1.487 \text{ m}^3/\text{d}$  nach Teningen zu fördern, müssten über die 17 h durchschnittlich 24,3 l/s zusätzliches Wasser gefördert werden.

Für den Zweckverband Mauracherberg würde dies im Gegenzug bedeuten, dass an Tagen mit Spitzenverbräuchen und Lieferung an Teningen der Pumpbetrieb der Tiefbrunnen 4 h länger (also insgesamt 21 h) als im Regelbetrieb laufen muss. Andernfalls könnte die Förderhöhe von 100 l/s auf 124 l/s bei einer gleichbleibenden Förderdauer erhöht werden. Von Seiten des Zweckverband Mauracherberg sollte geprüft werden, ob diese Förderdauer bzw. Fördermenge technisch umsetzbar bzw. von den Pumpen der Brunnen gefördert werden kann und ob dies in Einklang mit der wasserrechtlichen Erlaubnis der Tiefbrunnen steht.

Für die Bemessung des erforderlichen Speichervolumens wurde angenommen, dass die Pumpzeit des neugebauten Pumpwerks auf 12 h ausgelegt wird. Die Pumpen müssten somit 34,4 l/s zum Wasserwerk Allmend fördern. Um den benötigten Speicher des Vorlaufbehälters möglichst gering zu halten (Vermeidung von Stagnation), wurde vorgesehen, dass die Pumpzeiten des Pumpwerks in Einklang mit dem Pumpbetrieb des Zweckverbands stehen. Dieser hat derzeit Förderzeiten von 18:00-06:00 sowie zwischen 09:00-14:00 Uhr. Für das Pumpwerk wurde daher ebenfalls ein Pumpbetrieb zwischen 18:00-06:00 Uhr angesetzt. Entsprechend der Speicherbemessung in **Abbildung 6.3** wäre hierfür ein Speichervolumen von 250 m<sup>3</sup> erforderlich. Sollte der Pumpbetrieb über einen anderen Zeitraum (z.B. Tagsüber) gewählt werden, ist es erforderlich das Speichervolumen des Vorbehälters zu erhöhen. Zusätzlich muss im Zuge der weiteren Planung das verfügbare

Speichervolumen und die Entnahmeganglinie des Wasserwerks Allmend berücksichtigt werden. Bei einer Erhöhung des Speichervolumens steigt auch die erforderliche Abnahmemenge der Gemeinde Teningen zur Vermeidung von Stagnation (siehe unten). Eine genaue Auslegung des benötigten Volumens des Vorlagebehälters kann daher erst bei Festlegung der Pumpzeiten, der geforderten Mindestentnahmemenge und der möglichen Maximalentnahme von dem Zweckverband Mauracherberg festgelegt werden.



**Abbildung 6.3:** Bemessung des erforderlichen Speichervolumens am Pumpwerk

Der Wasserspiegel des Wasserwerks Allmend liegt mit 197,00 m+NHN nur ca. 4 m unterhalb einer angenommenen Höhe von 201 m+NHN des Vorlagebehälters der Druckerhöhungsanlage. Daher ist lediglich eine manometrische Förderhöhe von ca. 1 m erforderlich, um die geplanten von 34,4 l/s zu fördern. Bei der geplanten Wasserleitung in Nennweite DN 250 ergibt sich bei dieser Fördermenge eine übliche Fließgeschwindigkeit von 0,70 m/s.

Um Stagnation im Wasserspeicher und der WV-Leitung im Regelbetrieb zu vermeiden, muss Teningen regelmäßig Wasser vom ZV beziehen. Es wurde hierfür angenommen, dass mindestens alle zwei Tage das Volumen des Wasserspeichers und der 2,5 km langen WV-Leitung DN 250 entnommen werden muss. Dies ergibt ein Volumen von 372 m<sup>3</sup>/d bzw. 68.000 m<sup>3</sup>/a. Geht man zusätzlich davon aus, dass der Spitzenbedarf an 20 Tagen pro Jahr über den Fremdwasserbezug vom ZV Mauracherberg mit 1.487 m<sup>3</sup>/d gedeckt wird, ergibt sich eine zusätzliche Wassermenge von ca. 30.000 m<sup>3</sup>/a. Insgesamt müsste der ZV Mauracherberg somit eine Wassermenge von

$$Q_{D, \text{Bedarf, max}} = 1.487 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\text{Bedarf, a}} = \text{rd. } 100.000 \text{ m}^3/\text{a}$$

an die Gemeinde Teningen fördern. Ob diese Menge von dem Zweckverband Mauracherberg geliefert werden kann, muss abschließend mit diesem geklärt werden. Ebenfalls muss noch abgestimmt werden, ob über die

Mindestabnahme zur Vermeidung von Stagnation hinaus eine Mindestwasserentnahme seitens der Gemeinde Teningen abgenommen werden soll.

### 6.1.1.2 Variante 1b: Anschluss an die bestehenden Förderleitungen und Leitungsneubau bis zum Anschluss an Förderleitung des Tiefbrunnens TB 2

Variante 1b unterscheidet sich von Variante 1a lediglich am geplanten Anschlusspunkt an die Förderleitungen des Zweckverbands Mauracherberg und der Leitungstrasse, da vorgesehen ist, dass die geplante WV-Leitung an die bestehende Tiefbrunnenleitung DN 200 angeschlossen werden soll. Hierfür wird der Anschluss an die Förderleitungen des Zweckverbands weiter westlich vorgesehen.

Auch hier wäre der Bau des Pumpwerks auf der Gemarkung Reute erforderlich. Die Lage des vorgeschlagenen Anschlusspunktes ist in **Abbildung 6.4** dargestellt. Wie auch in Variante 1a, sind in dem neuzubauenden Pumpwerk zwei redundante Pumpen, ein Vorlagebehälter, ein Membranausgleichsbehälter und Regelarmaturen (wasserstandsabhängige Regelung) vorzusehen.

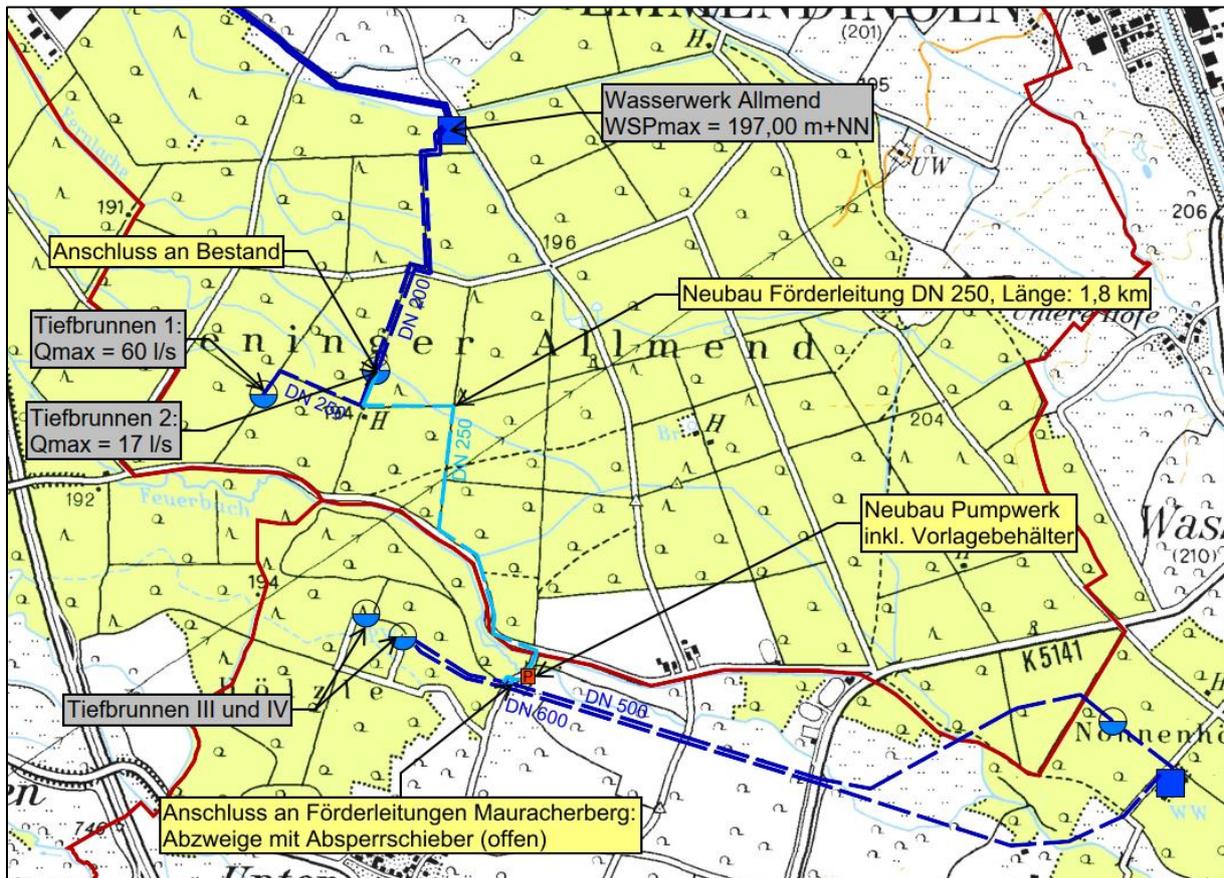


**Abbildung 6.4:** Möglicher Anschlusspunkt an die Förderleitungen des ZV Mauracherberg: Variante 1b

Im Anschluss soll eine WV-Leitung DN 250 bis zum Anschlusspunkt an die bestehende Wasserleitung des TB 2 erfolgen. Die Leitungstrasse verläuft über Forstwirtschafts- und Waldwege. Insgesamt ist eine Querung von vier Gewässern erforderlich. An der Bestandsleitung des TB 2 wird ein Anschluss mit Schachtneubau vorgesehen. Insgesamt ist somit ein Leitungsneubau von 1,8 km erforderlich. Es muss beachtet werden, dass die

Versorgungssicherheit in diesem Fall geringer ist, da keine parallel verlaufende Wasserversorgungsleitung direkt zum Wasserwerk Allmend gebaut wird.

Aufgrund der erhöhten Durchflüsse in der Förderleitung DN 200 (zusätzliche 17 l/s durch die Förderung am Tiefbrunnen 2) ist mit höheren Druckverlusten und Fließgeschwindigkeiten von bis zu 1,64 m/s zu rechnen.



**Abbildung 6.5:** Anschluss an den ZV-Mauracherberg: Variante 1b

Um die Druckverluste auf der Leitungsstrecke zu überwinden, ist eine Erhöhung des Drucks um ca. 15 m erforderlich. Dies basiert auf der Annahme, dass der WSP des Wasserausgleichsbehälters auf einer Höhe von 201 m+NHN liegt.

Um Stagnation im Wasserspeicher und der WV-Leitung im Regelbetrieb zu vermeiden, muss Teningen regelmäßig Wasser vom ZV beziehen. Es wurde hierfür angenommen, dass mindestens alle zwei Tage das Volumen des Wasserspeichers und der WV-Leitung DN 250 entnommen werden muss. Dies ergibt eine Menge von 338 m<sup>3</sup>/d bzw. rd. 62.000 m<sup>3</sup>/a. Geht man zusätzlich davon aus, dass der Spitzenbedarf (1.487 m<sup>3</sup>/d) an 20 Tagen pro Jahr gedeckt werden muss, wird zusätzlich eine Wassermenge von ca. 30.000 m<sup>3</sup>/a erforderlich. Insgesamt müsste der ZV Mauracherberg somit eine Wassermenge von

$$Q_{D, \text{Bedarf, max}} = 1.487 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\text{Bedarf, a}} = \text{rd. } 92.000 \text{ m}^3/\text{a}$$

an die Gemeinde Teningen fördern. Ob diese Menge von dem Zweckverband Mauracherberg geliefert werden kann, muss abschließend mit diesem geklärt werden. Ebenfalls muss noch abgestimmt werden, ob über die

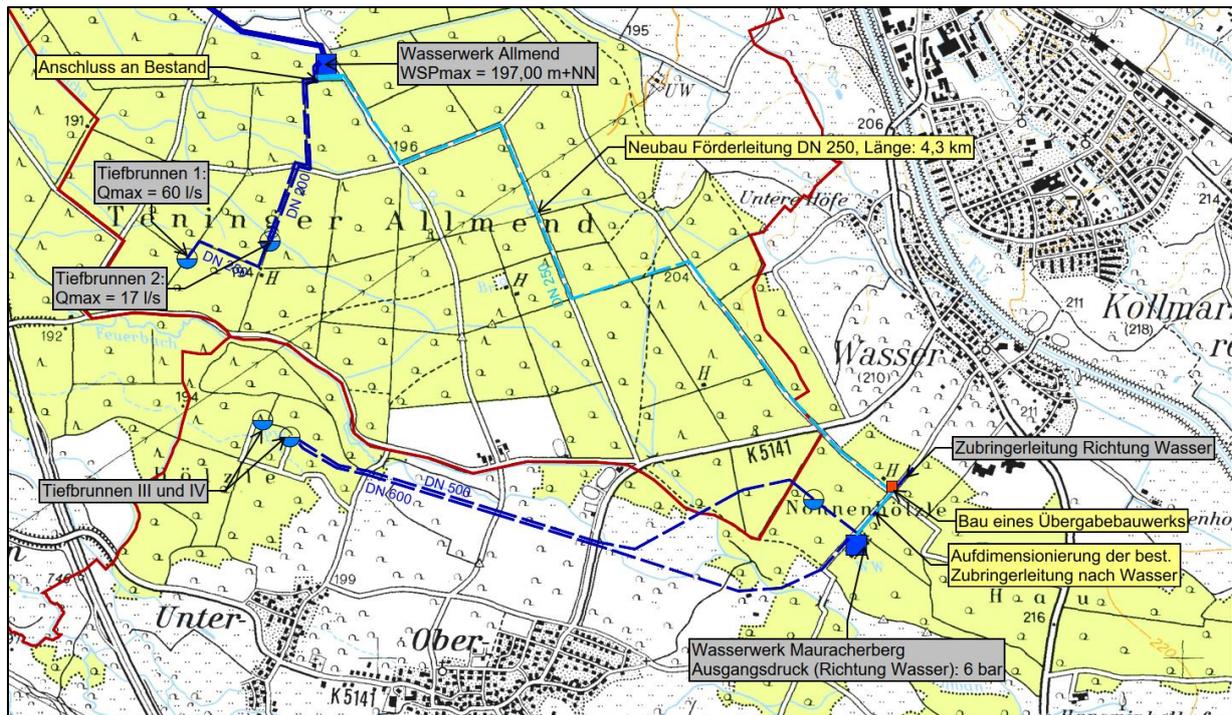
Mindestabnahme zur Vermeidung von Stagnation hinaus noch eine Mindestwasserentnahme seitens der Gemeinde Teningen abgenommen werden muss.

#### **6.1.1.3 Variante 1c: Bau eines Pumpwerks am Eingang des Wasserwerks des Zweckverbands**

Diese Variante sieht vor, den Anschlusspunkt an den Zweckverband erst im östlich gelegenen Wasserwerk vorzusehen. In Rücksprache mit dem Wassermeister könnte ein Anschluss an die best. Zubringerleitung nach Wasser erfolgen. Nach Angaben des Wassermeisters Herr Nübling steht derzeit ein Ausgangsdruck von ca. 6 bar im Wasserwerk in Richtung VZ Wasser an. Somit könnte Wasser ohne eine zusätzliche Drucksteigerungsanlage vom Übergabebauwerk bis in das Wasserwerk Allmend gefördert werden. Hierzu muss ein zusätzliches Bauwerk außerhalb des Wasserwerks Mauracherberg gebaut werden. Der Bau wäre ca. 300 m nordöstlich des best. Wasserwerks bei einer Wegekreuzung im Wald (kein zusätzliches Schutzgebiet) möglich.

Hierfür ist die Zubringerleitung DN 150 vom Wasserwerk aus bis zum geplanten Übergabebauwerk vsl. auf einer Länge von 300 m aufzudimensionieren. Die genaue Dimension muss in Abstimmung mit dem ZV Mauracherberg im Zuge der weiteren Planung unter Berücksichtigung der Abgabe in die Versorgungszone Wasser erfolgen. Selbst bei einem niedrigeren Förderdruck, wäre eine Förderung Richtung WW Allmend aufgrund geringer Reibungsverluste und einer in Richtung WW Allmend abfallende Höhendifferenz für die Förderung noch ausreichend. Bei der weiterführenden Planung muss geprüft werden, welchen Einfluss die zusätzlichen Entnahmen auf die Betriebspunkte der Pumpen haben und ob die Befüllung des Hochbehälters (Versorgungsgebiet Wasser) weiterhin gewährleistet ist. Weiterhin muss geprüft werden, ob die Pumpen mit den geänderten Betriebsbedingungen betrieben werden können, oder ggf. ersetzt werden müssen.

Im Übergabebauwerk ist der Bau von Absperrschiebern, eines Wasserzählers und eines Regelventils erforderlich. Anschließend soll eine Zubringerleitung DN 250 auf einer Länge von 4,5 km gebaut werden. Die Leitungstrasse verläuft über Forst- und Waldwege. Es ist eine Querung der Kreisstraße K5141 erforderlich. Zudem werden auf der Trasse drei Gewässer gequert.



**Abbildung 6.6:** Anschluss an den ZV-Mauracherberg: Variante 1c

Um Stagnation in der WV-Leitung zu vermeiden, muss Teningen im Regelbetrieb eine bestimmte Wassermenge entnehmen. Es wurde hierfür angenommen, dass mindestens alle zwei Tage das Volumen der WV-Leitung DN 250 entnommen werden muss. Dies ergibt eine Menge von 212 m<sup>3</sup>/d bzw. rd. 39.000 m<sup>3</sup>/a. Geht man zusätzlich davon aus, dass der Spitzenbedarf (1.487 m<sup>3</sup>/d) an 20 Tagen/a gedeckt werden muss, wird zusätzlich eine Wassermenge von 30.000 m<sup>3</sup>/a erforderlich. Insgesamt müsste der ZV Mauracherberg somit eine Wassermenge von

$$Q_{D, \text{Bedarf, max}} = 1.487 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\text{Bedarf, a}} = \text{rd. } 70.000 \text{ m}^3/\text{a}$$

An die Gemeinde Teningen fördern. Ob diese Menge vom Zweckverband Mauracherberg geliefert werden kann, muss abschließend mit diesem geklärt werden. Ebenfalls muss noch abgestimmt werden, ob über die Mindestabnahme zur Vermeidung von Stagnation hinaus noch eine Mindestwasserentnahme seitens der Gemeinde Teningen abgenommen werden muss.

### 6.1.2 Variante 2: Wasserbezug aus Emmendingen

In Variante 2 wird ein zusätzlicher Wasserbezug von den Stadtwerken Emmendingen geprüft. Die Stadt Emmendingen bezieht zusätzlich zum Trinkwasser über die Tiefbrunnen Allmend Wasser über die Quellen Mündingen, die Quellen Tennenbach, die Tiefbrunnen Emmendingen und dem Zweckverband Mauracherberg.

Das Wasserwerk Emmendingen wird über die beiden Tiefbrunnen Emmendingen versorgt, welchen beide den oberen Grundwasserleiter (ca. 18 m Tiefe) erschließen (Anlage 2.4.2). Die Brunnen entnehmen somit Wasser nicht aus dem unteren Muschelkalkaquifer wie die Tiefbrunnen des Wasserwerks Allmend. Der

Tiefbrunnen II fördert  $Q = 21$  l/s. Allerdings wird er nur im Notbetrieb gefahren. Dieser Brunnen unterliegt regelmäßigen Probenahmen und Spülungen. Aufgrund von bakteriologischen Verunreinigungen kann dieser Brunnen nur mit einer Chlorung ins Netz einspeisen. Der Tiefbrunnen III fördert im Regelbetrieb  $Q = 31$  l/s im alternierenden Betrieb der beiden Unterwassermotorpumpen. Das Wasser aus TB III wird im Wasserwerk Emmendingen entsäuert und in einem Vorlagebehälter zwischengespeichert. Die Entsäuerung ist auf den Regelbetrieb mit  $Q = 31$  l/s ausgelegt. Im Notbetrieb kann die Fördermenge auf  $Q = 62$  l/s erhöht werden, wenn beide Unterwassermotorpumpen parallel betrieben werden. In diesem Fall kann die Entsäuerung über einen Bypass umgangen werden.

Das Wasser aus dem Vorlagebehälter wird über zwei redundante Pumpen mit einem Druck von ca. 6,0 bar in die Zubringerleitung DN 200 gedrückt, wo es mit Wasser aus der Zubringerleitung vom Wasserwerk Allmend gemischt wird. Eine zusätzliche Aufbereitung des gemischten Wassers ist nicht notwendig. Dennoch wird das Wasser vor dem Ausgang des Wasserwerks durch eine UV-Anlage geführt. Vom Wasserwerk Emmendingen wird das Wasser durch die Tiefzone Emmendingen in den Hochbehälter Himmelreich (Gegenbehälter, 3.200 m<sup>3</sup>) gefördert. Die Füllung des Hochbehälters Himmelreich über das Wasserwerk Emmendingen erfolgt wasserstandsgesteuert bei konstanter Förderrate (ohne Frequenzumrichter) im Durchschnitt etwa einmal täglich.

Über die bestehende Förderleitung vom Wasserwerk Allmend zum Wasserwerk Emmendingen könnte bei einem Ausfall des Wasserwerks Allmend eine Rückeinspeisung von Emmendingen im Ersatzwasserfall erfolgen. Die Stadtwerke Emmendingen können voraussichtlich eine maximale Durchflussmenge von  $Q_{d,max} = 8$  l/s bei einem Druck von ca. 6,0 bar in das Versorgungsnetz Teningen einspeisen. Bei einem Druckverlust von ca. 0,5 bar (angenommene Rauheit  $k_b = 0,1$  mm) ist dieser Druck ausreichend, um alle Versorgungszonen im Notfall zu versorgen. Nach Angaben des Wassermeisters könnten die angenommenen 8 l/s voraussichtlich über 24 h/d geliefert werden. Dies entspricht einer Bezugsmenge von 691 m<sup>3</sup>/d. Damit könnte 40 % (bzw. in der Prognose 30 %) des mittleren Tagesbedarfs der Gesamtgemeinde gedeckt werden. Eine vollständige Wasserversorgung ohne Einschränkung des Wasserbedarfs ist somit nicht möglich. Die tatsächlich mögliche, maximale Abgabemenge bei Durchschnitts- und Spitzenbedarf muss im Zuge der weiteren Planung seitens der Stadtwerke Emmendingen detaillierter untersucht und festgelegt werden.

Im WW Allmend besteht hierzu bereits ein Bypass zwischen den beiden Druckleitungen (Zubringerleitung Teningen und der Zubringer-/Förderleitung Emmendingen) zur Verfügung. Im Wasserwerk Emmendingen müsste im Anschluss an die Pumpen und die UV-Anlage ein entsprechender Bypass vorgesehen werden, der eine Rückeinspeisung zwischen der Zubringerleitung ins Versorgungsnetz Teningen und der Förderleitung vom Wasserwerk Allmend ermöglicht. Seitens der Stadtwerke Emmendingen ist eine Erneuerung der UV-Anlage und der Pumpen für das Jahr 2024 (vgl. zweite Jahreshälfte) geplant. In diesem Zuge könnte ein Bypass vorgesehen werden. Falls Teningen entsprechende Maßnahmen umsetzen möchte, sollte frühzeitig Kontakt mit den Stadtwerken Emmendingen aufgenommen werden, um die notwendigen kosten- und vertragstechnischen Regelungen zu treffen. Weiterhin muss mit den Stadtwerken Emmendingen geklärt werden, ob eine einfache Verbindung über den Einbau eines Rohrstücks erfolgen kann oder ob eine Übergabestation mit Wasserzähler, Regelventilen und hydraulischer Ausrüstung erforderlich ist. In jedem Fall muss sichergestellt werden, dass auch im Regelbetrieb keine Stagnation im Bypass auftritt.

Zusätzlich könnte bei einer Inbetriebnahme von Tiefbrunnen II von Emmendingen eine zusätzliche Menge von ca.  $Q = 21$  l/s geliefert werden. Aufgrund der vorliegenden Verkeimung wären eine Aufbereitung notwendig, bevor das Wasser in Trinkwasserqualität im Rahmen einer Ersatzwasserversorgung genutzt werden kann.

Weiterhin wäre eine zusätzliche Drucksteigerungsanlage inkl. Vorlagebehälter in der Nähe oder im WW Emmendingen erforderlich, um das Wasser in die Versorgungszonen Teningen mit einem ausreichend hohen Druck fördern zu können.

Da die Zubringerleitung im Falle eines Ausfalls des Wasserwerks Allmends umgekehrt durchströmt wird, stellt diese Variante eine reine Ersatzwasserversorgung (bei zusätzlicher Einschränkung des Verbrauchsverhaltens der Bevölkerung) dar. Eine Erhöhung des Wasserdargebots über das Wasserwerk Emmendingen kann im Regelbetrieb nicht erfolgen. Inwieweit die Gemeinde Teningen die Anteile der Wasserbezugsrechte an den Tiefbrunnen Allmend von derzeit vertraglich festgelegten 40 % erhöhen könnte, müsste im Zuge von Gesprächen mit den Stadtwerken Emmendingen geklärt werden.

### **6.1.3 Variante 3: Neubau Tiefbrunnen am ehemaligen Wasserwerk Bannlache**

Das Wasserwerk Bannlache wurde vor dem Bau des Wasserwerks Allmend zur Versorgung der Gemeinde Teningen verwendet. Der bestehende TB Bannlache (Baujahr 1969, stillgelegt) liegt direkt hinter dem Wasserwerk. In der Vergangenheit wurde Grundwasser aus dem oberen Grundwasserstockwerk (Kiesaquifer) gefördert. Da die Standfestigkeit des Brunnens nicht mehr gegeben war, wurde 2004 von weiteren Maßnahmen abgeraten, wie in der hydrologischen Stellungnahme des "Landesamts für Geologie, Bergbau und Rohstoffe Baden-Württemberg" festgehalten ist [14]. Zudem wurden in der Vergangenheit vermehrt mikrobielle Verunreinigung, Trübung und DMS (N,N-Dimethylsulfamid) im Rohwasser nachgewiesen. Die mikrobiologischen Verunreinigungen deuten auf einer Verbindung mit Oberflächengewässern hin [14]. DMS ist ein Abbauprodukt von Pflanzenschutzmitteln, der Wirkstoff wird jedoch seit 2007 nicht mehr ausgebracht [44].

Die Wasserrechtliche Erlaubnis des TB Bannlache wurden am 19.12.1974 vom LRA Emmendingen genehmigt und 2002 unbegrenzt verlängert. In der ersten wasserrechtlichen Erlaubnis war eine Entnahme von 60 l/s (max. 3.000 m<sup>3</sup>/d) genehmigt [46]. Aufgrund von auftretenden Trübungen wurde im Zuge der Sanierung des TB eine Pumpe mit geringeren Fördermengen eingebaut und die wasserrechtliche Erlaubnis im Jahr 2002 auf 20 l/s (1.730 m<sup>3</sup>/d) begrenzt [47].

Für die Variante Neubau Tiefbrunnen und Sanierung des Wasserwerks Bannlache wird die Erhöhung des Wasserdargebots geprüft. Da im Vergleich zu den Tiefbrunnen Allmend Wasser aus einem anderen Aquifer entnommen wird, kann die Versorgung über einen neuen Tiefbrunnen als Ersatzwasserversorgung betrachtet und dahingehend bewertet werden. Für eine mögliche Ersatzwasserversorgung wurde angenommen, dass der prognostizierte  $Q_{dm}$  zur Verfügung gestellt werden soll. Zudem wurde angenommen, dass – wie in der alten Wasserrechtlichen Erlaubnis – ein Pumpbetrieb des TB von 24 h möglich ist. Es ergibt sich somit im Falle einer Ersatzwasserversorgung folgende Entnahmemenge:

$$Q_{dm} = 2.192 \text{ m}^3/\text{d} \text{ bzw. } 25,5 \text{ l/s}$$

Es wird davon ausgegangen, dass der Grundwasseraquifer eine ausreichende Ergiebigkeit hat, da in den Ursprünglichen Untersuchungen eine Entnahme von 60 l/s angenommen wurde. Im Folgenden werden die hierfür notwendigen Maßnahmen erläutert.

#### **Neubau eines Tiefbrunnens**

Der bestehende Tiefbrunnen kann aufgrund der fehlenden Standfestigkeit nicht saniert werden [14]. Es ist daher ein Neubau erforderlich. Dieser sollte in einiger Entfernung zum bestehenden Tiefbrunnen gebaut

werden. Entsprechend der hydrogeologischen Stellungnahme des LGRB aus dem Jahr 2004 [14], sollte der neue Brunnenstandort folgende Kriterien berücksichtigen:

- Der neue Standort sollte so weit vom bestehenden Brunnen liegen, dass Einträge von Oberflächenwasser nicht mehr innerhalb der 50-Tage-Linie des neuen Brunnens liegen
- Der neue Standort sollte nicht zu weit entfernt liegen, um den Standortvorteil der Ergiebigkeit in den Breisgau-Schichten (Kiesaquifer, oberes Grundwasserstockwerk) nutzen zu können.

Nach ersten Abschätzungen des LGRB sollte der neue Brunnenstandort möglichst 80 – 100 m südöstlich des bestehenden Brunnens vorgesehen werden. Damit wäre voraussichtlich auch das Wasserschutzgebiet außerhalb des Gewerbegebiets Rohrlache. Dies ist jedoch final zu prüfen.

Im ersten Schritt sollten daher Erkundungsbohrungen und Pumpversuche durchgeführt werden, um einen neuen Brunnenstandort festzulegen und zu prüfen, wie sich das neue Wasserschutzgebiet ausbilden würde. Um unabhängig von den Tiefbrunnen des Wasserwerks Allmend zu bleiben, wird empfohlen, den TB weiterhin im oberen Grundwasserstockwerk vorzusehen. In Anlage 2.4.3 wird die Lage des Tiefbrunnens grob entsprechend den Vorgaben des LGRB dargestellt.

Der Tiefbrunnen wird anschließend über eine Förderleitung L = ca. 150 m (geplant DN 200, Fließgeschwindigkeiten von <1 m/s) mit dem Wasserwerk Bannlache verbunden. Die Leitung muss durch den Wald (FFH-Gebiet) verlegt werden. Es ist daher mit erhöhten Aufwendungen durch Rodungs- und Entwurzelungsarbeiten sowie den entsprechenden Genehmigungen zu rechnen.

### **Wasseraufbereitung**

Die Wasserqualität des Rohwassers muss im Zuge der Pumpversuche analysiert werden, um aussagekräftige Ergebnisse über die notwendige Aufbereitung zu erhalten. In der Vergangenheit wurde das Rohwasser über zwei Filterkessel (halbgebrannter Dolomit) geleitet und hierdurch entsäuert/aufgehärtet und bei Bedarf wurde das Wasser gechlort.

Ohne Information der Rohwasserqualität kann keine Aussage über die erforderlichen Wasseraufbereitungsanlagen gegeben werden. Vom Wasserwerk Emmendingen ist bekannt, dass das Grundwasser (ebenfalls oberes Kiesaquifer) durch eine physikalische Entsäuerung und eine UV-Anlage aufbereitet wird. Ob zusätzlich eine Erhöhung des Härtegrads des Trinkwassers erforderlich wird, ist zum aktuellen Stand der Planung nicht bekannt. Nach der Aufbereitung kann das Wasser mit dem Trinkwasser des Wasserwerks Allmend (unterer Muschelkalkaquifer) gemischt werden. Es wird daher davon ausgegangen, dass das Wasser aus dem neuen Tiefbrunnen Bannlache mit ähnlichen Anlagen aufbereitet verwenden kann. Entsprechend wird zunächst vorgesehen, im Gebäude des Wasserwerks Bannlache ebenfalls eine physikalische Entsäuerung mit nachgeschalteter UV-Anlage einzubauen.

Sollten jedoch weitere Einschränkungen in der Trinkwasserqualität festgestellt werden, müssen ggf. weitere Aufbereitungsanlagen installiert werden. Beispielsweise könnten Trübungen auftreten, welche die Desinfektion beeinträchtigen und eine Partikelabtrennung erforderlich machen [55]. Zudem ist unklar, ob die Wässer problemlos mischbar sind, oder ob der Härtegrad des Rohwassers angepasst werden muss. Dies kann final erst nach Feststellung der Wasserqualität und Zusammensetzung des Rohwassers im Zuge der Pumpversuche geprüft werden.

Um die Anlagen störungsfrei zu betreiben, wird empfohlen diese mit einer bestimmten Grundlast zu betreiben. Hierfür werden in erster Abschätzung 10 l/s bzw. 864 m<sup>3</sup>/d angenommen. Somit müssten ca. 50 %

(Bestand) - 40 % (Prognose) des mittleren täglichen Gesamtwasserbedarfs der Gemeinde Teningen über den neuen Tiefbrunnen Bannlache gefördert werden.

### **Wasserspeicherung**

Das Wasserwerk Bannlache hat zwei getrennte Wasserkammern mit einem Gesamtvolumen von 500 m<sup>3</sup>. Diese können weiter genutzt werden, müssen jedoch entsprechend den allgemeinen Regeln der Technik saniert werden (Beschichtung, ESMR-Technik, Luftdichte Abtrennung, etc.).

### **Wasserverteilung**

Für die Einspeisung des Trinkwassers ins Netz ist der Bau von drehzahlgeregelten Pumpen erforderlich. Diese müssen eine Versorgungsdruckhöhe von ca. 250 m+NHN bereitstellen. Es ist somit ein Einspeisedruck von ca. 5,8 bar erforderlich. Es wird empfohlen redundante Pumpen vorzusehen, die im Falle einer erhöhten Belastung im Netz auch parallelgeschaltet werden können. Bei der dezentralen Einspeisung ins Versorgungsnetz ist zu prüfen, ob die beiden Wässer nach DVGW W 216 eine „gleichmäßige Beschaffenheit“ aufweisen und somit problemlos mischbar sind [58]. Dies muss geprüft werden, sobald die Beschaffenheit des Grundwassers bekannt ist.

Der Standort der ursprünglichen eingebauten Pumpen für die Verteilung ins Ortsnetz wurde im Zuge der Umstrukturierung und Anbindung von Nimburg an das Wasserwerk Allmend für die notwendige Druckregelanlage (Druckregelanlage Bannlache) genutzt. Für den Bau der neuen Pumpen könnte eine Zwischendecke oberhalb der bestehenden Druckregelanlage eingebracht werden.

### **Sanierung des Bestandsgebäudes**

Das Bestandsgebäude hat ausreichende Platzreserven, um den Umbau der Aufbereitungsanlagen (physikalische Entsäuerung und UV-Anlage) ohne Erweiterungen durchzuführen. Weitere Arbeiten bez. dem Umbau der EMSR-Technik, Stromanschluss, Einbruchsicherheit, Wasserleitungen innerhalb und außerhalb des Gebäudes, Entwässerung sind zu ersetzen und neu einzubauen. Die genaue Umsetzung ist im Zuge der weiteren Planung vorzusehen. Ob eine Sanierung der Gebäudehülle des Bestandsgebäudes erforderlich ist, kann zu diesem Zeitpunkt nicht angegeben werden.

### **Mögliche Wasserabgabe an Dritte**

Derzeit wird für den Landkreis Emmendingen und für den Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald der Masterplan Wasserversorgung des Landes Baden-Württemberg erstellt. In diesem Zuge werden Informationen der bestehenden Verhältnisse in den umliegenden Gemeinden erhoben. Aus diesem Grund hat die Gemeinde Eichstetten am Kaiserstuhl bereits Interesse bezüglich einer möglichen Ersatzwasserversorgung über die Gemeinde Teningen bekundet. Aufgrund der Anfrage seitens der Gemeinde Eichstetten, wurde diese im Rahmen des Strukturgutachtens grob untersucht.

Eine Ersatzwasserversorgung ist nur insoweit möglich, dass der maximale Spitzentagesbedarf von Teningen auch zukünftig gedeckt werden kann. Mit den getroffenen Annahmen über das Wasserdargebot des neuen Tiefbrunnens zur Deckung der Wasserversorgung am Durchschnittstag bei Ausfall des Wasserwerks Allmend in Höhe von  $Q_d = 4.536 \text{ m}^3/\text{d}$  beläuft sich die mögliche Abgabe an Dritte auf  $Q_d = 706 \text{ m}^3/\text{d} = 8 \text{ l/s}$ . Unter diesen Annahmen wäre eine Lieferung von Ersatzwasser nach Eichstetten nur im Regelbetrieb und nicht bei einem Ausfall des Wasserwerks Allmend möglich. Wie bereits oben erläutert, wäre gegebenenfalls aus dem

Grundwasserleiter eine höhere Entnahme möglich, welche für eine Ersatzwasserversorgung bereitgestellt werden könnte.

In Abstimmung mit der Gemeinde Eichstetten wurde bereits geprüft, wo die Übergabestelle einer Ersatzwasserversorgung erfolgen kann. Eine Förderung in den HB Eichstetten (max. WSP 245,5 m+NHN) ist mit den vorherrschenden Drücken im Teningen Wasserversorgungsnetz nicht möglich. Eine Möglichkeit wäre, den Anschluss an die Förderleitung des TB Seewiesen vorzusehen und das Wasser über Pumpen in den Hochbehälter zu fördern. Der Anschluss an Teningen könnte ebenfalls am HB Nimburg erfolgen. Da aufgrund der wenigen öffentlichen Grundstücke in diesem Bereich die Leitungsverlegung umständlich ist, zu längeren Leitungstrassen führt und über den Nimberg gepumpt werden müsste, ist der Anschluss an das Ortsnetz Nimburg an der Breisacher Straße voraussichtlich zu bevorzugen. Hierfür wäre eine ca. 2 km lange Zubringerleitung entlang der L114 neu zu verlegen, wobei eine Gewässerquerung erforderlich würde.

Für das Wasserversorgungsnetz der Gemeinde Teningen liegt eine hydraulische Rohrnetzrechnung vor [39]. Anhand des Modells wurde grob geprüft, wie viel Wasser über das Ortsnetz Nimburg nach Eichstetten geliefert werden könnte. Hydraulisch könnten 2 l/s abgegeben werden, ohne negative Auswirkungen auf die Versorgungsdrücke in Nimburg zu haben. Auch höhere Entnahmemengen sind hydraulisch möglich, jedoch kommt es dann zu Komplikationen mit der Löschwasserversorgung im Süd-Westen von Nimburg. Aufgrund der Topografie des Netzes kann ein minimaler Versorgungsdruck von 1,5 bar bei einer Entnahme von 48 m<sup>3</sup>/h im Wohngebiet [57] nicht mehr eingehalten werden. Dies ist teilweise den Druckverlusten im Bereich der Düker von Nimburg geschuldet. Durch Verringerung dieser oder durch eine Erhöhung des Einspeisedrucks am Wasserwerk Bannlache kann daher ggf. mehr Ersatzwasser geliefert werden. Es wird empfohlen, dies im Zuge einer Voruntersuchung detailliert zu prüfen. Hierbei sollte jedoch zunächst geklärt werden, wie hoch das Wasserdargebot am neuen TB ist und wie viel Wasser die Gemeinde Eichstetten für eine (anteilige) Ersatzwasserversorgung benötigt. Letzteres wird derzeit im Zuge des Masterplans des Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald ermittelt.

Auch bei den weiteren umliegenden Gemeinden könnte durch den Bau des Tiefbrunnens Bannlache und dem steigenden Wasserdargebot von Teningen eine Wasserlieferung ermöglicht werden. Es wird empfohlen im Zuge einer Voruntersuchung des Tiefbrunnens Bannlache und nach Fertigstellung des Masterplans auch andere Gemeinden anzufragen.

#### **6.1.4 Variante 4: Neubau Tiefbrunnen und Speichervolumen am Wasserwerk Allmend**

Aufgrund von auftretenden Trübungen im Tiefbrunnen II kommt es teilweise zu Ausfällen und einer verminderten Entnahmemenge von maximal 14 l/s. Es kann daher nicht die maximale genehmigte Entnahmemenge von 20 l/s aus dem Grundwasseraquifer entnommen werden. Dies führt zu einem verminderten Wasserdargebot. Durch den Bau eines neuen TB im Teningen Allmend könnte das Wasserdargebot erhöht und die genehmigten 20 l/s sichergestellt werden. Der neue Tiefbrunnen könnte den Tiefbrunnen II ersetzen, um Trübungen und Ausfälle zu vermeiden.

Auf Grundlage des GLA Gutachtens vom 9.1.1984 wurde ermittelt, dass dem Muschelkalkaquifer 0,22 m<sup>3</sup>/s zuströmen. Nach Abzug der wasserrechtlich genehmigten Entnahmemenge des ZV Mauracherberg wurde in einem Gutachten des Geologisches Landesamt Baden-Württemberg (1993) rein rechnerisch festgelegt, dass

zusätzlich 80 l/s entnommen werden können [24]. Diese maximale Entnahmemenge wurde für die Tiefbrunnen des WW Allmend festgelegt..

Durch den Bau eines neuen Tiefbrunnens und Entnahme von zusätzlichen 6 l/s (im Normalbetrieb 20 h/d, an Spitzentagen Erhöhung Förderdauer auf 22 h/d) könnte die Gemeinde Teningen ihr Wasserdargebot erhöhen auf:

$Q_s$	=	35,6	l/s
$Q_d$	=	2.563	m <sup>3</sup> /Tag
$Q_{d,max}$	=	2.820	m <sup>3</sup> /Tag
$Q_a$	=	935.600	m <sup>3</sup> /Jahr

Der Bau eines zusätzlichen Tiefbrunnens wäre somit ausreichend, um den Jahresverbrauch der Gemeinde Teningen im prognostizierten Jahr 2050 mit Trinkwasser zu versorgen. Jedoch kann der Tagesspitzenbedarf in dieser Variante nicht gedeckt werden. Ggf. kann die Grundwasserentnahme auch erhöht werden, dafür wäre jedoch zunächst ein hydrogeologisches Gutachten erforderlich.

Für die Abschätzung der Kosten wurde angenommen, dass der Standort zwischen dem WW Allmend und dem Tiefbrunnen 2 entlang der bestehenden Trasse der Förderleitung des Tiefbrunnens 2 liegen kann und der Brunnen über eine ca. 50 m lange Anschlussleitung an die bestehende Förderleitung angebunden werden kann. Zudem wäre der Bau im laufenden Betrieb erforderlich.

In dieser Variante wird außerdem entsprechend der Ergebnisse aus Kapitel 4.1.3 eine Erhöhung des Wasserspeichervolumens durch eine Erweiterung des WW Allmend vorgesehen. Das hierbei erforderliche Volumen wird in Kapitel 6.2 ermittelt. Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit wird ebenfalls der Bau einer redundanten Zubringerleitung zwischen dem WW Allmend und dem alten WW Bannlache vorgesehen.

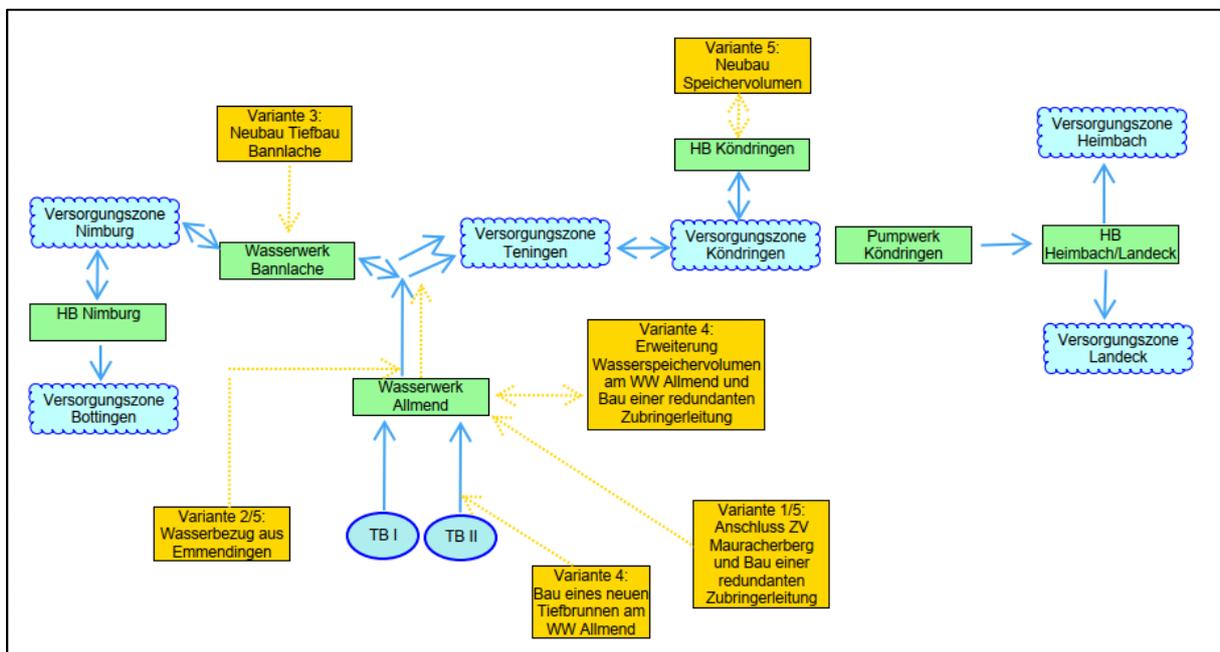
### 6.1.5 Variante 5: Kombinierte Variante 1a, 2 und Erweiterung HB Köndringen

Variante 5 stellt eine Kombination des Anschlusses des Zweckverbandes Mauracherbergs (Variante 1a) und Wasserbezug im Ersatzwasserfall (Variante 2) dar. Um das fehlende Speichervolumen im System bereitzustellen, soll der sanierungsbedürftige Hochbehälter Köndringen saniert und erweitert werden. Für die detaillierte Ermittlung des notwendigen Speichervolumens von  $V = 300 \text{ m}^3$  wird auf das nächste Kapitel verwiesen.

## 6.2 Prüfung der Varianten hinsichtlich einer Erhöhung des verfügbaren Wasserspeichervolumens

In Kapitel 4.1.3 wurde bereits erläutert, dass das derzeit vorhandene Speichervolumen in Bezug auf das Gesamtsystem nicht ausreichend ist. Aus diesem Grund wird empfohlen, in Zukunft das verfügbare Speichervolumen zu erhöhen, um eine Versorgungssicherheit im Falle eines Ausfalls für einen gewissen Zeitraum überbrücken zu können. Die in den vorherigen Kapiteln vorgestellten Varianten für eine zukunftsichere Wasserversorgung wurden nachfolgend jeweils in Bezug auf das Wasserspeichervolumen untersucht. Die fünf Varianten sind in **Abbildung 6.7** dargestellt.

- Variante 1:** Anschluss an den ZV Mauracherberg mit einem Vorlagebehälter von mindestens  $I = 250 \text{ m}^3$  inkl. Bau einer redundanten Wasserleitung zwischen Wasserwerk Allmend und ehemaligem Wasserwerk Bannlache.
- Variante 2:** Prüfung möglicher Wasserbezüge über die Stadtwerke Emmendingen
- Variante 3:** Neubau TB Bannlache und Sanierung Wasserwerk Bannlache inkl. best. Speicherbehälter mit  $I = 500 \text{ m}^3$
- Variante 4:** Bau eines zusätzlichen TB am WW Allmend und Erweiterung des bestehenden Speichervolumens im WW Allmend um  $I = 400 \text{ m}^3$
- Variante 5:** Kombination aus Variante 1, 2 und Bau eines zusätzlichem Speichervolumens von  $I = 300 \text{ m}^3$  am HB Köndringen



**Abbildung 6.7:** Skizzenhafte Darstellung der fünf untersuchten Varianten in Teningen

In **Variante 1** wurde der Anschluss an den ZV Mauracherberg am WW Allmend untersucht (siehe Kapitel 6.1.1). Da ein Anschluss an den ZV Mauracherberg zunächst über das Wasserwerk Allmend in die Versorgungszone einspeist, erhöht sich die Relevanz der nicht redundanten Zubringerleitung zwischen WW Allmend und Bannlache. Daher wird in dieser Variante entsprechend der n-1-Regel zusätzlich der Ausbau einer redundanten Zubringerleitung zwischen Wasserwerk Allmend und Bannlache empfohlen.

Wie auch in Kapitel 4.1.3 wurden die beiden Ausfallszenarien (Ausfall der Förderleitungen zum WW Allmend und Ausfall des WW Allmend) betrachtet. Im ersten Szenario, dem Ausfall der Tiefbrunnen Allmend, erhöht sich die Redundanz dadurch, dass durch den Anschluss an den Zweckverband Mauracherberg eine zusätzliche redundante Zubringerleitung gebaut wurde. Dies spiegelt sich in einer niedrigeren Betriebsreserve wider, welche über insgesamt drei Zuleitungen abgeschätzt werden kann. Entsprechend der Ergebnisse von **Tabelle 6-1** wäre das Wasserspeichervolumen des HB Nimburg, HB Köndringen, WW Allmend inkl. zusätzlicher  $250 \text{ m}^3$  vom Vorlagebehälters des Pumpwerks am Zweckverband Mauracherberg ausreichend, um das notwendige fluktuierende Volumen im Gesamtsystem, einer Betriebsreserve und einer Löschwasserreserve für einen vierfachen Brandfall ( $192 \text{ m}^3/\text{h}$ ) vorzuhalten.

Jedoch steht im Falle eines Ausfalls des Wasserwerks oder der Zubringerleitung das Speichervolumen nicht zur Verfügung (Ausfallszenario 2). Da das Wasserwerk jedoch mit redundanten Pumpen und zukünftig mit einer Notstromversorgung ausgestattet wird, ist ein vollständiger Ausfall des WW Allmend als unwahrscheinlich einzuschätzen. Eine Möglichkeit die Versorgungssicherheit weiter zu erhöhen, wäre ein zusätzliches Volumen von 300 m<sup>3</sup> im Versorgungsnetz entsprechend Variante 5 zu schaffen (z.B. Erweiterung HB Köndringen).

In **Tabelle 6-2** wird die maximale Überbrückungsdauer bei Versorgungsunterbrechung über die vorhandenen Speichervolumina der Gemeinde Teningen ohne jeglichen Zufluss, Not- bzw. Ersatzwasserversorgung dargestellt. Hierbei wurde angenommen, dass das fluktuierende Wasservolumen in den Speichern nicht zur Verfügung steht. Diese Szenarien sind als Worst-Case zu betrachten, wenn alle Zuleitungen ausfallen. Wichtig ist somit, dass nicht nur die reinen Überbrückungsdauern betrachtet werden, sondern auch die Ausfallwahrscheinlichkeit, um die Versorgungssicherheit zu bewerten. Die Ausfallwahrscheinlichkeit verringert sich mit der Anzahl an Redundanzen. Bei Variante 1a und 1b wäre eine Trinkwasserversorgung im Falle des Ausfalls des Tiefbrunnens für über 9 h ( $Q_{dm}$ ) bzw. 5 h ( $Q_{dmax}$ ) möglich. Bei Variante 1c nur 6 h ( $Q_{dm}$ ) bzw. 3 h ( $Q_{dmax}$ ). Bei Wegfall des Wasserwerks verkürzt sich diese auf 4 h ( $Q_{dm}$ ) bzw. 2 h ( $Q_{dmax}$ ).

**Variante 2** betrachtet den Wasserbezug über die Stadtwerke Emmendingen. Hierbei wird kein zusätzlicher Speicher vorgesehen. Die Versorgungssicherheit erhöht sich bei einem Ausfall der Tiefbrunnen im Vergleich zum Bestand, da eine Rückversorgung über die Zubringerleitung Emmendingen erfolgen kann. Es handelt sich hierbei jedoch um eine reine Ersatzwasserversorgung, die nur betrieben werden kann, wenn das Wasserwerk Allmend vollständig entfällt (kein verfügbares Speichervolumen und kein Zufluss in das Wasserwerk), da nur in diesem Fall Emmendingen rück einspeisen kann. Somit ergibt sich hinsichtlich dem notwendigen Speichervolumen und der maximalen Versorgungsdauer bei Regelbetrieb keine Änderungen im Vergleich zum Bestand.

**Variante 3** sieht vor, das alte Wasserwerk Bannlache neuzubauen und dort ein zusätzliches Speichervolumen von 500 m<sup>3</sup> durch Sanierung des bestehenden Behälters zu schaffen. Hierdurch wäre gleichzeitig eine Ersatzwasserversorgung geschaffen (siehe Kapitel 6.1.3). Bei einem Ausfall der Tiefbrunnen Allmend wird die Redundanz dadurch erhöht, dass durch die Sanierung des Wasserwerks ein zusätzlicher Tiefbrunnen hinzukommt. Entsprechend der Ergebnisse aus **Tabelle 6-1** wäre das Wasserspeichervolumen des HB Nimburg, HB Köndringen, WW Allmend inkl. zusätzlicher 500 m<sup>3</sup> vom Wasserwerk Bannlache ausreichend, um das notwendige fluktuierende Volumen im Gesamtsystem, einer Betriebsreserve und einer Löschwasserreserve für einen vierfachen Brandfall (192 m<sup>3</sup>/h) vorzuhalten. Im Falle eines Ausfalls der Zuleitung vom Wasserwerk Allmend fehlt das Wasserspeichervolumen des Wasserwerks Allmend. Im Gegensatz zu Variante 1 steht hier jedoch das Speichervolumen des WW Bannlache weiterhin zur Verfügung. Daher wurde für dieses Szenario das erforderliche Betriebsvolumen über zwei Zuleitungen abgeschätzt (Zubringerleitung vom Wasserwerk Allmend und Förderleitung Tiefbrunnen Bannlache). Auch hier ergibt sich das Volumen als ausreichend bemessen. Die Versorgungssicherheit ist bei Variante 3 größer als in Variante 1. Eine Versorgung wäre im Falle des Ausfalles aller drei Tiefbrunnen für 12 h ( $Q_{dm}$ ) bzw. 7 h ( $Q_{dmax}$ ) möglich. Bei Wegfall des Speichers des Wasserwerk Allmends verkürzt sich diese auf 10 h ( $Q_{dm}$ ) bzw. 9 h ( $Q_{dmax}$ ).

Für **Variante 4** wird vorgesehen, dass das Speichervolumen im WW Allmend erweitert wird. Da die Speichererhöhung keine Verbesserung in Bezug auf das Ausfallszenario 2 bewirkt, sollte zusätzlich der Bau einer redundanten Zubringerleitung vorgesehen werden, um das Risiko eines Ausfalls vom Wasserwerk Allmend in Richtung Versorgungsgebiet Teningen zu verringern. Bei Erweiterung des Speichervolumens am Wasserwerk Allmend sollten mindestens 250 m<sup>3</sup> vorgesehen werden, um genügend Speichervolumen für Ausfallszenario 1

zur Verfügung zu stellen. Es wird jedoch empfohlen, entsprechend der Auswertung in Kapitel 4.1.3, **Tabelle 4-4** 400 m<sup>3</sup> vorzusehen, um im Regelbetrieb genug Speichervolumen für die Versorgungszone Teningen (ohne Betrachtung des Gesamtsystems und Rückeinspeisung über die Hochbehälter) zur Verfügung zu stellen.

**Variante 5** verbindet Variante 1a, 2 und sieht zusätzlich den Bau eines zusätzlichen Speichervolumens  $I = 300 \text{ m}^3$  vor. Nach den Ergebnissen von **Tabelle 6-1** ist das damit vorhandene Behältervolumen im Gesamtsystem ausreichend bemessen. Eine Erweiterung am HB Köndringen wäre vsl. nur durch einen zusätzlichen Grunderwerb möglich. Eine Versorgung wäre im Falle des Ausfalles der zwei Tiefbrunnen und der Verbindung zum Mauracherberg für 12 h ( $Q_{dm}$ ) bzw. 7 h ( $Q_{dmax}$ ) möglich. Bei Wegfall des WW Allmend und damit auch des Zweckverbands verkürzt sich diese auf 8 h ( $Q_{dm}$ ) bzw. 4 h ( $Q_{dmax}$ ).

Grundsätzlich stellen die Ergebnisse der durchgeführten Berechnungen erste Richtgrößen dar, welche im Rahmen einer Detailplanung mittels tatsächlichen Zulauf- und Ablaufganglinien in den Druckzonen weiter untersucht und überprüft werden müssen

**Tabelle 6-1** Erhöhung des Wasserspeichervolumens – Variantenuntersuchung (Prognose)

Variante	Ausfall-szenario*	Spitzen-tagesbe-darf [m³/d]	Fluktuierendes Wasservolumen [m³]	Betriebsreserve [m³]	Löschwasserreserve [m³]	Summe Behälter-volumina SOLL [m³]	Summe Behälter-volumina IST [m³]
		$Q_{dmax}$	$I_{flukt} = 0,4 \times Q_{dmax}$	$I_{Br} = Q_{dm} \times \text{Ausfalldauer} / \text{Anzahl Zuleitungen}$	$I_{LW}$ Nach DVGW 405	$I_{soll} = I_{flukt} + I_{Br} + I_{LW}$	$I_{ist}$
Variante 1: Bau einer redundanten Leitung bei WW Allmend und Anschluss ZV Mauracherberg mit Vorlagebehälter I = 250 m³**	1	3.426	1.370	330 (0,5 Tage und 3 Zuleitung)	384	<b>2.084</b>	<b>V1a und V1b: 2.100</b>
	2	1.326	530	495 (0,5 Tage und 2 Zuleitung)	96		<b>1.121</b>
Variante 2: Wasserbezug aus Emmendingen	1	3.426	1.370	495 (0,5 Tage und 2 Zuleitung)	384	<b>2.249</b>	<b>1.850</b>
	2	1.326	530	990 (0,5 Tage und 1 Zuleitung)	96	<b>1.616</b>	<b>850</b>
Variante 3: Neubau Wasserwerk Bann-lache I = 500 m³	1	3.426	1.370	330 (0,5 Tage und 3 Zuleitung)	384	<b>2.084</b>	<b>2.350</b>
	2	1.326	530	495 (0,5 Tage und 2 Zuleitung)	96	<b>1.121</b>	<b>1.350</b>
Variante 4: Bau TB Allmend und eines zu-sätzlichen Speichers im System I = 400 m³, Bau einer redun-danten Leitung	1	3.426	1.370	330 (0,5 Tage und 3 Zuleitung)	384	<b>2.084</b>	<b>2.250</b>
	2	1.326	530	495 (0,5 Tage und 2 Zuleitung)	96	<b>1.121</b>	<b>1.250</b>
Variante 5: Gekoppelte Variante 1a, 2 und Bau zusätzliches Speichervolu-men I = 300 m³	1	3.426	1.370	330 (0,5 Tage und 3 Zuleitung)	384	<b>2.084</b>	<b>2.150</b>
	2	1.326	530	495 (0,5 Tage und 2 Zuleitung)	96	<b>1.121</b>	<b>1.150</b>

\*Ausfallszenario 1: Ausfall der Tiefbrunnen WW Allmend

Ausfallszenario 2: Ausfall des WW Allmend inkl. Speicher

\*\*nur bei Variante 1a und 1b ist ein zusätzlicher Vorlagebehälter vorhanden; bei Variante 1c ist kein zusätzliches Volumen vorhanden.

**Tabelle 6-2** Berechnung der Überbrückungsdauer bei Versorgungsunterbrechung mit dem verfügbaren Speichervolumen der Gemeinde Teningen für die verschiedenen Varianten (Prognose)

Variante	Szenario	Verfügbares Speichervolumen [m <sup>3</sup> ]	Max. Versorgungsdauer** [h]			Anzahl Redundanzen
			Q <sub>dm</sub>	Q <sub>dmax</sub>	Q <sub>dm+LW*</sub>	
Maßnahme Variante 1: Bau einer redundanten Leitung bei WW Allmend und Anschluss ZV Mauracherberg	Ausfall TB	2.100 (1a, 1b)	9 (1a, 1b)	5 (1a, 1b)	8 (1a, 1b)	3 (1a)
		1.850 (1c)	6 (1c)	2 (1c)	3 (1c)	2 (1b)
	Ausfall WW	850	4	2	3	3 (1c)
Maßnahme Variante 2: Versorgung über Emmendingen	Ausfall TB	1.850	6	3	5	2
	Ausfall WW	850	4	2	3	1
Maßnahme Variante 3: Neubau Wasserwerk Bannlache I=500 m <sup>3</sup>	Ausfall TB	2.350	12	7	11	3
	Ausfall WW	1.350	10	6	9	2
Maßnahme Variante 4: Bau TB Allmend und eines zusätzlichen Speichers im System I = 400 m <sup>3</sup> , Bau einer redundanten Leitung	Ausfall TB	2.250	11	6	10	3
	Ausfall WW	850	4	2	3	2
Maßnahme Variante 5: Gekoppelte Variante 1a, 2 und Bau zusätzliches Speichervolumen I = 300 m <sup>3</sup>	Ausfall TB	2.400	12	7	11	3 (1a)
	Ausfall WW	1.150	8	4	6	2

\*96 m<sup>3</sup>/h für 2 Stunden

\*\*Fluktuierendes Wasservolumen wurde für die Berechnung vom Wasserspeichervolumen abgezogen

### 6.3 Prüfung der Varianten hinsichtlich einer Erhöhung des Wasserdargebots

In Bezug auf den Wasserbedarf und das Wasserdargebot für die Prognose 2050 werden die Varianten in Bezug auf den Jahresbedarf, den Tagesspitzenbedarf und eine Ersatzwasserversorgung bei mittlerem Tagesbedarf verglichen. Die Ergebnisse sind in **Abbildung 6.8** dargestellt.

Bei einem Anschluss an den ZV Mauracherberg (Variante 1) wurde angenommen, dass die notwendige Dargebotserhöhung um 1.487 m<sup>3</sup>/d zur Deckung des Spitzenbedarfs über den ZV Mauracherberg gefördert werden kann. Dies muss jedoch noch mit dem Verband abgestimmt werden. In Bezug auf die Ersatzwasserversorgung wird zum jetzigen Stand der Planung davon ausgegangen, dass der mittlere Tageswasserbedarf nicht von dem Zweckverband zur Verfügung gestellt werden kann.

Eine Erhöhung des Dargebots über die Stadtwerke Emmendingen (Variante 2) mit einer Rückeinspeisung ist nicht möglich, da diese nur im Falle eines Ausfalls am Wasserwerk Allmend eingesetzt werden kann. Möglicherweise wäre eine Erhöhung der anteiligen Entnahmemengen an den Tiefbrunnen Allmend möglich. Hierzu müssten jedoch Verhandlungen mit den Stadtwerken Emmendingen aufgenommen werden. Im Falle eines Ausfalls des WW Allmends wäre jedoch eine eingeschränkte Ersatzwasserversorgung über die Rückeinspeisung möglich.

Es wird deutlich, dass durch den Neubau des TB Bannlache (Variante 3), das Wasserdargebot deutlich erhöht wird und sowohl das mittlere als auch das Spitzendargebot mehr als ausreichend gedeckt werden kann. Die Fördermenge des Tiefbrunnens wurde, wie in Kapitel 6.1.3 beschrieben, so ausgelegt, dass für den Prognosezustand der mittlere Tageswasserbedarf gedeckt werden kann. Ob die Ergiebigkeit des Aquifers dafür ausreicht, muss im Zuge von Pumpversuchen ermittelt werden. Über den neuen Tiefbrunnen Bannlache wäre eine vollständige Ersatzwasserversorgung möglich, da das Wasser im Vergleich zu den Tiefbrunnen Allmend aus einem anderen, dem oberen Aquifer entnommen wird. Ein zweites Standbein im Sinne einer vollumfänglichen Ersatzwasserversorgung wäre nur über diese Maßnahme möglich.

Durch den Neubau eines Tiefbrunnens am WW Allmend (Variante 4) kann der durchschnittliche Wasserbedarf gedeckt werden, jedoch nicht der Spitzentagesbedarf. Ob und inwieweit die Entnahmemenge über die derzeit genehmigte Menge erhöht werden könnte, müsste zunächst über ein hydrogeologisches Gutachten ermittelt werden. Diese Variante stellt lediglich eine Erhöhung des Dargebots und in keinem Fall eine Ersatzwasserversorgung dar.

Im Ersatzwasserfall zeigt sich, dass sowohl der Anschluss an den ZV Mauracherberg als auch die Versorgung aus Emmendingen nicht ausreichen, um den Wasserbedarf der Gemeinde Teningen vollständig zu decken. Bei Umsetzung beider Maßnahmen (Variante 5) liegt das Dargebot entsprechend **Abbildung 6.8** zwar geringfügig unter dem mittleren Tagesbedarf, allerdings beruht dies auf groben Annahmen bzgl. der möglichen Wasserabgabe seitens des ZV Mauracherberg (siehe Kapitel 6.1.1). Da Abstimmungen mit dem Zweckverband bzgl. der tatsächlichen Liefermenge ohnehin im Voraus notwendig sind, sollte in diesem Fall der Bezug seitens des ZV Mauracherbergs auf mindestens 1.500 m<sup>3</sup>/d festgesetzt werden. Dadurch wäre eine Ersatzwasserversorgung bezüglich des absoluten Wasserbedarfs möglich. Allerdings ist hierbei zu beachten, dass der ZV Mauracherberg Grundwasser aus dem gleichen Aquifer wie die TB I und II des WW Allmends bezieht. Sollte die Entnahmemöglichkeit aus diesem Aquifer z. B. durch eine Verunreinigung des Grundwassers entfallen, wäre keine Ersatzwasserversorgung möglich.



**Abbildung 6.8:** Variantenvergleich in Bezug auf Erhöhung des Wasserdargebots (Prognose 2050)

## 7 Kosten

Die Kosteneinschätzung der einzelnen Varianten basiert auf Mittelpreisen (netto) und ist einschließlich der Baunebenkosten angegeben. Die herangezogenen Preise unterliegen markttechnischen Schwankungen und können sich sowohl erhöhen als auch verringern. Zusätzliche Kosten, die über die üblichen Nebenkosten wie bspw. für ggf. benötigte Grundstücke oder naturschutzrechtliche Ausgleichsmaßnahmen hinausgehen, wurden bei den entsprechenden Varianten nicht berücksichtigt (s. Annahmen unten).

### 7.1 Variante 1: Anschluss an ZV Mauracherberg

Für die Kostenermittlungen der Varianten 1a, 1b und 1c wurden die folgenden Annahmen getroffen:

- Verlegung im offenen Graben
- Be- und Entlüftung sowie Entleerung über Hydranten
- Straßenabbruch und Wiederherstellung der Trag/Deckschicht auf gesamter Länge im Bereich des Grabenaushubs
- die Leitungszone muss mit Liefermaterial hergestellt werden
- mehrere Homogenbereiche unterschiedlichster Bodenarten 1-5 (keine Bodenarten 5, 6)
- kein anstehendes Grundwasser
- kein Kampfmittelverdacht
- keine Kontamination im Aushub- bzw. Abbruchmaterial
- keine Umlegung bzw. Wiederherstellung von Versorgungsleitungen
- keine Bodenverbesserung notwendig
- Anbindung an die Bestandsleitung außerhalb der Wasserwerke möglich
- Mischbarkeit der Wässer
- Verlegung in Wirtschaftswegen möglich
- Anschlussbauwerk an ZV Mauracherberg als oberirdisches Bauwerk
- Erneuerung der Pumpen und Umbaumaßnahmen am Wasserwerk Mauracherberg erforderlich (Variante 1c)
- Anschluss der Förderleitung innerhalb des WW Allmend
- Baunebenkosten in Höhe von 18 % der Baukosten

**Tabelle 7-1** Kosteneinschätzung (netto) der Variantenuntersuchung „Anschluss an den ZV Mauracherberg“ (Stand Dezember 2023)

Variante	Beschreibung Variantenuntersuchung „Anschluss ZV Mauracherberg“	Kosten* (netto)
1a	Neubau Pumpwerk inkl. Vorlagebehälter (250 m <sup>3</sup> ), Verlegung Leitung L = 2,5 km	rd. 5.300.000,- €
1b	Neubau Pumpwerk inkl. Vorlagebehälter, Verlegung Leitung L = 1,8 km	rd. 4.430.000,- €
1c	Neubau Übergabebauwerk am Wasserwerk, Verlegung Leitung L = 4,5 km	rd. 7.540.000,- €
+	Zusätzlicher Bau redundante Leitung zw. WW Allmend und WW Bannlache, L = 1,3 km	rd. 1.530.000,-€

\*Baukosten (netto) inkl. Baunebenkosten (Kosteneinschätzung im Sinne einer Voruntersuchung/Bedarfsanalyse)

Es ist zudem zu beachten, dass neben den Baukosten auch laufende Kosten anfallen werden, die der Zweckverband Mauracherberg für die Bereitstellung von Trinkwasser abrechnen wird. Die Kosten sind zum jetzigen Zeitpunkt nicht bekannt und müssen in Abstimmung mit dem ZV festgelegt werden.

## 7.2 Variante 2: Wasserbezug aus Emmendingen

Für die Kostenermittlungen wurden die folgenden Annahmen getroffen:

- Keine über den Umbau im Wasserwerk Emmendingen hinausgehenden Baumaßnahmen erforderlich
- Ausreichende Platzverhältnisse im Wasserwerk
- Bypassleitung DN 150 inkl. Formstücke, Rückschlagklappe (1), Absperrschieber (2), Wasserzähler (1), Regelventil (1), Schmutzfänger (1), BEV (1)
- Die Kosten der Baumaßnahme sind unabhängig von sonstigen Umbaumaßnahmen im Wasserwerk Emmendingen

Für die Umbaumaßnahme werden Baukosten (netto, inkl. Baunebenkosten) von **rd. 25.000 €** abgeschätzt (Kosteneinschätzung im Sinne einer Voruntersuchung/Bedarfsanalyse). Da diese Maßnahme jedoch im Zuge weiterer Umbaumaßnahmen am Wasserwerk vorgesehen ist, sollten die tatsächlichen Kosten und damit auch die vertragliche Regelung zwischen Emmendingen und Teningen bez. der Kostenübernahme im Zuge der weiteren Planung ermittelt werden.

Es ist zudem zu beachten, dass neben den Baukosten auch laufende Kosten anfallen werden, die die Stadtwerke Emmendingen für die Bereitstellung einer Ersatzwasserversorgung abrechnen werden. Die Kosten sind mit dem Stadtwerken Emmendingen vertraglich zu regeln.

## 7.3 Variante 3: Neubau Tiefbrunnen am ehemaligen Wasserwerk Bannlache

Für die Kostenermittlungen der Variante wurden die nachfolgenden Annahmen getroffen. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass die Investitionskosten in bedeutendem Umfang von den notwendigen Maßnahmen zur Wasseraufbereitung abhängen. Da zum aktuellen Stand keine Wasseranalysen am neuen Brunnenstandort vorliegen und Annahmen basierend auf den bestehenden Brunnen getroffen wurden, sind diese Kosten mit erhöhten Unsicherheiten verbunden:

- Bau eines Tiefbrunnens ausreichend für die Entnahme von 25,5 l/s
- Wasserqualität des Tiefbrunnens erfordert lediglich eine Entsäuerung- und UV Anlage
- Standort des neuen Brunnens befindet sich ca. 100 m südöstlich des alten TB Bannlache
- Erhöhter Aufwand bei Leitungsneubau im FFH-Gebiet und Ausgleichsmaßnahmen erforderlich
- Verlegung im offenen Graben
- die Leitungszone muss mit Liefermaterial hergestellt werden
- mehrere Homogenbereiche unterschiedlichster Bodenarten 1-5 (keine Bodenarten 5, 6)
- kein anstehendes Grundwasser
- kein Kampfmittelverdacht
- keine Kontamination im Aushub- bzw. Abbruchmaterial
- keine Umlegung bzw. Wiederherstellung von Versorgungsleitungen
- keine Bodenverbesserung notwendig

- die bestehenden Wasserkammern müssen nur saniert werden und können ohne große Umbaumaßnahmen in Betrieb genommen werden
- keine Wasserenthärtung erforderlich
- Mischbarkeit der Wässer
- Platz im Wasserwerk Bannlache ausreichend für Umbaumaßnahmen (keine Erweiterung erforderlich)
- Bestehende Wasseraufbereitungsanlagen, ESMR-Technik etc. können nicht mehr verwendet werden
- Baunebenkosten in Höhe von 18 % der Baukosten

**Tabelle 7-2** Kosteneinschätzung (netto) der Variantenuntersuchung „Neubau TB Bannlache“ (Stand Dezember 2023)

Baumaßnahmen für den Neubau des TB Bannlache	Kosten* (netto)
Probebohrungen, Pumpversuche, Standortermittlung	150.000,-€
Neubau Tiefbrunnen	rd. 1.240.000,-€
Leitungsneubau zum WW Bannlache (L = 150 m)	rd. 180.000,-€
Arbeiten am WW Bannlache	4.570.000,-€
<i>davon Sanierung der bestehenden Wasserspeicherkammern</i>	<i>rd. 500.000,-€</i>
<i>davon Wasseraufbereitungsanlagen</i>	<i>rd. 800.000,-€</i>
<i>davon Wasserverteilung (Pumpen und sonstige Hydraulische Ausrüstung)</i>	<i>rd. 850.000,-€</i>
<i>davon sonstige Umbaumaßnahmen am Wasserwerk</i>	<i>rd. 1.000.000,-€</i>
<i>davon elektrische Ausrüstung</i>	<i>rd. 540.000,-€</i>
<i>davon Baustelleneinrichtung und Baunebenkosten</i>	<i>rd. 880.000,-€</i>
<b>Summe</b>	<b>rd. 6.140.000,-€</b>

\*Baukosten (netto) inkl. Baunebenkosten (Kosteneinschätzung im Sinne einer Voruntersuchung/Bedarfsanalyse)

## 7.4 Variante 4: Neubau Tiefbrunnen und Speichervolumen am Wasserwerk Allmend

Für diese Variante wird die Erhöhung des Wasserdargebots durch den Neubau eines Tiefbrunnens im Teninger Allmend und Anschluss an das Wasserwerk Allmend untersucht. Zusätzlich soll das Wasserspeichervolumen um  $I = 400 \text{ m}^3$  erweitert werden und der zusätzliche Bau einer redundanten Zubringerleitung zwischen dem WW Allmend und dem ehemaligen WW Bannlache erfolgen (siehe Kapitel 6.2).

Für die Investitionskosten wurden die folgenden Annahmen getroffen:

- Bau des TB im laufenden Betrieb möglich
- Gefördertes Grundwasser hat die gleiche Wasserqualität wie bei TB I und II
- Anschluss des neuen TB an Förderleitung des TB II ist hydraulisch möglich, Standort des neuen Brunnens befindet sich ca. 50 m entfernt von der Förderleitung des TB II
- Verlegung der Leitungen im offenen Graben
- Be- und Entlüftung sowie Entleerung über Hydranten
- Straßenabbruch und Wiederherstellung der Trag/Deckschicht im Bereich des Grabenaushubs sofern erforderlich
- Verlegung in Wirtschaftsweg möglich
- die Leitungszone muss mit Liefermaterial hergestellt werden
- mehrere Homogenbereiche unterschiedlichster Bodenarten 1-5 (keine Bodenarten 5, 6)

- kein anstehendes Grundwasser
- kein Kampfmittelverdacht
- keine Kontamination im Aushub- bzw. Abbruchmaterial
- keine Umlegung bzw. Wiederherstellung von Versorgungsleitungen
- keine Bodenverbesserung notwendig

**Tabelle 7-3** Kosteneinschätzung (netto) des Neubaus Tiefbrunnen und Speichervolumen am Wasserwerk Allmend (Stand Februar 2024)

Baumaßnahmen für Sanierung HB Köndringen	Kosten (netto)
Probebohrungen, Pumpversuche, Standortermittlung	rd. 150.000,-€
Neubau Tiefbrunnen und Anschluss an Förderleitung des TB II	rd. 1.350.000,-€
Erweiterung Wasserspeichervolumen am WW Allmend I = 400 m <sup>3</sup>	rd. 1.800.000,-€
Zusätzlicher Bau redundante Leitung zw. WW Allmend und WW Bannlache, L = 1,3 km	rd. 1.530.000,-€
<b>Summe</b>	<b>rd. 4.830.000,-€</b>

\*Baukosten (netto) inkl. Baunebenkosten (Kosteneinschätzung im Sinne einer Voruntersuchung/Bedarfsanalyse)

\*\*in Abhängigkeit des gewählten Leitungsverlaufs

## 7.5 Variante 5: Kombinierte Variante 1a, 2 und Erweiterung HB Köndringen

In Variante 5 werden die Variante 1a, 2 mit einem zusätzlichen Bau von Speichervolumen am HB Köndringen kombiniert. Die Maßnahmen können hierbei unabhängig voneinander durchgeführt werden. Aufgrund der erhöhten Versorgungssicherheit im Netz ist der Bau eines zusätzlichen Speichers von I = 300 m<sup>3</sup> ausreichend. Bezüglich der Kosten bestehen die gleichen Annahmen wie in den vorherigen Kapiteln. Für den Bau des zusätzlichen Speichervolumens wurde, neben den Annahmen aus Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, angenommen, dass die 300 m<sup>3</sup> bei der Sanierung des Hochbehälters durch einen Anbau einer zusätzlichen Wasserspeicherkammer ergänzt werden kann, ohne den gesamten Hochbehälter neu bauen zu müssen. Kosten für einen ggf. notwendigen Grundwassererwerb sind in den Kosten nicht enthalten. Ob eine Sanierung und Erweiterung des best. HB möglich ist, sollte detailliert im Zuge einer Voruntersuchung geprüft werden. **Tabelle 7-4** fasst die Kosten der Maßnahmen zusammen.

**Tabelle 7-4** Kosteneinschätzung (netto) der Variantenuntersuchung „Kombination Variante 1a, 2 mit einem zusätzlichen Behältervolumen von I = 300 m<sup>3</sup>“ (Stand Dezember 2023)

Baumaßnahmen für Variante 5	Kosten (netto)*
Anschluss an den ZV Mauracherberg (hier: Variante 1a)	rd. 5.300.000,- €
Zusätzlicher Bau redundante Leitung zw. WW Allmend und WW Bannlache	rd. 1.530.000,-€
Umbaumaßnahmen am Wasserwerk Emmendingen (Variante 2)	rd. 25.000,-€
Sanierung/Erweiterung HB Köndringen I = 300 m <sup>3</sup>	rd. 2.430.000,-€
<b>Summe*</b>	<b>rd. 9.285.000,-€</b>

\*Baukosten (netto) inkl. Baunebenkosten (Kosteneinschätzung im Sinne einer Voruntersuchung/Bedarfsanalyse)

## 7.6 Ermittlung der laufenden Kosten

Neben den Gesamtkosten (netto) wurden auch die laufenden Kosten für die Varianten 1 bis 5 ermittelt. In den laufenden Kosten wurden neben den Betriebskosten (Energiebedarf, Wasserpfeffig, Abwasserentgelt etc.) auch der jährliche Kostenaufwand durch Abschreibung, Verzinsung und Wartung berücksichtigt.

Da sich die vom Wasserwerk Allmend erforderliche Wasserentnahme in den Varianten unterscheidet, wurden die laufende Kosten vom Wasserwerk Allmend (entsprechend der bisherigen Wasser- und Abwassergebühren) mitberücksichtigt. Für die laufenden Kosten der Varianten wurden die folgenden Annahmen getroffen. Es ist darauf hingewiesen, dass diese Annahmen nicht auf Zusagen des ZV Mauracherberg und der Stadtwerke Emmendingen beziehen, sondern auf ersten Abschätzungen. Die tatsächlichen Kosten können erst in Abstimmung mit den jeweiligen Wasserversorgern festgelegt werden.

- Die bisherigen laufenden Kosten für das WW Allmend wurden anhand der Abrechnung aus dem Jahr 2022 ermittelt. Die Betriebs- und Allgemestromkosten werden zwischen Teningen und Emmendingen anteilig entsprechend dem Wasserbezug aufgeteilt. Es wurde angenommen, dass bei zusätzlichen Wasserbezügen aus anderen Quellen diese Kosten entsprechend des neuen Anteils an Bezug aus dem Wasserwerk Allmend berechnet werden (mindestens jedoch 25 % entsprechend der vertraglichen Regelung). Der Stromverbrauch der Pumpen von Teningen und die Pacht wurden als konstant angenommen.
- Die Fixkosten für den Betrieb des Trinkwassernetzes wurden anhand der Trinkwassergebühr von Teningen 1,86 €/m<sup>3</sup> netto (abzüglich 7 % Mehrwertsteuer) multipliziert mit dem Wasserverkauf ermittelt und die Kosten vom WW Allmend abgezogen. Die Fixkosten wurden als konstant angenommen (ohne Umsetzung einer Variante).
- Bezugsentgelt ZV Mauracherberg 1,00 €/m<sup>3</sup> (Variante 1 und 5)
- Mitgliedsbeitrag und Umlagekosten ZV Mauracherberg: 80.000 €/a (Variante 1 und 5)
- Wasserentnahmeentgelt 0,10 €/m<sup>3</sup> (Wasserpfeffig)
- Energiekosten 0,30 €/kWh
- Schmutzwassergebühren 2,10 €/m<sup>3</sup> (Variante 3), Schmutzwasseranfall bei Wasseraufbereitung 1 % der geförderten Wassermenge
- Energiebedarf Entsäuerung 0,07 kWh/m<sup>3</sup> (Variante 3)
- Energiebedarf UV-Anlage 0,03 kWh/m<sup>3</sup> (Variante 3)
- Strom und Lohnkosten für den neuen TB Allmend entsprechend Kosten pro m<sup>3</sup> von dem WW Allmend im Jahr 2022 (Variante 4)
- Abschreibung Gebäude/Vorkammer und Speicherbehälter (Nutzungszeitraum 50 Jahre, Verzinsung 0 % p.a., da kein Ansatz von kalkulatorischen Zinsen in der Wasserversorgung)
- Abschreibung Aufbereitungsanlage / Technische Ausrüstung (Nutzungszeitraum 15 Jahre, Verzinsung 0 % p.a., da kein Ansatz von kalkulatorischen Zinsen in der Wasserversorgung)
- Wartung und Inspektion 1,5 % der Investitionssumme Gebäude, Aufbereitung, Technische Ausrüstung p.a.
- Bezug ZV Mauracherberg: 100.000 m<sup>3</sup>/a (Variante 1 und 5)
- Bezug aus Emmendingen: 0 % (ausschließlich Notwasserversorgung)
- Bezug aus WW Bannlache: 315.360 m<sup>3</sup>/a (Variante 3)

- Die laufenden Kosten wurden für den Bestand ermittelt und fortgeschrieben. Es wurden keine Annahmen über Änderungen des zukünftigen Verbrauchs der Stadt Emmendingen, über Strompreisanstiege etc. getroffen

**Tabelle 7-5** Kosteneinschätzung (netto) der Variantenuntersuchung (Stand Januar 2024)

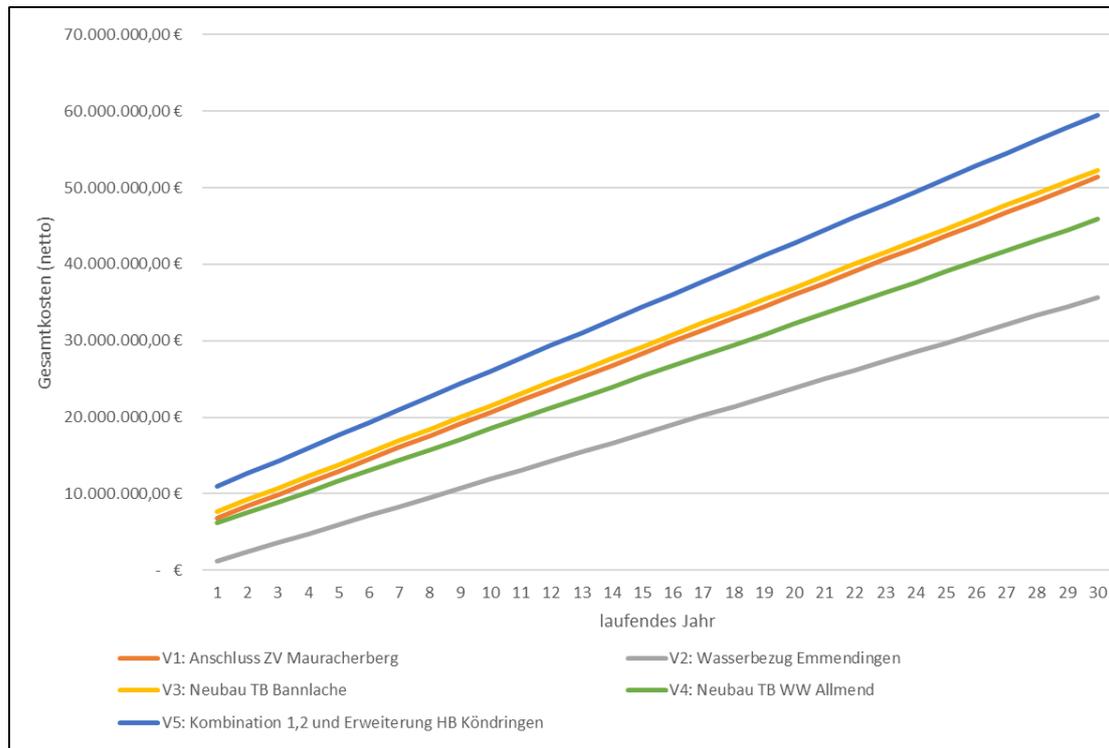
Variante	Beschreibung Variantenuntersuchung	Kosten* (netto)	Laufende Kosten Wassergewinnung** (netto)	Gesamte laufende Kosten*** (netto)
1	Anschluss an ZV Mauracherberg (Variante 1a) inkl. Bau einer redundanten Zubringerleitung zwischen WW Allmend und ehemaligem WW Bannlache	5.300.000,- €	425.000,-€	1.535.000,- €
2	Wasserbezug aus Emmendingen	25.000,- €	78.000,-€	1.188.000,- €
3	Neubau Tiefbrunnen und Sanierung WW Bannlache	6.140.000,- €	430.000,-€	1.539.000,- €
4	Neubau TB Allmend und Bau von zusätzlichem Wasserspeichervolumen im Versorgungssystem	4.830.000,- €	258.000,-€	1.367.000,- €
5	Variante 1a, 2 mit Erweiterung Wasserspeichervolumen am HB Köndringen	9.285.000,- €	565.000,-€	1.674.000,- €

\* Baukosten (netto) inkl. Baunebenkosten und laufende Kosten (netto) (Kosteneinschätzung im Sinne einer Voruntersuchung/Bedarfsanalyse).

\*\*Laufende Kosten für Wassergewinnung/Bezug (inkl. WW Allmend).

\*\*\*Laufende Kosten inkl. derzeitige Fixkosten im Wasserversorgungsnetz.

In **Abbildung 7.1** ist die Kostenentwicklung der Varianten 1 bis 5 über 30 Jahre dargestellt. Zu erkennen ist, dass die Variante 5 die höchsten Gesamtkosten verursacht. Dies ist vor allem durch die hohen Abschreibekosten begründet. Die Differenz zwischen Variante 1 und 3 ist minimal. Aufgrund der geringeren laufenden Kosten, ist die Zunahme der Gesamtkosten von Variante 4 geringer als bei Variante 3, 4 und 5.



**Abbildung 7.1:** Kostenentwicklung über 30 Jahre der Varianten 1, 2, 3, 4 und 5 mit Berücksichtigung der Investitionskosten und den laufenden Kosten pro Jahr (netto)

**Tabelle 7-6** Grob abgeschätzte Wasserpreiserhöhung pro m<sup>3</sup> Wasser bei Umsetzung der untersuchten Varianten

Variante	Beschreibung Variantenuntersuchung	„Wasserpreiserhöhung“ (bez. Wasserbedarf Bestand)	„Wasserpreiserhöhung“ in Prozent
1	Anschluss an ZV Mauracherberg (Variante 1a) inkl. Bau einer redundanten Zubringerleitung zwischen WW Allmend und ehemaligem WW Bannlache	0,61 €	31 %
2	Wasserbezug aus Emmendingen	0,02 €	1 %
3	Neubau Tiefbrunnen und Sanierung WW Bannlache	0,61 €	31 %
4	Neubau TB Allmend und Bau von zusätzlichem Wasserspeichervolumen im Versorgungssystem	0,32 €	16 %
5	Variante 1a, 2 kombiniert mit Erweiterung Wasserspeichervolumen am HB Köndringen	0,84 €	42 %

## 8 Variantenvergleich und Wertung

In diesem Kapitel erfolgen ein Vergleich und eine Bewertung der vorgestellten Varianten anhand einer Gegenüberstellung der jeweiligen Vor- und Nachteile.

### 8.1 Variante 1: Anschluss an den Zweckverband Mauracherberg

In Kapitel 6.1.1 wurden für den Anschluss des Zweckverbands Mauracherberg drei mögliche Varianten verglichen und deren technische Umsetzbarkeit geprüft. In Kapitel 7.1 wurde eine grobe Kosteneinschätzung für diese erstellt. In **Tabelle 3-4** werden diese Varianten ausgewertet und verglichen.

**Tabelle 8-1** Variantenvergleich – Anschluss an den ZV Mauracherberg

	Vorteile	Nachteile
<b>Variante 1a</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kürzeste Leitungsstrecke ohne Anschluss an die bestehende Tiefbrunnenleitung DN 200</li> <li>• Erhöhte Versorgungssicherheit aufgrund des Baus einer parallelen Leitung</li> <li>• Geringe Förderhöhe der Pumpen erforderlich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lage des Pumpwerks noch nicht bekannt, ggf. ist eine Gestattungsvereinbarung mit der Gemeinde Reute oder ein Grundstückserwerb erforderlich</li> <li>• Ggf. ist ein größerer Vorlagebehälter vorzusehen, sollte die Betriebsweise der Pumpen geändert werden.</li> </ul>
<b>Variante 1b</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kürzeste Leitungsstrecke und somit geringster finanzieller Aufwand beim Wasserleitungsbau</li> <li>• Geringere Mindestentnahmemenge als in Variante 1a (zur Vermeidung von Stagnation)</li> <li>• Kostengünstigste Variante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lage des Pumpwerks noch nicht bekannt, ggf. ist eine Gestattungsvereinbarung mit der Gemeinde Reute oder ein Grundstückserwerb erforderlich</li> <li>• Auftreten erhöhter Druckverluste und Fließgeschwindigkeiten durch Anschluss an die DN 200 Leitung und zusätzlichem Durchfluss (17 l/s) am TB 2</li> <li>• Erforderliche Förderhöhe der Pumpen höher im Vergleich zu den anderen Varianten, ggf. können die Pumpen des TB die zusätzliche Förderhöhe nicht bereitstellen und müssten im Zuge der Baumaßnahme ersetzt werden. Dies muss im Zuge der weiteren Planung geprüft werden</li> <li>• Geringere Versorgungssicherheit, da kein paralleler Leitungsverlauf</li> </ul>
<b>Variante 1c</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhte Versorgungssicherheit aufgrund des Baus einer parallelen Leitung</li> <li>• Förderung durch Pumpen des Wasserwerks ZV Mauracherberg möglich</li> <li>• Kein zusätzlicher Bau eines Speichervolumens erforderlich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau des Pumpwerks ist nicht direkt am Wasserwerk möglich, Bau muss daher im Wald (Gemarkung Reute) vorgesehen werden → höherer finanzieller und bautechnischer Aufwand</li> <li>• Aufdimensionierung der Bestandsleitung Richtung Wasser erforderlich (erhöhter Aufwand für Bauen im Bestand)</li> <li>• Höhere Baukosten aufgrund längerer Leitungsstecke</li> </ul>

Bei einer Umsetzung des Anschlusses an den ZV Mauracherberg wäre entsprechend der Auswertung in der Matrix Variante 1a zu empfehlen. Mit dieser wäre im Vergleich zu Variante 1b eine erhöhte Versorgungssicherheit aufgrund der Parallelverlegung der Wasserversorgungsleitung bis zum Wasserwerk Allmend gewährleistet. Variante 1c wird aufgrund der benötigten Leitungsstrecke und damit verbundenen höheren Baukosten, der höheren Mindestentnahme (durch Vermeidung von Stagnation) und dem erforderlichen Bau innerhalb von Waldgebiet nicht empfohlen.

Da der Anschluss an den ZV Mauracherberg über das Wasserwerk Allmend erfolgt, besteht eine geringere Erhöhung der Versorgungssicherheit als mit dem Neubau eines Tiefbrunnens am Wasserwerk Bannlache. Dies ist zum einen durch die Entnahme von Wasser aus dem gleichen, unteren Aquifer (Muschelkalk) bedingt, wodurch kein zweites Standbein geschaffen wird. Zum anderen jedoch auch dadurch, dass das zusätzliche Speichervolumen in Höhe von 250 m<sup>3</sup> für den Vorlagebehälter vor dem WW Allmend gebaut wird. Bei einem kurzfristigen Ausfall des Wasserwerks Allmend oder der nicht redundanten Zubringerleitung in Richtung Teningen, steht weder das Volumen im Wasserwerk Allmend noch das zusätzliche geschaffene Behältervolumen im Vorlagebehälter zur Verfügung. Um diese Ausfallwahrscheinlichkeit zu reduzieren, wird bei einer Umsetzung eines Anschlusses an den ZV Mauracherberg auch eine redundante Verlegung der Zubringerleitung zwischen Wasserwerk Allmend und ehemaligem Wasserwerk Bannlache empfohlen. Um die Versorgungssicherheit noch weiter zu erhöhen, wäre außerdem eine Erhöhung des Speichervolumens im HB Köndringen zu empfehlen (Variante 5).

## 8.2 Variante 2: Wasserbezug aus Emmendingen

Über den Bau eines Bypasses im Wasserwerk Emmendingen kann bei einer Rückeinspeisung einer voraussichtlichen Liefermenge von 8 l/s lediglich eine eingeschränkte Ersatzwasserversorgung ermöglicht werden. Da die Rückeinspeisung nur bei Ausfall des WW Allmends möglich ist, kann zudem das Dargebot im Regelbetrieb nicht erhöht werden. Da ein Einbau eines Bypasses im Wasserwerk Emmendingen mit vergleichbar geringem Aufwand und kurzfristig realisierbar ist, wird empfohlen, diesen im Rahmen der derzeit geplanten Umbaumaßnahmen der Stadtwerke im Wasserwerk Emmendingen und unabhängig einer Umsetzung anderer Varianten umzusetzen.

Eine Umsetzung einer Ersatzwasserversorgung über den Tiefbrunnen II des Wasserwerks Emmendingen kann dagegen aufgrund der notwendigen Chlorung, der größeren Umbaumaßnahmen mit Druckerhöhungsanlage und Vorlagebehälter und der Tatsache, dass diese eine reine Ersatzwasserversorgung ohne Erhöhung des Dargebots im Regelbetrieb darstellt, nicht empfohlen werden.

Eine Erhöhung des Wasserdargebots im Regelbetrieb wäre nur über Änderungen der vertraglich geregelten Entnahmemengen im WW Almend möglich. Hierzu müsste auf die Stadtwerke Emmendingen zugegangen und eine Erhöhung mit diesen abgestimmt werden.

## 8.3 Variante 3: Neubau Tiefbrunnen am ehemaligen Wasserwerk Bannlache

Der Neubau des TB Bannlache und die Sanierung des Wasserwerks hat den Vorteil, dass sowohl eine Erhöhung des Wasserdargebots als auch Ersatzwasserversorgung durch Nutzung von Eigenwasser ermöglicht wird. Durch die vollständige Nutzung von Eigenwasser entstehen zudem keine Abhängigkeiten zu anderen Versorgern. Durch die Entnahme aus dem oberen Grundwasseraquifer ist bei Verunreinigung des unteren

Aquifers (Tiefbrunnen Allmend) weiterhin eine Wasserversorgung aus Bannlache möglich. Somit ist nur in dieser Variante ein zweites Standbein im Sinne einer vollständigen Ersatzwasserversorgung gegeben.

Im Vergleich zu den anderen Varianten kann durch diese Maßnahme das Speichervolumen im Gesamtsystem durch Sanierung der bestehenden Tiefbehälter einfacher erhöht werden. Zudem ist die Lage des Speichers im Vergleich zu einer Erweiterung und Sanierung des HB Köndringens (Variante 5) zentraler im Versorgungsgebiet. Demgegenüber steht, dass das Speichervolumen nicht in einem Hochbehälter vorgehalten wird und somit entsprechende Sicherheiten und Redundanzen für die Pumpen erforderlich sind. Andererseits wird durch die zentrale Lage eine vom Wasserwerk Allmend unabhängige Einspeisung ermöglicht und so die Versorgungssicherheit erhöht, ohne eine zusätzliche Zubringerleitung zwischen Wasserwerk Allmend und ehemaligem Wasserwerk Bannlache zu bauen.

Durch das voraussichtlich zusätzlich verfügbare Wasserdargebot im Regelbetrieb, wäre auch eine Wasserabgabe an andere Gemeinden möglich. Dies könnte im Zuge der weiteren Planung berücksichtigt werden, wenn das tatsächliche Wasserdargebot des Tiefbrunnens bekannt ist.

Auf der anderen Seite ist der Neubau eines Tiefbrunnens mit hohen Bau- und laufenden Kosten insbesondere durch die aufwändige Wasseraufbereitung erforderlich. Die tatsächlichen Aufwendungen bei der Wasseraufbereitung können erst bei Feststellung der Rohwasserqualität am neuen Standort des Tiefbrunnens ermittelt werden. Somit ist die Kosteneinschätzung mit erhöhten Unsicherheiten im Vergleich zu den anderen Maßnahmen verbunden. Bei einer Umsetzung der Maßnahme könnte das bestehende Gebäude sowie die Wasserkammern zwar voraussichtlich genutzt werden, diese müssten jedoch umfangreich saniert werden. Zudem ist zum jetzigen Stand der Planung nicht klar, ob ein geeigneter Brunnenstandort mit der erforderlichen Ergiebigkeit und Wasserqualität gefunden werden kann. Nach jetzigem Stand wurde für das WW Bannlache keine Auslegung auf den Spitzentagesverbrauch  $Q_{dmax}$  vorgesehen, da die Anlage sonst im Regelbetrieb überdimensioniert wäre. Es ist daher nur eine Ersatzwasserversorgung bei einem mittleren Tagesverbrauch vorgesehen.

## 8.4 Variante 4: Neubau Tiefbrunnen und Speichervolumen am Wasserwerk Allmend

Durch den Neubau eines Tiefbrunnens am Wasserwerk Allmend könnte die auf Grund der Trübung derzeit reduzierte Entnahmemenge von  $Q = 6 \text{ l/s}$  entsprechend erhöht werden. Aufgrund der derzeit begrenzten wasserrechtlichen Erlaubnis von  $80 \text{ l/s}$  basierend auf einem Gutachten des Geologischen Landesamt Baden-Württemberg (1993) [24] ist eine Erhöhung darüber hinaus derzeit nicht möglich und müsste mit einem neuen Gutachten geprüft werden. Mit der genehmigten Entnahmemenge könnte zukünftig zwar der mittlere Wasserbedarf, jedoch nicht der Spitzentagesbedarf gedeckt werden.

Eine Erweiterung der Wasserspeicherkammern am Wasserwerk Allmend verbessert die Versorgungssicherheit bei einem kurzfristigen Ausfall der Tiefbrunnen. Allerdings wird durch das zusätzliche Speichervolumen keine Verbesserung der Ausgangssituation bei einem Ausfall des Wasserwerk Allmend bzw. der Zubringerleitung geboten. Daher wurde zusätzlich der Bau einer redundanten Zubringerleitung zwischen Wasserwerk Allmend und dem ehemaligen Wasserwerk Bannlache berücksichtigt. Gleichwohl verbessert diese Variante lediglich die Versorgungssicherheit im Falle eines kurzfristigen Ausfalls im System. Bei einem langfristigen Ausfall der Wassergewinnung ist der Bau eines 2. Standbeins für eine Ersatzwasserversorgung erforderlich, welches bei dieser Variante nicht ermöglicht wird. Zusätzlich wäre der Bau des Tiefbrunnens im

laufenden Betrieb erforderlich. Dies könnte die Wasserqualität der bestehenden Tiefbrunnen in diesem Zeitraum beeinträchtigen.

## 8.5 Variante 5: Kombinierte Variante 1a, 2 und Erweiterung HB Köndringen

Bei einem Anschluss an den ZV Mauracherberg und der Umsetzung einer Rückeinspeisung über die Stadtwerke Emmendingen, würde sich die Versorgungssicherheit im System erhöhen, da mehrere Bezugsquellen (Stadtwerke Emmendingen und ZV Mauracherberg) zur Verfügung stehen. Dadurch reduziert sich das notwendige Betriebsvolumen, wodurch zusätzlich zum Vorlagebehälter von  $I = 250 \text{ m}^3$ , lediglich ein Speichervolumen von  $I = 300 \text{ m}^3$  im Gesamtsystem notwendig wären. Dies könnte vsl. durch eine Erweiterung des HB Köndringen zur Verfügung gestellt werden. Im Vergleich zu Variante 1a wäre dadurch die Versorgungssicherheit bei einem kurzfristigen Ausfall des WW Allmend erhöht und eine Umsetzung der Baumaßnahme wäre trotz der geringen Platzverhältnisse (jedoch mit erforderlichem Grundstückserwerb) möglich.

Aufgrund der Vielzahl an erforderlichen Maßnahmen sind die Investitionskosten und die laufenden Kosten höher als in Variante 3. Zu beachten ist jedoch, dass bei Umsetzung der Variante 3 und 4 ebenfalls mittelfristig eine Sanierung des HB Köndringen aufgrund des baulichen Zustands erforderlich wird, welche in der KES der anderen Varianten nicht integriert sind. Variante 5 hat jedoch auch ohne die Umbaumaßnahmen am HB Köndringen die höchsten Investitionskosten.

Es ist weiterhin zu beachten, dass in dieser Variante keine vollständige Nutzung von Eigenwasser möglich. Zudem ist diese Variante aufgrund der Ersatzwasserversorgung aus dem gleichen Grundwasseraquifer (Muschelkalkaquifer als Entnahmekunde des ZV Mauracherberg und WW Allmend) nicht als zweites Standbein im Sinne einer Ersatzwasserversorgung zu sehen.

## 8.6 Fazit

In den vorherigen Kapiteln wurden Möglichkeiten zur Erhöhung der Versorgungssicherheit und Bereitstellung einer Ersatzwasserversorgung erläutert. Diese werden im Folgenden verglichen.

Durch einen Anschluss an den Zweckverband Mauracherberg (Variante 1) könnte das Wasserdargebot, insbesondere an Spitzentagen erhöht werden. Nach jetzigem Stand wird davon ausgegangen, dass der Zweckverband eine vollständige Ersatzwasserversorgung nicht zur Verfügung stellen kann. Zudem ist zu bedenken, dass das Wasserschutzgebiet der Tiefbrunnen des Wasserwerks Allmend und den Tiefbrunnen des Zweckverbands zusammenfällt, da beide den gleichen, unteren Grundwasserleiter (Muschelkalkaquifer) erschließen. Aus diesem Grund kann bei einer Kontamination des unteren Grundwasserleiters keine Ersatzwasserversorgung über den ZV Mauracherberg bereitgestellt werden und fungiert daher nicht als „zweites Standbein“ der Wasserversorgung.

Eine Ersatzwasserversorgung könnte durch die Stadt Emmendingen erfolgen (Variante 2). Diese beziehen Grundwasser aus dem oberen Aquifer (Kiesaquifer). Allerdings ist die derzeit mögliche Liefermenge gering (vsl.  $8 \text{ l/s}$ ), wodurch ausschließlich eine eingeschränkte Ersatzwasserversorgung möglich ist. Theoretisch könnte über die Inbetriebnahme des Tiefbrunnens II die Liefermenge zur Bereitstellung einer Ersatzwasserversorgung erhöht werden. Die kann jedoch nicht empfohlen werden, da der Tiefbrunnen verkeimt ist, umfangreiche Umbau- und Aufbereitungsmaßnahmen erforderlich wären und eine Erhöhung des

Wasserdargebots der Stadtwerke Emmendingen im Regelbetrieb nicht erfolgen kann, sondern nur bei einem Ausfall des Wasserwerk Allmend eine Rückeinspeisung möglich ist. Gleichwohl sind die Umbaumaßnahmen im Wasserwerk Emmendingen für die Ermöglichung einer Rückeinspeisung im Notwasserfall kurzfristig und ohne größeren Investitionsaufwand umzusetzen und werden daher in jedem Fall empfohlen. Hierzu sollte zeitnahe auf die Stadtwerke Emmendingen zugegangen werden und die Rahmenbedingungen (Kostenübernahme, Liefermenge, etc.) zu klären und vertraglich festgehalten werden.

Es besteht zudem die Möglichkeit, einen neuen Tiefbrunnen zu bauen und das stillgelegte Wasserwerk Bannlache wieder in Betrieb zu nehmen (Variante 3). Hierfür wären umfangreiche Sanierungsmaßnahmen und der Einbau von neuen Aufbereitungsanlagen erforderlich. Bei einer Erschließung des oberen Grundwasserleiters (Kiesaquifer) ist eine vollständige Ersatzwasserversorgung im Sinne eines zweiten Standbeins möglich. Zudem kann das Wasserdargebot in Spitzenbedarfszeiten gedeckt und das erforderliche Speichervolumen zur Überbrückung kurzfristiger Betriebsstörungen bereitgestellt werden.

Durch den Bau eines zusätzlichen Tiefbrunnens und Speichervolumens am Wasserwerk Allmend (Variante 4) wäre nur die Deckung des mittleren Speicherbedarfs, jedoch nicht des Spitzentagesbedarfs möglich. Zudem kann nur die kurzfristige Versorgungssicherheit erhöht werden, da diese Variante keine Ersatzwasserversorgung ermöglicht.

Eine Kombination aus dem Anschluss ZV Mauracherberg, dem Wasserbezug aus Emmendingen im Ersatzwasserfall und der Erweiterung des Speichervolumens am HB Köndringen (Variante 5) könnte sowohl das Wasserdargebot als auch die Versorgungssicherheit erhöhen. Nach Rücksprache mit dem ZV Mauracherberg und in Kombination mit dem Bezug aus Emmendingen wäre ggf. auch eine Ersatzwasserversorgung der Menge nach möglich. Es ist jedoch zu beachten, dass, wie bei Variante 1, eine Ersatzwasserversorgung vom ZV Mauracherberg über den gleichen Grundwasseraquifer erfolgen würde und daher kein zweites Standbein der Wasserversorgung darstellt.

**Tabelle 8-2** zeigt die verschiedenen Varianten anhand einer Wertungsmatrix und fasst die erforderlichen Investitionskosten und laufenden Kosten zusammen. Die Kosten unterliegen vieler Annahmen, welche in Kapitel 7 aufgelistet werden.

Nach Ausarbeitung der Varianten und Bewertung dieser, wird der Neubau eines Tiefbrunnens und die Sanierung und Inbetriebnahme des Wasserwerks Bannlache empfohlen. Gleichwohl die Maßnahme auf Grund der zusätzlichen Wasseraufbereitung voraussichtlich mit hohen Aufwendungen und Unsicherheiten im Vorfeld bzgl. der notwendigen Investition- und laufenden Kosten verbunden ist, ist nur über diese Variante eine vollständige Ersatzwasserversorgung im Sinne eines zweiten Standbeins durch die Erschließung des oberen Grundwasserleiters möglich. Zudem kann zusätzlich das Wasserdargebot in Spitzenbedarfszeiten gedeckt und das erforderliche Speichervolumen zur Überbrückung kurzfristiger Betriebsstörungen bereitgestellt werden.

Aufgrund der Unsicherheiten bzgl. der Wasserqualität und notwendiger Aufbereitungsmaßnahmen und des Standorts des Tiefbrunnens inkl. möglicher Änderungen der Wasserschutzgebiete empfehlen wir zunächst umfangreiche Voruntersuchungen mit Probebohrungen durchzuführen, um die Randbedingungen für den Neubau eines Tiefbrunnens genauer festlegen zu können.

**Tabelle 8-2** Wertungsmatrix der Variantenuntersuchung mit Kosteneinschätzung

Variante	Beschreibung	Wasser- speicherung	Versorgungs- sicherheit	Wasser- dargebot	Ersatz- wasser- versorgung	Nutzung Eigenwasser	Laufende Kosten netto*	Kosten netto*
1	Anschluss an ZV Mauracher- berg (Variante 1a) inkl. Bau ei- ner redundanten Zubringerlei- tung zwischen WW Allmend und ehemaligem WW Bannla- che	+	++	++	+	0	1.535.000,- €	rd. 5.300.000,- € **
2	Wasserbezug aus Emmen- dingen	0	+	0	0	0	1.188.000,- €	rd. 25.000,- €
3	Neubau Tiefbrunnen und Sa- nierung WW Bannlache	++	++	++	++	++	1.539.000,- €	rd. 6.140.000,-€
4	Neubau eines Tiefbrunnens und zusätzliches Wasserspei- chervolumen am WW Allmend inkl. Bau einer redundanten Zubringerleitung zwischen WW Allmend und ehemaligem WW Bannlache	++	+	+	0	0	1.367.000,- €	rd. 4.830.000,-€ **
5	Variante 1a, 2 und 4 kombi- niert mit Erweiterung Wasser- speichervolumen am HB Kön- dringen	++	++	++	+	0	1.674.000,- €	rd. 9.285.000,-€ **/***

0 keine Änderung, + leichte Verbesserung, ++ Verbesserung

\*Baukosten (netto) inkl. Baunebenkosten (Kosteneinschätzung im Sinne einer Voruntersuchung/Bedarfsanalyse). In den laufende Kosten wurden Fixkosten und die Kosten des WW Allmend eingerechnet.

\*\*Kosten inkl. Neubau einer redundante Zubringerleitung zwischen Wasserwerk Allmend und ehemaligem Wasserwerk Bannlache

\*\*\* Kosten inkl. Leitungsneubau der Zubringerleitung zum HB Köndringen

## 9 Zusammenfassung

Um sich auf derzeitige sowie zukünftigen Problemstellungen, die insbesondere durch den Klimawandel beeinflusst werden, vorzubereiten, hat die Gemeinde Teningen das Ingenieurbüro Wald + Corbe beauftragt, ein Strukturgutachten im Hinblick auf eine zukunftssichere Trinkwasserversorgung in Auftrag gegeben.

Die Zielstellung dieses Strukturgutachtens nach Förderrichtlinie Wasserwirtschaft 2015 für die Trinkwasserversorgung der Gemeinde Teningen ist, die bestehenden Versorgungsverhältnisse (Ist-Zustand) detailliert aufzuzeigen und den kurz- bis langfristigen Handlungsbedarf zu benennen. Hierbei wurde vor allem die Auswirkungen des steigenden Wasserbedarfs der Gemeinde Teningen sowie eine mögliche Ersatzwasserversorgung / zweites Standbein untersucht. Auf dieser Basis wurden in Abstimmung mit der Gemeinde Teningen Lösungsvarianten erarbeitet, um die Voraussetzungen und vor allem eine Entscheidungsgrundlage für eine gezielte Entwicklung der Wasserversorgungsinfrastrukturen zu schaffen bzw. zu erhalten.

### Grundlagen

Im Kapitel 3 wurde unter anderem die Trinkwasserqualität des Roh- und Reinwassers der Gemeinde Teningen untersucht. Die Trinkwasserqualität der Gemeinde Teningen zeigt in den Versorgungsgebieten (Reinwasser) hinsichtlich der chemischen, physikalischen und mikrobiologischen Beschaffenheit keine Auffälligkeiten bzw. Überschreitungen der in der Trinkwasserverordnung festgesetzten Grenzwerte. Derzeit betreibt die Gemeinde Teningen keine Wasseraufbereitungsanlagen.

Außerdem wurde in Kapitel 3 zur Bewertung der Wasserbilanz das Wasserdargebot dem Wasserbedarf anhand von täglichen und jährlichen Wasserbilanzen gegenübergestellt. Diese wurde sowohl für den aktuellen als auch für den prognostizierten Wasserbedarf der Gemeinde Teningen für das Jahr 2050 unter der Berücksichtigung der derzeit bekannten Erweiterungsgebiete erstellt.

Derzeit wird das Wasserdargebot nur über die beiden Tiefbrunnen am Wasserwerk Allmend gestellt. Nach Auswertung des derzeitigen und prognostizierten Wasserbedarfs ist dieses nicht ausreichend, um in Zukunft den Wasserbedarf des Wasserversorgungsgebiets zu decken. Insbesondere in Bezug auf den Tagesspitzenbedarf sind dringend Maßnahmen zur Erhöhung des Wasserdargebots erforderlich.

Außerdem sind hinsichtlich des Wasserdargebots die Befristungen der wasserrechtlichen Erlaubnisse der Tiefbrunnen zu beachten und bei Bedarf zu verlängern.

Grundsätzlich sollte aufgrund der angenommen linearen Entwicklung der Bevölkerungsentwicklung und somit der tatsächliche Wasserbedarf in den zukünftigen Jahren regelmäßig beobachtet werden, um mögliche Engpässe frühzeitig zu erkennen und notwendige Maßnahmen zu ergreifen.

### Bestehende Verhältnisse und Handlungsbedarf

Anhand einer umfangreichen Bestandserhebung einschließlich einer bautechnischen Bewertung (s. Kapitel 4.2) und in Abstimmung mit der Gemeindeverwaltung, konnte, wie in Kapitel 5 tabellarisch dargestellt, ein kurz- bis langfristiger Handlungsbedarf aufgezeigt werden. Folgende Problemfelder bzw. Schwerpunkte sind dabei besonders hervorzuheben:

- Wassergewinnung: Durchführung Hydroisotopischer Untersuchung
- Wasserschutzgebiete: Aufhebung des WSG TB Nimburg, Abstimmung mit LRA bez. zukünftiger Nutzung des Brunnens
- Wasserdargebot/-rechte: Umsetzung einer Maßnahme zur Erhöhung des Wasserdargebots (s.u.)
- Ersatzwasserversorgung: Umsetzung einer Maßnahme zur Ersatzwasserversorgung (s.u.), Umsetzung der Umbaumaßnahmen am WW Emmendingen für eine mögliche eingeschränkten Ersatzwasserversorgung von den Stadtwerken Emmendingen (kurzfristig)
- Wasserqualität: Maßnahmen zur Vermeidung von erhöhten Temperaturen (ggf. ausgelöst durch schlechte Isolation am HB Köndringen)
- Wasserspeicherung: Umsetzung einer Maßnahme zur Erhöhung der Speicherkapazität im Netz (s.u.); Sanierung/Neubau des HB Köndringen, Erneuerung ESMR-Technik alle 15-20 Jahre der Wasserspeicheranlagen
- Wasserverteilung: Neubau / Sanierung Druckerhöhungsanlage Bottingen, Neubau Zubringerleitung HB Köndringen, ggf. Bau einer redundanten WV-Leitung zwischen WW Allmend und ehemaligem WW Bannlache, Durchführung Sanierungsmaßnahmen im Versorgungsnetz zur Vermeidung von Rohrbrüchen und Wasserverlusten (entsprechend des Masterplans der Gemeinde Teningen), Verbesserung Einbruchsicherheit an der Zonentrennung Köndringen, Erneuerung ESMR-Technik alle 15-20 Jahre der Wasserverteilungsanlagen, Prüfung Objektschutzmaßnahmen im Hochwasserfall am Pumpwerk Köndringen und Ergänzung in Maßnahmeplan, Prüfung Druckeinstellung an DRA Heimbach und Regelungskonzept zur Vermeidung von Stagnation
- Notwasserversorgung: Überarbeitung und Aktualisierung des Maßnahmenplans nach §50, Erstellung Water-Safety-Plan, Abstimmung mit dem LRA Emmendingen bez. Abtrennung der Notbrunnen vom Leitungsnetz, Umsetzung Maßnahme zur Notwasserversorgung (s.u.)

## Varianten und Kosten

Ziel der Variantenuntersuchungen ist es, die wichtigsten Punkte des aufgezeigten Handlungsbedarfs detaillierter zu untersuchen und die technisch und wirtschaftlich sinnvollste Lösung für die Trinkwasserversorgung der Gemeinde Teningen herauszuarbeiten. In Abstimmung mit der Gemeinde wurden die folgenden Zielsetzungen für die Variantenuntersuchung festgelegt:

1. Erhöhung des Wasserdargebots durch Anschluss an den ZV Mauracherberg
2. Bezug von Ersatzwasser von den Stadtwerken Emmendingen
3. Erhöhung der Versorgungssicherheit und Sicherstellung einer Ersatzwasserversorgung durch Neubau eines TB und Sanierung des ehemaligen Wasserwerks Bannlache
4. Bau eines zusätzlichen TB am WW Allmend und Erweiterung des Speichervolumens im WW Allmend
5. Kombination von Variante 1, 2 und Erweiterung Speichervolumen am HB Köndringen

Für eine detaillierte Beschreibung des jeweiligen Variantenumfanges und welche baulichen Maßnahmen hierzu vorzusehen sind, wird auf Kapitel 0 bzw. auf die in den im Anhang beiliegenden Planunterlagen (Lagepläne) verwiesen.

Basierend auf diesen Beschreibungen und Planunterlagen wurden in Kapitel 7 die groben Baukosten im Sinne einer Voruntersuchung/Bedarfsanalyse ermittelt.

## Variantenvergleich und Wertung

In Kapitel 0 erfolgt der Vergleich der untersuchten Varianten mit den jeweiligen Vor- und Nachteilen, sowie eine Gegenüberstellung mithilfe einer Wertungsmatrix. Unter anderem erfolgt die Wichtung der Varianten mittels nicht monetärer

Sachverhalte wie z.B. der Versorgungssicherheit, Nutzung Eigenwasser, etc. Ebenso wurden die Investitionskosten sowie bei Erfordernis die laufenden Kosten in die Bewertung miteinbezogen.

### **Empfehlung**

Für die untersuchten Varianten wird aufgrund der oben gewonnenen Erkenntnisse eine Empfehlung gegeben. Es gilt hierbei zu beachten, dass alle Empfehlungen im Rahmen einer Voruntersuchung / Bedarfsanalyse getroffen wurden. Bei tatsächlicher Umsetzung sind über eine Detailplanung die genauen Rahmenbedingungen weitergehend festzulegen und zu prüfen.

Wir empfehlen den Neubau eines Tiefbrunnens und die Sanierung und Inbetriebnahme des ehemaligen Wasserwerks Bannlache. Dieser ist auf Grund der zusätzlichen Wasseraufbereitung voraussichtlich mit hohen Aufwendungen und Unsicherheiten im Vorfeld bzgl. der notwendigen Investition- und laufenden Kosten verbunden. Allerdings kann nur über diese Variante eine vollständige Ersatzwasserversorgung im Sinne eines zweiten Standbeins durch die Erschließung des oberen Grundwasserleiters möglich. Zudem kann zusätzlich das Wasserdargebot in Spitzenbedarfszeiten gedeckt und das erforderliche Speichervolumen zur Überbrückung kurzfristiger Betriebsstörungen bereitgestellt werden.

Aufgrund der Unsicherheiten bzgl. der Wasserqualität und notwendiger Aufbereitungsmaßnahmen und des Standorts des Tiefbrunnens inkl. möglicher Änderungen der Wasserschutzgebiete empfehlen wir zunächst umfangreiche Voruntersuchungen mit Probebohrungen durchzuführen, um die Randbedingungen genauer festlegen zu können.

Weiterhin empfehlen wir die technische Umsetzbarkeit einer Rückeinspeisung vom Wasserwerk Emmendingen bei Ausfall des WW Allmend zu realisieren. Diese Maßnahme kann mit vergleichsweise geringen Kosten und bei einer Umsetzung im Zusammenhang mit den Umbaumaßnahmen der Stadtwerke Emmendingen sehr kurzfristig (im Jahr 2024) erfolgen. Hierzu sollte zeitnahe auf die Stadtwerke Emmendingen zugegangen werden und die Rahmenbedingungen (Kostenübernahme, Liefermenge, etc.) zu klären und vertraglich festgehalten werden.

WALD + CORBE Consulting GmbH



i. A. Dr.-Ing. Thomas Müller



i. A. M.Sc. Jessica Siemel

## Quellenverzeichnis

- [1] DVGW – Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
- [2] Richtlinien des Umweltministeriums für die Förderung wasserwirtschaftlicher Vorhaben (FrWw 2015), Az.: 5-8907.00/5
- [3] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft: Empfehlung für den Aufbau eines Strukturgutachtens im Bereich der öffentlichen Wasserversorgung, Version 01/2016
- [4] BDSF: Bevölkerungsvorausrechnung Gemeinde Teningen 2030, Juli 2018
- [5] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft: Leitbild: Zukunftsfähige Trinkwasserversorgung Baden-Württemberg, Jan 2007
- [6] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (WHG), 30.07.2009
- [7] Gemeinde Teningen, Eigenbetrieb Wasserversorgung: Maßnahmenplan nach § 16 Absatz 5 Trinkwasserverordnung, Stand Juli 2020
- [8] Gemeinde Teningen: Stündliche Wasserentnahmemengen am WW Allmend, übermittelt per E-Mail am 31.08.2022
- [9] Gemeinde Teningen: Wasserentnahmemengen, Wasserverkauf, übermittelt per Mail am 31.05.2021
- [10] Landratsamt Emmendingen, Gesundheitsamt: Niederschrift über die Prüfung einer Wasserversorgungsanlage in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016, die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 22.09.2021 geändert worden ist, 27.06.2023
- [11] DVGW Arbeitsblatt W 1000: Anforderungen an die Qualifikation und die Organisation von Trinkwasserversorgern, Jan. 2016
- [12] DVGW Arbeitsblatt W400-3: Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV) Teil 1 – 3, Sep. 2004 – Feb. 2015
- [13] Bundesamt für Justiz und für Verbraucherschutz: Trinkwasserverordnung vom 20. Juni 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 159)
- [14] hydrologische Stellungnahme des "Landesamts für Geologie, Bergbau und Rohstoffe Baden-Württemberg" bez. TB Bannlache, 09.12.2004
- [15] Gemeinde Teningen: Wasseranalysen des Gewerblichen Instituts für Umweltanalytik GmbH (Reinwasser aus den Jahren 2020 – 2022).
- [16] Bundesamt für Justiz und für Verbraucherschutz: Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG), Mai 2007
- [17] Deutsches Institut für Normung e. V.: DIN 1988-200, Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 200: Installation Typ A (geschlossenes System) – Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe; Technische Regel des DVGW, Mai 2012
- [18] VDI/DVGW 6023 Blatt 1: Hygiene in Trinkwasser-Installationen – Anforderung an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung, Beuth, Berlin, 04/2013
- [19] Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ): SchALVO Merkblatt, Druck-Nr.: MLR 18-2008-23
- [20] Statistisches Bundesamt: Anschlussgrad sowie Wasserabgabe an Haushalte, gewerbliche und sonstige Abnehmer, Oktober 2021

- [21] Gesundheitsamt Landkreis Karlsruhe: Schreiben über die Überprüfung von „Wasser für den menschlichen Gebrauch“ gemäß §§ 37-38 Infektionsschutzgesetz (vom 20. Juli 2000) in Verbindung mit der Trinkwasserverordnung [...], Karlsruhe, 31.03.2021
- [22] DVGW Arbeitsblatt W 101: Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete Teil 1, Juni 2006
- [23] Mutschmann/Stimmelmayer: Taschenbuch der Wasserversorgung, 2014
- [24] Geologisches Landesamt Baden-Württemberg: Hydrogeologisches Untersuchungsprogramm zur zusätzlichen Erschließung von Grundwasser in der nördlichen Freiburger Bucht, 1993
- [25] Landratsamt Emmendingen: Wasserrechtliche Erlaubnis Tiefbrunnen I und II Allmend für die Gemeinde Teningen und Stadt Emmendingen, 26.06.2003
- [26] Gemeinde Teningen/Stadt Emmendingen: Wasserrechtsantrag Grundwasserentnahme Tiefbrunnen Allmend – Erläuterungsbericht mit Wasserbedarfsermittlung, 13.03.2003
- [27] Vertrag zw. der Stadt Emmendingen und Gemeinde Teningen über gemeinsame Wassergewinnung – aufbereitung und -bereitstellung, 02. Dezember 1998
- [28] Sondervereinbarung zw. der Stadt Emmendingen und Gemeinde Teningen zum Vertrag vom 02.12.1998 über gemeinsame Wassergewinnung – aufbereitung und -bereitstellung, Festlegung des Speichervolumens. 24. August 2000
- [29] Wasserversorgungsverband Mauracherberg – Wasserschutzgebiete Teninger Allmend, gezeichnet von Fritz Planung GmbH, 118.11.2013. Übermittelt von Gemeinde Teningen am 01.12.2022
- [30] Bayerisches Landesamt für Umwelt: Merkblatt Nr. 1.2/7 Wasserschutzgebiete für die öffentliche Wasserversorgung, 01.01.2010
- [31] Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW): Daten- und Kartendienst – Wasserschutzgebietszonen, aufgerufen im Februar 2023
- [32] DVGW Arbeitsblatt W 410 Wasserbedarf – Kennwerte und Einflussgrößen, Dez 2008
- [33] Statistisches Landesamt: Regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung Basis 2020; obere Variante
- [34] Website der Gemeinde Teningen; Zahlen und Fakten: Bevölkerungszahlen. Stand 31.03.2022. Online Verfügbar unter [https://www.teningen.de/unsere-gemeinde/zahlen+\\_fakten#id633234](https://www.teningen.de/unsere-gemeinde/zahlen+_fakten#id633234) (30.01.2023)
- [35] IB Weissenrieder: Umstellung der Wasserversorgung der Gemeinde Teningen von dezentraler Versorgung der Teilorte auf eine zentrale Versorgungsstruktur, 2008
- [36] Aktennotiz Besprechung mit dem Landratsamt Emmendingen bez. der Untersuchung zur Deckung des zukünftigen Wasserbedarfs der Gesamtgemeinde und Überprüfung der Notwendigkeit einer Ersatz- bzw. Notwasserversorgung als zweites Standbein der Wasserversorgung Teningen, 30.06.2011
- [37] Hydroisotop (Dr. J. Heinz): Ergebnisse der hydrochemischen und isopenhydrologischen Untersuchungen in der Teninger Allmend, 25.10.2006 in Auftrag von den Stadtwerken Emmendingen und dem Wasserversorgungsverband Mauracherberg
- [38] Geologisches Landesamt Baden-Württemberg; Hydrogeologisches Untersuchungsprogramm zur zusätzlichen Erschließung von Grundwasser in der nördlichen Freiburger Bucht, 14.12.1993
- [39] Ingenieurbüro Wald+Corbe Consulting GmbH: Erläuterungsbericht zur Hydraulischen Rohrnetzberechnung Teningen, derzeit in Bearbeitung,
- [40] Ingenieurbüro Wald+Corbe: Aktennotiz Nr. 2, Untersuchungen zur Deckung des zukünftigen Wasserbedarfs der Gesamtgemeinde und Überprüfung der Notwendigkeit einer Ersatz- bzw. Notversorgung als zweites Standbein der Wasserversorgung Teningen, Besprechungstermin mit dem LRA Emmendingen, 30.06.2011

- [41] Ingenieurbüro Wald+Corbe: Erläuterungsbericht „Erstellen eines langfristigen Sanierungskonzeptes für das Wasserversorgungsnetz Teningen“, Oktober 2018
- [42] Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe: Wassersicherstellung. Online verfügbar unter: [https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Kritische-Infrastrukturen/Sektoren-Branchen/Wasser/Wassersicherstellung/wassersicherstellung\\_node.html](https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Kritische-Infrastrukturen/Sektoren-Branchen/Wasser/Wassersicherstellung/wassersicherstellung_node.html), zuletzt geprüft: 18.12.2023
- [43] Umweltbundesamt, TZW: Das Water-Safety-Plan-Konzept, Ein Handbuch für kleine Wasserversorgungen, 3. Auflage, 2018
- [44] Landratsamt Emmendingen: Zulassung der Abweichung vom Grenzwert für N,N-Dimethylsulfamid (DMSA) einem Abbauprodukt von Pflanzenschutzmittel mit dem Wirkstoff Tolyfluamid, 06.06.2007
- [45] Gemeinde Teningen: Entwurfspläne „Ausbau der Wasserversorgung“, vedewa .V., Juni 1990
- [46] Landratsamt Emmendingen: Wasserrechtliche Erlaubnis TB Bannlache, 19.12.1974
- [47] Landratsamt Emmendingen: Verlängerung Wasserrechtliche Erlaubnis TB Bannlache, 06.08.2002
- [48] TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser – 23. TZW-Kolloquium, Stauder, S.; Müller, U.; Brauer, F.; Sacher, F.: Konsequenzen des Klimawandels für Quellwasserversorgungen. DVGW energie/wasser-praxis 11/2019, 76-79 (2019)
- [49] Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW): Klimawandel als Herausforderung, Februar 2019
- [50] DVGW Arbeitsblatt W 392: Wasserverlust in Rohrnetzen; Ermittlung, Wasserbilanz, Kennzahlen, Überwachung, Sep 2017
- [51] DVGW Arbeitsblatt W 410: Wasserbedarf – Kennwerte und Einflussgrößen, Dez 2008
- [52] Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW): Erhebungsleitfaden Masterplan Wasserversorgung, Entwurf Stand April 2021
- [53] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“: Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten (RiStWag), 2016
- [54] Mutschmann/Stimmelmayer: Taschenbuch der Wasserversorgung, 2014
- [55] Umweltbundesamt, Bekanntmachung der Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 der Trinkwasserverordnung, November 2012
- [56] DVGW Information: Sicherung eines regelkonformen Betriebs von UV-Desinfektionsgeräten nach DVGW-Arbeitsblatt W 294, April 2012
- [57] DVGW Arbeitsblatt W 405: Bereitstellung von Löschwasser durch die öffentliche Trinkwasserversorgung, Feb. 2008
- [58] DVGW Arbeitsblatt W 216: Versorgung mit unterschiedlichen Trinkwässern, Aug. 2004
- [59] Bayerisches Landesamt für Umwelt: Merkblatt Nr. 1.1/3, „Weiterverwendung nicht mehr genutzter Wassergewinnungsanlagen, Wasserfassungen und Grundwassermessstellen“, Januar 2019