

ZWECKVERBAND WASSER- VERSORGUNG AM OBEREN NECKAR



Strukturanalyse



Fritz Planung GmbH
Beratende Ingenieure VBI
Generalplaner

Stand: 05.08.2014



Projektübersicht

Projektbeschreibung: Strukturanalyse

Auftraggeber: Zweckverband Wasserversorgung am Oberen
Neckar
Kirchplatz 1
78661 Dietingen

Auftragsnummer: 7.866.958.003

Bearbeiter: Dr.-Ing. Eduard Leiber
Johannes Wendang, B.Sc.

Bad Urach, den 05.08.2014

Projektleitung: Fritz Planung GmbH
Beratende Ingenieure VBI
Am Schönblick 1
72574 Bad Urach
Tel. 07125/15000
FAX 07125/150050
e-mail: service@Fritz-Planung.de
Internet: www.fritz-planung.de



DIN EN ISO 9001:2000
Zertifikat: 01 100 019941

Die vorliegende Ausarbeitung unterliegt dem Schutz des Urheberrechts. Sie ist geistiges Eigentum der Verfasser und darf nur mit deren Zustimmung und Nennung verwendet werden.



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Veranlassung.....	7
2. Zusammenfassung Strukturanalyse.....	8
3. Wasserbedarfsprognose.....	9
3.1 Bisherige Entwicklung.....	9
3.1.1 Einwohnerzahlen.....	9
3.1.2 Spezifischer Wasserbedarf	11
3.1.3 Wasserverluste	14
3.1.4 Spitzenbedarfsfaktoren	17
3.2 Prognoseansätze bis zum Jahr 2035	18
3.2.1 Prognose Einwohnerzahlen	18
3.2.2 Prognose spezifischer Wasserbedarf	21
3.2.3 Prognose Wasserverluste	21
3.2.4 Prognose Spitzenbedarfsfaktoren	22
3.3 Wasserbedarfsprognose bis zum Jahr 2035	24
4. Wasserbilanzierung	26
4.1 Wasserdargebot und qualitative Rohwassersituation	26
4.2 Wasserbilanz	27
5. Verbandsanlagen im Überblick	28
5.1 Übersichtslageplan	28
5.2 Wassergewinnung	28
5.3 Wasseraufbereitung und Wasserförderung.....	29
5.3.1 Ultrafiltration.....	29
5.3.2 Aktivkohlefilter.....	30
5.3.3 Transportchlorung.....	31
5.3.4 Reinwasserpumpwerk.....	31
5.3.5 Schaltwarte	31
5.4 Energieerzeugung.....	32



5.5	Transportleitungen	32
5.6	Hochbehälter	34
5.7	Fernwirktechnik.....	35
6.	Analyse der bestehenden Versorgungssituation und der vorhandenen Anlagen.....	36
6.1	Wassergewinnung und Aufbereitung.....	36
6.2	Quellzuleitung zum Wasserwerk	37
6.3	Wasserwerk	37
6.3.1	Ultrafiltrationsanlage	37
6.3.2	Belüftung Reinwasserkammer.....	37
6.3.3	Reinwasserförderung	37
6.3.4	Leitwarte	38
6.3.5	Eigenstromnutzung	38
6.4	Wehranlage	38
6.5	Hochbehälter	39
6.5.1	Außenbereich.....	39
6.5.2	Behälterkammer.....	41
6.5.3	Hydraulik.....	43
6.5.4	Zusammenfassung.....	45
6.6	Schächte.....	46
6.6.1	Bauliche Mängel	47
6.6.2	Begehbarkeit.....	47
6.6.3	Hydraulische Installation	48
6.6.4	Zusammenfassung.....	49
6.7	Leitungen	50
6.8	Überprüfung der Anlagendimensionen (Förderung, Transport, Speicherung) unter Berücksichtigung der Wasserbedarfsprognose.....	52
6.8.1	Hochbehälter.....	52
6.8.2	Leitungen	54
6.9	Bewertung der Rohwasserqualität des Eigenwassers und der Mischsituation mit Zusatzwässern	55



7.	Der Klimawandel und die Folgen	56
7.1	Lufttemperatur	56
7.2	Sturm	57
7.3	Starkniederschlag	58
7.4	Hoch-/Niedrigwasser.....	59
7.5	Grundwasserstand und Quellschüttungen.....	59
8.	Gefährdungspotential und Risikoanalyse.....	61
8.1	Gefährdungsanalyse.....	61
8.2	Risikoabschätzung.....	63
8.3	Risikobeherrschung	65
8.4	Ausfallszenarien.....	65
8.4.1	Ausfall WW Neckarburg oder Bodensee-Wasserversorgung	65
8.4.2	Ausfall einer Druckleitung WW Neckarburg – HHB Neukirch.....	66
8.4.3	Ausfall Leitung DN 200 HHB Neukirch – SK Feckenhausen	66
8.4.4	Ausfall Leitung DN 200 SK Feckenhausen – HB Wellendingen.....	66
8.4.5	Ausfälle nördliches Verbandsgebiet	67
9.	Planungsziele für die künftige Versorgung.....	69
10.	Ausbaustufenplanung 2035	70
11.	Benachbarte regionale Wasserversorgungen	74
11.1	Energieversorgung Rottweil ENRW	74
11.2	Zweckverband Eschachwasserversorgung	74
11.3	Zweckverband Wasserversorgung Hohenberggruppe.....	75
11.4	Zweckverband Wasserversorgungsgruppe Kleiner Heuberg.....	75
11.5	Zusammenfassung	76
12.	Fernwasserversorgungssysteme	78
12.1	Mögliche Direktanschlüsse an BWV.....	78
12.1.1	BWV-Anschluss HB Frittlingen	79
12.1.2	BWV-Anschluss HB Wellendingen	79
12.1.3	BWV-Anschluss HB Frittlingen und HB Wellendingen.....	80
12.2	Überschlägige Dimensionierung Direktanschlüsse.....	80



12.2.1	BWV-Anschluss HB Frittlingen	80
12.2.2	BWV-Anschluss HB Wellendingen	81
12.2.3	BWV-Anschluss HB Wellendingen und HB Frittlingen	81
12.3	Vollversorgung BWV über HHB Neukirch.....	81
13.	Kostenschätzung und Wirtschaftlichkeitsvergleich	82
13.1	Abschätzung der erforderlichen Investitionskosten und Gegenüberstellung der Lösungsansätze	83
13.1.1	Variante „Sanierung Ausbau im Bestand“	83
13.1.2	Variante „BWV-Anschluss HB Frittlingen“	85
13.1.3	Variante „BWV-Anschluss HB Wellendingen“	87
13.1.4	Variante „BWV-Anschluss HB Frittlingen und HB Wellendingen“	89
13.1.5	Variante „Vollversorgung BWV über HHB Neukirch“	92
13.1.6	Gegenüberstellung der Lösungsansätze	94
13.2	Sensitivitätsanalyse	95
14.	Literaturverzeichnis.....	98
	Abbildungsverzeichnis	99
	Tabellenverzeichnis	101
	Anlagenverzeichnis	102



1. Veranlassung

Seit nunmehr etwa 86 Jahren versorgt der Zweckverband Wasserversorgung am Oberen Neckar seine Mitglieder zuverlässig mit Trinkwasser aus der eigenen Fassung im Neckartal sowie Zusatzwasser vom Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung.

Um auch künftig diesem Anspruch gerecht zu werden, wurde 2013 eine grundlegende Zustandsanalyse der Verbandsanlagen erstellt, die für die mittelfristige Entwicklung einen erheblichen Investitionsbedarf ausweist.

Alternativ zur grundlegenden Sanierung der Verbandsanlagen soll im Rahmen der vorliegenden Strukturanalyse möglichen Alternativen wie Verbundlösungen oder Änderungen der Verbandsstruktur nachgegangen werden. Dabei soll auch den wasserwirtschaftlichen Veränderungen durch Klimawandel, Bevölkerungsstruktur und Abnahmeverhalten Rechnung getragen werden.



2. Zusammenfassung Strukturanalyse

Die vorliegende Strukturanalyse zu den Verbandsanlagen des Zweckverbandes Wasserversorgung am Oberen Neckar verfolgt das Ziel die notwendigen Investitionsmaßnahmen zur nachhaltigen Sicherstellung der Wasserversorgung im Verbandsgebiet aufzuzeigen und Möglichkeiten zur Optimierung des Systems durch eventuelle Verbundlösungen mit benachbarten Versorgern abzuklären.

Umfangreiche Untersuchungen der Bestandssituation im Vorfeld der Bearbeitung bilden hierfür die Grundlage. Die Erarbeitung einer Wasserbedarfsprognose für das Jahr 2035 stellt ergänzend die Basis für alle Überprüfungen der Anlagendimensionen dar.

Aus der Analyse der Anlagenteile des Verbandes wird ersichtlich, dass in den nächsten Jahrzehnten erhebliche Mittel in die Erneuerung der Verbandsleitungen und deren Schächte sowie die Sanierung der Hochbehälter investiert werden müssen. Darüber hinaus werden in den Bereichen Wellendingen, Frittlingen und Dietingen Erweiterungen der dortigen Behälteranlagen erforderlich. Anstelle einer Sanierung der beiden Hochbehälter Lauffen wird der Neubau eines gemeinsamen Hochbehälters vorgeschlagen. Der Gesamtumfang der Investitionen liegt einschließlich Baunebenkosten bei etwa 11 Mio. Euro.

Mögliche Synergien aus eventuellen Verbundlösungen mit den benachbarten Versorgern wurden geprüft und als nicht zielführend wieder verworfen. Als möglicher Partner bietet sich lediglich der Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung an, dessen Hauptleitung mit Anschlussleitungen mitten durch das Verbandsgebiet des Zweckverbandes Oberer Neckar verläuft.

Hier bestünde die Möglichkeit auf kurzem Wege die Hochbehälter in Wellendingen und Frittlingen an die BWV Leitungen anzuschließen. Um hieraus bezogen auf den Verband Synergien zu erschließen, wäre eine Trennung der Verbandsanlagen in einen nördlichen und südlichen Bereich vorzunehmen, um so bei Leitungserneuerungen Einsparungen erzielen zu können (siehe Abschnitt 12.1). Die hierbei möglichen Einsparungen auf der einen Seite werden jedoch durch die zusätzlichen Anschlussinvestitionen wieder relativiert. Es kommt auf den Verband bezogen zu keiner Reduzierung der Gesamtinvestitionskosten.

Nur eine voll umfängliche Kooperation mit dem Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung würde gegebenenfalls Möglichkeiten eröffnen die angedachten Maßnahmen umfänglich zu reduzieren. Da ein solcher Lösungsansatz jedoch voraussichtlich mit einer Auflösung oder Überführung des Verbandes verbunden wäre, wird er im Rahmen der Strukturanalyse für den Zweckverband Wasserversorgung am Oberen Neckar nicht weiter untersucht.

3. Wasserbedarfsprognose

Die Prognose des künftig zu erwartenden Wasserbedarfs bildet die Grundlage für die Dimensionierung und konzeptionelle Optimierung der Versorgungsanlagen. Der Prognosezeitraum wird bei Planungen in Zusammenhang mit der öffentlichen Wasserversorgung mit etwa 20 Jahren festgelegt. Als Prognoseziel wird daher das Jahr 2035 gewählt. Darüber hinausgehende Prognosezeiträume tragen spekulative Züge und erscheinen als nicht sinnvoll. Die Prognose der Wasserbedarfsentwicklung erfolgt auf der Basis einer Abschätzung der Einwohnerentwicklung sowie des spezifischen Wasserbedarfs unter Berücksichtigung der anzusetzenden Wasserverlustwerte sowie der maßgeblichen Spitzenverbrauchsfaktoren. Ergänzend spielen auch Großverbraucher, Fremdenverkehr und landwirtschaftlicher Verbrauch eine Rolle.

3.1 Bisherige Entwicklung

Als Grundlage der weiteren Überlegungen zur Sicherstellung der Wasserversorgung im Untersuchungsgebiet werden nachfolgend auf der Basis der Messwerte 2003 bis 2013 (Bevölkerung, Wasserabgabe und -verkauf), bzw. 2009 bis 2013 (Spitzenbedarfsfaktoren) die Wasserbedarfszahlen analysiert und in einem weiteren Schritt anschließend die maßgeblichen Bemessungswerte festgelegt.

3.1.1 Einwohnerzahlen

Die Gesamteinwohnerzahl im Untersuchungsgebiet zeigte in den Jahren 2003-2013 eine dynamische Entwicklung, die durch eine Zunahme der Einwohner im Zeitraum 2003-2011 um +2,93 % und eine Abnahme im Zeitraum 2011-2013 um -2,48 % gekennzeichnet war. In Abbildung 3-1 ist die beschriebene Bevölkerungsentwicklung dargestellt. Die maximale Zunahme der Gesamteinwohnerzahl im Vergleich zu einem vorangegangenen Jahr lag bei +1,22 %, die maximale Abnahme gegenüber einem Vorjahr bei -1,52 %. Über den betrachteten Gesamtzeitraum ist eine leichte Bevölkerungszunahme von +0,37 % zu verzeichnen, was einer durchschnittlichen jährlichen Zunahme von +0,04 % entspricht.

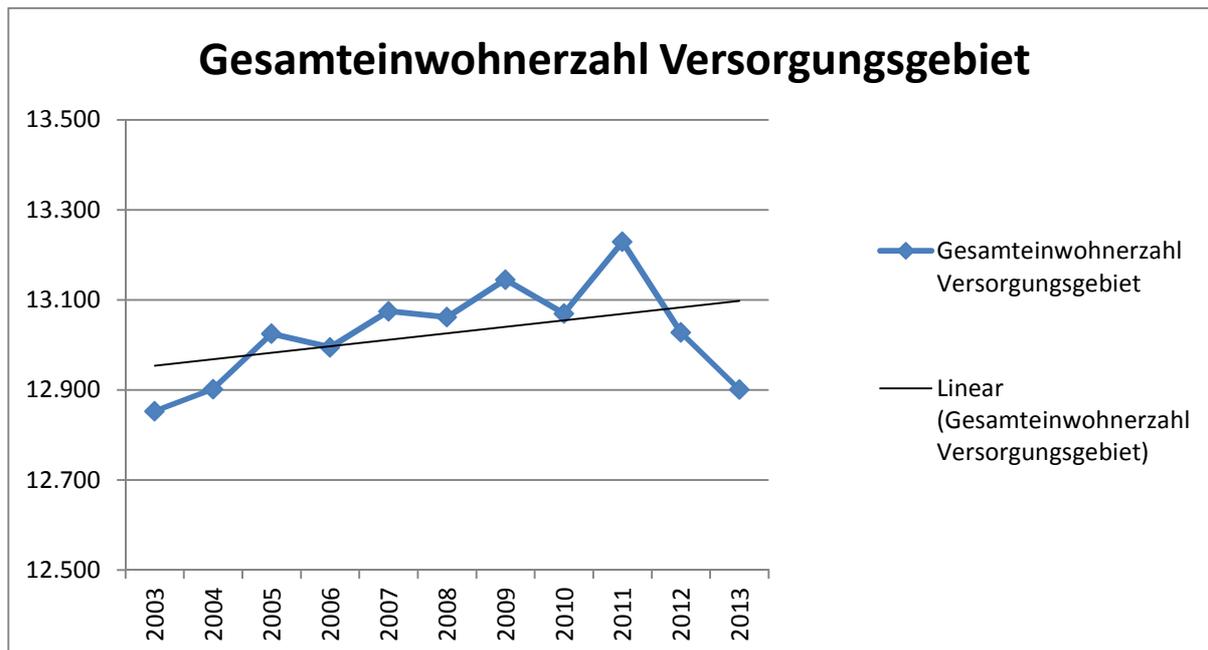


Abbildung 3-1: Einwohnerzahlen Versorgungsgebiet 2003-2013, gesamt

Maßgeblich verantwortlich für die leicht positive Entwicklung der Gesamtbevölkerung sind die Gemeinden Wellendingen (+4,59 %) und Deißlingen mit dem Ortsteil Lauffen (+5,79 %). Dem gegenüber haben die Einwohnerzahlen in anderen Verbandsgemeinden teils deutlich abgenommen: Die Einwohner der vom Zweckverband versorgten Stadtteile Feckenhausen, Neukirch, Neufra und Zepfenhan der Stadt Rottweil gingen insgesamt um -5,08 % zurück, wobei im Stadtteil Zepfenhan die Abnahme sogar bei -13,06 % lag; die Gemeinde Zimmern unter der Burg hatte einen Verlust von -4,62 % zu verzeichnen. Abbildung 3-2 zeigt die Einwohnerentwicklung der vergangenen 10 Jahre nach den einzelnen versorgten Ortschaften.

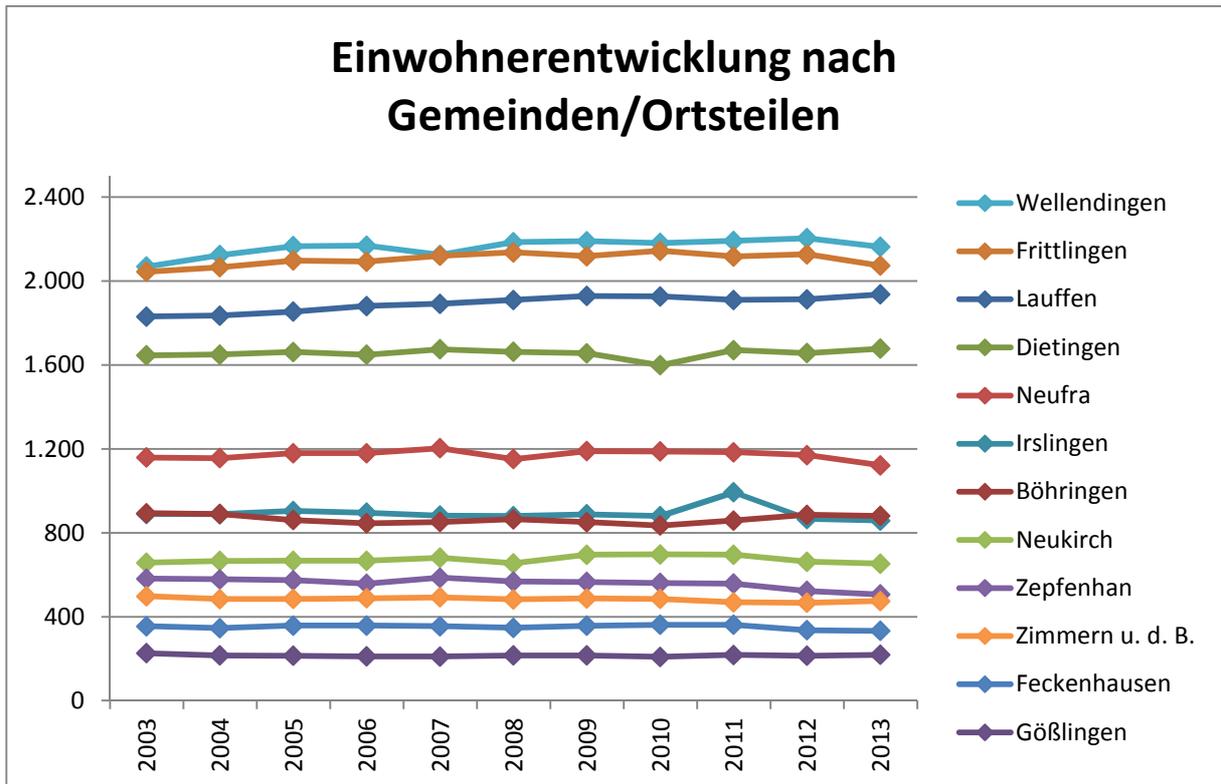


Abbildung 3-2: Einwohnerentwicklung nach Gemeinden/Ortsteilen 2003-2013

3.1.2 Spezifischer Wasserbedarf

Unter dem spezifischen Wasserbedarf versteht man die pro Person und Tag verbrauchte Wassermenge. Der Wert wird angegeben in Liter pro Einwohner und Tag. Die Größe dieses spezifischen Vergleichswertes ist abhängig von einer Vielzahl von Faktoren. Neben den Einflüssen aus Fremdenverkehr, Industrie und Landwirtschaft spielt auch die Ausstattung der Haushalte mit Sanitäreinrichtungen und Wasser verbrauchenden Haushaltsgeräten eine Rolle.

Im Zeitraum von 1990 bis 2012 hat sich der personenbezogene Wasserverbrauch in der Bundesrepublik um -17,7 % verringert. Der durchschnittliche Wasserverbrauch der Haushalte einschließlich Kleingewerbe lag nach Angaben des BDEW 2012 bei etwa 121 Liter pro Einwohner und Tag (siehe Abbildung 3-3). Der Rückgang des Wasserverbrauchs ist seit 1990 bundesweit auf ein verändertes Verbraucherverhalten zurückzuführen: Im Haushaltsbereich durch Einsatz moderner Technik in Form von Wasser sparenden Haushaltsgeräten und Armaturen, in der Industrie durch Mehrfachnutzung und Wasserrecycling in den Produktionsprozessen.



Abbildung 3-3: Entwicklung des spezifischen Wasserverbrauchs [l / E x d] BRD

Die in den siebziger Jahren und 1980 im Rahmen des Wasserversorgungsberichts der Bundesregierung erstellten Wasserbedarfsprognosen gingen von einem kontinuierlich steigenden Wasserverbrauch in Deutschland aus. Diese – auf die alten Bundesländer bezogenen – Prognosen sind durch die tatsächlich eingetretene Entwicklung des Wasserverbrauchs eindeutig widerlegt: Statt der prognostizierten 219 Liter pro Einwohner und Tag lag der Verbrauch von Haushalten und Kleingewerbe im Jahr 2000 bei 129 Litern.

Analog zum Bundesdurchschnitt (Rückgang -7,6 %) hat sich der spezifische Wasserbedarf im Untersuchungsgebiet in den Jahren 2003 bis 2013 insgesamt um -7,5 % verringert (siehe Abbildung 3-4).

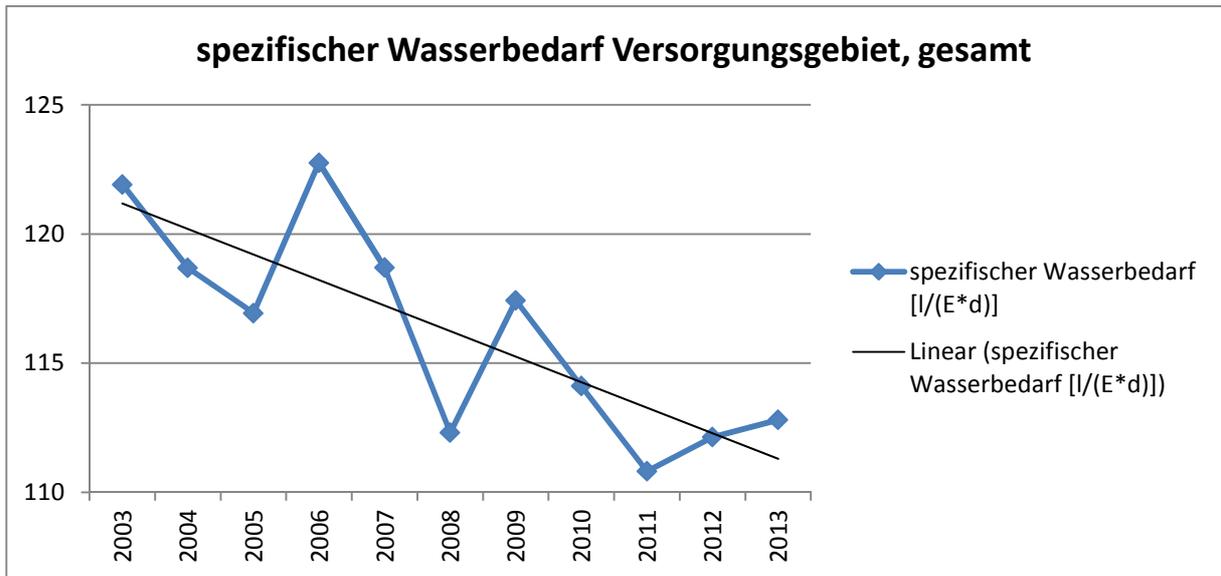


Abbildung 3-4: spezifischer Wasserbedarf im Versorgungsgebiet, gesamt

Bei der Betrachtung der einzelnen versorgten Gemeinden, Stadtteile und Ortsteile ergibt sich ein differenzierteres Bild. Orten mit sinkendem spezifischem Wasserbedarf (Böhringen, Dietingen, Frittlingen, Lauffen, Neukirch, Wellendingen) stehen andere mit steigendem Bedarf gegenüber (Zepfenhan, Zimmern u. d. B.). In den verbleibenden Orten ist tendenziell eine Stagnation zu beobachten (Feckenhausen, Gößlingen, Irslingen, Neufra). Die Abbildungen 3-5, 3-6 und 3-7 veranschaulichen die beschriebene Entwicklung.

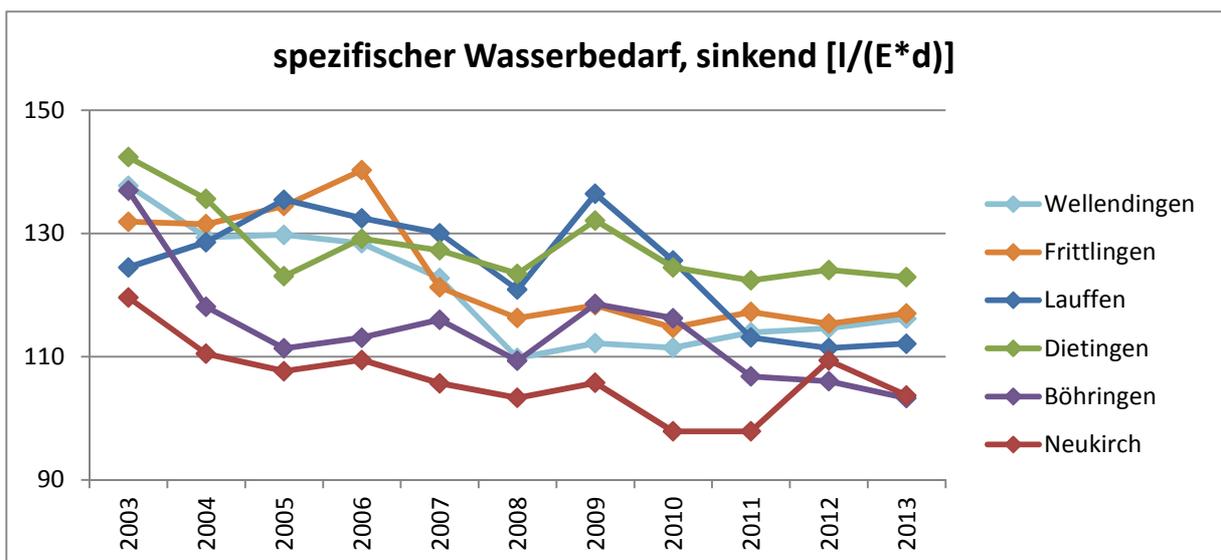


Abbildung 3-5: spezifischer Wasserbedarf, sinkend

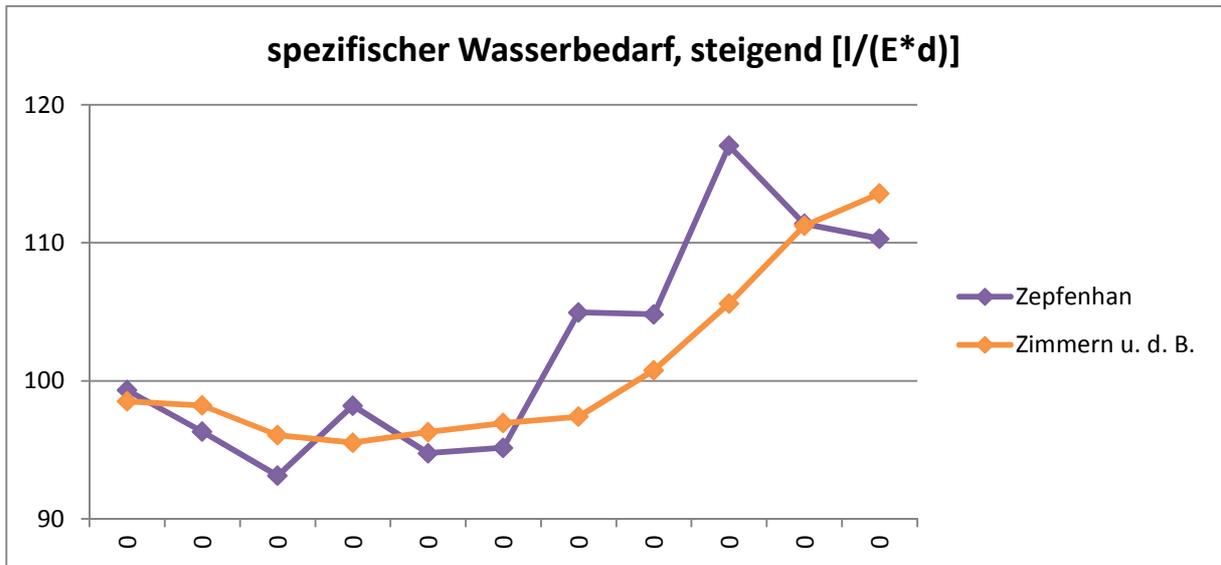


Abbildung 3-6: spezifischer Wasserbedarf, steigend

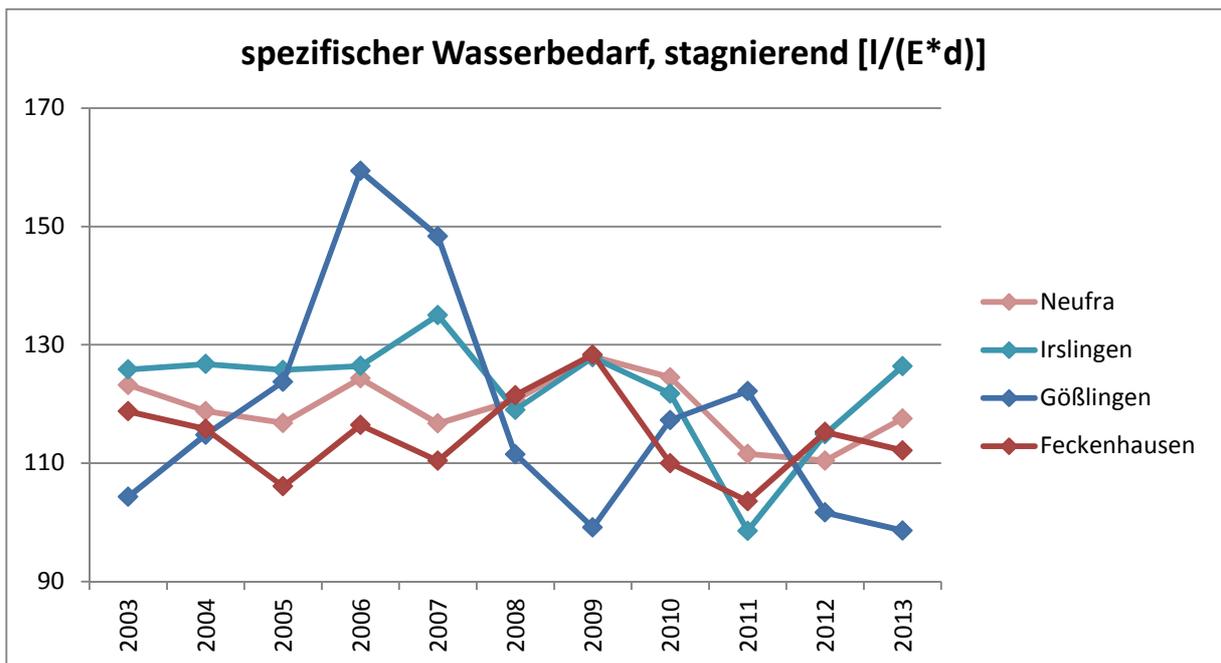


Abbildung 3-7: spezifischer Wasserbedarf, stagnierend

3.1.3 Wasserverluste

Die Differenz zwischen der Abgabe an ein Rohrnetz und der gemessenen nutzbaren Wasserabgabe an die Abnehmer wird als Wasserverlust bezeichnet. Bei den Wasserverlusten wird zwischen unechten und echten Verlusten unterschieden. Zu den unechten Wasserver-

lusten zählen Messfehler der Wasserzähler. Die echten Verluste sind Rohrbrüchen, Schleichmengen oder auch nicht gemessenen Laufbrunnen zuzuweisen.

Die Angabe des Wasserverlustes kann in Prozent oder aber in Liter pro Minute bezogen auf die Länge des Rohrnetzes erfolgen. Wasserverlustzahlen bis zu 10% werden allgemein als noch wirtschaftlich vertretbar bezeichnet.

In den Versorgungsnetzen der Verbandsmitglieder haben sich die Wasserverluste über den Zeitraum 2003 bis 2013 im Mittel auf einem akzeptablen Niveau bewegt. Abbildung 3-8 gibt einen grafischen Überblick.

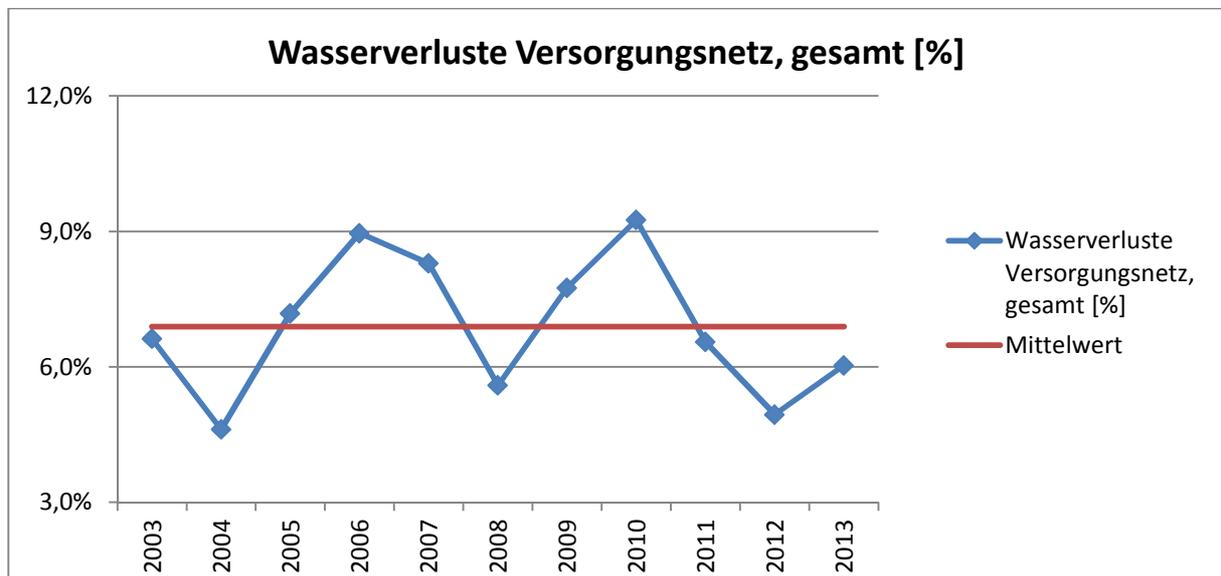


Abbildung 3-8: Wasserverluste gesamtes Versorgungsnetz

Werden die einzelnen Ortsnetze für sich betrachtet, ergibt sich allerdings ein deutlich hiervon abweichendes Bild. Während in den Stadtteilen Feckenhausen, Neukirch, Neufra und Zepfenhan der Stadt Rottweil die Wasserverluste über den gesamten Betrachtungszeitraum konstant bei rund 6 % lagen, hatten besonders die Ortschaften Lauffen, Gößlingen, Irslingen und Frittlingen zum Teil sehr hohe Wasserverluste zu verbuchen (siehe Abbildung 3-9).

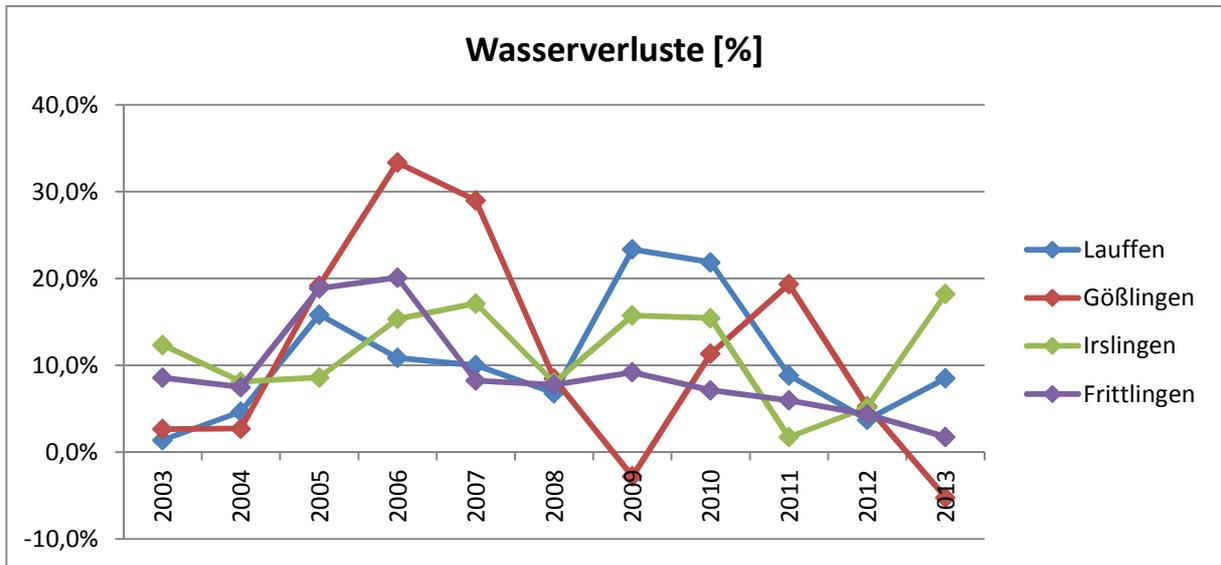


Abbildung 3-9: Ortschaften mit hohen Wasserverlusten

Augenfällig ist auch, dass einige Gemeinden in der Vergangenheit offenbar Schwierigkeiten bei der Wasserbilanzierung hatten. So ergeben sich aus den Behältereinspeisungen und den Wasserverkaufszahlen in einigen Fällen unplausible Verlustwerte < 2 %, teils sogar negative Verluste. Besonders von dieser Problematik betroffen sind die Gemeinden Wellendingen und Zimmern u. d. B., sowie die Ortsteile Böhringen und Gößlingen der Gemeinde Dietingen. Abbildung 3-10 gibt die berechneten Wasserverluste der genannten Ortschaften wieder.

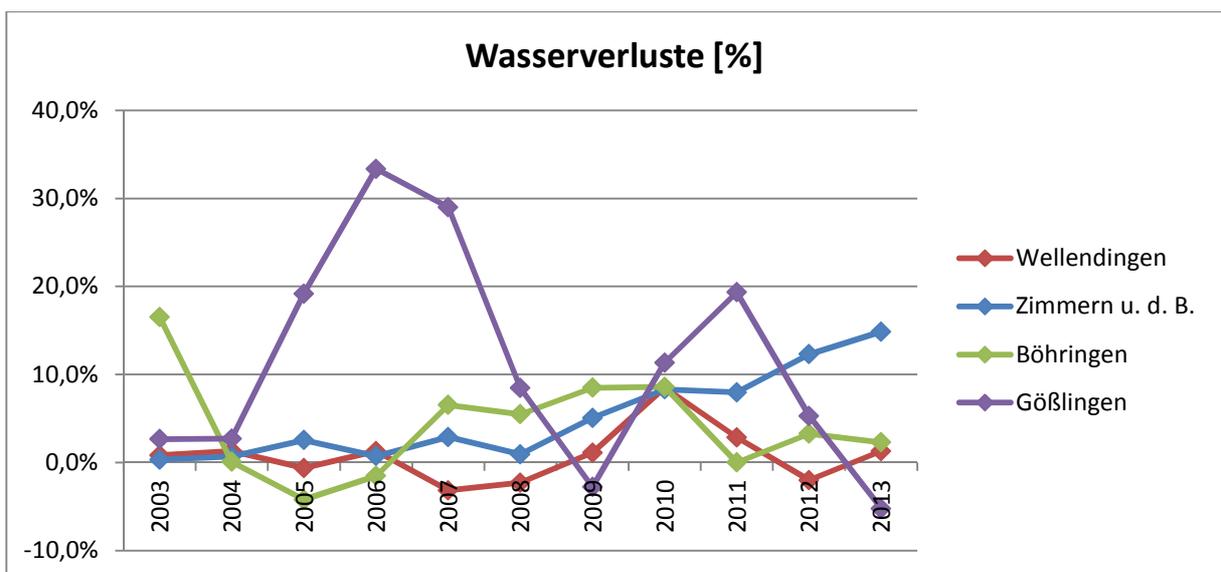


Abbildung 3-10: Ortschaften mit unplausiblen Verlustwerten



3.1.4 Spitzenbedarfsfaktoren

Die Dimensionierung von Gewinnungs-, Aufbereitungs-, Förder- und Speicheranlagen erfolgt in der Regel auf der Basis des Spitzentagesverbrauchs. Zur Quantifizierung dieser Verbrauchsspitzen bedient man sich des Tagesspitzenfaktors f_d .

Der Tagesspitzenfaktor gibt das Verhältnis von „höchstem Tagesbedarf“ zu „mittlerem Tagesbedarf“ an:

$$f_d = \frac{Q_{d,max}}{Q_{d,m}} = \frac{Q_{d,max}}{\frac{Q_a}{365}}$$

Zur Errechnung der lokalen Spitzenverbrauchs-faktoren sind entsprechende Aufzeichnungen zu den maximalen Tagesabgaben erforderlich. Aus den vom Zweckverband zur Verfügung gestellten Daten wurden die in Tabelle 3-1 dargestellten Tagesspitzenfaktoren ermittelt.

Tabelle 3-1: Tagesspitzenfaktoren f_d

versorgte Ortschaft	Tagesspitzenfaktoren f_d				
	2009	2010	2011	2012	2013
Lauffen	1,11	1,26	1,27	1,22	1,67
Böhringen	1,35	1,44	1,28	1,21	1,81
Dietingen	1,05	1,56	1,34	1,14	2,20
Gößlingen	1,26	1,47	1,13	1,29	1,62
Irslingen	1,23	1,68	1,36	1,41	1,86
Frittlingen	1,12	1,32	1,19	1,54	1,39
Feckenhausen	1,24	1,78	1,55	1,47	2,25
Neufra	1,58	1,56	1,33	1,28	1,49
Neukirch	0,99	1,33	1,19	1,20	1,79
Zepfenhan	1,11	2,62	1,55	1,51	2,99



versorgte Ortschaft	Tagesspitzenfaktoren f_d				
	2009	2010	2011	2012	2013
Wellendingen	1,18	1,32	1,18	1,16	1,66
Zimmern u. d. B.	1,16	3,89	1,27	1,31	1,52

3.2 Prognoseansätze bis zum Jahr 2035

Auf der Basis der nachfolgend zusammengestellten Prognoseansätze für die Einwohnerentwicklungen, der Entwicklung der spezifischen Wasserbedarfszahlen und der Wasserverlustwerte sowie der Abschätzung der Spitzenverbrauchs Faktoren werden abschließend die prognostizierten Wasserbedarfszahlen der Mitgliedsgemeinden des Verbandes ermittelt.

3.2.1 Prognose Einwohnerzahlen

Die Bevölkerungsprognose zum Zwecke einer Abschätzung der künftigen Wasserverbrauchszahlen stützt sich auf die Zahlen der Vergangenheit, allgemeine Veröffentlichungen des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg sowie eventuelle Zahlen aus aktuellen Bebauungsplänen.

Seine Bevölkerungsvorausrechnung hat das Statistische Landesamt Baden-Württemberg derzeit für die Jahre 2008-2030 veröffentlicht. Hier nimmt das Statistische Landesamt für die Landkreise Rottweil, Tuttlingen und Zollernalbkreis eine Bevölkerungsentwicklung, wie sie in Tabelle 3-2 dargestellt ist, an. Die genannte Prognoserechnung geht davon aus, dass das derzeitige Geburtenniveau konstant bleibt, dass die Lebenserwartung bis 2030 um 2,5 Jahre ansteigt und dass in Baden-Württemberg ein jährlicher Wanderungsgewinn von etwa 10.000 Personen ab dem Vorausrechnungsjahr 2011 zu verzeichnen ist.

Tabelle 3-2: Bevölkerungsprognose 2008-2030 nach Landkreisen, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

Landkreis	Entwicklung gesamt 2008-2030 [%]	Ø Änderung pro Jahr 2008-2030 [%]
Rottweil	-4,55	-0,21
Tuttlingen	-3,06	-0,14
Zollernalbkreis	-6,96	-0,33

Für denselben Zeitraum hat das Statistische Landesamt ebenso Bevölkerungsprognosen auf Gemeindeebene veröffentlicht. Die daraus entnommene Bevölkerungsentwicklung der einzelnen Mitgliedsgemeinden im Zweckverband ist in Tabelle 3-3 zusammengestellt. Die Vorausberechnung lässt Wanderungsbewegungen bei Gemeinden mit Einwohnerzahlen <5.000 E unberücksichtigt, da sich diese dann nicht ausreichend verlässlich saldieren lassen. Darüber hinaus gelten die Annahmen wie oben beschrieben.

Tabelle 3-3: Bevölkerungsprognose 2008-2030 nach Gemeinden, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

Gemeinde	Entwicklung gesamt 2008-2030 [%]	Ø Änderung pro Jahr 2008-2030 [%]
Deißlingen	-6,01	-0,28
Dietingen	-4,84	-0,23
Frittlingen	-0,47	-0,02
Rottweil	-9,24	-0,37
Wellendingen	+2,81	+0,13
Zimmern u. d. B.	+0,20	+0,01

Obwohl die Einwohnerzahlen der Stadt Rottweil und der Gemeinde Deißlingen jeweils >5.000 E sind, wurden in Tabelle 3-3 die Prognosewerte ohne Wanderungsbewegungen aufgenommen. Dieses Vorgehen liegt darin begründet, dass die Einwohnerzahlen der vom Zweckverband versorgten Stadt- bzw. Ortsteile in der Einzelbetrachtung den Schwellenwert, unter welchem eine Saldierung der Wanderungsbewegungen durch das Statistische Landesamt als unzuverlässig abgelehnt wird, jeweils deutlich unterschreiten.

Anhand der Einwohnerzahlen aus dem Jahre 2013 wurden auf der Basis der Vorausrechnung des statistischen Landesamtes Baden-Württemberg sowie durch die Extrapolation der Bevölkerungsentwicklung aus den vergangenen 10 Jahren, mögliche Einwohnerzahlen im Jahre 2035 für alle versorgten Gemeinden berechnet. Die Ergebnisse sind Tabelle 3-4 zu entnehmen. Für die Gemeinden Dietingen und Wellendingen wurden die Prognoseansätze nach Rücksprache mit den Gemeindeverwaltungen aufgrund bestehender oder geplanter Neubaugebiete, abweichend von der amtlichen Prognose und der Entwicklung in der Vergangenheit, höher gewählt.

Tabelle 3-4: Bevölkerungsprognose 2035

versorgte Ortschaft	Einwohner 2013	Einwohner 2035		
		Basis: Vorausrechnung stat. Landesamt	Extrapolation Entwicklung 2003-2013	Prognoseansatz
Lauffen	1.937	1.818	2.176	2.080
Böhringen	881	836	852	850
Dietingen	1.678	1.593	1.748	1.900
Gößlingen	219	208	204	210
Irslingen	859	816	793	810
Frittlingen	2.074	2.065	2.138	2.100
Feckenhausen	333	306	286	300
Neufra	1.122	1.031	1.043	1.050

versorgte Ortschaft	Einwohner 2013	Einwohner 2035		
		Basis: Vorausrechnung stat. Landesamt	Extrapolation Entwicklung 2003-2013	Prognoseansatz
Neukirch	653	600	642	630
Zepfenhan	506	465	351	400
Wellendingen	2.164	2.226	2.378	3.300
Zimmern u. d. B.	475	476	426	450
gesamt	12.901	12.440	13.037	14.080

3.2.2 Prognose spezifischer Wasserbedarf

Aufgrund der Darstellungen aus Kapitel 3.1.2 kann davon ausgegangen werden, dass sich der spezifische Wasserbedarf im Versorgungsgebiet, analog zum bundesdeutschen Durchschnitt in den kommenden Jahren bei etwa 120 l/(E*d) einpendeln wird. Für die Wasserbedarfsprognose wird daher von diesem Wert ausgegangen.

3.2.3 Prognose Wasserverluste

Unter der Annahme, dass sich die aktuelle Verlustsituation durch die Erneuerung und Erüchtigung des Leitungsnetzes sowie Optimierungen bei der Wasserverbrauchsmessung deutlich verbessert, wird für die Ortschaften, die in der Vergangenheit von prozentualen Wasserverlusten im niedrigen zweistelligen Bereich betroffen waren, eine zukünftige Stabilisierung dieser Wasserverluste auf einem Niveau von 10 % der Netzeinspeisung angestrebt. Für die Ortschaften, die zuletzt Wasserverluste im niedrigen zweistelligen bis hohen einstelligen Bereich zu verbuchen hatten, wird im Prognoseansatz von zukünftigen Verlusten um 8 % ausgegangen, während für alle übrigen Ortschaften, unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlages, für die Zukunft Wasserverluste in Höhe von 7 % angenommen werden. Tabelle 3-5 sind die Prognoseansätze in übersichtlicher Form zu entnehmen.

Tabelle 3-5: Prognose Wasserverluste 2035

versorgte Ortschaft	Wasserverluste 2035 [%]
	Prognoseansatz
Lauffen	10
Böhringen	8
Dietingen	8
Gößlingen	10
Irslingen	10
Frittlingen	10
Feckenhausen	7
Neufra	7
Neukirch	7
Zepfenhan	7
Wellendingen	7
Zimmern u. d. B.	8

3.2.4 Prognose Spitzenbedarfsfaktoren

Die Prognosewerte der Tagesspitzenfaktoren ergeben sich jeweils aus dem größten Wert der vergangenen fünf Jahre (siehe Tabelle 3-1). Für eine klimawandelbedingt zu erwartende erhöhte Spreizung zwischen mittlerem und höchstem Tagesbedarf wurde der jeweilige Wert mit einem Aufschlag von 10 % versehen und das rechnerische Ergebnis aufgerundet. Die Gemeinde Zimmern u. d. B. und der Stadtteil Zepfenhan der Stadt Rottweil bilden hier die Ausnahme, da deren höchste Tagesspitzenfaktoren der vergangenen fünf Jahre als Ausreißer zu betrachten sind. Um eine deutliche Überschätzung des maximalen Tagesbedarfs und damit hygienisch unvorteilhaft lange Stagnationszeiten des Trinkwassers im zugehörigen



Hochbehälter zu vermeiden, wurde hier daher als Referenzwert der zweitgrößte Wert aus den vergangenen fünf Jahren gewählt.

Tabelle 3-6 gibt die Referenz- und Prognosewerte für die Tagesspitzenfaktoren wieder.

Tabelle 3-6: Prognose Tagesspitzenfaktoren 2035

versorgte Ortschaft	Tagesspitzenfaktoren f_d	
	Referenzwert 2009-2013	Prognose 2035
Lauffen	1,67	1,8
Böhringen	1,81	2,0
Dietingen	2,20	2,4
Gößlingen	1,62	1,8
Irslingen	1,86	2,0
Frittlingen	1,54	1,7
Feckenhausen	2,25	2,5
Neufra	1,58	1,7
Neukirch	1,79	2,0
Zepfenhan	2,62	2,9
Wellendingen	1,66	1,8
Zimmern u. d. B.	1,52	1,8

3.3 Wasserbedarfsprognose bis zum Jahr 2035

Auf der Basis der Prognosewerte aus Kapitel 3.2 wurden die in Tabelle 3-7 aufgeführten Wasserbedarfszahlen ermittelt. Der mittlere Tagesbedarf ergibt sich aus dem spezifischen Wasserbedarf pro Einwohner und der zu versorgenden Einwohnerzahl zuzüglich der prognostizierten Wasserverluste nach folgender Formel:

$$Q_{d,m} = \frac{q_{d,m}}{1000} * E * \left(1 + \frac{v}{100}\right)$$

mit

$$Q_{d,m} = \text{mittlerer Tagesbedarf} \left[\frac{m^3}{d} \right]$$

$$q_{d,m} = \text{spezifischer Wasserbedarf} \left[\frac{l}{E * d} \right]$$

$$E = \text{Einwohnerzahl}$$

$$v = \text{Wasserverlustrate} [\%]$$

Der für die Dimensionierung der Trinkwasserversorgungsanlagen maßgebliche maximale Tagesbedarf wurde nach folgender Formel bestimmt:

$$Q_{d,max} = \left(\frac{q_{d,m}}{1000} * E * f_d \right) + \left(\frac{q_{d,m}}{1000} * E * \frac{v}{100} \right)$$

mit

$$Q_{d,max} = \text{maximaler Tagesbedarf} \left[\frac{m^3}{d} \right]$$

$$f_d = \text{Tagesspitzenfaktor} [-]$$



Tabelle 3-7: Wasserbedarfsprognose 2035

versorgte Ortschaft	Wasserbedarf 2035		
	Q_a [m ³ /a]	$Q_{d,m}$ [m ³ /d]	$Q_{d,max}$ [m ³ /d]
Lauffen	100.375	275	475
Böhringen	40.208	110	212
Dietingen	89.878	246	565
Gößlingen	10.038	28	48
Irslingen	38.946	107	204
Frittlingen	101.178	277	454
Feckenhausen	14.060	39	93
Neufra	49.209	135	223
Neukirch	29.682	81	157
Zepfenhan	18.746	51	143
Wellendingen	154.658	424	741
Zimmern u. d. B.	21.287	58	102
gesamt	668.265	1.831	3.417

4. Wasserbilanzierung

4.1 Wasserdargebot und qualitative Rohwassersituation

Die Verbandsmitglieder werden derzeit mit einem Mischwasser versorgt, das jeweils zur Hälfte aus Eigenwasser und aus Fernwasser der Bodensee-Wasserversorgung besteht. Für die wasserwirtschaftliche Bilanzierung von Wasserbedarf und Wasserdargebot ist von den nachfolgend in Tabelle 4-1 zusammengestellten minimalen Wasserdargebotszahlen auszugehen.

Tabelle 4-1: Minimales Wasserdargebot

Bezugsquelle	Minimales Dargebot	
	l/s	m ³ /d
Eigenwasser Neckarburg	26 [1]	2.246
Bezugsquote Bodensee-Wasserversorgung	20	1.728
Summe	46	3.974

[1] Mindestschüttung

Das abgegebene Mischwasser ist mit einer durchschnittlichen Gesamthärte von 2,8 mmol/l (entspricht 16° dH) nach dem Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17.07.2013 in den Härtebereich „hart“ einzuordnen, der den Bereich > 2,5 mmol/l (> 14° dH) abdeckt.

Der durchschnittliche Nitratgehalt von 14 mg/l unterschreitet sowohl den Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 50 mg/l, als auch den Richtwert der EU von 25 mg/l.

In korrosionschemischer Hinsicht ist das Wasser als günstig zu beurteilen; bei einem niedrigen bis mäßigen Kalkabscheidevermögen sind alle gängigen metallischen Werkstoffe für die Hausinstallation der Verbraucher zugelassen.

4.2 Wasserbilanz

Bei der Bilanzierung von Dargebot und Wasserbedarf geht man unter wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten von der Extremsituation aus, dass der maximale Wasserbedarf auch bei minimalem Dargebot sichergestellt sein muss.

Tabelle 4-2: Wasserbilanzierung bezogen auf das Prognosejahr 2035

	Maximaler Tagesbedarf 2035	Minimales Dargebot	Überschuss Fehlbedarf
	[m ³ /d]	[m ³ /d]	[m ³ /d]
Versorgungsgebiet gesamt	3.417	3.974	+557

Die in Tabelle 4-2 vorgestellte Wasserbilanzierung zeigt, dass der maximale Tagesbedarf im Prognosejahr 2035 durch das vorhandene Dargebot gedeckt werden kann.

5. Verbandsanlagen im Überblick

5.1 Übersichtslageplan

Das Versorgungsgebiet des Zweckverbandes erstreckt sich von Lauffen im Süden bis Böhringen im Norden. Der Übersichtslageplan in der Anlage verdeutlicht die räumliche Ausdehnung sowie die leitungstechnischen Verbindungen.

5.2 Wassergewinnung

Der Zweckverband verfügt im Neckartal nahe der Neckarburg über eine ergiebige Karstwasserfassung mit einer Mindestschüttung von etwa 26 l/s und einer maximalen Schüttung von etwa 70 l/s. Die Gewinnungsanlage besteht aus 4 einzelnen Quellfassungen. Drei dieser Fassungen sind in Quellgebäuden untergebracht (siehe Abbildung 5-1). Das Karstwasser entspringt unmittelbar aus Felsklüften, wird in Sammelbecken zusammengeführt und über zwei Freispiegelleitungen mit Nennweiten von 150 und 200 mm zum Wasserwerk Neckarburg abgeleitet. Eine vierte Fassung ist als Brunnen ausgebildet und wird mittels U-Pumpen dem Quellbecken der Fassung 3 zugeführt.



Abbildung 5-1: Quellaustritt und Gesamtansicht Quellgebäude



Zur Überwachung der Rohwassergüte werden im Wasserwerk neben der Temperatur und dem pH-Wert auch die Leitfähigkeit und die Trübung des Wassers kontinuierlich gemessen und registriert. Um auch eventuelle Spuren von Ölen im Wasser jederzeit feststellen zu können, erfolgt eine permanente Fluoreszenzmessung. Die gemessenen Daten werden in die zentrale Schaltwarte übertragen, dort registriert und ausgewertet und wiederum zur Steuerung der Aufbereitungsanlage verwendet.

5.3 Wasseraufbereitung und Wasserförderung

Das Quellwasser wird in einem Rohwasserbehälter mit einem Speichervolumen von 215 m³ gesammelt und von hier aus über die Aufbereitungsanlage in den Reinwasserbehälter gefördert. Der Reinwasserbehälter verfügt über ein Speichervolumen von 500 m³ und dient zum Einen als Vorlagebehälter für die Förderpumpen zum Haupthochbehälter Neukirch und zum Anderen zur Bereitstellung von Betriebswasser für die Rückspülung der Filteranlagen.

Die Aufbereitungsanlage selbst ist zweistraßig aufgebaut und besteht aus einer Ultrafiltrationsstufe mit nachgeschalteter Aktivkohlestufe. Zur bakteriologischen Absicherung bei der Verteilung innerhalb des Verbandsgebietes erfolgt eine Transportchlorung mit Chlordioxid.

5.3.1 Ultrafiltration

Die Ultrafiltration ist ein physikalisches Verfahren zur Entnahme von Feststoffen, bei dem Membranen mit einer Porengröße von etwa 0,01 µm (= 0,000001 cm) eingesetzt werden. Die Entnahme basiert ausschließlich auf dem Filtrationseffekt und kommt ohne die Zugabe von Chemikalien aus. Das filtrierte Wasser weist einen extrem geringen Partikelgehalt auf und ist bakteriologisch einwandfrei. Die eingesetzten Membranen stellen eine absolute Barriere für Partikelgrößen oberhalb der Trenngrenze dar. Damit werden im Gegensatz zu bisher gebräuchlichen Sandfiltern auch Bakterien, Viren, Legionellen, Giardia und Cryptosporidien sicher zurückgehalten.

Kernstück der Membrananlage ist das Modul, die technische Anordnung der Membranen. Im WW Neckarburg ist ein sogenanntes Hohlfasermodule im Einsatz. Hier werden die einzelnen, spagettförmigen Membranen in einem Hüllrohr zu einem Modul zusammengefasst. Acht Module bilden zusammen wiederum einen Block, zwei Blöcke sind im Wasserwerk installiert. Zur Rückspülung wird gereinigtes Wasser von außen nach innen durch die Membrane gedrückt. Der hierbei einzusetzende Druck liegt etwa bei 2 bar. Die Dauer der Spülung beträgt



etwa 30-60 sec. Zur Vermeidung von biologischem Bewuchs (Biofouling) auf der Membranoberfläche werden dem Rückspülwasser geringe Mengen Chlor zugegeben.

Das bei der Spülung anfallende Konzentrat wird in einem Absetzbecken mit einem Inhalt von 150 m³ zwischengespeichert, die Feststoffe werden abgesetzt und der Klarwasserüberstand wird kontrolliert in den Neckar abgeleitet.

Anlagendaten Ultrafiltration:

- 2 Blöcke mit je 14 Modulen (X-Flow) DN 200 mm
- Gesamtmodulfläche 1260 m²
- Porenweite 0,01 µm
- Auslegungstemperatur 6°C
- Durchsatz bei Auslegungstemperatur 72 m³/h
- Vorfilter mit Porenweite 200 µm

5.3.2 Aktivkohlefilter

Die aus zwei Druckkesseln bestehende Aktivkohlefilteranlage dient zur Entnahme von chlororganischen Spurenstoffen und auch Pestiziden. Sie wird im Wasserwerk Neckarburg als Sicherungsaufbereitung betrieben, ohne akute Belastung.

Das in der Ultrafiltration von Feststoffen gereinigte Wasser wird im Anschluss über die mit aktiver Kornkohle gefüllten Filter geleitet und dann dem Reinwasserbehälter zugeführt.

Die Wirkung der Aktivkohle beruht auf ihrem großen Adsorptionsvermögen. An der immens großen inneren und äußeren Oberfläche können im Wasser gelöste Stoffe gebunden und damit aus dem Wasser entfernen werden. Fünf Gramm dieser Kohle besitzen eine Oberfläche in der Größe eines Fußballfeldes. Wenn die Beladungskapazität erschöpft ist, wird die Kohle ausgetauscht und beim Hersteller wieder thermisch reaktiviert.

Anlagendaten Aktivkohlefilteranlage:

- 2 Druckfilter Durchmesser 2400 mm
- Mantelhöhe 4000 mm
- Filterfläche 4,52 m²
- Filtergeschwindigkeit 7,96 m/h



- Kontaktzeit (EBCT) ca. 23 min

5.3.3 Transportchlorung

Um das Wasser auf seinen langen Transportwegen bis zum Zapfhahn des Verbrauchers gegenüber bakteriologischen Veränderungen zu schützen, werden dem gereinigten Wasser im Wasserwerk vor der Einleitung in den Reinwasserbehälter geringe Mengen von Chlor als sogenannte Transportchlorung zugegeben. Die minimal notwendige Chlorbereitstellung erfolgt über eine Chlordioxidanlage.

5.3.4 Reinwasserpumpwerk

Aus dem Reinwasserbehälter heraus wird das aufbereitete Eigenwasser über 2 Rohrmantelpumpen mit einer Fördermenge von jeweils 25 l/s zum Haupthochbehälter Neukirch gefördert. Die Förderhöhe der Pumpen beträgt ca. 240 mWS. Die beiden Druckleitungen DN 150 und DN 200 besitzen eine Länge von etwa 4500 m.

Im Behälter Neukirch erfolgt die Mischung des Eigenwassers mit BWV-Wasser im Verhältnis 1:1. Das BWV-Wasser wird aus dem Behälter Zepfenhan über eine Druckleitung DN 250 mit einer Länge von ca. 4000 m zum HHB Neukirch gefördert.

5.3.5 Schaltwarte

Die Prozessrechner in der Schaltwarte bilden das Herz der Gesamtanlage. Hier laufen alle Meldungen zusammen und werden die Steuerbefehle abgesetzt. Von hier aus wird nicht nur das Wasserwerk mit der Turbinenanlage sondern auch das gesamte Verbandsnetz mit den zugehörigen Hochbehälteranlagen überwacht und gesteuert. Hierbei kommen modernste Visualisierungssysteme mit Bildschirmen zum Einsatz, die über einzelne Anlagenschemata einen direkten Zugriff auf einzelne Anlagenkomponenten erlauben.

Die an die Zentrale übertragenen Messwerte, wie Qualitätsmessungen oder Durchflussmessungen, werden gespeichert, ausgewertet und als Protokoll ausgegeben. Betriebsmeldungen einzelner Anlagenteile oder Aggregate werden ebenfalls protokolliert und im Falle von Störungsmeldungen erfolgt eine Information der Wassermeister.

Zur Überwachung der Wasserverluste in den einzelnen Ortsnetzen der Verbandsmitglieder werden die Abflüsse aus den zugehörigen Hochbehältern ständig gemessen und in den ver-



brauchsarmen Nachtstunden auf Grenzwertüberschreitungen hin überprüft. Durch diese zentrale Verlustanalyse ist es möglich, wesentliche Rohrbrüche zeitnah zu erkennen und die betroffene Gemeinde davon zu unterrichten.

Über die zentrale Schaltwarte werden auch die örtlichen Behälter der Mitgliedsgemeinden bewirtschaftet, um so einen optimalen Einsatz der erforderlichen Aufbereitungs- und Förderenergie zu erreichen.

5.4 Energieerzeugung

Der Verband besitzt ein Wasserrecht zur Energiegewinnung am Neckar. Die erforderliche Fallhöhe wird durch ein bewegliches Wehr im Neckar unterhalb der Neckarburg geschaffen. Über einen etwa 220 m langen Triebwasserstollen quer durch den Berg wird der zur Energiegewinnung erforderliche Teilstrom im Freispiegelbetrieb bis zum Wasserwerk geführt, dort über Turbinen geleitet und wieder dem Neckar zugeführt. Die Fallhöhe von 7,1 m wird in den angekoppelten Generatoren in umweltfreundlichen elektrischen Strom umgewandelt.

Die Turbinenanlage besteht aus 3 Turbinen, von denen jeweils zwei in Betrieb sind und die dritte in Reserve steht. Die Leistung der Aggregate variiert zwischen 40 und 55 kVA. Alle Turbinen werden automatisch entsprechend dem Wasserstand des Neckars am Wehr zu- oder abgeschaltet. Damit wird sichergestellt, dass im Neckar stets eine ausreichende Restwassermenge verbleibt. Der gewonnene regenerative Strom wird über eine Trafostation in das Netz der Stadtwerke Rottweil eingespeist bzw. im Wasserwerk direkt genutzt.

Bei einer Unterbrechung der externen Stromversorgung des Wasserwerkes besteht die Möglichkeit die Anlage im Inselbetrieb zu versorgen. Ein Notstromaggregat wird daher zur Sicherstellung der Versorgung nicht benötigt.

5.5 Transportleitungen

Ausgehend vom Mischwasserbehälter Neukirch erfolgt die Befüllung der Verbandsbehälter über ein verästertes, etwa 60 km langes Transportleitungsnetz mit Nennweiten von 65 mm bis 200 mm. Bei den Transportleitungen handelt es sich in aller Regel um Leitungsäste. Lediglich zwischen dem HHB Neukirch und dem Druckunterbrecher Feckenhausen besteht ein Leitungsring (siehe auch Abbildung 5-2 und den Übersichtslegeplan in der Anlage).

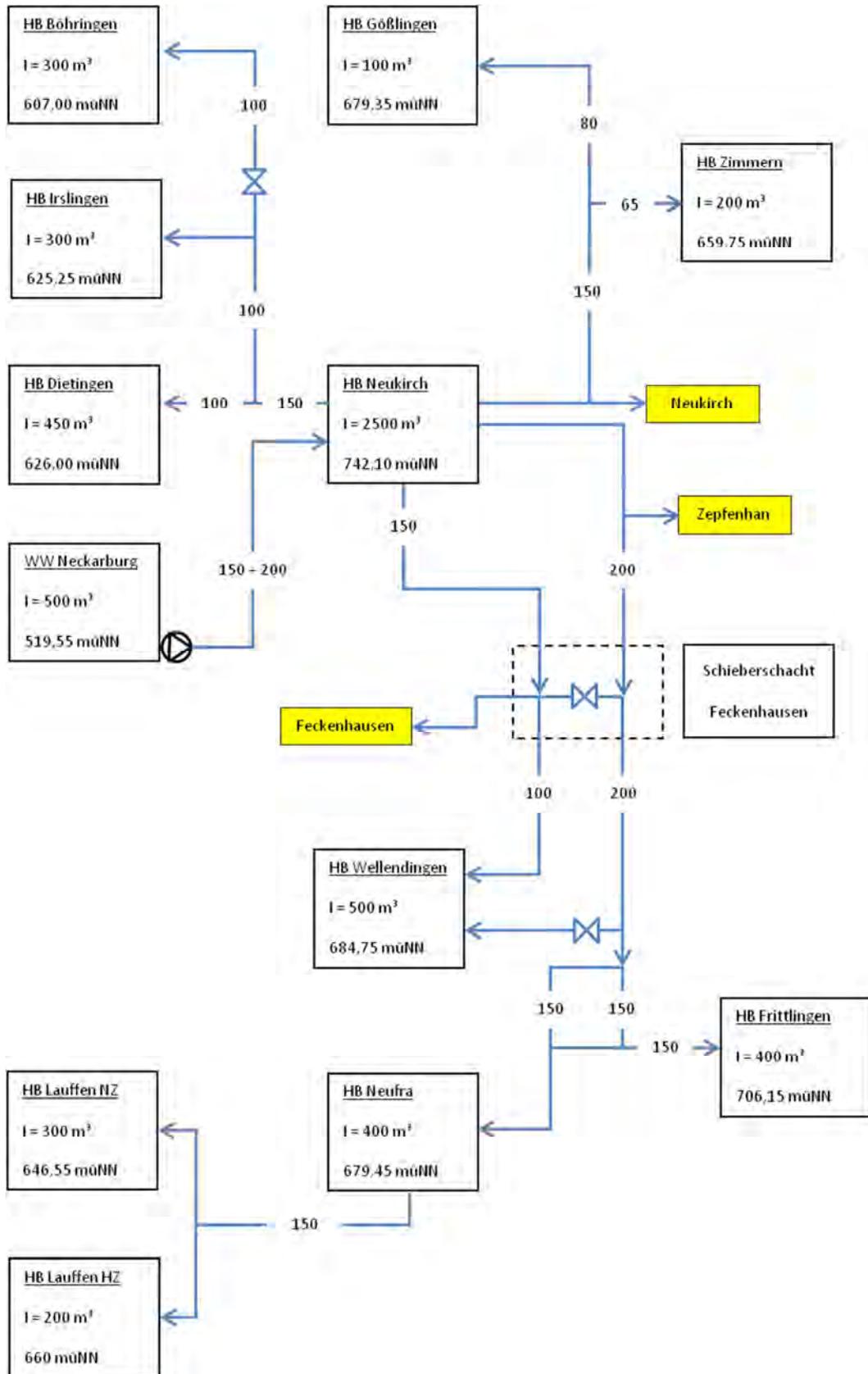


Abbildung 5-2: Übersichtsschema Transportleitungen

5.6 Hochbehälter

Die Wasserabgabe erfolgt über die 11 Hochbehälteranlagen des Verbandes (siehe Tabelle 3-1 sowie Übersichtslageplan in der Anlage). Die Behälter sind in der Regel unmittelbar den Verbandsmitgliedern zugeordnet. Lediglich die Bereiche Feckenhausen und Zepfenhan werden zentral über den Hochbehälter Neukirch versorgt. Das Gesamtspeichervolumen der Behälteranlagen ohne das Wasserwerk Neckarburg liegt bei 5650 m³.

Die Behälteranlagen gehören dem Zweckverband. Die Schnittstelle zu den Anlagen der Verbandsmitglieder soll künftig ab Ausgang Behälter definiert werden.

Tabelle 5-1: Übersicht Hochbehälter

Hochbehälter	Inhalt [m ³]	Baujahr	Wasserspiegel [müNN]
HB Böhringen	300	1980	607,00
HB Dietingen	450	1973	626,00
HB Frittlingen	400	1977	706,15
HB Gößlingen	100	1987	679,35
HB Irslingen	300	1985	625,25
HB Lauffen HZ	200	1980	660,00
HB Lauffen NZ	300	1987	646,55
HB Neufra	400	1986	679,45
HHB Neukirch	2500	1984	742,10
HB Wellendingen	500	1988	684,75
HB Zimmern	200	1989	659,75



5.7 Fernwirktechnik

Im Wasserwerk Neckarburg befindet sich das zentrale Prozessleitsystem des Verbandes. Über diese Verbindungen werden die aktuellen Daten sowie Steuer- und Störmeldungen übertragen. Neben den Behälterwasserständen werden auch die Abgabemengen an die Mitglieder des Verbandes so fortlaufend überwacht. Bei einer auftretenden Störung in einer Außenstation wird dies dem Prozessleitsystem mitgeteilt und über ein Alarmsystem der diensthabende Mitarbeiter alarmiert. Die Speicherung und Archivierung der Prozessdaten wird im Prozessleitsystem vorgenommen.

6. Analyse der bestehenden Versorgungssituation und der vorhandenen Anlagen

6.1 Wassergewinnung und Aufbereitung

Die Karstquellen sind in hohem Maße von der jeweiligen Niederschlagsituation abhängig. Schnelle Eintrübungen bei entsprechenden Starkregen gehen bei anschließender Trockenheit auch wieder rasch zurück. Im Extremfall können dabei Trübungswerte bis zu 100 FNU registriert werden.

Die Quelfassungen 1-3 wurden zusammen mit dem Ausbau des Wasserwerks Neckarburg 1998 einer Sanierung unterzogen. Dabei wurde auch eine mineralische Beschichtung der Wände aufgebracht. In der Folgezeit wurde auf diesen Wänden teilweise ein organischer Bewuchs festgestellt, dessen Entfernung nur unzureichend gelingt. Eventuell sind hier erneute Sanierungsarbeiten erforderlich.



Abbildung 6-1: Quelfassung mit organischem Bewuchs im Wandbereich

Weiterhin ist bei der Quelle 3 eine Umläufigkeit zu beobachten die es zu untersuchen und gegebenenfalls zu beheben gilt, um den Zustrom zu dieser Fassung nicht zu gefährden.



6.2 Quellzuleitung zum Wasserwerk

Von den beiden Quellzuleitungen DN 200 und DN 150 (L ca. 550 m) ist nur noch die Leitung DN 150 in Betrieb. Die zweite Leitung wurde aufgrund starker Schädigungen stillgelegt. Um auch künftig eine hohe Betriebsbereitschaft sicherstellen zu können, ist die Sanierung der derzeit stillgelegten Leitung durch Einziehen einer PE-Leitung mit einem Außendurchmesser von DA 180 mm zu empfehlen.

6.3 Wasserwerk

6.3.1 Ultrafiltrationsanlage

Der letzte Wechsel der Ultrafiltrationsmodule erfolgte 2008. Bei Annahme einer Standzeit der Membrane von etwa 10-12 Jahren ist 2020 mit einem erneuten Modulwechsel zu rechnen. In diesem Zusammenhang ist auch eine Erneuerung der beweglichen Teile wie Ventile und Armaturen mit zu berücksichtigen. Ergänzend ist auch ein Austausch der SPS erforderlich, um die Anlage zentral über die Leitwarte steuern und überwachen zu können.

6.3.2 Belüftung Reinwasserkammer

Die Belüftung der Reinwasserkammer erfolgt über die benachbarte Rohwasserkammer. Durch diese Anordnung kann nicht ausgeschlossen werden, dass bei einer eventuellen geruchlichen Beeinträchtigung des Rohwassers auch die Atmosphäre der Reinwasserkammer in Mitleidenschaft gezogen würde. Es wird daher empfohlen die Belüftung der beiden Wasserkammern vollständig voneinander zu trennen.

6.3.3 Reinwasserförderung

Die liegenden Rohrmantelpumpen sind auch künftig in dieser Form geeignet die Reinwasserförderung sicherzustellen. Nach etwa 15 Betriebsjahren ist eine vorsorgliche Überholung der Pumpen anzuraten, um betriebliche Unterbrechungen sicher zu vermeiden. Hintergrund dieser Empfehlung ist die nachlassende Leistung einer der beiden Pumpen als erstes Indiz für ein Betriebsproblem dieser Pumpe.

6.3.4 Leitwarte

Mittelfristig ergibt sich auch für die Leitwarte die Notwendigkeit einer Erneuerung. Diese Kosten sind bei der vorliegenden Betrachtung noch nicht berücksichtigt.

6.3.5 Eigenstromnutzung

Der Strombezug lag 2011 bei etwa 409.000 kWh. Demgegenüber wurden etwa 505.000 kWh erzeugt und an das EVU abgegeben. Die Einspeisevergütung liegt nach dem Bau der Fisch-
treppe bei etwa 12,7 Cent/kWh. Demgegenüber schlägt der Strombezug mit etwa 16,00 Cent/m³ zu Buche.

Durch eine Umstellung der Anlage auf eine weitestgehende Eigenstromnutzung könnten unter idealen Bedingungen etwa 409.000 kWh x 0,033 €/kWh = 13.500 € gespart werden. Dabei ist jedoch vorausgesetzt, dass die Wasserführung des Neckars auch zu jeder Zeit ausreicht, um den Strombedarf des Wasserwerks abzudecken.

6.4 Wehranlage

Die Wehranlage weist an der Unterkante der Schütztafeln Undichtigkeiten auf, die vor allem bei geringerer Wasserführung des Neckars die zur Energieerzeugung nutzbare Wassermenge negativ beeinträchtigen.

Um diesen Schaden zu beheben, sind umfangreiche Vorarbeiten zur Trockenlegung einzelner Wehrfelder erforderlich. Erst mit der Trockenlegung ist darüber hinaus eine endgültige Aussage zum Umfang der erforderlichen Sanierungsarbeiten möglich. Die in der Kostenübersicht genannte Investitionssumme hat daher lediglich Orientierungscharakter und kann sowohl unter- wie auch überschritten werden.



Abbildung 6-2: Undichtigkeiten Wehranlage

6.5 Hochbehälter

Die Hochbehälter im Versorgungsgebiet wurden im Zeitraum 1973 bis 1989 gebaut, mithin sind sie 25 bis 41 Jahre in Betrieb. Im Rahmen einer Begehung in Zusammenarbeit mit der Bodensee-Wasserversorgung, dem Landeskriminalamt (LKA) und den zuständigen Gesundheitsämtern wurden im Zeitraum 2013/2014 alle Hochbehälter des Zweckverbandes einer eingehenden Bestandsaufnahme unterzogen. Hierbei wurden an allen Hochbehältern verschiedene, teils gravierende Mängel festgestellt. Bei etwa der Hälfte der Hochbehälter besteht dringender Sanierungsbedarf.

Im Folgenden sollen an konkreten Beispielen die schwerwiegendsten Mängel nach Außenbereich, Behälterkammer und Hydraulik getrennt, dargestellt werden. Diverse Mängel, die in Bezug auf die Trinkwasserqualität als hygienisch unbedenklich bis wenig bedenklich einzustufen sind, werden hier nicht aufgeführt. Sie sind detailliert den bereits vorgelegten Erläuterungsberichten zur Behälterbegehung zu entnehmen.

6.5.1 Außenbereich

Ein Mangel nach DVGW W 312 sind „fehlende oder zu niedrig angelegte Zäune“, welche „unbefugten Zutritt zu den Betriebsanlagen“ ermöglichen. Abbildung 6-3 zeigt die mangelhafte Zaunanlage des HB Böhringen, welche keinen Objektschutz bietet. Das LKA empfiehlt in seinem Bericht die Einzäunung des Hochbehälters. Eine ähnliche Problematik weisen auch die HB Lauffen HZ, Lauffen NZ und Neufra auf.



Abbildung 6-3: Mangelhafte Zaunanlage. HB Böhringen

An ausnahmslos allen Hochbehältern hat das LKA die unzureichende Außenbeleuchtung der Zugangsbauwerke bemängelt, ebenso die verwendeten Sicherheitstüren. Diese entsprechen laut LKA nicht der geforderten Sicherheitsklasse und sollten gegen einbruchhemmende Türelemente nach DIN EN 1672, Widerstandsklasse RC 3 ausgetauscht werden. Die Türen sollten des Weiteren auf Öffnung und Verschluss (Magnet-/ Riegelkontakt) überwacht werden. Anstelle der verwendeten PIR Bewegungsmelder empfiehlt das LKA den Einsatz von DUAL Bewegungsmeldern (z.B. Passiv-Infrarot verknüpft mit Ultraschall), um das Risiko von Falschalarmen zu vermindern.

Glasfenster und Lüftungsöffnungen an den Außenseiten der Zugangsbauwerke stellen nach DVGW W 312 ein Sicherheitsrisiko dar, da sie „unbefugte Eingriffe erleichtern“. Abbildung 6-4 zeigt hier beispielhaft die Situation am HB Irslingen. Nach Empfehlung des LKA sind alle Lüftungslamellengitter sowie Glasfenster in Wandstärke zuzumauern.



Abbildung 6-4: Glasfenster und Lüftungslamellengitter. HB Irslingen

Den größten Sanierungsbedarf im Außenbereich weisen die HB Irslingen und HHB Neukirch auf. Speziell im HHB Neukirch hat das LKA die Absicherung des Zugangstores zum Gelände und die im Vorraum verbauten Glasbausteine bemängelt (siehe Abbildung 6-5).



Abbildung 6-5: Zugangstor und Glasbausteine. HHB Neukirch

Das LKA empfiehlt für das Zugangstor die Montage eines einbruchhemmenden Schutzbeschlages mit Zylinderabdeckung als Kernziehschutz. Teile der Glasbausteine im Vorraum zu den Behälterkammern sollten entfernt bzw. zugemauert werden.

6.5.2 Behälterkammer

Etwa die Hälfte aller Hochbehälter weist an den Behälterkammerwänden teils sehr ausgeprägte Poren, Lunker und kleine Hohlräume auf, ebenso Kiesnester an Wänden und Decken. Abbildung 6-6 zeigt hier exemplarisch die Situation im HB Gößlingen.



Abbildung 6-6: Poren, Lunker und Kiesnester. HB Gößlingen

In den meisten Hochbehältern (9 von 11) kann die Beschichtung/Anstrich an einigen Stellen am Boden und der Wand der Behälterkammer mit den Fingern, ohne große Anstrengung, abgerieben werden. Diese Tatsache deutet daraufhin, dass sich auch im normalen Betrieb,

durch die Bewegung des Wasserspiegels, die Beschichtung in das Trinkwasser ablöst. Dies kann negative Auswirkungen auf die Qualität des Trinkwassers haben und stellt vor allem während der Reinigung ein erhebliches Problem dar (siehe Abbildung 6-7). Ursachen für diesen Mangel können ein unzureichender Verbund, Ausführungsfehler bei der Herstellung oder ungeeignete Materialien sein (DVGW W 312).

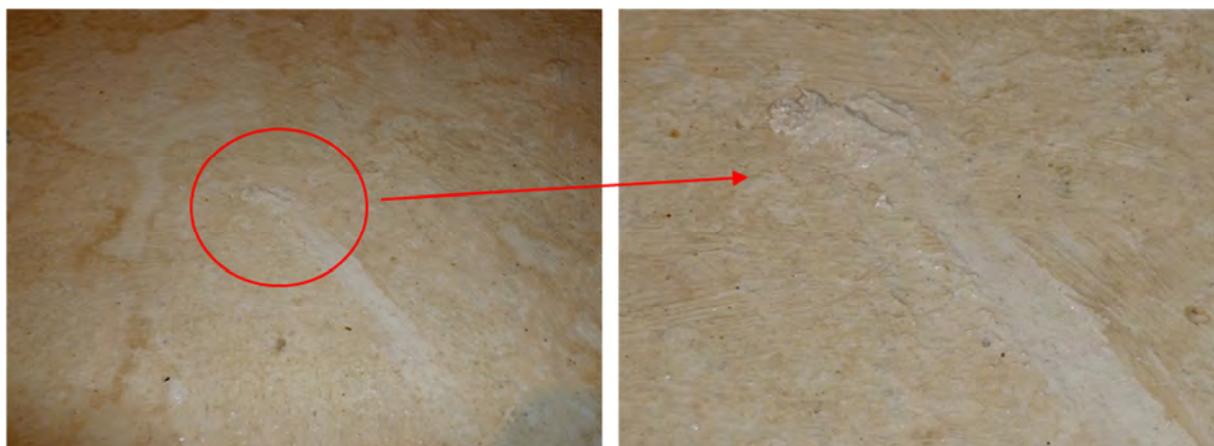


Abbildung 6-7: Abrieb der Beschichtung am Boden. HB Böhringen

Einige Hochbehälter sind von mehr oder weniger ausgeprägten Kalkaussinterungen betroffen. Dies deutet auf von außen eindringendes Wasser hin, welches die Qualität des Trinkwassers erheblich negativ beeinflussen kann. Abbildung 6-8 zeigt die Situation im HB Lauffen HZ.



Abbildung 6-8: Abrieb des Anstrichs und Kalkaussinterungen an Wandfläche. HB Lauffen HZ

Außerdem wurden in jedem zweiten Hochbehälter an Boden bzw. Wänden der Behälterkammer vereinzelte bis mäßig viele Korrosionsstellen festgestellt (siehe Abbildung 6-9).



Abbildung 6-9: Korrosionsstellen an Wand und Boden. HB Dietingen

6.5.3 **Hydraulik**

Im Bereich der Hydraulik wurden über alle Hochbehälter hinweg absolut betrachtet weniger Mängel festgestellt, als in Bezug auf die Behälterkammern. Gleichwohl sind die vorhandenen Mängel als hygienisch bedenklich bis sehr bedenklich einzustufen. Im Wesentlichen beschränken sich die beobachteten Schadstellen auf Korrosion und Abplatzungen an Rohrleitungen. Während die hydraulische Ausrüstung in rund der Hälfte der Hochbehälter an verschiedenen Stellen von Korrosionsproblemen betroffen ist, wurden Abplatzungen lediglich in zwei Hochbehältern festgestellt. Abbildung 6-10 und Abbildung 6-11 zeigen exemplarisch die Situation in den HB Dietingen und Lauffen HZ.



Abbildung 6-10: Korrosion im Bereich der Hydraulik. HB Dietingen



Abbildung 6-11: Korrosion im Bereich der Hydraulik. HB Lauffen HZ

Die Be- und Entlüftung der Behälter erfolgt in 9 von 11 Fällen über Lüftungskamine, die zum Teil direkt in die Behälterkammern führen. Eine Be- und Entlüftung direkt über der Wasseroberfläche ist nach DVGW W 312 nicht mehr Stand der Technik. Verschärfend kommt hinzu, dass an 5 von 9 Hochbehältern diese Belüftungskamine nicht mit einem Feinfilter ausgerüstet sind. Abbildung 6-12 zeigt beispielhaft die Situation am HB Böhlingen.



Abbildung 6-12: Lüftungskamine; Be- und Entlüftung in der Behälterkammer. HB Böhlingen

In Bezug auf den Innenbereich, also Behälterkammer und Hydraulik, weisen die HB Böhlingen, Dietingen, Irslingen, Lauffen HZ und Frittlingen die meisten Mängel und mithin den vorrangigsten Sanierungsbedarf auf. Aufgrund seiner herausragenden Bedeutung für das Versorgungsnetz ist allerdings auch auf den HHB Neukirch entsprechendes Augenmerk zu legen.



6.5.4 Zusammenfassung

Im Außenbereich fehlen an sämtlichen Behältern adäquate, durch Bewegungsmelder gesteuerte Beleuchtungseinrichtungen; auch die Widerstandsklassen der Zugangstüren entsprechen nicht den geltenden Anforderungen. Problematisch ist darüber hinaus die fehlende Einzäunung an 4 Hochbehältern. Im Bereich der Behälterkammer weisen 9 von 11 Behältern Ablösungen des Anstrichs auf, 8 Behälter zeigen Rostpunkte an Decke und Wand und in 6 Behältern sind Poren/Lunker in erheblichem Ausmaß vorhanden sowie Kiesnester zum Teil sehr ausgeprägt zu beobachten. Im Bereich der Hydraulik weisen 6 Behälter mittlere bis sehr starke Korrosionserscheinungen auf, in nur zwei Fällen sind Abplatzungen an Rohrleitungen erkennbar. Als potentiell risikobehaftet ist schließlich auch das Vorhandensein eines Lüftungskamins oberhalb der Reinwasserkammern in 9 Behältern zu bewerten. Zusätzlich fehlt bei 5 Behältern der Feinfilter am Lüftungskamin.

Tabelle 6-1 gibt einen Überblick über Mängel und Schäden nach DVGW W 300 und W 312.

Tabelle 6-1: Mängel und Schäden an Hochbehältern

		Mängel und Schäden														
		W 312											W 300			
		Planerische Aspekte			Betriebliche Aspekte				Bauliche Aspekte							
		fehlende Sichtkontrolle	keine Trennung der Kammern	Be- und Entlüftung direkt in Kammer	Ungeeignete Einzäunung	Armaturen (Fremdstoffe) in Kammer	Gefährdung der Arbeitssicherheit	Unzureichend gesicherte Fenster	Undichtheiten/Kalkaussinterung	Kiesnester, Poren, Lunken	Ablösungen (Beschichtung)	Materialveränderungen (Verfärbung Beschichtung)	Materialveränderungen (korrodierte Rohre)	Steinauflager	unebene Wandinnenflächen	Dachentwässerung in Rohrkeller
	Größe	Baujahr														
HB Böhringen	2x150m ³	1980	x	x	x						x	x	x	x	x	
HB Dietingen	2x225m ³	1973	x	x		x	x		x			x	x		x	
HB Frittlingen	2x200m ³	1977	x	x		x	x			x	x	x	x			
HB Gößlingen	2x50m ³	1987	x	x				x		x	x			x	x	
HB Irslingen	2x150m ³	1985		x		x	x	x	x	x				x	x	
HB Lauffen HZ	2x100m ³	1980	x	x	x				x		x	x	x	x		
HB Lauffen NZ	2x150m ³	1987	x	x	x			x	x	x						
HB Neufra	2x200m ³	1986	x	x	x			x		x				x	x	
H HB Neukirch	2x1.250m ³	1984	x		x	x		x	x	x	x	x	x			
HB Wellendingen	2x250m ³	1988					x	x		x	x			x	x	
HB Zimmern u.d.B.	2x100m ³	1989	x	x		x	x	x		x	x			x	x	

6.6 Schächte

Die Aufnahme der Schächte erfolgte durch die Mitarbeiter des ZV Bodensee-Wasserversorgung in Zusammenarbeit mit Herrn Merz. Sämtliche 133 Schächte wurden dabei einer eingehenden Begutachtung unterzogen. Die an den Schächten festgestellten Mängel werden im Folgenden getrennt nach baulichen Mängeln, erschwerter Begehbarkeit und dem Zustand der hydraulischen Installation dargestellt.

6.6.1 Bauliche Mängel

An mehreren Schächten wurden Materialermüdungserscheinungen an Beton- und Metallbauteilen festgestellt.



Abbildung 6-13: bauliche Mängel an Schächten I



Abbildung 6-14: bauliche Mängel an Schächten II

6.6.2 Begehbarkeit

Ein Teil der Schachtbauwerke verfügt nicht über ausreichend dimensionierte Einstiegsmöglichkeiten. Gelegentlich wird der Einstieg durch Verengungen oder Versätze im Bauwerk erschwert. Hinzu kommt die allgemeine bauliche Beengtheit einiger Schachtbauwerke, die die Bewegungsfreiheit von Personen bei Sichtkontrollen bzw. Wartungsarbeiten erheblich einschränkt. Abbildung 6-15 zeigt ausgewählte Beispiele zur beschriebenen Problematik.



Abbildung 6-15: erschwerte Begehbarkeit von Schächten

6.6.3 Hydraulische Installation

In einigen Schächten entspricht die verbaute hydraulische Installation nicht mehr dem Stand der Technik (siehe Abbildung 6-17). Vielfach sind zum Teil massiv korrodierte Armaturen anzutreffen; undichte Armaturen führen zu vermeidbaren Wasserverlusten. Veraltete Armaturen und von starken Ablagerungen betroffene Rohrleitungen erhöhen zudem das bakteriologische Gefahrenpotential (siehe Abbildung 6-16).



Abbildung 6-16: veraltete hydraulische Installation in Schächten I



Abbildung 6-17: veraltete hydraulische Installation in Schächten II



6.6.4 Zusammenfassung

Von insgesamt 133 Schächten wurden 34 als bautechnisch problematisch eingestuft. Bei 59 Schächten sind die vorgefundenen Installationen dringend sanierungsbedürftig. Von den 34 aufgezeigten Schächten die einer baulichen Erneuerung bedürfen entfallen 19 Schächte auf Leitungsabschnitte die gesamtheitlich zu erneuern sind, 8 Schächte entfallen auf die möglicherweise stillzulegende Leitung DN 100 Feckenhausen – Wellendingen. Damit verbleiben etwa 7 Schächte die ergänzend zu den Leitungsauswechslungen neu zu erstellen wären. Bei 15 weiteren Schächten wären die hydraulischen Installationen zu erneuern.

Tabelle 6-2: Zustand der Schächte und Armaturen

	Zustand								gesamt Schächte	Schächte			Armaturen		
	AHZ	H	B	L/LH/LV	SV/SE/SL/SB/SA	SAE/SAZ/SEH/SAEZ/SAEL/SLE	E	S		grün	gelb	rot	grün	gelb	rot
AL Frittlingen		1	3	6	3	1			14	9	3	2	3	5	3
AL Neufra				1					1		1			1	
AL Lauffen		1	3	4	4		2	2	16	6	8	1	5	5	2
DL 150				9	2	1	8		20	3	15	2	3	7	10
DL 200		2		2	3			1	8	2	4	2	1	5	9
AL Dietingen					1				1			1		3	2
AL Irslingen			1	6	6	1	1	1	16		4	12	1	3	13
AL Böhringen		1		2		2	1	1	7	1	6		3	4	1
AL Gösslingen/Zi.				6	2	2	4		14	4	9	1	5	3	6
AL Zimmern				1	1		1	1	4	1		3			4
AL Wellendingen 2	1		1	5	4	2	7		20	5	13	2	5	14	1
AL Wellendingen 1		2	2	3	4	1			12	1	4	8	3	2	8
133										32	67	34	29	52	59
prozentualer Anteil										24,1	50,4	25,6	20,7	37,1	42,1

6.7 Leitungen

Der Verband wurde 1928 gegründet. Ein Großteil der noch heute genutzten Transportleitungen stammt aus diesen Gründerjahren. Tabelle 6-3 verdeutlicht den Altersmix der Verbandsleitungen. Die aus dem GIS übernommenen Baujahre können dahingehend interpretiert werden, dass bei unbekanntem Baujahr diese Leitungen aus den Gründerjahren stammen und somit etwa 85 Jahre alt sein dürften.

Tabelle 6-3: Leitungsübersicht

Leitungstabelle mit Baujahren und Längen					
lfd. Nr.	Bezeichnung	Baujahr	Nennweite	Länge [m]	
1	WW Neckarburg - HB Dietingen	1979	DN 150	3050	
2	HB Dietingen - HHB Neukirch	1979	DN 150	1850	
3	WW Neckarburg - HB Dietingen	1956	DN 200	3050	
4	HB Dietingen - HHB Neukirch	1956	DN 200	1850	
5	HHB Neukirch - SK Feckenhausen	1978	DN 200	6550	
6	HHB Neukirch - SK Feckenhausen	1954	DN 150	4500	
7	SK Feckenhausen - HB Wellendingen	1930	DN 100	2850	[2]
8	SK Feckenhausen - HB Wellendingen	1970	DN 200	2800	
9	HB Wellendingen - Abzweig Frittlingen Ltg. 1	1930	DN 150	300	
10	HB Wellendingen - Abzweig Frittlingen Ltg. 1	1973	DN 150	1850	[1]
11	HB Wellendingen - Abzweig Frittlingen Ltg. 2	1930	DN 150	300	

Leitungstabelle mit Baujahren und Längen					
lfd. Nr.	Bezeichnung	Baujahr	Nennweite	Länge [m]	
12	HB Wellendingen – Abzweig Frittlingen Ltg. 2	1973	DN 150	1850	[1]
13	Abzweig Frittlingen - HB Frittlingen	1930	DN 150	2700	
14	Abzweig Frittlingen - HB Neufra	unbekannt	DN 150	400	
15	HB Neufra - HB Lauffen NZ	unbekannt	DN 150	4300	
16	HB Lauffen NZ - HB Lauffen HZ	unbekannt	DN 150	250	
17	HHB Neukirch - Abzweig Irslingen	1979	DN 150	800	
18	Abzweig Irslingen - HB Dietingen	1979	DN 100	1150	
19	Abzweig Irslingen - HB Irslingen	unbekannt	DN 100	4000	
20	HB Irslingen - HB Böhringen	unbekannt	DN 100	3700	
21	HHB Neukirch - Anschluss Neukirch	unbekannt	DN 175	1250	[2]
22	Anschluss Neukirch - Abzweig Gößlingen	unbekannt	DN 150	2600	
23	Abzweig Gößlingen - HB Gößlingen	unbekannt	DN 80	1300	
24	Abzweig Gößlingen - HB Zimmern	unbekannt	DN 65	1200	
	Summe			54450	100%
[1] Baujahr nicht durchgehend gesichert					
	Gesamtlänge Baujahr unbekannt			19000	34,89%
	Gesamtlänge Baujahr 1930			6150	11,29%
	Gesamtlänge Baujahr 1956			4900	9,00%
	potenziell problematische Leitungen			30050	55,19%

[2] wird stillgelegt

Damit ist davon auszugehen, dass etwa 45 % der Leitungen (ca. 25 km) um 1930 herum gebaut wurden. Eine Häufung von Schadensfällen ist im Bereich der Zuleitung zum HB Neufra festzustellen, während die übrigen Altleitungen in dieser Hinsicht noch nicht aus dem Rahmen fallen. Primär die Schächte der Altanlagen befinden sich jedoch in einem nach heutigen Standards nicht mehr akzeptablen Zustand und erlauben vielfach aufgrund der baulichen Beengtheit keine Erneuerungsmaßnahmen.

6.8 Überprüfung der Anlagendimensionen (Förderung, Transport, Speicherung) unter Berücksichtigung der Wasserbedarfsprognose

6.8.1 Hochbehälter

Anhand der Wasserbedarfsprognose kann nun die Dimensionierung der einzelnen Hochbehälter überprüft werden. Nach DVGW W 300 sollte der Nutzinhalt von Trinkwasserbehältern bei einem zukünftigen maximalen Tagesbedarf $\leq 2000 \text{ m}^3$ dem höchsten Tagesbedarf, zusätzlich der erforderlichen Löschwasserreserve des zugehörigen Versorgungsgebietes entsprechen. Die erforderliche Löschwasserreserve ihrerseits hängt von der baulichen Nutzung des Versorgungsgebietes sowie der überwiegenden Bauart der Gebäude ab. Nach DVGW W 405 kommt als Löschwasserreserve im Versorgungsgebiet, abhängig von der baulichen Nutzung des Siedlungsgebietes, je Hochbehälter eine Menge von $48 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. $96 \text{ m}^3/\text{h}$ in Betracht, die für eine Dauer von 2 Stunden vorzuhalten ist. Bei der Festlegung der vorzuhaltenden Löschwasserreserve muss dafür Sorge getragen werden, dass die Löschwasserreserve den Trinkwasserbedarf nicht erheblich übersteigt, um lange Stagnationszeiten des Trinkwassers in den Versorgungsanlagen zu vermeiden. Im Falle der Ortschaft Gößlingen wurde daher die vorgehaltene Löschwassermenge gegenüber dem DVGW Richtwert halbiert. Für Ortschaften und Gemeinden, die über größere Gewerbeansiedlungen verfügen, wurde mit einer Löschwasserreserve von je $2 \cdot 96 \text{ m}^3 \approx 200 \text{ m}^3$ kalkuliert; wo die Gewerbestruktur durch kleinere, über das Siedlungsgebiet verteilte Betriebe dominiert ist, wurden je $2 \cdot 48 \text{ m}^3 \approx 100 \text{ m}^3$ angesetzt. Die Ergebnisse der Überprüfung der Behälterdimensionen sind in Tabelle 6-4 zu finden.

Tabelle 6-4: Überprüfung der Behälterdimensionen

Hochbehälter	Q _{d,m} 2035 [m ³ /d]	Q _{d,max} 2035 [m ³ /d]	Lösch- wasser [m ³]	Inhalt 2014 [m ³]	Inhalt erf.,2035 [m ³]	Erfüllt Versorgungs- aufgabe [ja/nein]
HB Böhringen	110	212	100/200	300	312/412	ja/nein
HB Dietingen	246	565	200	450	765	nein
HB Frittlingen	277	454	200	400	654	nein
HB Gößlingen	28	48	50 ¹	100	98	ja
HB Irslingen	107	204	100	300	304	ja
HB Lauffen HZ	138 ²	238 ²	100 ²	200	338	nein
HB Lauffen NZ	138 ²	238 ²	100 ²	300	338	nein
HB Neufra	135	223	200	400	423	ja
HHB Neukirch	171 ³	393 ³	200	2500	593 ³	ja
HB Wellendingen	424	741	200	500	941	nein
HB Zimmern	58	102	100	200	202	ja

¹ Stagnationszeiten vermeiden

² je 50 % von Lauffen gesamt

³ direkt aus dem HHB versorgte Ortschaften: Feckenhausen, Neukirch, Zepfenhan

Recht eindeutig erkennbar sind die Hochbehälter HB Wellendingen, HB Dietingen und HB Frittlingen für ihre zukünftigen Versorgungsaufgaben zu gering bemessen. Ihr derzeitiger Nutzinhalt fasst nicht einmal den jeweils prognostizierten maximalen Tagesbedarf. Es wird daher vorgeschlagen, den Inhalt des HB Wellendingen um 500 m³ auf 1000 m³ zu erweitern, den HB Dietingen um 300 m³ auf 750 m³ sowie den HB Frittlingen um 250 m³ auf 650 m³ auszubauen. Dem gegenüber können die Hochbehälter HB Gößlingen, HB Irslingen, HB Neufra sowie HB Zimmern u. d. B. ihre jeweiligen Versorgungsaufgaben auch in Zukunft ohne bauliche Erweiterungen erfüllen. Gleiches gilt auch für den Haupthochbehälter Neukirch, der bei maximaler Befüllung über dies in der Lage ist, bei einem eventuellen Ausfall



der Trinkwasseraufbereitung 137 % des kumulierten mittleren Tagesbedarfs und 73 % des kumulierten maximalen Tagesbedarfs für das komplette Versorgungsgebiet zur Verfügung zu stellen.

Für ihre künftigen Aufgaben zu gering bemessen sind auch die beiden Hochbehälter Lauffen HZ und Lauffen NZ. Da die Verbrauchsdaten nur einheitlich für die Ortschaft Lauffen und nicht nach den beiden Versorgungszonen aufgeschlüsselt vorlagen, wurde der berechnete Gesamtwasserbedarf jeweils zur Hälfte auf die beiden vorhandenen Hochbehälter aufgeteilt. Gegenüber dem vorhandenen Gesamtvolumen von $200 \text{ m}^3 + 300 \text{ m}^3 = 500 \text{ m}^3$ ergibt sich in der Prognose ein Defizit des Speichervolumens von rund 175 m^3 . Dem entsprechend würde an mindestens einem der beiden Hochbehälter eine bauliche Erweiterung notwendig. Das Versorgungsgebiet erstreckt sich über einen Höhenbereich von 585 - 630 mÜNN. Dieser Höhenbereich könnte auch über einen einzigen Hochbehälter, ggf. unter Verwendung eines Druckminderers für die Niederzone, versorgt werden. Aufgrund der hohen zu erwartenden Sanierungskosten wird daher vorgeschlagen, den HB Lauffen NZ außer Betrieb zu nehmen, und den HB Lauffen HZ durch einen Neubau mit einem Nutzinhalt von $J = 700 \text{ m}^3$ zu ersetzen.

Der Hochbehälter Böhringen stellt bezüglich seiner Dimensionierung einen Grenzfall dar. Soll in diesem Hochbehälter, wie in Tabelle 6-4 dargestellt, in Zukunft eine Löschwasserreserve von 200 m^3 vorgehalten werden, wird der Behälter in seiner heutigen Ausbaugröße seine Versorgungsaufgabe nicht mehr erfüllen können und müsste daher erweitert werden. Wird im Benehmen mit dem zuständigen Kreisbrandmeister die erforderliche Löschwasserreserve auf 100 m^3 verringert, kann die bauliche Erweiterung entfallen.

6.8.2 Leitungen

Im Zuge einer Rohrnetzrechnung für das gesamte Verbandsgebiet wurde die hydraulische Leistungsfähigkeit der einzelnen Transportleitungen überprüft. Im Bereich der Schieberkammer Feckenhausen liegt ein maßgeblicher Hochpunkt, der für die weitere Verteilung in das südliche Verbandsgebiet als limitierendes Element zu bewerten ist. Grundsätzliche Leitungserweiterungen sind unter Berücksichtigung der ausgleichenden Funktion der im System vorhandenen Verbandsbehälter nicht erforderlich.



6.9 Bewertung der Rohwasserqualität des Eigenwassers und der Mischsituation mit Zusatzwässern

Das Rohwasser im Wasserwerk Neckarburg entstammt einem Karstwasservorkommen. Entsprechend seiner Herkunft neigt es bei starken Niederschlägen zu entsprechender Eintrübung. Dabei werden im Extremfall Trübungswerte bis zu 100 NTU erreicht. Im Zuge der Eintrübungen können auch bakteriologische Beeinträchtigungen nicht sicher ausgeschlossen werden.

Bei einer Gesamthärte von etwa 21°dH ist das Wasser als „hart“ zu bezeichnen. Der Nitratwert liegt bei etwa 22 mg/l und damit noch unter einem anzustrebenden Zielwert von 25 mg/l. Bis auf die beschriebenen witterungsbedingten Beeinträchtigungen entspricht das genutzte Eigenwasser in vollem Umfang den Anforderungen der neuen Trinkwasserverordnung vom 3.5.2011.

Im derzeitigen Betrieb wird das Eigenwasser des Verbandes im HB Neukirch im Verhältnis von 50% zu 50% mit Zusatzwasser vom Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung gemischt. Durch die Mischung wird im Mischwasser eine Gesamthärte zwischen 15°dH und 16°dH erreicht. Das Mischwasser befindet sich korrosionschemisch dabei im Gleichgewicht. Der Nitratgehalt wird durch die Mischung auf einen Wert von etwa 13 mg/l abgesenkt.

7. Der Klimawandel und die Folgen

Kohlendioxid, Wasserdampf und andere Treibhausgase behindern die Wärmeabstrahlung der Erde und erwärmen sie so. Je mehr dieser Gase in der Atmosphäre enthalten sind, desto dicker ist das „Glas“ des Treibhauses. Seit der Jahrhundertwende um 1900 zeigen nahezu alle Messreihen weltweit eine Temperaturzunahme von 0,7 °C. In seinem Bericht aus dem Jahre 2007 kommt der IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) zu dem Schluss, dass der Klimawandel dramatischer ausfallen könnte, als bis dahin angenommen. Allein in den letzten 50 Jahren war der globale Temperaturanstieg fast doppelt so groß wie in den letzten hundert Jahren. Zahlreiche Klimamodelle zeigen, dass die Durchschnittstemperatur bei den derzeitigen CO₂-Emissionen weiter ansteigen wird. (Gebhardt, et al., 2012)

7.1 Lufttemperatur

Der Klimawandel ist auch in Baden-Württemberg in vollem Gange: Die Jahresmitteltemperatur stieg seit 1901 bis heute von rund 8 °C auf über 9 °C an. Der größte Anstieg erfolgte dabei erst in den letzten 30 Jahren seit 1980. Die Durchschnittstemperatur wird nach den Berechnungen aller Klimaszenarien in Baden-Württemberg auch künftig weiter zunehmen, bis zum Jahr 2050 um 0,8 bis 1,7 °C. Die Hitzetage (Höchsttemperatur mindestens 30 °C) treten doppelt so häufig auf. Im Gegenzug gehen die Frost- und Eistage deutlich zurück. (Gebhardt, et al., 2012)

Höhere Luft- und Bodentemperaturen können sich auf die Temperatur des Trinkwassers im Verteilungsnetz auswirken. Besonders gefährdet sind dabei oberflächennahe Leitungen in versiegelten Gebieten. Ob damit die Gefahr der Wiederverkeimung steigt, hängt vom Zustand und Betrieb des Netzes ab. Dort, wo ohnehin eine Wiederverkeimungstendenz besteht, wird diese durch höhere Temperaturen verstärkt. Um die Risiken des Klimawandels zu senken, sind ausreichende Fließgeschwindigkeiten sicherzustellen und Stagnationszonen nach Möglichkeit umzubauen. Gegebenenfalls kann es sinnvoll sein, Einrichtungen zur Nachdesinfektion in der Speicherung und Verteilung zu schaffen.

Zunehmende Hitze- und Trockenperioden verändern das Bodengefüge und können dadurch die Querbruchgefahr bei spröden, biegesteifen Rohrleitungswerkstoffen erhöhen. Der Ersatz von Altleitungen durch moderne Werkstoffe verringert diese Gefahr, vor allem in bindigen Böden.

Abhängig vom Verbraucherverhalten (häufigeres Duschen, Bewässerung von Gartenanlagen, etc.), dem Abnahmeverhalten der Industrie und einer ggf. erhöhten Brandgefahr, könnte sich die beschriebene Entwicklung auch auf die zukünftige maximale Tagesabgabemenge auswirken und zu einer erhöhten Spreizung zwischen Grund- und Spitzenbedarf führen. Sie sollte daher bei der Festlegung des Tagesspitzenfaktors Berücksichtigung finden. (vgl. Merkel, et al., 2014; Castell-Exner, et al., 2010)

7.2 Sturm

Ob der Anstieg der Häufigkeit von Unwettern mit dem Klimawandel zu tun hat, ist noch nicht eindeutig belegt. Allerdings gab es in den letzten 20 Jahren vermehrt schwere Winterstürme, die auch Baden-Württemberg trafen. Beispiele sind die Winterstürme Daria (1990), Vivian und Wiebke (1990), Lothar (1999), Kyrill (2007) und zuletzt Xynthia (2010). Die dabei aufgetretenen Böengeschwindigkeiten reichten von 150 km/h über dem Flachland bis über 200 km/h über den Mittelgebirgsregionen. Ebenfalls gestiegen sind die Häufigkeit und Intensität von Hagelstürmen. Schwere Hagelstürme können Gebäude, Fahrzeuge und Felder massiv schädigen. In Baden-Württemberg verursacht Hagel fast 40 Prozent (ca. 50 Mio. Euro) aller durch Naturereignisse bedingten Schäden an Gebäuden. Untersuchungen lassen vermuten, dass sich das Sturmklima in Baden-Württemberg bis 2050 nicht signifikant ändern wird. Aber auch in Zukunft ist mit ähnlich schweren Stürmen wie Lothar zu rechnen. Relativ höhere Temperaturen und Luftfeuchtigkeit erhöhen das Gewitter- und Hagelpotenzial. Hohe Windgeschwindigkeiten treten vor allem in Höhenlagen und in Gelände mit stark strukturierter Oberfläche wie dem Schwarzwald oder der Schwäbischen Alb besonders häufig auf. Ein hohes Schadensrisiko besteht aber erst, wenn an gefährdeten Orten eine Verwundbarkeit vorliegt, beispielsweise wenn dort Gebäude oder windwurfanfällige Bäume stehen. (Gebhardt, et al., 2012)

Eine wesentliche Gefahr für Trinkwasserversorgungseinrichtungen durch Sturmereignisse besteht in der Unterbrechung von Energieversorgungsleitungen und der Beschädigung sicherheitsrelevanter Gebäudeteile durch Windwurf. Entsprechend ist auf eine angepasste Bauweise und die Vorhaltung einer ausreichenden Notstromversorgung zu achten.

Durch langfristige Änderungen der meteorologischen Kenngrößen sind auch der Wasserhaushalt und davon abhängig die Wasserwirtschaft auf vielfältige Weise betroffen. Um daher die überregionalen Auswirkungen des Klimawandels gezielt für Süddeutschland zu erfassen,

haben bereits im Jahr 1999 die Länder Baden-Württemberg und Bayern zusammen mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD) das Kooperationsvorhaben „Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“ (KLIWA) für eine langfristige gebiets- und fachübergreifende Zusammenarbeit vereinbart. Seit 2007 ist an dieser Kooperation auch das Land Rheinland-Pfalz beteiligt. (Arbeitskreis KLIWA, 2012)

Im Folgenden werden die Erkenntnisse, die für die Trinkwasserversorgung relevanten KLIWA-Forschungsprojekte, in knapper Form dargestellt.

7.3 Starkniederschlag

Starkniederschlag ist als eine der Hauptursachen für die Hochwasserentstehung von großer Bedeutung. Mit Starkniederschlag wird nach DIN 4049 ein Niederschlag bezeichnet, der im Verhältnis zu seiner Dauer eine hohe Niederschlagsintensität aufweist und demzufolge selten auftritt – im Mittel höchstens zweimal jährlich. Die KLIWA-Untersuchungen zum Langzeitverhalten der Starkniederschläge in Süddeutschland (Baden-Württemberg und Bayern) kamen zu folgenden Ergebnissen: Eine regionalspezifische Zunahme der Starkniederschlagshöhen ist am deutlichsten in den Wintermonaten Oktober-April statistisch nachweisbar. Dieser Befund passt zu den Ergebnissen der KLIWA-Untersuchung zum Gebietsniederschlag, die im Winter ebenfalls eine Zunahme der Häufigkeit extremer Werte zeigt. Zur Erklärung dieser Zunahme im Winter bieten sich bei beiden Untersuchungen die Verschiebungen in der Häufigkeit bestimmter Wetterlagen an. Dadurch verstärken sich die Niederschläge im Winter infolge der größeren Häufigkeit zonaler und gemischter Zirkulationsformen. Im hydrologischen Winterhalbjahr zeigen die Starkniederschlagshöhen des Zeitraums 1931–2000 deutliche Zunahmen. Diese Zunahmen verstärken sich vereinzelt noch mit zunehmender Dauer der Starkniederschläge. Regionale Schwerpunkte sind in Baden-Württemberg der Schwarzwald sowie der Nordosten des Landes. Im hydrologischen Sommerhalbjahr ist hingegen kein einheitlicher Trend bei den Starkniederschlägen festzustellen. Dennoch zählt auch hier insbesondere der Ostrand des Schwarzwaldes zu den Regionen mit einer Zunahme der Starkniederschlagshöhen. (Albrecht, et al., 2006)

Zunehmende Starkniederschläge beeinflussen die Rohwasserqualität, insbesondere wenn Flusswasser oder Grundwasser aus Karstquellen zur Aufbereitung kommen. In der Landwirtschaft ausgebrachte Düngemittel werden von Nutzflächen abgeschwemmt und können so zu erheblichen Nitrateinträgen in das Grundwasser führen (Castell-Exner, et al., 2010). Auch die

Wahrscheinlichkeit der Beschädigung von Gebäuden durch Unterspülungen und Hangrutschungen nimmt zu.

7.4 Hoch-/Niedrigwasser

Die Höchstniederschläge haben im Winter bis zu 35 Prozent zugenommen, ebenso die Zahl der Hochwasserereignisse in den letzten 30 Jahren. Zwar sind in Bezug auf die Hochwasserereignisse keine ausgeprägten räumlichen Schwerpunkte vorhanden. Ausnahme hiervon sind jedoch einige Pegel mit signifikanten Zunahmen der jährlichen Höchstabflüsse, die sich hauptsächlich am Ostrand des Schwarzwalds befinden. Für den Neckar wurde ermittelt, dass ein Jahrhundert-Hochwasser bis zum Jahr 2050 um 15 Prozent mehr Wasser führen könnte als bisher. Die Zahl heftiger Gewitter wird voraussichtlich ebenfalls zunehmen und damit auch kleinere Flüsse und Bäche mit Hochwasser bedrohen. Vor allem in den Mittelgebirgen stellen durch Starkregen verursachtes Hochwasser, Hangrutsche oder Erosionen eine Gefahr dar. Die Klimasimulationen deuten darauf hin, dass sich zwar die Niederschlagsmengen innerhalb eines Jahres kaum ändern werden, aber dass sie sich anders verteilen. Jahre mit besonders nassen und besonders trockenen Perioden werden künftig wahrscheinlicher. Insgesamt werden aber im Sommer die Trockenperioden wahrscheinlich häufiger auftreten und länger dauern. (Gebhardt, et al., 2012; Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik, 2002)

Hochwasserereignisse können zur Überflutung von Gebäuden bzw. Gebäudeteilen führen, außerdem wirken im Außenbereich Druck- und Auftriebskräfte auf Gebäude ein. Die für die Aufrechterhaltung der Trinkwasserversorgung notwendigen Bauwerke sind ggf. im Hinblick auf Überflutungsvorsorgeaspekte zu überprüfen.

7.5 Grundwasserstand und Quellschüttungen

Kenntnisse zum Langzeitverhalten von Grundwasserständen und Quellschüttungen sind von großer Bedeutung für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen. Entsprechende Untersuchungen wurden im Rahmen von KLIWA erstmalig in den Jahren 2008/2009 durchgeführt. Die durchgeführten statistischen Auswertungen beziehen sich auf 127 Messstellen in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz mit teilweise historisch langen Zeitreihen für den Zeitraum 1913 bis 2007. Eindeutige Anzeichen für langfristige, klimatisch bedingte Entwicklungstendenzen wurden in den Beobachtungsreihen für den Zeit-

raum bis 2007 nicht erkannt. Recht eindeutig konnte festgestellt werden, dass die Grundwasserneubildung zu Grundwasserhöchstständen im Frühjahr (März bis Mai) führt, aber an nahezu der Hälfte der Messstellen eine signifikante Tendenz zum immer früheren Auftreten des Maximums erkennbar ist. Das jährliche Maximum der Niederschläge verschiebt sich im Nordwesten des Untersuchungsgebiets zunehmend ins Winterhalbjahr. Diese Beobachtung, projiziert in die Zukunft, lässt die Aussage zu, dass eine Erhöhung der Grundwasserneubildung im Winterhalbjahr zu erwarten ist. Auswirkungen von Klimaveränderungen auf den Jahresgang der Grundwasserstände und Quellschüttungen sind für das jüngste Betrachtungssegment (1980 bis 2000) – ähnlich wie es im Gesamtzeitraum der Fall ist – nicht festzustellen bzw. es gibt keine signifikanten Veränderungen bei den jährlichen Höchst- und Niedrigständen. Festzustellen sind 8-Jahresperiodizitäten (Wechsel von Nass- und Trockenperioden) seit 1980, welche recht augenscheinlich (Trockenperiode 2003 bis 2010), aber nicht durch Klimasignale erklärbar sind. Diese Perioden werden auch in Zukunft das Grundwasserangebot prägen. (KLIWA-AG Grundwasser, 2011)

8. Gefährdungspotential und Risikoanalyse

Bei allen Wasserversorgungen bestehen Risiken, die angemessen gehandhabt werden müssen. Diese Risiken können vielfältiger Natur sein und beispielsweise von „natürlichen“ Gefährdungen, technischem Versagen, Naturkatastrophen oder Anschlägen herrühren. Die Analyse möglicher Gefährdungsszenarien kann in Verbindung mit einer Risikoabschätzung dazu beitragen, identifizierte Risiken zu minimieren und zu beherrschen.

8.1 Gefährdungsanalyse

Die Zusammenstellung möglicher Gefährdungspotentiale für die Eigenwassergewinnungsanlagen dient als Grundlage für die Abschätzung möglicher Risiken, die in Bezug auf die bestehende Grundwassernutzung zu berücksichtigen sind. Die Abschätzung der Risiken wiederum soll als Entscheidungskriterium für die Notwendigkeit eventueller zusätzlicher Maßnahmen zur Bereitstellung von Ersatzwasser herangezogen werden. Im Rahmen der vorliegenden Strukturuntersuchung wird der Schwerpunkt bei der Gefährdungsanalyse auf die Wassergewinnungsanlagen gelegt. Die Förder-, Speicher- und Verteilanlagen sind nicht Gegenstand der Betrachtungen. In Bezug auf die vorhandenen Brunnenanlagen sollen mögliche Gefährdungen für den Normalbetrieb dieser Anlagen aufgezeigt und analysiert werden.

Im Hinblick auf qualitative Beeinträchtigungen des geförderten Wassers kommen sowohl hygienische, chemische wie auch physikalische und radiologische Beeinträchtigungen in Frage. Die Beeinträchtigungen können aus dem Straßenverkehr (Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen), dem Schienenverkehr sowie aus Unfällen in der Nähe relevanter Oberflächengewässer resultieren. Auch Baumaßnahmen sind als mögliche Gefährdungspotentiale zu beachten. Ein weiterer potentieller Gefährdungsherd kann eine intensive landwirtschaftliche Nutzung der Flächen im Einzugsgebiet der Wasserfassungen durch den Eintrag von Düngemitteln (Nitrat) sowie Pflanzenschutzmitteln darstellen. Auch intensive Bodenbearbeitung, lange Brachzeiten oder Grünlandumbruch können sich negativ auf die Grundwasserqualität auswirken. Schlussendlich sind auch große Biogasanlagen mit eventueller Lagerung von Mist und Jauche mit in die Betrachtungen einzubeziehen. Die Entwässerungsanlagen der Kommunen gehören mit eventuellen Leckagen ebenso zu den denkbaren Gefährdungsquellen der Brunnen wie eventuelle Emissionen über den Luft- oder Wasserweg bei Unfällen im gewerblichen Bereich oder auch bei entsprechenden Brandereignissen (Löschmittel).

Tabelle 8-1: Gefährdungspotentiale Brunnen 1-4, WW Neckarburg

Nr.	Gefährdungsquelle	Beschreibung
1.0	Straßenverkehr	<p>Die Autobahn A 81 durchquert die Schutzzonen II und III des Wasserschutzgebietes in einem weitläufigen Bogen von Süd nach Nordost. Durch die genannten Schutzzonen verläuft darüber hinaus die Bundesstraße B 14 (Rottweil – Oberndorf a. N.); sie bildet einen Abschnitt der Abgrenzung zwischen den Schutzzonen II und III. Die Schutzzone III wird zusätzlich von folgenden Verkehrsachsen durchquert bzw. tangiert:</p> <p>Bundesstraße B 462 (Rottweil – Dunningen), Kreisstraße K 5522 (Villingendorf – Bösing), Kreisstraße K 5538 (Hochwaldstraße, Verbindung B14 – B 462).</p>
2.0	Schienenverkehr	<p>Zwar wird keine der Schutzzonen von einer Bahntrasse durchquert, der Abstand zwischen der Bahnlinie Rottweil – Oberndorf a. N. und den Grenzen der Schutzzonen I, II und III beträgt stellenweise jedoch nur ca. 40 m. Bahntrasse und Wasserschutzgebiet sind durch den Neckar räumlich voneinander getrennt.</p> <p>Rohwasserzuleitungen zum WW betroffen?</p>
3.0	Landwirtschaft	<p>Im Bereich der Schutzzonen II und III erfolgt eine landwirtschaftliche Nutzung.</p>
4.0	Kanalisation	<p>Etwa 60 % des Siedlungsgebietes der Gemeinde Villingendorf befinden sich in der Schutzzone III. Außerdem liegt die Kläranlage Villingendorf (Ausbaugröße 6.000 EW) unmittelbar am Rand dieser Schutzzone.</p>
5.0	Oberflächengewässer	<p>Neckar (Hochwassersituation Wasserwerk)</p>

6.0	Luftraum	Gefährdungspotentiale über den Luftraum sind derzeit nicht erkennbar
7.0	Gewerbe	Das Gewerbegebiet „Wasen“ der Gemeinde Villigendorf befindet sich in der Schutzzone III im Grenzbereich zur Schutzzone II.
8.0	Betrieb Wasserwerk	Anlieferung von Chemikalien
9.0	Bohrungen	Niederbringung von Erdwärmesonden im Siedlungsbereich

8.2 Risikoabschätzung

Bei der Risikoabschätzung ist eine Kombination aus Gefährdungspotential und Eintrittswahrscheinlichkeit zu berücksichtigen. Sie dient nach DVGW-Arbeitsblatt W 1001 „der Priorisierung von Risiken hinsichtlich ihrer potentiellen Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit und den daraus abzuleitenden Maßnahmen“.

Das DVGW Arbeitsblatt W 1001 empfiehlt zur Darstellung der Ergebnisse einer Risikoabschätzung die Zusammenstellung in Form einer 3 x 3 Bewertungsmatrix nach dem Muster in Abbildung 8-1. Für die 4 betrachteten Brunnenanlagen soll nach diesem Vorschlag verfahren werden.

		Schadensausmaß		
		GERING	MITTEL	HOCH
Eintrittswahrscheinlichkeit	GERING	Niedriges Risiko	Niedriges Risiko	Hohes Risiko
	MITTEL	Niedriges Risiko	Mittleres Risiko	Hohes Risiko
	HOCH	Mittleres Risiko	Hohes Risiko	Hohes Risiko

Abbildung 8-1: 3 x 3 Bewertungsmatrix nach DVGW 1001

Die 9 aufgeführten Gefährdungspotentiale wurden nach der zu erwartenden Eintrittswahrscheinlichkeit und dem potentiellen Schadensausmaß qualitativ bewertet. Dabei haben sich die in Tabelle 8-2 dargestellten Risikokonstellationen ergeben.

Tabelle 8-2: Risikoabschätzung Brunnen 1-4, WW Neckarburg

Nr.	Gefährdungsquelle	Eintrittswahrscheinlichkeit	Schadensausmaß	Risiko
1.0	Straßenverkehr	mittel	mittel	mittleres Risiko
2.0	Schienenverkehr	gering	gering	niedriges Risiko
3.0	Landwirtschaft	gering	mittel	niedriges Risiko
4.0	Kanalisation	mittel	mittel	mittleres Risiko
5.0	Oberflächengewässer	gering	mittel	niedriges Risiko

Nr.	Gefährdungsquelle	Eintrittswahrscheinlichkeit	Schadensausmaß	Risiko
6.0	Luftraum	gering	gering	niedriges Risiko
7.0	Gewerbe	mittel	mittel	mittleres Risiko
8.0	Betrieb Wasserwerk	gering	gering	niedriges Risiko
9.0	Bohrungen	gering	mittel	niedriges Risiko

8.3 Risikobeherrschung

Maßgebliche Risiken wie Hochwasser oder Stromausfall wurden im Wasserwerk zum einen durch bauliche Maßnahmen wie zum Beispiel druckdichte Fenster in den Lichtschächten des Rohrkellers sowie die mögliche Versorgung der Pumpen mit Eigenstrom berücksichtigt.

8.4 Ausfallszenarien

In jedem Trinkwasserverteilungsnetz können durch Leitungsbrüche oder den Ausfall der Trinkwasseraufbereitung Versorgungsengpässe bzw. -ausfälle entstehen. Die Wahrscheinlichkeit von Leitungsbrüchen steigt mit zunehmendem Alter der Leitungen. Im Folgenden werden ausgewählte Ausfallszenarien beschrieben, deren Eintreten Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit haben könnte. Für die angegebenen Zahlenwerte gelten folgende Annahmen:

- Alle Leitungen werden hinsichtlich der Fließgeschwindigkeiten und Durchsätze wirtschaftlich im Sinne der einschlägigen Literatur betrieben
- Die Lastfälle $Q_{d,m}$ und $Q_{d,max}$ treten jeweils an allen Abgabestellen gleichzeitig auf

8.4.1 Ausfall WW Neckarburg oder Bodensee-Wasserversorgung

Trinkwasseraufbereitungs- und Verteilanlagen können unter anderem aufgrund technischen oder menschlichen Versagens, mangelnder Rohwasserqualität oder auch verübter Sabotageakte ausfallen. Für den Zweckverband würden der Ausfall des WW Neckarburg oder der Bodensee-Wasserversorgung jeweils keine akute Beeinträchtigung darstellen. Sowohl das

Wasserwerk als auch die Bodensee-Wasserversorgung wären im Bedarfsfall in der Lage, vorübergehend die Vollversorgung des Gebietes zu übernehmen.

8.4.2 Ausfall einer Druckleitung WW Neckarburg – HHB Neukirch

Den Ausfall einer Druckleitung zwischen dem WW Neckarburg und dem HHB Neukirch könnte das Versorgungssystem aufgrund der vorhandenen Parallelleitung voraussichtlich ohne größere Beeinträchtigungen verkraften. Selbst bei einem theoretischen Füllstand des HHB Neukirch von 40 % zum Zeitpunkt des Ausfalls der größeren Leitung DN 200, könnte der gesamte Verband ab dem HHB Neukirch für 48 Stunden auf $Q_{d,max}$ -Niveau versorgt werden. Durch eine vorübergehende Anhebung der Fließgeschwindigkeit in der kleineren Leitung DN 150 auf etwa 1,1 m/s wäre auch die unbegrenzte Versorgung auf $Q_{d,max}$ -Niveau möglich. Die Versorgung des Verbandes auf $Q_{d,m}$ -Niveau ist in diesem Szenario ohne Einschränkungen sichergestellt.

8.4.3 Ausfall Leitung DN 200 HHB Neukirch – SK Feckenhausen

Im Falle eines Ausfalls der Verbindungsleitung DN 200 zwischen dem HHB Neukirch und dem Schieberschacht Feckenhausen wären, je nach Lage der eventuellen Bruchstelle, die Ortschaften Neukirch und Zepfenhan ohne Trinkwasserversorgung. Darüber hinaus könnten die südlichen Verbandsgemeinden und die Ortschaft Feckenhausen nur noch über die Verbindungsleitung DN 150 zwischen dem HHB Neukirch und dem Schieberschacht Feckenhausen versorgt werden. Dabei ist mit deutlichen Einschnitten bei der Versorgung der südlichen Verbandsbereiche zu rechnen, da der Schieberschacht Feckenhausen aufgrund seiner topographischen Lage einen limitierenden Hochpunkt darstellt.

8.4.4 Ausfall Leitung DN 200 SK Feckenhausen – HB Wellendingen

Bei einem Ausfall der Verbindungsleitung DN 200 zwischen dem Schieberschacht Feckenhausen und dem HB Wellendingen sind die südlichen Verbandsgemeinden aufgrund der vorgesehenen Stilllegung der parallel verlaufenden Leitung DN 100 von der weiteren Trinkwasserzufuhr abgeschnitten. Besonders ungünstig wäre dieses Szenario für die Gemeinde Frittlingen, da der HB Frittlingen aufgrund seiner topografischen Lage aus dem HB Wellendingen nicht befüllt werden kann. Die Hochbehälter Neufra und Lauffen HZ könnten aus dem

vorhandenen Volumen des HB Wellendingen bei entsprechendem Bedarf noch nachbefüllt werden. Tabelle 8-3 zeigt die verbleibenden Versorgungszeiten der Ortschaften Wellendingen, Frittlingen, Neufra und Lauffen ab dem jeweiligen Hochbehälter auf Basis der Wasserbedarfsprognose für das Jahr 2035.

**Tabelle 8-3: Verbleibende Versorgungszeit bei Ausfall Leitung DN 200
SK Feckenhausen - HB Wellendingen**

Hochbehälter	Füllstand bei Leitungsausfall	verbleibende Versorgungszeit	
		auf Niveau $Q_{d,m}$ [h]	auf Niveau $Q_{d,max}$ [h]
Wellendingen	100 %	45	25
	70 %	28	16
Frittlingen	100 %	39	23
	70 %	22	13
Neufra	100 %	35	21
	70 %	14	8
Lauffen HZ	100 %	43	25
	70 %	25	14

8.4.5 Ausfälle nördliches Verbandsgebiet

Auch das nördliche Verbandsgebiet kann von einer Kappung der Trinkwasserzufuhr betroffen sein. Als mögliche Ausfallszenarien sind Leitungsbrüche im Bereich von DN 150 HHB Neukirch – Abzweig Irslingen, DN 100 Abzweig Irslingen – HB Dietingen, DN 100 Abzweig Irslingen – HB Irslingen bzw. DN 150 Anschluss Neukirch – Abzweig Gößlingen denkbar. Tabelle 8-4 zeigt die verbleibenden Versorgungszeiten der Ortschaften Dietingen, Irslingen, Böhringen, Gößlingen bzw. Zimmern u. d. B. ab dem jeweiligen Hochbehälter auf Basis der Wasserbedarfsprognose für das Jahr 2035.

**Tabelle 8-4: Verbleibende Versorgungszeit bei Kappung der Trinkwasserzufuhr,
Ortschaften nördliches Verbandsgebiet**

Hochbehälter	Füllstand bei Leitungsausfall	verbleibende Versorgungszeit	
		auf Niveau $Q_{d,m}$ [h]	auf Niveau $Q_{d,max}$ [h]
Dietingen	100 %	53	23
	70 %	31	13
Irslingen	100 %	44	23
	70 %	24	13
Böhringen ¹	100 %	43	22
	70 %	24	12
Gößlingen ²	100 %	42	25
	70 %	17	10
Zimmern u. d. B.	100 %	41	23
	70 %	16	9

¹ Löschwasserreserve = 100 m³

² Löschwasserreserve = 50 m³



9. Planungsziele für die künftige Versorgung

Für die Zukunft des Verbandes gilt es eine in betrieblicher und wirtschaftlicher Hinsicht optimale Konstellation zu finden, die den finanziellen und organisatorischen Möglichkeiten des Verbandes entspricht.

Dabei sollten mögliche Konzepte den nachfolgend definierten Zielpunkten nahe kommen:

- Energieeffizienter Betrieb
- Nachhaltige Sanierungs- und Erneuerungsmaßnahmen
- Reduzierung von Betriebsstellen, soweit möglich
- Optimale Nutzung der Ressourcen Eigenwasser und Energie



10. Ausbaustufenplanung 2035

In einer Ausbaustufenplanung wurde von der Fritz Planung GmbH im Februar 2014 der gesamte zur Sanierung und Erweiterung der Verbandsanlagen benötigte Investitionsaufwand abgeschätzt und deren Dringlichkeit bewertet. Bei dieser Priorisierung der Maßnahmen wurde auf die Zustandsbeurteilung der Behälter durch die Fritz Planung GmbH sowie der Schächte durch den Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung in Zusammenarbeit mit dem Verband zurückgegriffen. Bei den Leitungsmaßnahmen flossen aktuelle Zustandsbeurteilungen der Betreiber sowie das Alter der Leitungen mit in die Bewertungen ein. Eine Überlegung war auch, nicht allein die maroden Schächte zu sanieren, wenn das Alter der Leitungen einen Kompletttausch nahelegt.

Unter Berücksichtigung eines Gesamtrealisierungszeitraums von etwa 20 Jahren wurden die Einzelmaßnahmen wie nachfolgend zusammengestellt eingeordnet.

Tabelle 10-1: Ausbaustufenprogramm 2035

Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Bau- nebenkosten	Jahr
		€	
1.0	Quellen		
1.1	Umläufigkeit Quellen	25.000	2015
1.2	Inliner Quellleitung	63.700	2016
1.3	Sanierung Quellgebäude	65.000	2023
	Zwischensumme Quellen	153.700	
2.0	Wasserwerk Neckarburg		
2.1	Be- und Entlüftung Reinwasserbehälter	6.000	2016
2.2	Reinwasserpumpen (Revision)	18.000	2016
2.3	Leitwarte (Hardwareaustausch, Updates)	10.000	2017
2.4	Ultrafiltrationsanlage (Modulwechsel, Ar- maturen, SPS)	177.200	2020
2.5	Umstellung auf Eigenstromnutzung	10.000	
	Zwischensumme Wasserwerk	221.200	
3.0	Wehranlage		
	Sanierung Wehrklappe	50.000	



Zwischensumme Wehranlage		50.000	
Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Bau- nebenkosten	Jahr
		€	
4.0	Leitungen		
4.1	BA 1 HB Neufra - HB Lauffen NZ	355.180	2015
4.2	BA 2 HB Neufra - HB Lauffen NZ	355.180	2016
4.3	BA 3 HB Neufra - HB Lauffen NZ	355.180	2017
4.4	BA1 Abzweig Irslingen - HB Irslingen	448.400	2018
4.5	BA2 Abzweig Irslingen - HB Irslingen	448.400	2019
	BA1 HB Irslingen - HB Böhringen	414.770	2020
	BA2 HB Irslingen - HB Böhringen	414.770	2021
4.6	Anschluss Neukirch - Abzweig Gößlingen	644.280	2022
4.7	Abzweig Gößlingen - HB Gößlingen	283.790	2024
	Abzweig Gößlingen - HB Zimmern	254.880	2026
4.8	HB Wellendingen - Abzweig Frittlingen Lt 1	74.340	2028
	HB Wellendingen - Abzweig Frittlingen Lt 2	74.340	2028
4.9	Abzweig Frittlingen - HB Frittlingen	669.060	2030
4.10	Abzweig Frittlingen - HB Neufra	99.120	2032
4.11	HB Lauffen NZ - HB Lauffen HZ	61.950	2034
	Zwischensumme Leitungserneuerungen	4.953.640	
5.0	Schächte		
	2 Schachtbauwerke	56.600	2015
	3 x Hydraulische Schachtausrüstung	24.900	2015
	3 Schachtbauwerke	84.900	2016
	9 x Hydraulische Schachtausrüstung	74.700	2016
	2 Schachtbauwerke	56.600	2017
	3 x Hydraulische Schachtausrüstung	24.900	2017
	Zwischensumme Schächte	322.600	
6.0	Hochbehälter		
6.1	HB Böhringen	284.026	2015
6.2	HB Dietingen	304.794	2017
6.3	HB Irslingen	260.780	2019
6.4	HB Frittlingen	285.088	2021
6.5	HB Lauffen HZ	249.924	2023
6.6	HHB Neukirch	724.520	2025
6.7	HB Neufra	282.020	2027
6.8	HB Gößlingen	170.628	2029
6.9	HB Lauffen NZ	260.308	2031
6.10	HB Zimmern u.d.B.	230.100	2033
6.11	HB Wellendingen	285.560	2035
	Zwischensumme Hochbehälter	3.337.748	



Die Erweiterung einzelner Behälter sowie der vorgeschlagene Neubau des Hochbehälters Lauffen waren zu diesem Zeitpunkt noch nicht angedacht.

Das in der vorangestellten Tabelle aufgezeigte Ausbaustufenprogramm führte auf der Kostenbasis 2014 zu den nachfolgend zusammengestellten jährlichen Investitionssummen.

Tabelle 10-2: Jährliche Investitionssummen Ausbaustufenprogramm 2035 (Stand Februar 2014)

Jahre	Investitionssumme
	€
2015	745.706
2016	602.480
2017	751.474
2018	448.400
2019	709.180
2020	591.970
2021	699.858
2022	644.280
2023	314.924
2024	283.790
2025	724.520
2026	254.880
2027	282.020
2028	148.680
2029	170.628
2030	669.060
2031	260.308
2032	99.120
2033	230.100
2034	61.950
2035	285.560
	8.978.888
Sanierung Wehrklappe + Eigenstromnutzung	60.000
Gesamtsumme	9.038.888



Im genannten Ausbauperiodenraum bis 2035 ist ergänzend zu den genannten Maßnahmen auch davon auszugehen, dass die SPS-Unterstationen in den Hochbehältern erneuert werden müssen. Der hierfür erforderliche Aufwand schlägt mit etwa 60.000 € je Station zu Buche.



11. Benachbarte regionale Wasserversorgungen

Eine mögliche Alternative zur umfassenden Sanierung der verbandseigenen Anlagen könnte der Anschluss an umliegende Trinkwasserversorgungssysteme darstellen. Hierfür kommen prinzipiell vier benachbarte Trinkwasserversorger in Frage: Die ENRW Rottweil, der Zweckverband Eschachwasserversorgung, der Zweckverband Wasserversorgung Hohenberggruppe und der Zweckverband Wasserversorgungsgruppe Kleiner Heuberg.

11.1 Energieversorgung Rottweil ENRW

Die Energieversorgung Rottweil (ENRW) verfügt zur Versorgung des Stadtgebietes Rottweil mit Trinkwasser über zwei Standbeine. Die Straubeleswaldquelle im Eschachtal liefert Eigenwasser mit einer Härte von etwa 24,6°dH, zusätzlich bezieht die ENRW weiches Fernwasser (ca. 8,9°dH) vom Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung (BWV). Im HB Zimmern wird das Eigenwasser aufbereitet und mit dem weichen Fernwasser gemischt. Die an die etwa 23.200 versorgten Einwohner abgegebene Trinkwassermenge lag in den vergangenen Jahren bei rund 1,5 Mio. m³ und wird Schätzungen zufolge im Jahre 2025 bis auf 1,64 Mio. m³ ansteigen. Bei einem prognostizierten maximalen Tagesbedarf von rund 7.600 m³/d und einem bei voller Nutzung der Eigenwasserressourcen maximalen Wasserangebot von etwa 8.800 m³/d kann mit einem vorhandenen Überschuss von 1.200 m³/d gerechnet werden. Bei einem prognostizierten maximalen Tagesbedarf des ZV WV Oberer Neckar von 3.417 m³ könnte mit diesem theoretischen Überschuss allenfalls ein Teil des Bedarfs (~35 %) gedeckt werden.

11.2 Zweckverband Eschachwasserversorgung

Zum Zweckverband Eschachwasserversorgung (ZV EschachWV) gehören die Mitgliedsgemeinden Bösinggen-Herrenzimmern, Dunningen-Lackendorf, Rottweil-Hochwald, Rottweil-Hausen, Villingendorf und Zimmern ob Rottweil. Die Mitglieder werden mit einem Mischwasser aus 70 % Eigenwasser (24°dH) der Vorkommen Irionbrunnen, Etterquelle, Bäckerquelle, Mühlhaldenquelle und Wurstbrunnen und 30 % Fernwasser vom Zweckverband Wasserversorgung Kleine Kinzig versorgt. Die Eigenwasseraufbereitung findet in den Wasserwerken Stetten und Epfendorf statt. Die Jahresabgabe des Verbandes liegt bei rund 600.000 m³. Am Standort Stetten verfügt der Verband über ein Entnahmerecht von 20 l/s, dazu kommen 10 l/s vom ZV WV Kleine Kinzig. Insgesamt stehen damit maximal rund 2.600 m³/d (ent-



spricht rund 950.000 m³/a) zur Verfügung. Unter der Voraussetzung, dass das Eigenwasserentnahmerecht vollständig ausgeschöpft wird und in der Jahresabgabe bereits eventuell vorhandene Lieferungen an andere Zweckverbände bzw. Großverbraucher eingeschlossen sind, ergibt sich aus Dargebot und Jahresabgabe ein rechnerischer Überschuss von etwa 350.000 m³/a oder 960 m³/d. Bei einem prognostizierten maximalen Tagesbedarf des ZV WV Oberer Neckar von 3.417 m³ könnte mit diesem theoretischen Überschuss allenfalls ein Teil des Bedarfs (~28 %) gedeckt werden.

11.3 Zweckverband Wasserversorgung Hohenberggruppe

Der Zweckverband Wasserversorgung Hohenberggruppe (ZV WV Hbg.) versorgt etwa 102.000 Einwohner mit Trinkwasser. Die Verbandsmitglieder mit der geringsten räumlichen Entfernung vom Versorgungsgebiet ZV WV Oberer Neckar sind die Stadt Schömburg sowie die Gemeinden Gosheim und Denkingen. Das Eigenwasser wird über 3 Gewinnungsanlagen bereitgestellt und in 2 Wasserwerken aufbereitet. Darüber hinaus verfügt der Verband über ein Bezugsrecht von 20 l/s bei der Bodensee-Wasserversorgung. Die Gesamtabgabe des ZV WV Hohenberggruppe lag im Jahr 2006 bei etwa 3,274 Mio. m³. Einer maximalen Tagesabgabe von etwa 14.000 m³/d (162 l/s) steht ein Gesamtdargebot von etwa 297 l/s gegenüber. An die Verbandsmitglieder sind nach Kenntnis des Verfassers Bezugsquoten in einer Höhe von 262,5 l/s vergeben. Der ZV WV Hohenberggruppe verfügt rechnerisch hinsichtlich seines Dargebotes nach Abzug der vergebenen Bezugsquoten noch über eine Reservekapazität von etwa 34,5 l/s (entspricht rund 2.980 m³/d). Bei einem prognostizierten maximalen Tagesbedarf des ZV WV Oberer Neckar von 3.417 m³ könnte mit diesem theoretischen Überschuss ein Großteil des Bedarfs (~87 %) gedeckt werden.

11.4 Zweckverband Wasserversorgungsgruppe Kleiner Heuberg

Der Zweckverband Wasserversorgungsgruppe Kleiner Heuberg (ZV WVG Kl. Hb.) versorgt seine Mitgliedsgemeinden, davon Dietingen-Rotenzimmern in räumlicher Nähe zum ZV WV Oberer Neckar, mit einer jährlichen Abgabemenge von etwa 1,5 Mio. m³ Trinkwasser. Das Wasser wird zu ungefähr 2/3 aus den drei Eigenwasservorkommen Surrenbachquelle, Rudolfsquelle und Lautenbachquelle bereitgestellt, darüber hinaus bezieht der Verband 1/3 der abgegebenen Jahresmenge von den Zweckverbänden Wasserversorgung Hohenberggruppe und Hohenzollerngruppe. Die Aufbereitung des Eigenwassers findet im WW Aistaig statt. Der Verband kann über 36 l/s der maximal zulässigen Gesamtentnahme von 53 l/s der Eigen-

wasservorkommen verfügen; zusätzlich besitzt der Verband Bezugsrechte bei der Hohenberggruppe in Höhe von 26,5 l/s und bei der Hohenzollerngruppe von 17 l/s. Damit stehen insgesamt maximal 6.870 m³/d zur Verfügung. Unter der Voraussetzung, dass in der Jahresabgabe bereits eventuell vorhandene Lieferungen an Großverbraucher eingeschlossen sind, ergibt sich aus Dargebot und Jahresabgabe ein rechnerischer Überschuss von etwa 2.760 m³/d. Bei einem prognostizierten maximalen Tagesbedarf des ZV WV Oberer Neckar von 3.417 m³ könnte mit diesem theoretischen Überschuss ein Großteil des Bedarfs (~80 %) gedeckt werden.

11.5 Zusammenfassung

Aus wirtschaftlicher Sicht erscheint es nicht sinnvoll, einzelne Verbandsgemeinden isoliert an die Wasserversorgungsanlagen umliegender Zweckverbände anzuschließen. Überlegenswert wäre lediglich ein zentraler Anschluss des HHB Neukirch oder allenfalls noch des HB Wellendingen zur Versorgung der südlichen Verbandsgemeinden Wellendingen, Frittlingen, Neufra und Lauffen, die gemeinsam für etwa 60 % der im Verband verbrauchten Wassermenge stehen. Aufgrund ihrer geringen verfügbaren Kapazitäten scheidet die ENRW und der ZV EschachWV als mögliche Verbundpartner von Beginn an aus.

Abbildung 11-1 zeigt die Entfernungen in Kilometer Luftlinie zwischen den nächstgelegenen Fremdanlagen und den beiden Verbandshochbehältern HHB Neukirch und HB Wellendingen. Mit Luftlinienentfernungen $\geq 5,4$ km zu den Anlagen des ZV WVG Kl. Hb. und des ZV WV Hbg. sind die zurückzulegenden Strecken mindestens um den Faktor 10 bzw. 20 größer, als denkbare Anschlussleitungen an die Bodenseewasserversorgung (siehe Kapitel 12.1). Mögliche Trassenführungen würden die Luftlinienentfernungen voraussichtlich noch überschreiten und müssten besiedeltes Gebiet und/oder Höhenzüge überwinden.

Darüber hinaus würde durch einen Verbund mit den genannten Versorgern keine wesentliche Optimierung bei den anstehenden Sanierungsmaßnahmen durch Wegfall einzelner Anlagenteile ermöglicht. Damit scheidet Verbundlösungen mit den regionalen Versorgern weitestgehend aus.

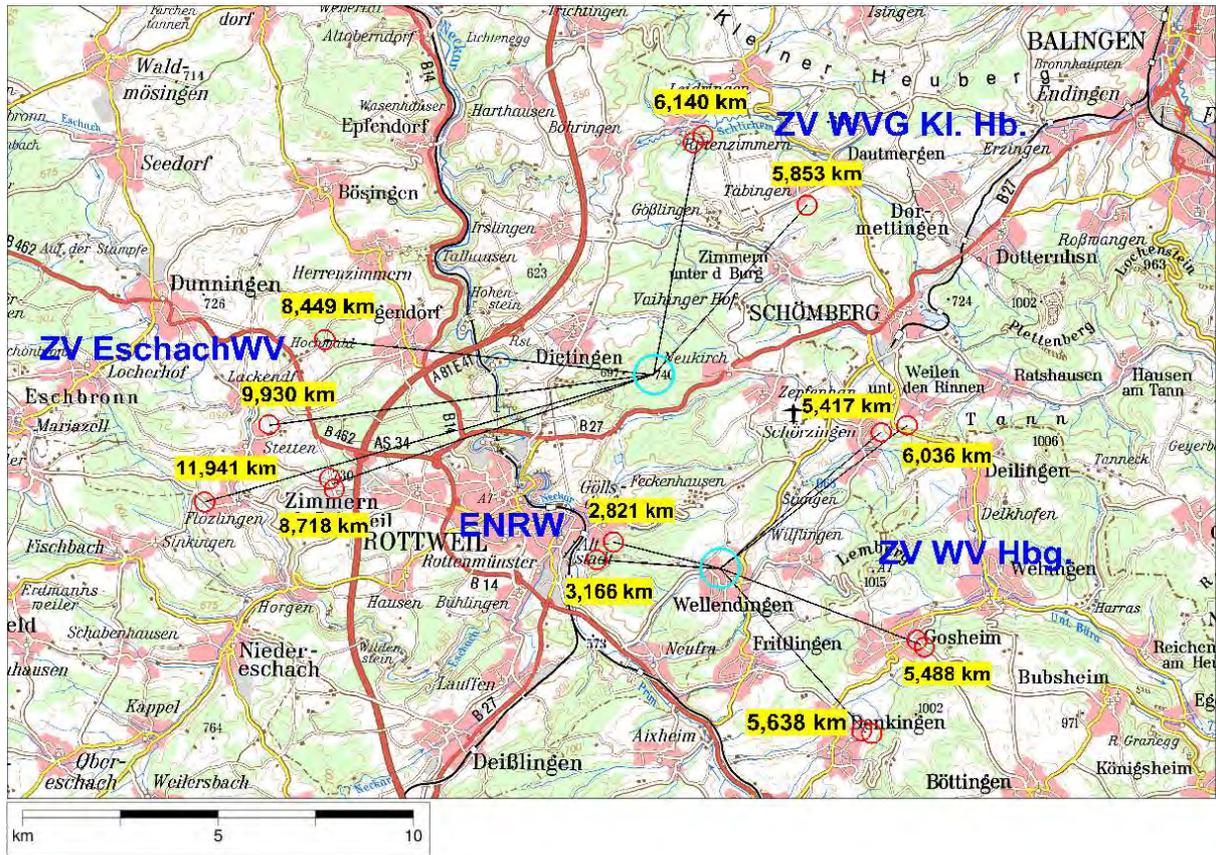


Abbildung 11-1: Übersicht Entfernung Fremdanlagen. Basis: Top-Karte 1:200.000, LGL BW

12. Fernwasserversorgungssysteme

Als möglicher Verbundpartner kommt für den Zweckverband Oberer Neckar im Bereich der Fernwasserversorger aufgrund der gegebenen räumlichen Entfernungen einzig die Bodensee-Wasserversorgung (BWV) in Frage.

12.1 Mögliche Direktanschlüsse an BWV

Die in Nord-Süd-Richtung verlaufende 1. Hauptleitung DN 1300 der Bodensee-Wasserversorgung tangiert das Versorgungsgebiet an seinem östlichen Rand. Die BWV-Anschlussleitung zum HB Rote Steige (BWV) durchquert das Versorgungsgebiet in Ost-West-Richtung. Aufgrund der räumlichen Nähe des HB Frittlingen zur DN 1300 Fernleitung (Abstand etwa 250 m) wäre hier ein Anschluss prinzipiell denkbar; ebenso erscheint der Anschluss des HB Wellendingen an die kleinere BWV-Anschlussleitung zum HB Rote Steige als mögliche Variante (hier beträgt der Abstand etwa 500 m).

In einem solchen Szenario könnten die Ortschaften Frittlingen, Wellendingen, Neufra und Lauffen ausgehend von den Hochbehältern HB Frittlingen und/oder HB Wellendingen in Zukunft ausschließlich mit BWV-Wasser versorgt werden. Auf die vier genannten Gemeinden entfiel in den vergangenen 10 Jahren ein kumulierter Anteil von durchschnittlich 57,4 % (min. 56,2 %; max. 59,3 %) der gesamten abgegebenen Trinkwassermenge des Zweckverbandes Oberer Neckar. Bei der derzeit gegebenen Mischwassersituation würde dieses Szenario einen Auslastungsrückgang des WW Neckarburg um eben diese rund 57 % bedeuten. Angesichts der Tatsache, dass die vier betroffenen Gemeinden nach der Bevölkerungsprognose mit stagnierenden bzw. sogar wachsenden Einwohnerzahlen rechnen können, während die übrigen Verbandsgemeinden tendenziell Einwohnerverluste zu erwarten haben, könnte sich der Auslastungsrückgang des WW Neckarburg auf 61 % vergrößern. Hierdurch könnten Einsparungen bei den Kosten für Betriebsmittel und Energie realisiert werden, gleichzeitig würde der Fixkostenanteil für das aufbereitete Eigenwasser ansteigen.

Ob und zu welchen Bedingungen ein solches Vorhaben die Zustimmung des ZV Bodensee-Wasserversorgung finden würde, wäre Gegenstand entsprechender Verhandlungen.



12.1.1 BWV-Anschluss HB Frittlingen

Wird der Hochbehälter Frittlingen an die Bodensee-Wasserversorgung angeschlossen, könnte auf die Leitungserneuerung der Abschnitte HHB Neukirch – SK Feckenhausen DN 150 sowie SK Feckenhausen – HB Wellendingen verzichtet werden. Das Ortsnetz Feckenhausen würde in diesem Falle als Endpunkt der Leitung HHB Neukirch – SK Feckenhausen DN 200 betrieben. Für die Befüllung des HB Wellendingen müssten die bestehenden Leitungsabschnitte HB Wellendingen – Abzweig Frittlingen sowie Abzweig Frittlingen – HB Frittlingen zukünftig in umgekehrter Richtung betrieben werden. Dabei wäre es möglich, eine der beiden Leitungen DN 150 zwischen dem HB Wellendingen und dem Abzweig Frittlingen ebenfalls stillzulegen und nicht zu erneuern. Die Einspeisung in die HB Neufra und Lauffen würde wie bisher erfolgen.

Da eine Direkteinspeisung der BWV in das Leitungssystem des Verbandes derzeit voraussichtlich nicht die Zustimmung des Zweckverbandes Bodensee-Wasserversorgung finden würde, wäre aus hydraulischer Sicht im HB Frittlingen eine Zwischenförderung zu installieren, da ansonsten im Spitzenlastfall eine Rückwärtsversorgung des HB Wellendingen nicht gesichert wäre. Das Pumpwerk wäre auf einen Durchsatz von etwa 60 m³/h auszulegen. Die Förderhöhe wäre jedoch gering und würde bei etwa 0,5 bis 1 bar liegen. Da ein Einbau in den bestehenden Rohrkeller im HB Frittlingen aus Platzgründen ausscheidet, wäre voraussichtlich eine Erweiterung des Rohrkellers erforderlich.

Mit diesem beschriebenen Szenario wäre im Endeffekt eine hydraulische Trennung des Verbandsgebietes in einen südlichen und einen nördlichen Bereich verbunden.

12.1.2 BWV-Anschluss HB Wellendingen

Wird der Hochbehälter Wellendingen an die Bodensee-Wasserversorgung angeschlossen, könnte auf die Leitungserneuerung der Abschnitte HHB Neukirch – SK Feckenhausen DN 150 sowie SK Feckenhausen – HB Wellendingen verzichtet werden. Das Ortsnetz Feckenhausen würde in diesem Falle als Endpunkt der Leitung HHB Neukirch – SK Feckenhausen DN 200 betrieben. Dabei wäre es ergänzend möglich, eine der beiden Leitungen DN 150 zwischen dem HB Wellendingen und dem Abzweig Frittlingen ebenfalls stillzulegen und nicht zu erneuern.

Da eine Direkteinspeisung der BWV in das Leitungssystem des Verbandes derzeit voraussichtlich nicht die Zustimmung des Zweckverbandes Bodensee-Wasserversorgung finden würde, wäre auch bei diesem Lösungsansatz aus hydraulischer Sicht im HB Wellendingen



eine Zwischenförderung zu installieren, da ansonsten im Spitzenlastfall eine Versorgung des HB Frittlingen nicht gesichert wäre. Das Pumpwerk wäre auf einen Durchsatz von etwa 48 m³/h auszulegen. Die Förderhöhe würde bei etwa 4,0 bis 4,5 bar liegen. Da ein Einbau in den bestehenden Rohrkeller im HB Wellendingen aus Platzgründen ausscheidet, wäre voraussichtlich eine Erweiterung des Rohrkellers erforderlich.

Auch mit dieser Variante wäre eine hydraulische Trennung des Verbandsgebietes in einen südlichen und einen nördlichen Bereich verbunden.

12.1.3 BWV-Anschluss HB Frittlingen und HB Wellendingen

Für den Fall, dass sowohl der HB Frittlingen (an BWV DN 1300) als auch der HB Wellendingen (an BWV DN 250) an die Leitungen der BWV angeschlossen werden, wird zusätzlich zum oben Beschriebenen auch die Erneuerung des Leitungsabschnittes HB Wellendingen – Abzweig Frittlingen für beide Leitungen DN 150 entbehrlich. In diesem Fall würde der HB Wellendingen im Nebenschluss an die BWV-Anschlussleitung DN 250 zum HB Rote Steige angeschlossen. Ausgehend vom HB Frittlingen würden in diesem Szenario nur die Ortschaften Frittlingen, Neufra und Lauffen versorgt. Auf die Zwischenschaltung eines Pumpwerks könnte hierbei verzichtet werden.

Dieser Lösungsansatz hätte eine weitere Untergliederung der Verbandsanlagen zur Folge.

12.2 Überschlägige Dimensionierung Direktanschlüsse

Bei den nachfolgenden hydraulischen Nachweisen wird von einer Rohrrauigkeit von 0,1 mm ausgegangen.

12.2.1 BWV-Anschluss HB Frittlingen

Bemessungswassermenge: max q = 80 m³/h

Leitungslänge: L = 235 m

Druckverlust: h_v = 0,06 bar

Gewählt: DN 200



12.2.2 BWV-Anschluss HB Wellendingen

Bemessungswassermenge: $\max q = 80 \text{ m}^3/\text{h}$

Leitungslänge: $L = 520 \text{ m}$

Druckverlust: $h_v = 0,13 \text{ bar}$

Gewählt: DN 200

12.2.3 BWV-Anschluss HB Wellendingen und HB Frittlingen

HB Wellendingen

Bemessungswassermenge: $\max q = 30,8 \text{ m}^3/\text{h}$

Leitungslänge: $L = 520 \text{ m}$

Druckverlust: $h_v = 0,09 \text{ bar}$

Gewählt: DN 150

HB Frittlingen

Bemessungswassermenge: $\max q = 48 \text{ m}^3/\text{h}$

Leitungslänge: $L = 235 \text{ m}$

Druckverlust: $h_v = 0,095 \text{ bar}$

Gewählt: DN 150

12.3 Vollversorgung BWV über HHB Neukirch

Eine Vollversorgung des Zweckverbandes Oberer Neckar über den Hochbehälter Neukirch ausschließlich mit Fernwasser vom Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung ist sicher unter wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht der richtige Weg. Gleichwohl kann dieser Aspekt unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten den bisherigen Varianten gegenübergestellt werden.

Bei einem vollumfänglichen Verbund mit der BWV wären eine ganze Reihe von Synergien zu nutzen, deren Umfang im Detail über diese Strukturuntersuchung für den ZV Oberer Neckar hinausgehen.



13. Kostenschätzung und Wirtschaftlichkeitsvergleich

Die Kostenschätzung findet auf der Basis aktueller Projektkosten vergleichbarer Anlagen der Fritz Planung GmbH sowie Betriebskostenansätzen des Auftraggebers statt. Der Vergleich der Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Varianten erfolgt über die Barwertmethode unter Verwendung der DWA-Software KVR-Expert zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen. Der Betrachtungszeitraum beträgt dabei 30 Jahre. Als Realzinssatz werden, den LAWA-Leitlinien entsprechend, 3 % p.a. angesetzt. Anlagenkomponenten, deren wirtschaftliche Nutzungsdauer innerhalb des Betrachtungszeitraumes abläuft, werden ersetzt und führen damit zu Reinvestitionskosten, die sich im Projektkostenbarwert niederschlagen.

Die Berechnung der jeweiligen laufenden Kosten basiert auf der Annahme, dass die für 2035 prognostizierten Wasserbedarfszahlen bereits zum Anfangszeitpunkt Geltung besitzen. Damit werden die laufenden Kosten zu Beginn des Betrachtungszeitraums eher überschätzt, im letzten Drittel des Betrachtungszeitraumes dagegen tendenziell unterschätzt. Der Einfluss veränderter laufender Kosten ist Bestandteil der Sensitivitätsprüfungen in Kapitel 13.2.

Basiswerte variable Kosten

- Pumpkosten Eigenwasser: 0,25 €/m³ Eigenwasser
- Pumpkosten Pumpwerke Frittlingen/Wellendingen: 0,25 €/kWh
- Bezugspreis Fremdwasser: 0,65 €/m³
- Wasserbenutzungsentgelt: 0,05 €/m³ Eigenwasser
- Betriebsmittel: 0,02 €/m³ Eigenwasser

Basiswerte Investitionskosten ohne Reinvestitionen (netto, einschl. 18% Baunebenkosten)

- Variante 1: 10.986.676 €
- Variante 2: 11.094.826 €
- Variante 3: 11.178.926 €
- Variante 4: 11.287.076 €

13.1 Abschätzung der erforderlichen Investitionskosten und Gegenüberstellung der Lösungsansätze

Für die im Folgenden dargestellten grafischen Abbildungen gilt, dass auf der Abszisse die relative „Projektlaufzeit“ in Jahren aufgetragen ist. Die „Projektlaufzeit“ entspricht dabei dem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren. Da als Bezugsjahr das Jahr 2015 gewählt wurde, entspricht in den Abbildungen das Jahr „0“ dem Jahr 2015, das Jahr „1“ dem Jahr 2016 und so fort.

13.1.1 Variante „Sanierung | Ausbau im Bestand“

Dieser Variante liegen die Überlegungen zur Ausbaustufenplanung 2035 zugrunde. Die Investitionskosten (Abbildung 13-1) ergeben sich im Wesentlichen aus den erforderlichen Sanierungen der Leitungen und Hochbehälter sowie den benötigten Hochbehälter-Erweiterungen. Demgegenüber spielen die Sanierung der Quelfassungen und des Wasserwerks eine untergeordnete Rolle. Kumuliert ergeben sich ohne eventuelle Preissteigerungen aus diesen Einzelbeträgen Gesamtinvestitionskosten in Höhe von 11.933.024,00 €.

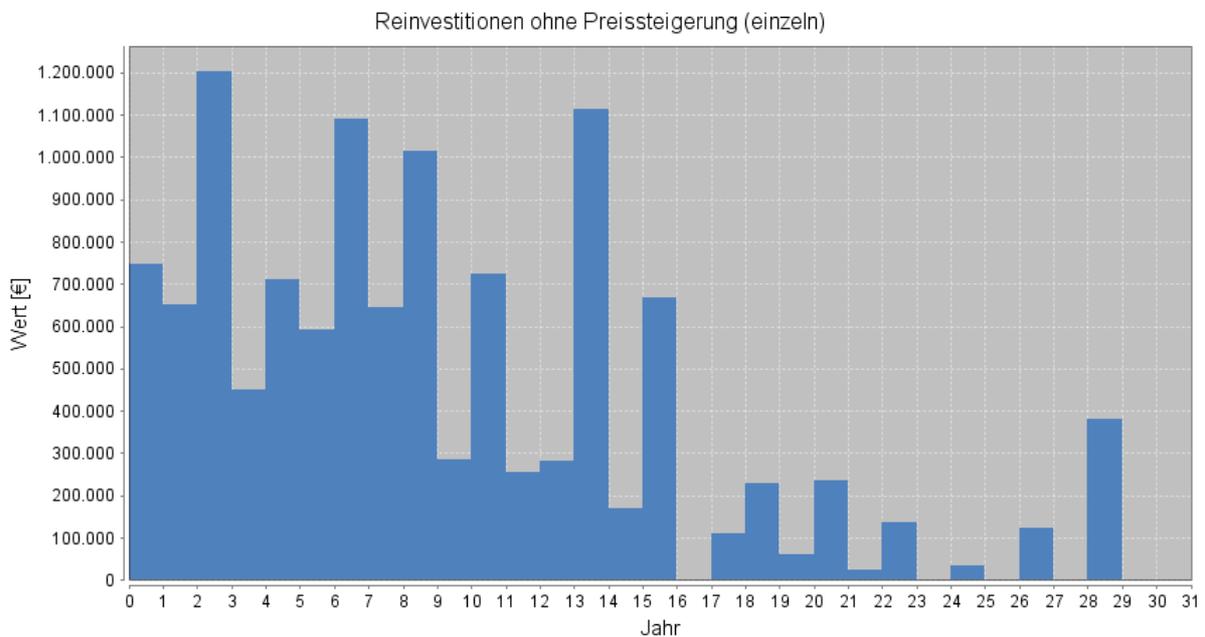


Abbildung 13-1: „Sanierung | Ausbau im Bestand“ Investitions- und Reinvestitionskosten

Die laufenden Kosten (Abbildung 13-2) setzen sich aus einem Fixkostenanteil für Personal und Anlagenunterhaltung sowie einer variablen Komponente für Pumpenergie, Betriebsmittel, das Wasserbenutzungsentgelt sowie den Fremdwasserbezug zusammen. Sie betragen ohne eventuelle Preissteigerungen für diese Variante jährlich 605.776,79 €.

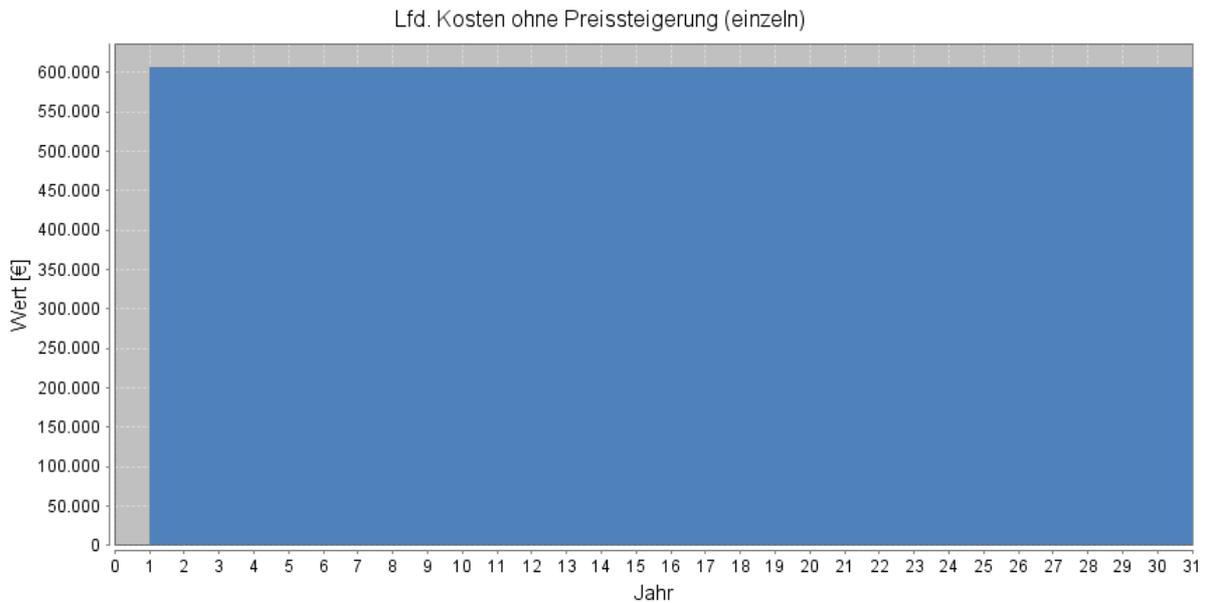


Abbildung 13-2: „Sanierung | Ausbau im Bestand“ laufende Kosten

Der Gesamtkostenbarwert (Abbildung 13-3) für diese Variante über den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren ergibt sich durch Abzinsung der zukünftig anfallenden Investitions- und Reinvestitionskosten sowie laufenden Kosten auf das Bezugsjahr 2015.

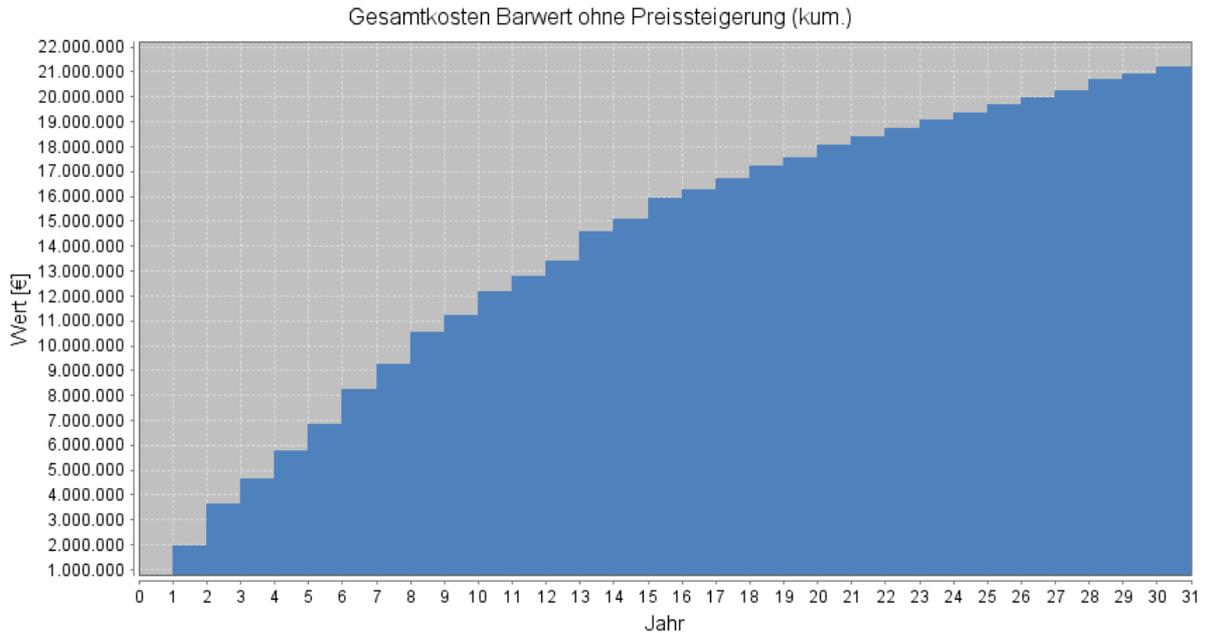


Abbildung 13-3: „Sanierung | Ausbau im Bestand“ Gesamtkostenbarwert

Der Gesamtkostenbarwert beträgt 21.187.363,80 €. Daraus ergeben sich Jahreskosten für diese Variante in Höhe von 1.080.963,61 €.

13.1.2 Variante „BWV-Anschluss HB Frittlingen“

Hier ergeben sich die Investitionskosten (Abbildung 13-4) im Wesentlichen aus den erforderlichen Sanierungen der Leitungen und Hochbehälter sowie den benötigten Hochbehälter-Erweiterungen. Für diese Variante ist eine Erhöhung der Bezugsquote beim Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung erforderlich, für die die entsprechende Kapitalumlage zu entrichten ist. Zusätzlich wird der Bau eines Pumpwerks am Standort HB Frittlingen notwendig. Demgegenüber spielen die Sanierung der Quelfassungen und des Wasserwerks eine untergeordnete Rolle. Kumuliert ergeben sich ohne eventuelle Preissteigerungen aus diesen Einzelbeträgen Gesamtinvestitionskosten in Höhe von 12.682.574,00 €.

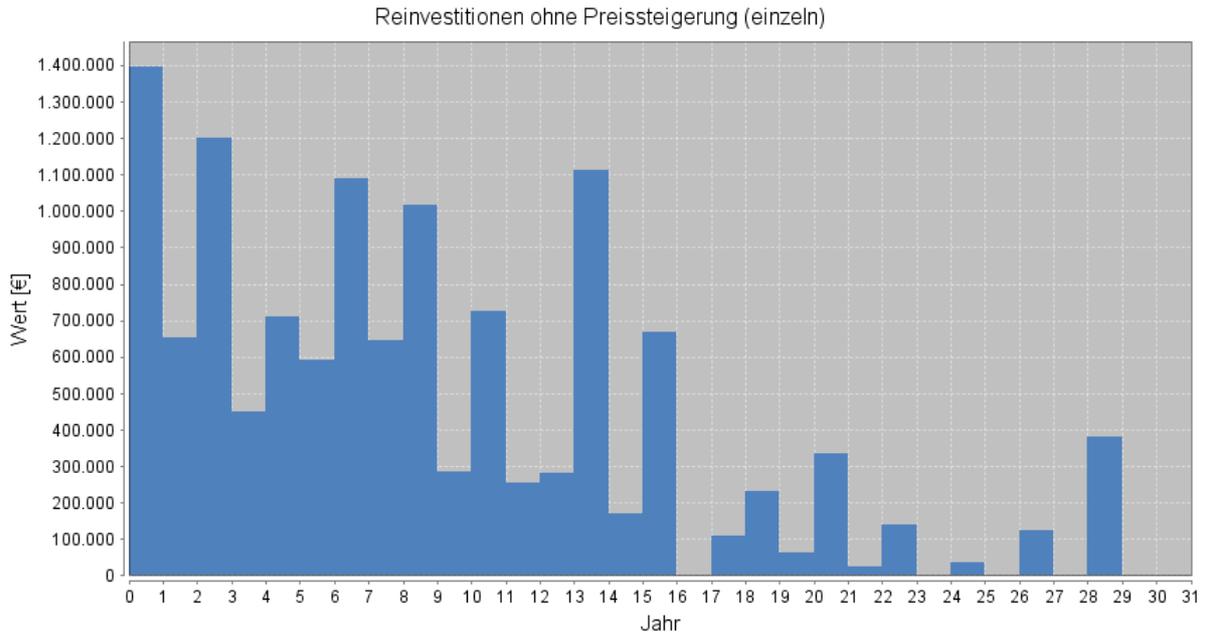


Abbildung 13-4: „BWV-Anschluss HB Frittlingen“ Investitions- und Reinvestitionskosten

Die laufenden Kosten (Abbildung 13-5) setzen sich zusammen wie oben beschrieben, wobei der erhöhte Fremdwasserbezug trotz signifikanter Einsparungen bei den Pumpkosten im Vergleich mit der Sanierung im Bestand zu einer Erhöhung der laufenden Kosten um rund 11 % führt. Sie betragen ohne eventuelle Preissteigerungen für diese Variante jährlich 674.211,36 €.

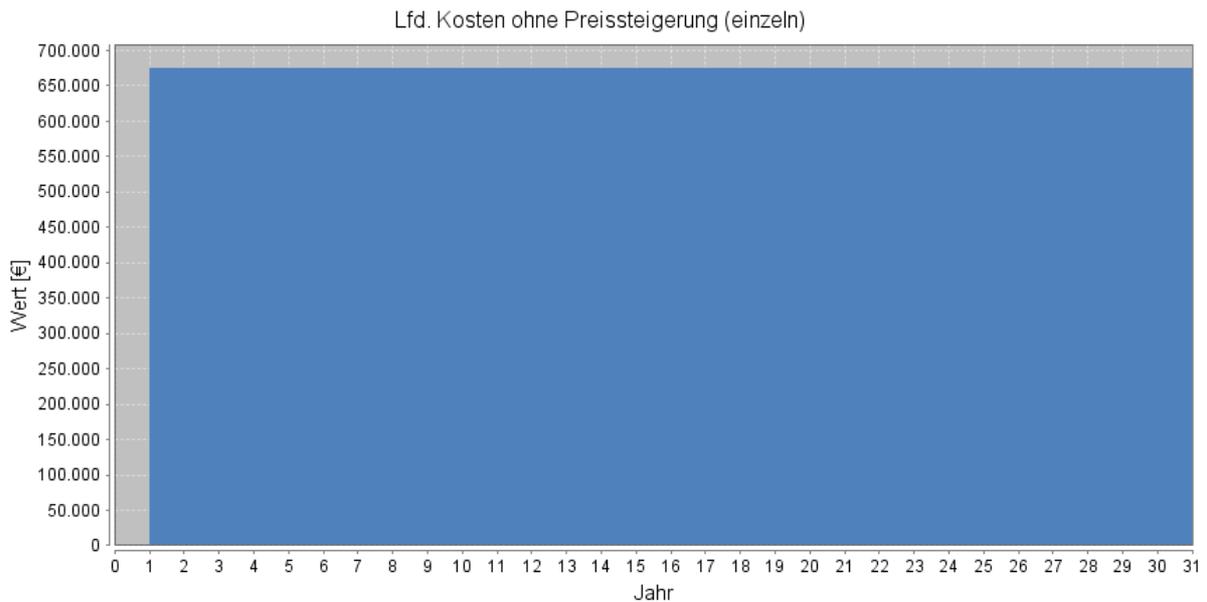


Abbildung 13-5: „BWV-Anschluss HB Frittlingen“ laufende Kosten

Der Gesamtkostenbarwert (Abbildung 13-6) für diese Variante über den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren ergibt sich durch Abzinsung der zukünftig anfallenden Investitions- und Reinvestitionskosten sowie laufenden Kosten auf das Bezugsjahr 2015.

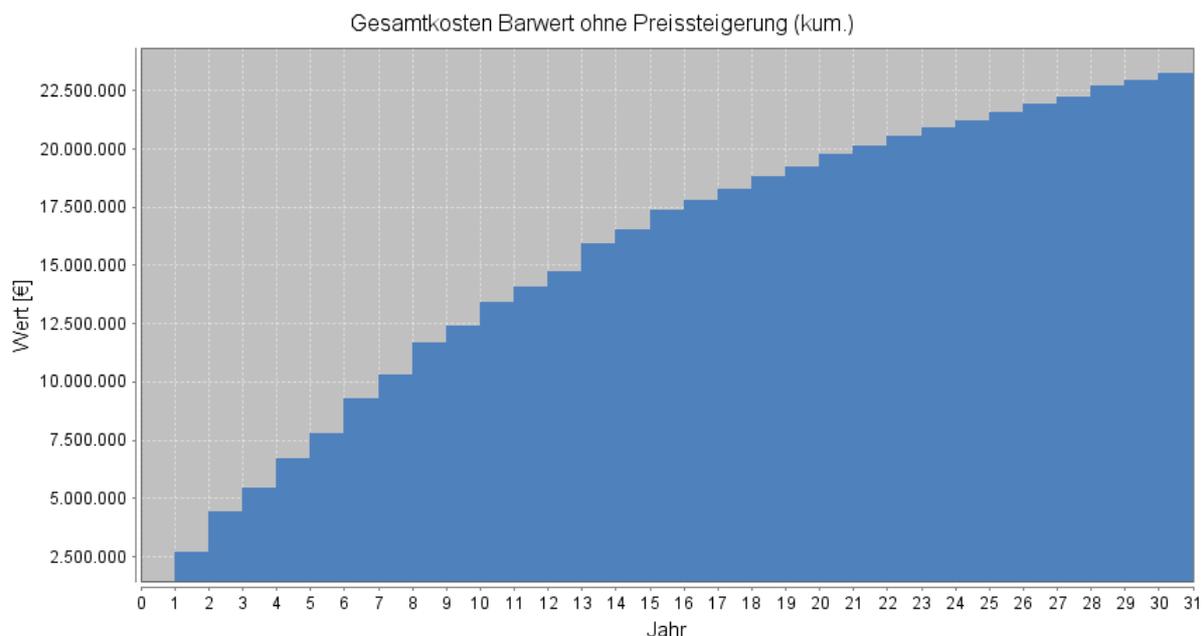


Abbildung 13-6: „BWV-Anschluss HB Frittlingen“ Gesamtkostenbarwert

Der Gesamtkostenbarwert beträgt 23.220.214,58 €. Daraus ergeben sich Jahreskosten für diese Variante in Höhe von 1.184.678,15 €.

13.1.3 Variante „BWV-Anschluss HB Wellendingen“

Hier ergeben sich die Investitionskosten (Abbildung 13-7) im Wesentlichen aus den erforderlichen Sanierungen der Leitungen und Hochbehälter sowie den benötigten Hochbehälter-Erweiterungen. Für diese Variante ist eine Erhöhung der Bezugsquote beim Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung erforderlich, für die die entsprechende Kapitalumlage zu entrichten ist. Zusätzlich wird der Bau eines Pumpwerks am Standort HB Wellendingen notwendig. Demgegenüber spielen die Sanierung der Quelfassungen und des Wasserwerks eine untergeordnete Rolle. Kumuliert ergeben sich ohne eventuelle Preissteigerungen aus diesen Einzelbeträgen Gesamtinvestitionskosten in Höhe von 12.778.474,00 €.

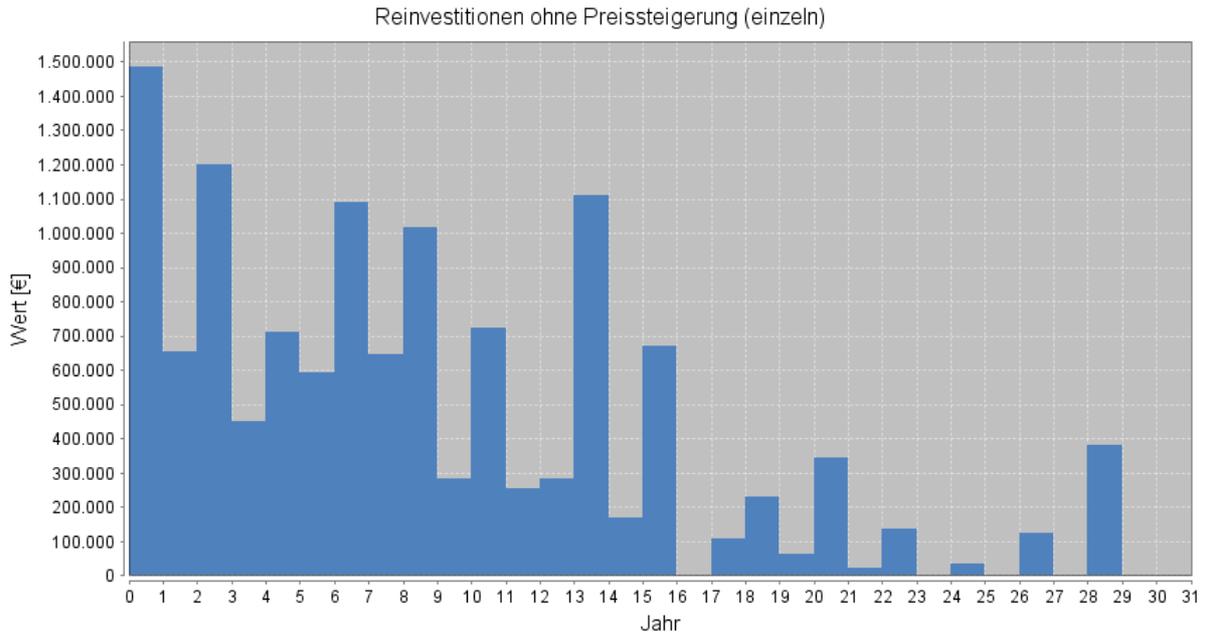


Abbildung 13-7: „BWV-Anschluss HB Wellendingen“ Investitions- und Reinvestitionskosten

Die laufenden Kosten (Abbildung 13-8) setzen sich zusammen wie oben beschrieben, wobei der erhöhte Fremdwasserbezug trotz signifikanter Einsparungen bei den Pumpkosten im Vergleich mit der Sanierung im Bestand zu einer Erhöhung der laufenden Kosten um rund 13 % führt. Sie betragen ohne eventuelle Preissteigerungen für diese Variante jährlich 684.185,11 €.

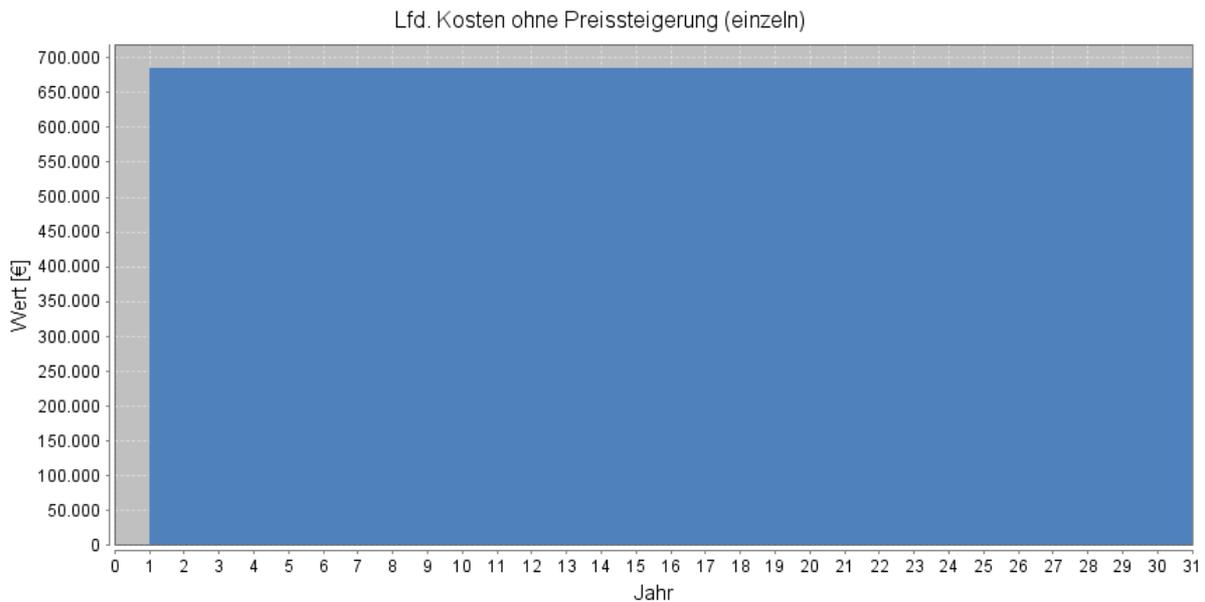


Abbildung 13-8: „BWV-Anschluss HB Wellendingen“ laufende Kosten

Der Gesamtkostenbarwert (Abbildung 13-9) für diese Variante über den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren ergibt sich durch Abzinsung der zukünftig anfallenden Investitions- und Reinvestitionskosten sowie laufenden Kosten auf das Bezugsjahr 2015.

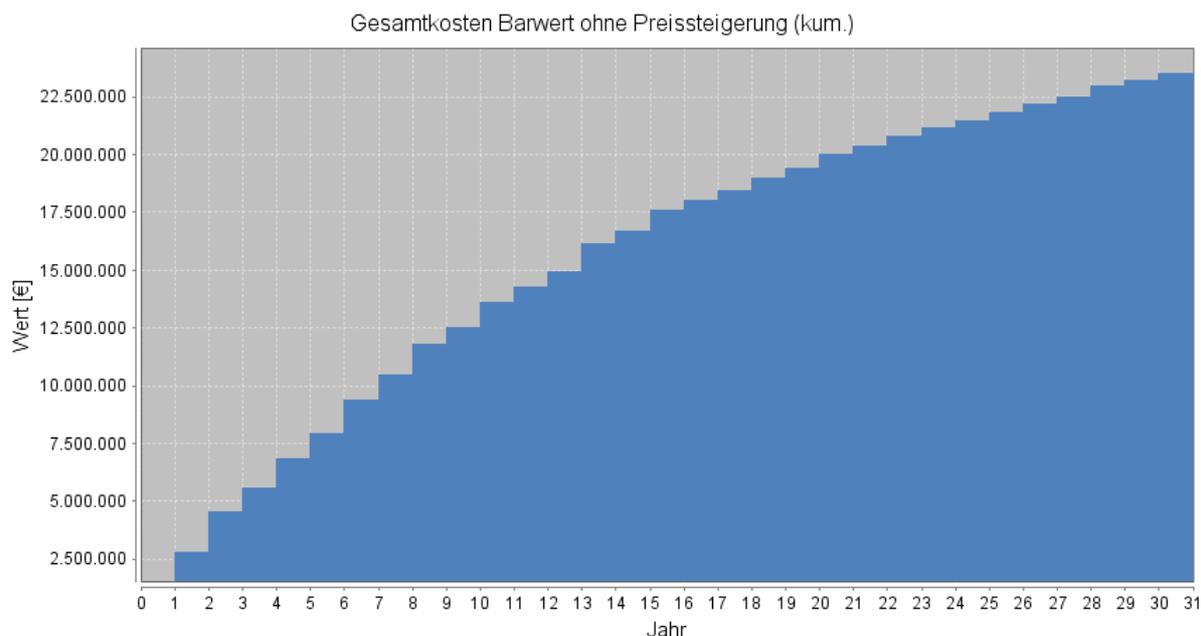
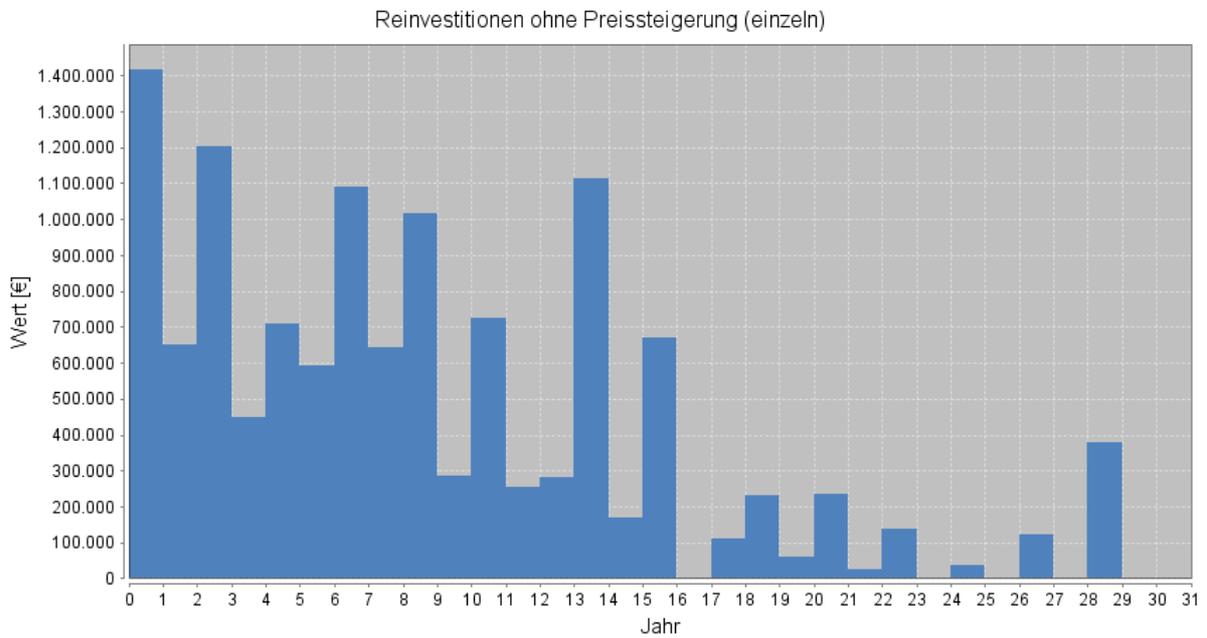


Abbildung 13-9: „BWV-Anschluss HB Wellendingen“ Gesamtkostenbarwert

Der Gesamtkostenbarwert beträgt 23.507.035,63 €. Daraus ergeben sich Jahreskosten für diese Variante in Höhe von 1.199.311,55 €.

13.1.4 Variante „BWV-Anschluss HB Frittlingen und HB Wellendingen“

Hier ergeben sich die Investitionskosten (Abbildung 13-10) im Wesentlichen aus den erforderlichen Sanierungen der Leitungen und Hochbehälter sowie den benötigten Hochbehälter-Erweiterungen. Für diese Variante ist eine Erhöhung der Bezugsquote beim Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung erforderlich, für die die entsprechende Kapitalumlage zu entrichten ist. Auf den Bau eines Pumpwerks kann jedoch verzichtet werden. Gegenüber den anderen Investitionssummen spielen die Sanierung der Quelfassungen und des Wasserwerks eine untergeordnete Rolle. Kumuliert ergeben sich ohne eventuelle Preissteigerungen aus diesen Einzelbeträgen Gesamtinvestitionskosten in Höhe von 12.603.424,00 €.



**Abbildung 13-10: „BWV-Anschluss HB Frittlingen und HB Wellendingen“
Investitions- und Reinvestitionskosten**

Die laufenden Kosten (Abbildung 13-11) setzen sich zusammen wie oben beschrieben, wobei der erhöhte Fremdwasserbezug trotz signifikanter Einsparungen bei den Pumpkosten im Vergleich mit der Sanierung im Bestand zu einer Erhöhung der laufenden Kosten um rund 11 % führt. Sie betragen ohne eventuelle Preissteigerungen für diese Variante jährlich 672.317,61 €

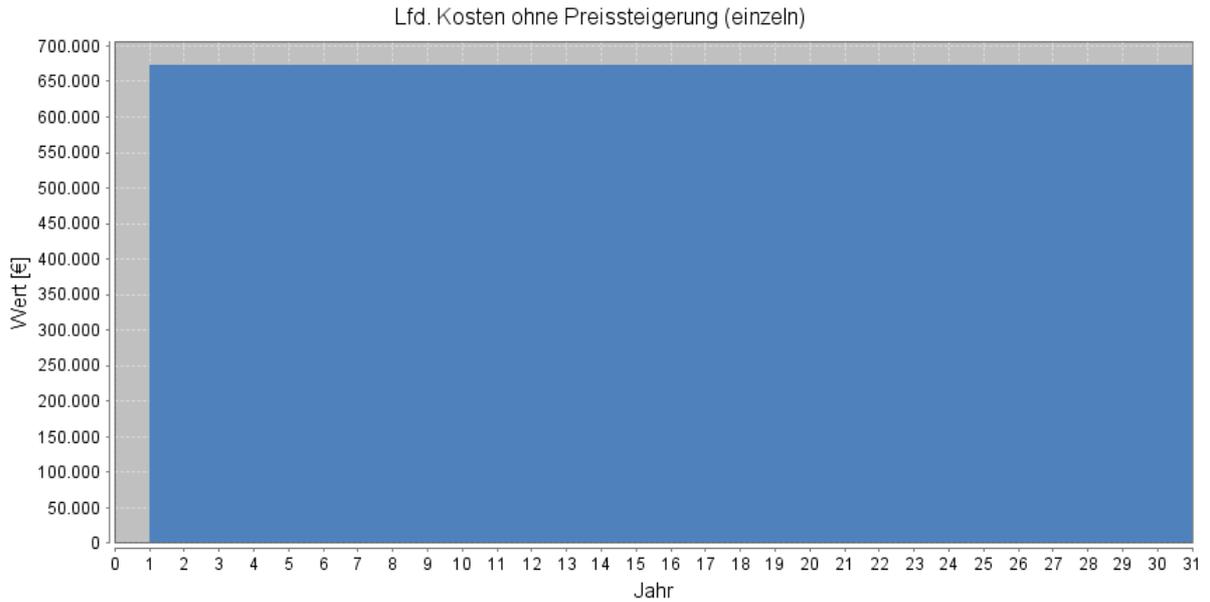


Abbildung 13-11: „BWV-Anschluss HB Frittlingen und HB Wellendingen“ laufende Kosten

Der Gesamtkostenbarwert (Abbildung 13-12) für diese Variante über den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren ergibt sich durch Abzinsung der zukünftig anfallenden Investitions- und Reinvestitionskosten sowie laufenden Kosten auf das Bezugsjahr 2015.

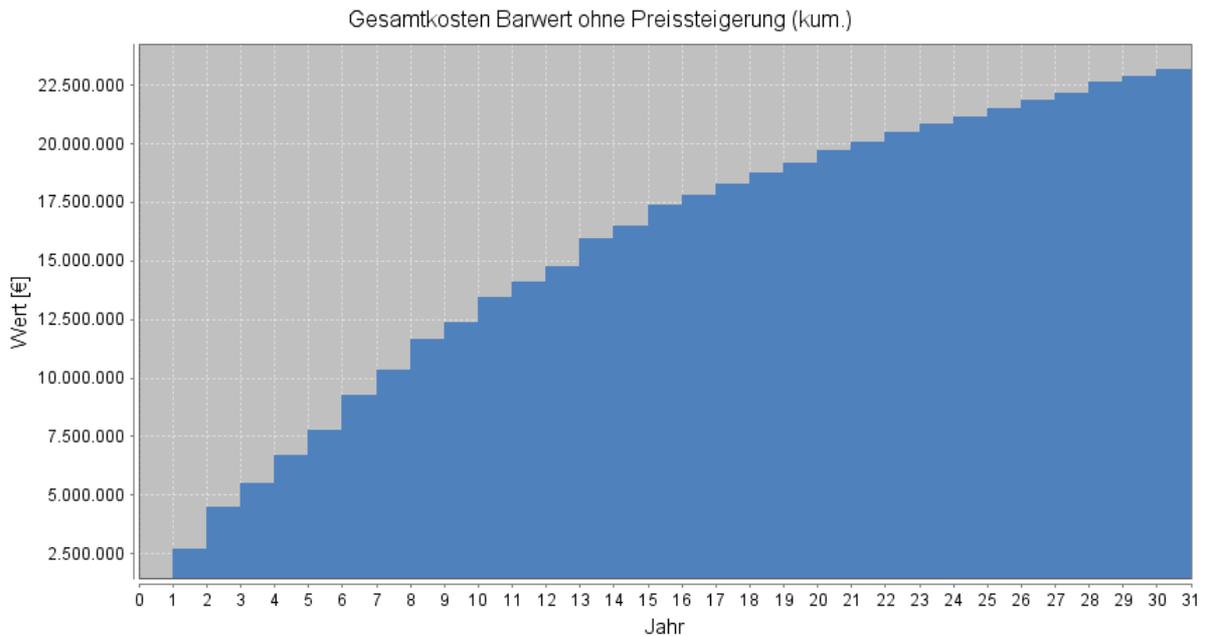


Abbildung 13-12: „BWV-Anschluss HB Frittlingen und HB Wellendingen“ Gesamtkostenbarwert

Der Gesamtkostenbarwert beträgt 23.149.080,08 €. Daraus ergeben sich Jahreskosten für diese Variante in Höhe von 1.181.048,92 €.

13.1.5 Variante „Vollversorgung BWV über HHB Neukirch“

Die Investitionskosten (Abbildung 13-13) ergeben sich auch hier im Wesentlichen aus den erforderlichen Sanierungen der Leitungen und Hochbehälter sowie den benötigten Hochbehälter-Erweiterungen. Für diese Variante ist eine Erhöhung der Bezugsquote beim Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung erforderlich, für die die entsprechende Kapitalumlage zu entrichten ist. Auf die Sanierung der Quelfassungen und des Wasserwerks kann in diesem Fall verzichtet werden. Kumuliert ergeben sich ohne eventuelle Preissteigerungen aus diesen Einzelbeträgen Gesamtinvestitionskosten in Höhe von 12.096.924,00 €.

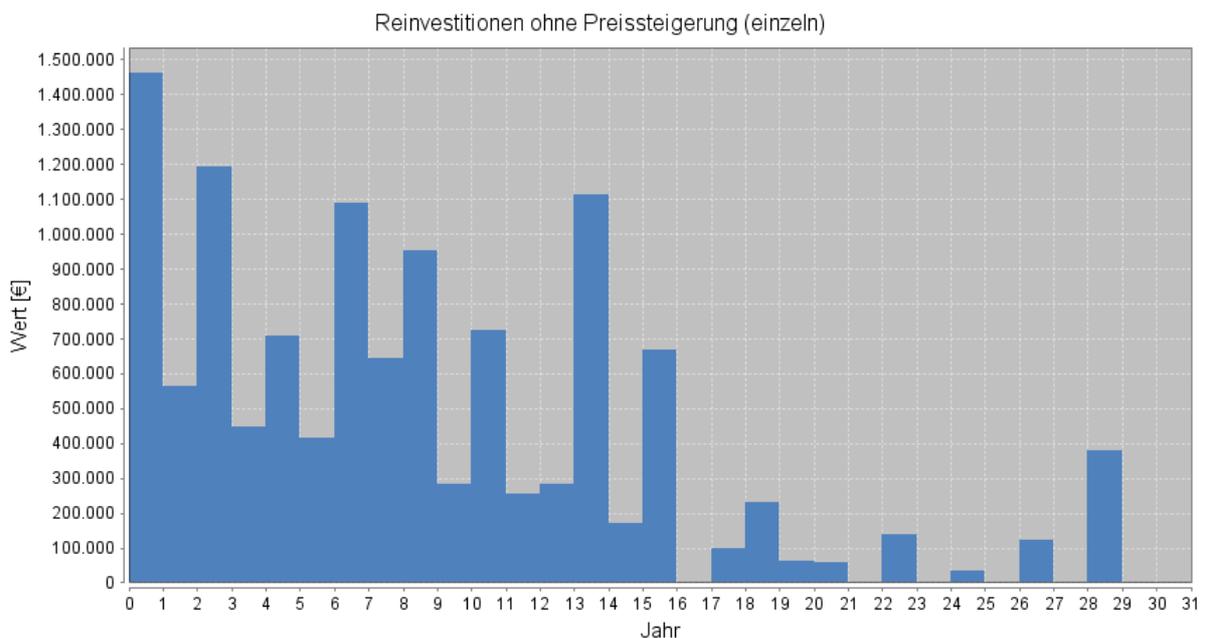


Abbildung 13-13: „Vollversorgung BWV über HHB Neukirch“ Investitions- und Reinvestitionskosten

Die laufenden Kosten (Abbildung 13-14) ergeben sich aus einem Fixkostenanteil für Personal und Anlagenunterhaltung sowie einer variablen Komponente, die in diesem Szenario jedoch nur noch den Fremdwasserbezug umfasst. Trotz der vollständigen Einstellung der Eigenwasseraufbereitung liegen die laufenden Kosten um rund 9 % über denen der reinen

Sanierung im Bestand. Sie betragen ohne eventuelle Preissteigerungen für diese Variante jährlich 658.895,72 €.

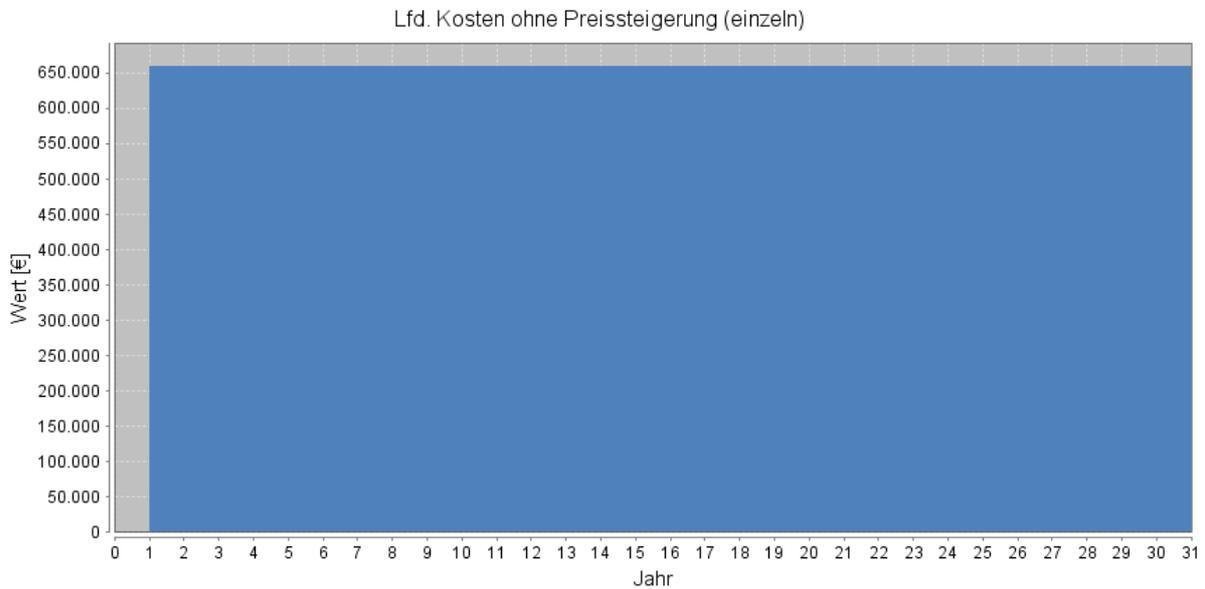


Abbildung 13-14: „Vollversorgung BWV über HHB Neukirch“ laufende Kosten

Der Gesamtkostenbarwert (Abbildung 13-15) für diese Variante über den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren ergibt sich durch Abzinsung der zukünftig anfallenden Investitions- und Reinvestitionskosten sowie laufenden Kosten auf das Bezugsjahr 2015.

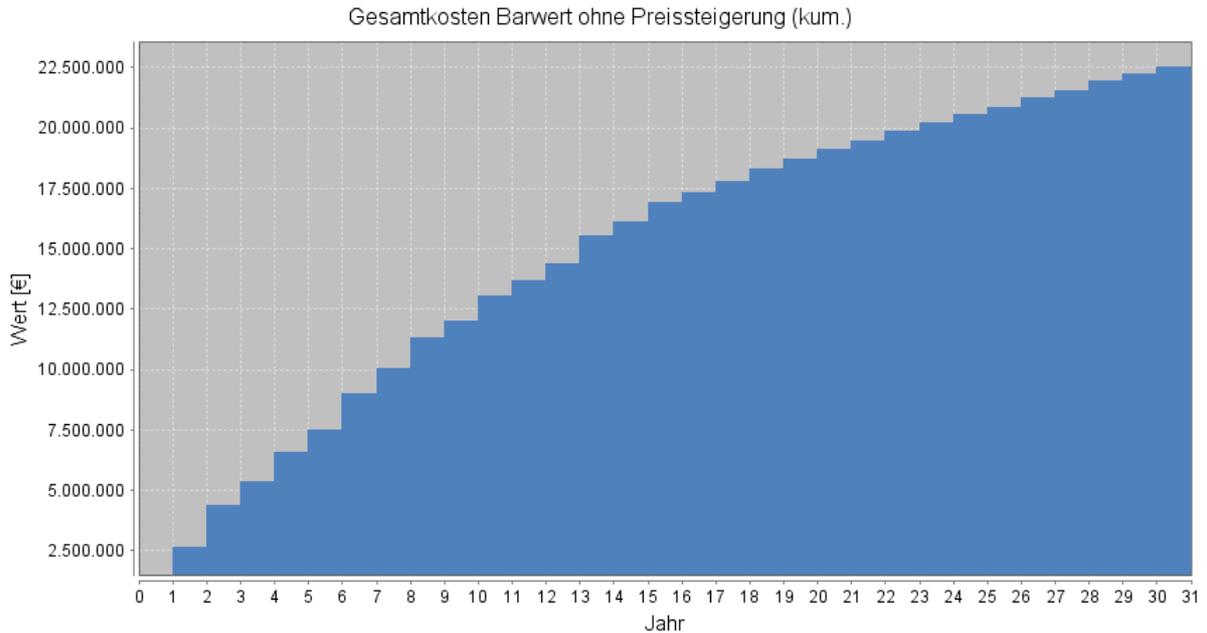


Abbildung 13-15: „Vollversorgung BWV über HHB Neukirch“ Gesamtkostenbarwert

Der Gesamtkostenbarwert beträgt 22.517.409,66 €. Daraus ergeben sich Jahreskosten für diese Variante in Höhe von 1.148.821,56 €.

13.1.6 Gegenüberstellung der Lösungsansätze

Der direkte Vergleich der Gesamtkostenbarwerte ohne Preissteigerung ist in Abbildung 13-16 grafisch dargestellt. Es ist erkennbar, dass die Variante „Sanierung | Ausbau im Bestand“ zu jedem Zeitpunkt relativ die kostengünstigste Alternative der untersuchten Varianten verkörpert. Mit zunehmender Projektlaufzeit nimmt der Kostenvorteil dieser Variante gegenüber den anderen weiter zu.

Gesamtkosten Barwert ohne Preissteigerung

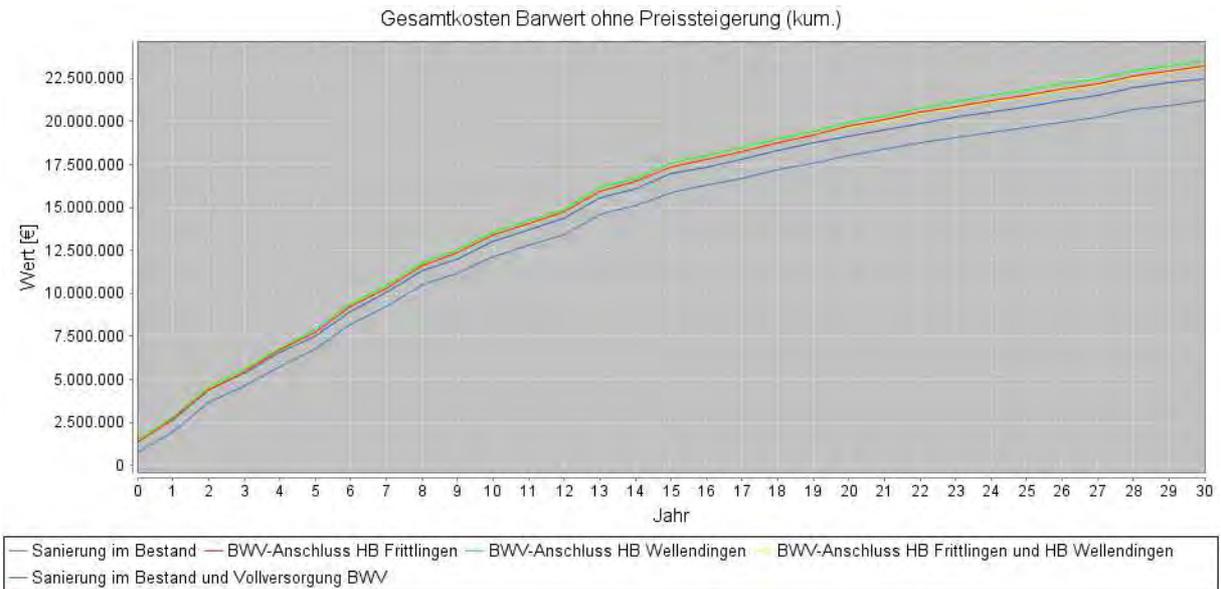


Abbildung 13-16: Gegenüberstellung Gesamtkostenbarwerte

13.2 Sensitivitätsanalyse

Empfindlichkeitsprüfungen (Sensitivitätsanalysen) dienen im Rahmen der Kostenvergleichsrechnung dazu, die kostenmäßigen Auswirkungen möglicher Änderungen wichtiger Rechengrößen auf das Ergebnis zu ermitteln. So kann beispielsweise festgestellt werden, wie der Projektkostenbarwert (Gesamtkostenbarwert) der verschiedenen Varianten auf unterschiedliche Annahmen von Zinssatz und Preisänderungen reagiert. In Abbildung 13-17 ist die Veränderung der Gesamtkostenbarwerte aller Varianten für Zinssätze zwischen 1,0 - 5,0 % p.a. dargestellt. Zwar nimmt der Kostenvorteil der Variante „Sanierung | Ausbau im Bestand“ mit steigendem Zinssatz gegenüber den investitionskostenintensiveren Varianten leicht ab, bleibt jedoch auch hier zu jedem Zeitpunkt eindeutig bestehen.

Zinssensitivität Gesamtkosten Barwert ohne Preissteigerung

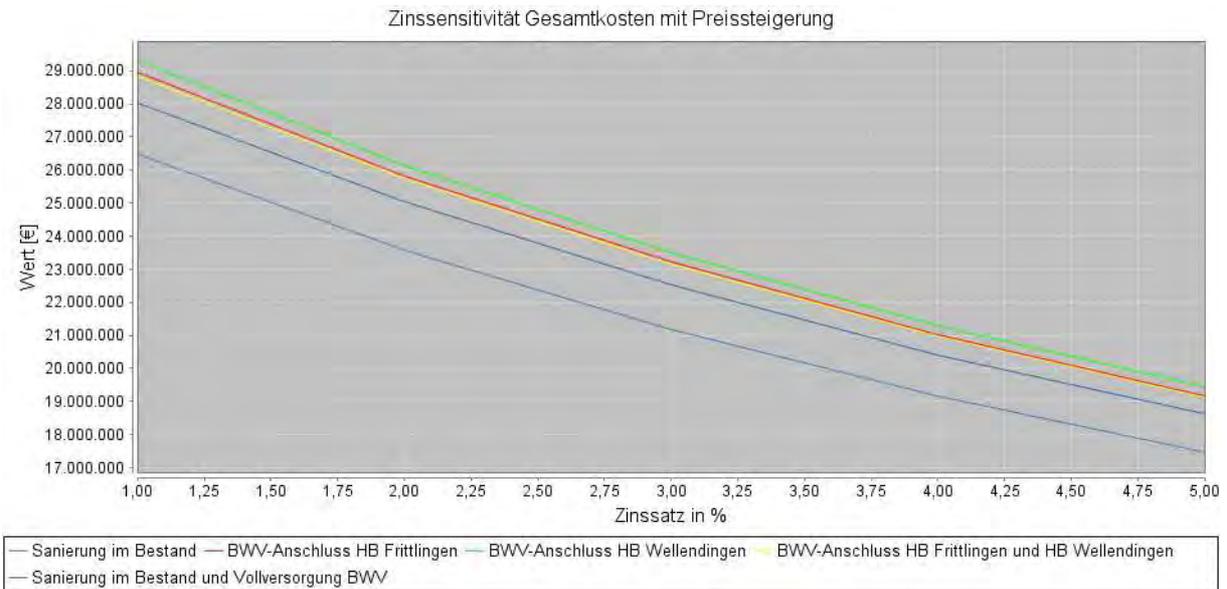


Abbildung 13-17: Gegenüberstellung Zinssensitivität Gesamtkostenbarwerte

Abbildung 13-18 zeigt die Veränderung der Gesamtkostenbarwerte aller Varianten für Preisänderungsraten zwischen 1,0 - 4,0 % p.a. beim Standardzinssatz von 3,0 % p.a. Mit zunehmender Preissteigerungsrate nimmt der Kostenvorteil der Variante „Sanierung | Ausbau im Bestand“ gegenüber den investitionskostenintensiveren Varianten weiter zu.

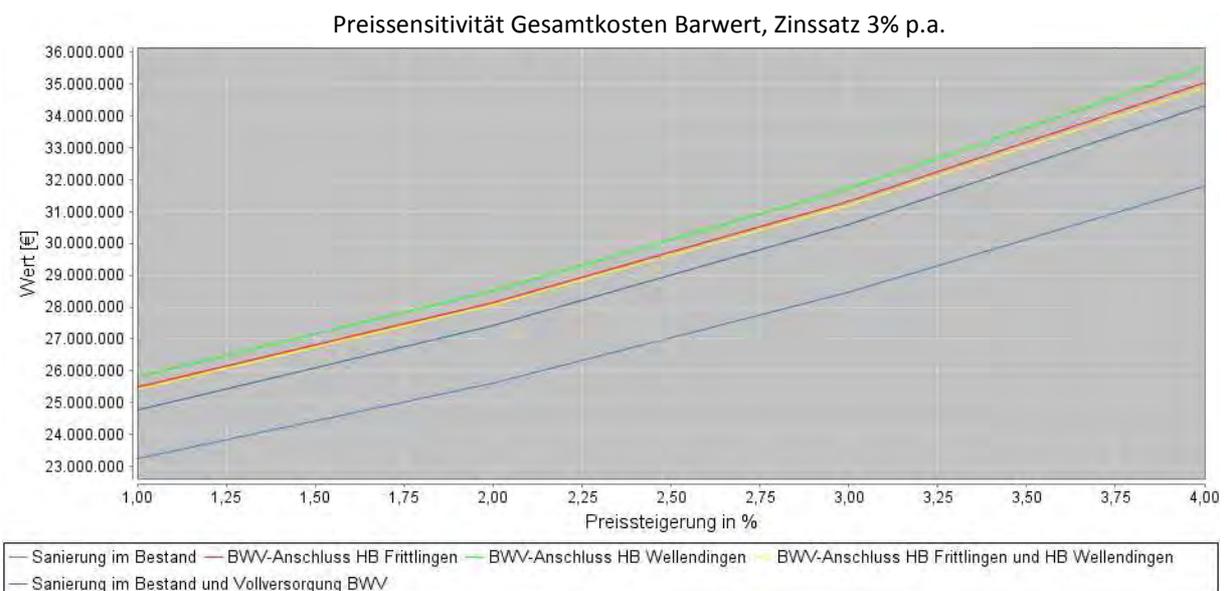


Abbildung 13-18: Gegenüberstellung Preissensitivität Gesamtkostenbarwerte



Um die Empfindlichkeit der Gesamtkostenbarwerte hinsichtlich eventueller Veränderungen der laufenden Kosten zu bewerten, wurden die Kostenberechnungen auch für den Fall durchgeführt, dass der Wasserbedarf weniger stark zunimmt, als in den Prognosen angenommen. Auch bei einem jährlichen Wasserbedarf von lediglich 600.000 m³/a (Prognose: 668.265 m³/a) bleibt die in Kapitel 13.1.6 dargestellte Situation bestehen. Zwar nimmt die Spreizung der Gesamtkostenbarwerte untereinander leicht ab, jedoch bleibt auch in diesem Fall der Kostenvorteil für die Variante „Sanierung | Ausbau im Bestand“ erhalten.

Aufgestellt: Dr. Ing. E. Leiber
B.Sc. Johannes Wendang

Fritz Planung GmbH
Beratende Ingenieure VBI
Am Schönblick 1
72574 Bad Urach, den 08.08.2014

14. Literaturverzeichnis

Albrecht, Franz M. und Dietzer, Bernd. 2006. *Langzeitverhalten der Starkniederschläge in Baden-Württemberg und Bayern : KLIWA-Projekt A 1.1.3 "Trenduntersuchungen extremer Niederschlagsereignisse in Baden-Württemberg und Bayern"*. [Hrsg.] Arbeitskreis KLIWA. Offenbach : Dt. Wetterdienst, Abt. Hydrometeorologie, 2006. KLIWA-Berichte Heft 8.

Arbeitskreis KLIWA. 2012. *Klimawandel in Süddeutschland - Veränderungen von meteorologischen und hydrologischen Kenngrößen. Klimamonitoring im Rahmen des Kooperationsvorhabens KLIWA. Monitoringbericht 2011.* 2012. Korrigierte Version vom 13.04.2012.

Castell-Exner, Claudia und Zenz, Thomas. 2010. Auswirkungen des Klimawandels und mögliche Anpassungsstrategien. *energie | wasser-praxis.* 2010, 3, S. 20-23.

DVGW. 2008. Hinweis W 1001: Sicherheit in der Trinkwasserversorgung - Risikomanagement im Normalbetrieb. [Hrsg.] DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. [DVGW Regelwerk]. Bonn : s.n., August 2008.

Gebhardt, Harald und Höpker, Kai. 2012. *Klimawandel in Baden-Württemberg : Fakten - Folgen - Perspektiven.* [Hrsg.] Landesanstalt für Umwelt Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg und Ministerium für Umwelt Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. 2., aktualisierte Aufl. Stuttgart: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, 2012.

Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik. 2002. *Langzeitverhalten der Hochwasserabflüsse in Baden-Württemberg und Bayern : KLIWA-Projekt A 2.1.3 "Analyse zum Langzeitverhalten der Hochwasserabflüsse"*. [Hrsg.] Arbeitskreis KLIWA. Mannheim : LfU c/o JVA Mannheim, Druckerei, 2002. KLIWA-Berichte Heft 2.

KLIWA-AG Grundwasser. 2011. *Langzeitverhalten von Grundwasserständen, Quellschüttungen und grundwasserbürtigen Abflüssen in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz.* [Hrsg.] Arbeitskreis KLIWA. Karlsruhe: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg [u.a.], 2011. KLIWA-Berichte Heft 16.

Merkel, Wolf, Sorge, Christian und Grobe, Susanne. 2014. Sichere Wasserversorgung im Klimawandel - Anpassungsbedarf und Handlungsmöglichkeiten: Wasserverteilung und Netzbetrieb. [Vortrag]. Mülheim an der Ruhr : s.n., 26. Februar 2014. Vortrag anlässlich des DVGW-Forums am 26.02.2014, Präsentation abgerufen am 24.04.2014 unter: http://www.dvgw.de/fileadmin/dvgw/wasser/ressourcen/klima5_wasserverteilung_netzbetrieb_merkel.pdf.

	Seite
Abbildung 3-1: Einwohnerzahlen Versorgungsgebiet 2003-2013, gesamt	10
Abbildung 3-2: Einwohnerentwicklung nach Gemeinden/Ortsteilen 2003-2013	11
Abbildung 3-3: Entwicklung des spezifischen Wasserverbrauchs [l / E x d] BRD.....	12
Abbildung 3-4: spezifischer Wasserbedarf im Versorgungsgebiet, gesamt.....	13
Abbildung 3-5: spezifischer Wasserbedarf, sinkend	13
Abbildung 3-6: spezifischer Wasserbedarf, steigend	14
Abbildung 3-7: spezifischer Wasserbedarf, stagnierend	14
Abbildung 3-8: Wasserverluste gesamtes Versorgungsnetz.....	15
Abbildung 3-9: Ortschaften mit hohen Wasserverlusten	16
Abbildung 3-10: Ortschaften mit unplausiblen Verlustwerten	16
Abbildung 5-1: Quellaustritt und Gesamtansicht Quellgebäude	28
Abbildung 5-2: Übersichtsschema Transportleitungen.....	33
Abbildung 6-1: Quelfassung mit organischem Bewuchs im Wandbereich	36
Abbildung 6-2: Undichtigkeiten Wehranlage	38
Abbildung 6-3: Mangelhafte Zaunanlage. HB Böhringen	39
Abbildung 6-4: Glasfenster und Lüftungslamellengitter. HB Irslingen.....	40
Abbildung 6-5: Zugangstor und Glasbausteine. HHB Neukirch.....	41
Abbildung 6-6: Poren, Lunker und Kiesnester. HB Gößlingen	41
Abbildung 6-7: Abrieb der Beschichtung am Boden. HB Böhringen.....	42
Abbildung 6-8: Abrieb des Anstrichs und Kalkaussinterungen an Wandfläche. HB Lauffen HZ42	42
Abbildung 6-9: Korrosionsstellen an Wand und Boden. HB Dietingen	43
Abbildung 6-10: Korrosion im Bereich der Hydraulik. HB Dietingen	43
Abbildung 6-11: Korrosion im Bereich der Hydraulik. HB Lauffen HZ	44
Abbildung 6-12: Lüftungskamine; Be- und Entlüftung in der Behälterkammer. HB Böhringen	44
Abbildung 6-13: bauliche Mängel an Schächten I	47
Abbildung 6-14: bauliche Mängel an Schächten II	47
Abbildung 6-15: erschwerte Begehbarkeit von Schächten.....	48
Abbildung 6-16: veraltete hydraulische Installation in Schächten I.....	48
Abbildung 6-17: veraltete hydraulische Installation in Schächten II.....	48
Abbildung 8-1: 3 x 3 Bewertungsmatrix nach DVGW 1001	64
Abbildung 11-1: Übersicht Entfernung Fremdanlagen. Basis: Top-Karte 1:200.000, LGL BW77	64
Abbildung 13-1: „Sanierung Ausbau im Bestand“ Investitions- und Reinvestitionskosten ...	83
Abbildung 13-2: „Sanierung Ausbau im Bestand“ laufende Kosten.....	84
Abbildung 13-3: „Sanierung Ausbau im Bestand“ Gesamtkostenbarwert.....	85

Abbildung 13-4: „BWV-Anschluss HB Frittlingen“ Investitions- und Reinvestitionskosten	86
Abbildung 13-5: „BWV-Anschluss HB Frittlingen“ laufende Kosten.....	86
Abbildung 13-6: „BWV-Anschluss HB Frittlingen“ Gesamtkostenbarwert.....	87
Abbildung 13-7: „BWV-Anschluss HB Wellendingen“ Investitions- und Reinvestitionskosten	88
Abbildung 13-8: „BWV-Anschluss HB Wellendingen“ laufende Kosten.....	88
Abbildung 13-9: „BWV-Anschluss HB Wellendingen“ Gesamtkostenbarwert.....	89
Abbildung 13-10: „BWV-Anschluss HB Frittlingen und HB Wellendingen“ Investitions- und Reinvestitionskosten.....	90
Abbildung 13-11: „BWV-Anschluss HB Frittlingen und HB Wellendingen“ laufende Kosten..	91
Abbildung 13-12: „BWV-Anschluss HB Frittlingen und HB Wellendingen“ Gesamtkostenbarwert.....	91
Abbildung 13-13: „Vollversorgung BWV über HHB Neukirch“ Investitions- und Reinvestitionskosten.....	92
Abbildung 13-14: „Vollversorgung BWV über HHB Neukirch“ laufende Kosten	93
Abbildung 13-15: „Vollversorgung BWV über HHB Neukirch“ Gesamtkostenbarwert	94
Abbildung 13-16: Gegenüberstellung Gesamtkostenbarwerte	95
Abbildung 13-17: Gegenüberstellung Zinssensitivität Gesamtkostenbarwerte.....	96
Abbildung 13-18: Gegenüberstellung Preissensitivität Gesamtkostenbarwerte	96

	Seite
Tabelle 3-1: Tagesspitzenfaktoren f_d	17
Tabelle 3-2: Bevölkerungsprognose 2008-2030 nach Landkreisen, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg	19
Tabelle 3-3: Bevölkerungsprognose 2008-2030 nach Gemeinden, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg	19
Tabelle 3-4: Bevölkerungsprognose 2035	20
Tabelle 3-5: Prognose Wasserverluste 2035	22
Tabelle 3-6: Prognose Tagesspitzenfaktoren 2035	23
Tabelle 3-7: Wasserbedarfsprognose 2035	25
Tabelle 4-1: Minimales Wasserdargebot	26
Tabelle 4-2: Wasserbilanzierung bezogen auf das Prognosejahr 2035	27
Tabelle 5-1: Übersicht Hochbehälter	34
Tabelle 6-1: Mängel und Schäden an Hochbehältern	46
Tabelle 6-2: Zustand der Schächte und Armaturen	49
Tabelle 6-3: Leitungsübersicht	50
Tabelle 6-4: Überprüfung der Behälterdimensionen	53
Tabelle 8-1: Gefährdungspotentiale Brunnen 1-4, WW Neckarburg	62
Tabelle 8-2: Risikoabschätzung Brunnen 1-4, WW Neckarburg	64
Tabelle 8-3: Verbleibende Versorgungszeit bei Ausfall Leitung DN 200 SK Feckenhausen - HB Wellendingen	67
Tabelle 8-4: Verbleibende Versorgungszeit bei Kappung der Trinkwasserzufuhr, Ortschaften nördliches Verbandsgebiet	68
Tabelle 10-1: Ausbaustufenprogramm 2035	70
Tabelle 10-2: Jährliche Investitionssummen Ausbaustufenprogramm 2035 (Stand Februar 2014)	72



Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Zustandsmatrix Schächte und Armaturen
- Anlage 2: Zweckverband Wasserversorgung am Oberen Neckar
Übersichtslageplan Bestand M 1 : 15.000
- Anlage 3: Zweckverband Wasserversorgung am Oberen Neckar
Planungsvariante 1 – Sanierung / Ausbau im Bestand
Übersichtsschema und Lageplan M 1 : 15.000
- Anlage 4: Zweckverband Wasserversorgung am Oberen Neckar
Planungsvariante 2 – BWV Anschluss HB Frittlingen
Übersichtsschema und Lageplan M 1 : 15.000
- Anlage 5: Zweckverband Wasserversorgung am Oberen Neckar
Planungsvariante 3 – BWV Anschluss HB Wellendingen
Übersichtsschema und Lageplan M 1 : 15.000
- Anlage 6: Zweckverband Wasserversorgung am Oberen Neckar
Planungsvariante 4 – BWV Anschluss HB Frittlingen und HB Wellendingen
Übersichtsschema und Lageplan M 1 : 15.000
- Anlage 7: Investitionskostenüberschlag Planungsvariante 1
Sanierung /Ausbau im Bestand
- Anlage 8: Investitionskostenüberschlag Planungsvariante 2
BWV Anschluss HB Frittlingen
- Anlage 9: Investitionskostenüberschlag Planungsvariante 3
BWV Anschluss HB Wellendingen
- Anlage 10: Investitionskostenüberschlag Planungsvariante 4
BWV Anschluss HB Frittlingen und HB Wellendingen
- Anlage 11: Abschätzung Fixkostenzusammenstellung

Zustandsmatrix Schächte und Armaturen

Legende:

A	Abzweig
B	Beobachtungsschacht
E	Entleerung
G	Gestänge zur Lecksuche
H	Hydrant
L	Lüfter
S	Streckenschieber
V	Verbindungsschacht
Z	Wasserzähler

Oberer Neckar, Zustand der Schächte und Armaturen

	AHz		I		ø		L/H/LV		SV/SE/SL/SB/SA		SAE/SAZ/SEH/SAEZ/SAEL/SLE		S		gesamt Schächte	Schächte		Armaturen			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		1	2	1	2		
AL Frittlingen	1		1		3		6		3		1		1		14	9	3	2	3	5	3
AL Neufra							1								1	1			1		
AL Lauffen	1		1		3		4		4		2		2		16	6	8	1	5	5	2
DL 150							9		2		1		8		20	3	15	2	3	7	10
DL 200			2		2		3		3				1		8	2	4	2	1	5	9
AL Dietingen									1						1					3	2
AL Irslingen					1		6		6		1		1		16		4	12	1	3	13
AL Böhringen			1		2		2		2		2		1		7	1	6		3	4	1
AL Gösslingen/Zi.							6		2		2		4		14	4	9	1	5	3	6
AL Zimmern							1		1				1		4	1		3			4
AL Wellendingen 2	1				1		5		4		2		7		20	5	13	2	5	14	1
AL Wellendingen 1			2		2		3		4		1		1		12	1	4	8	3	2	8
															<u>133</u>	<u>32</u>	<u>67</u>	<u>34</u>	<u>29</u>	<u>52</u>	<u>59</u>
																<u>24,1</u>	<u>50,4</u>	<u>25,6</u>	<u>20,7</u>	<u>37,1</u>	<u>42,1</u>
																prozentualer Anteil					

Zweckverband Wasserversorgung am Oberen

Neckar

Übersichtslageplan Bestand

M 1 : 15.000

Zweckverband Wasserversorgung am Oberen

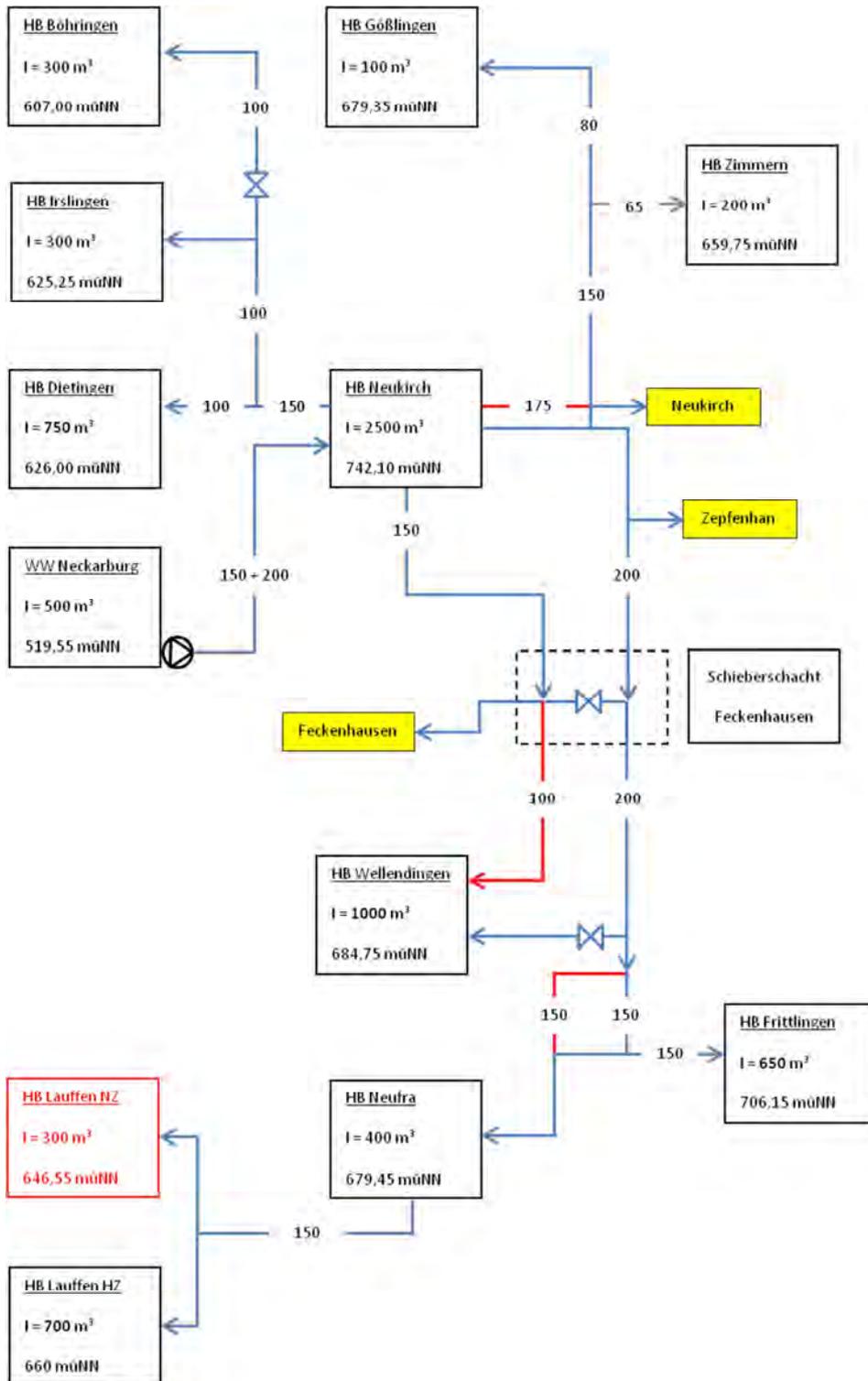
Neckar

Planungsvariante 1

Sanierung / Ausbau im Bestand

Übersichtsschema und Lageplan M 1 : 15.000

Übersichtsschema Planungsvariante 1



Zweckverband Wasserversorgung am Oberen
Neckar

Planungsvariante 2

BWV Anschluss HB Frittlingen

Übersichtsschema und Lageplan M 1 : 15.000

Legende Schema:



Neue Leitung für diese Variante

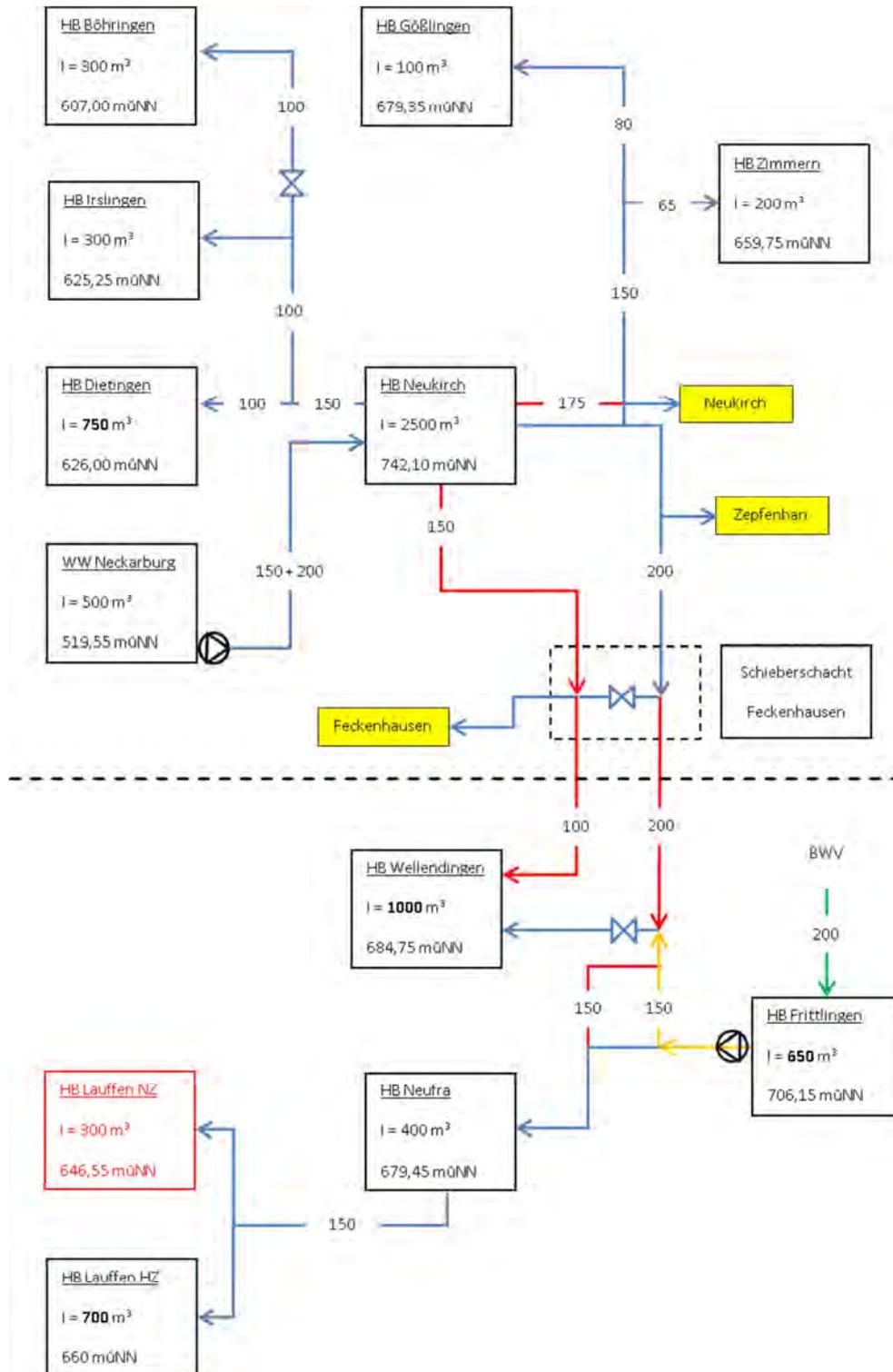


Leitung kann bei dieser Variante entfallen



Neue Anschlussleitung BWV

Übersichtsschema Planungsvariante 2



Zweckverband Wasserversorgung am Oberen
Neckar

Planungsvariante 3

BWV Anschluss HB Wellendingen

Übersichtsschema und Lageplan M 1 : 15.000

Legende Schema:



Neue Leitung für diese Variante



Leitung kann bei dieser Variante entfallen



Neue Anschlussleitung BWV

Zweckverband Wasserversorgung am Oberen
Neckar
Planungsvariante 4
BWV Anschluss HB Frittlingen
und HB Wellendingen
Übersichtsschema und Lageplan M 1 : 15.000

Legende Schema:



Neue Leitung für diese Variante

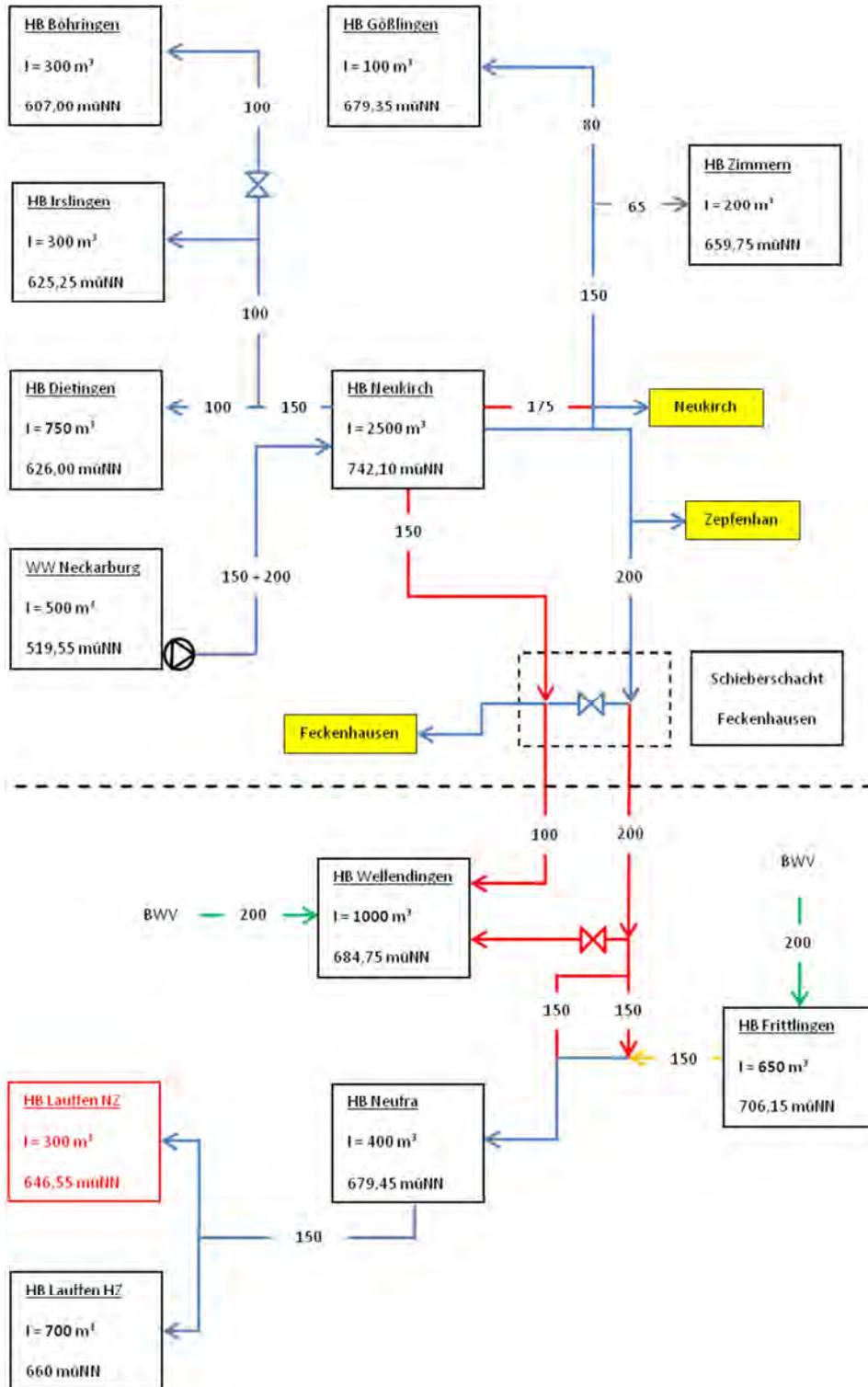


Leitung kann bei dieser Variante entfallen



Neue Anschlussleitung BWV

Übersichtsschema Planungsvariante 4



Investitionskostenüberschlag
Planungsvariante 1
Sanierung /Ausbau im Bestand

	Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Baunebenkosten	Jahr Investition	Abschrei- bungszeit
			€		a
1.0	Quellen				
1.1		Umläufigkeit Quellen	25.000	2015	60
1.2		Inliner Quelleitung	63.700	2016	30
1.3		Sanierung Quellgebäude	65.000	2023	60
		Zwischensumme Quellen	153.700		
2.0	Wasserwerk Neckarburg				
2.1		Be- und Entlüftung Reinwasserbehälter	6.000	2016	20
2.2		Reinwasserpumpen (Revision)	18.000	2016	20
2.3		Leitwarte (Hardwareaustausch, Updates)	10.000	2017	15
2.4		Ultrafiltrationsanlage (Modulwechsel, Armaturen, SPS)	177.200	2020	15
2.5		Umstellung auf Eigenstromnutzung	10.000		20
		Zwischensumme Wasserwerk	211.200		
3.0	Wehranlage				
3.1		Sanierung Wehrklappe	50.000	2016	30
		Zwischensumme Wehranlage	50.000		

	Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Baunebenkosten	Jahr	Abschrei- bungszeit
			€		a
4.0	Leitungen				
4.1	BA 1	HB Neufra - HB Lauffen NZ	355.180	2015	60
4.2	BA 2	HB Neufra - HB Lauffen NZ	355.180	2016	60
4.3	BA 3	HB Neufra - HB Lauffen NZ	355.180	2017	60
4.4	BA1	Abzweig Irslingen - HB Irslingen	448.400	2018	60
4.5	BA2	Abzweig Irslingen - HB Irslingen	448.400	2019	60
4.6	BA1	HB Irslingen - HB Böhringen	414.770	2020	60
4.7	BA2	HB Irslingen - HB Böhringen	414.770	2021	60
4.8		Anschluss Neukirch - Abzweig Gößlingen	644.280	2022	60
4.9		Abzweig Gößlingen - HB Gößlingen	283.790	2024	60
4.10		Abzweig Gößlingen - HB Zimmern	254.880	2026	60
4.11		HB Wellendingen - Abzweig Frittlingen Lt	74.340	2028	60
4.12		HB Wellendingen - Abzweig Frittlingen Lt	0	2028	60
4.13		Abzweig Frittlingen - HB Frittlingen	669.060	2030	60
4.14		Abzweig Frittlingen - HB Neufra	99.120	2032	60
4.15		HB Lauffen NZ - HB Lauffen HZ	61.950	2034	60
		Zwischensumme Leitungserneuerungen	4.879.300		
5.0	Schächte				
5.1		2 Schachtbauwerke	56.600	2015	30
5.2		3 x Hydraulische Schachtausrüstung	24.900	2015	30
5.3		3 Schachtbauwerke	84.900	2016	30
5.4		9 x Hydraulische Schachtausrüstung	74.700	2016	30
5.5		2 Schachtbauwerke	56.600	2017	30
5.6		3 x Hydraulische Schachtausrüstung	24.900	2017	30
		Zwischensumme Schächte	322.600		

	Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Baunebenkosten	Jahr	Abschrei- bungszeit
			€		a
6.0	Hochbehälter - Sanierung				
6.1		HB Böhringen			
6.1.1		Bauwerk	225.144	2015	60
6.1.2		technische Ausrüstung	58.882	2015	20
6.2		HB Dietingen			
6.2.1		Bauwerk	256.768	2017	60
6.2.2		technische Ausrüstung	48.026	2017	20
6.3		HB Irslingen			
6.3.1		Bauwerk	225.380	2019	60
6.3.2		technische Ausrüstung	35.400	2019	20
6.4		HB Frittlingen			
6.4.1		Bauwerk	240.248	2021	60
6.4.2		technische Ausrüstung	44.840	2021	20
6.5		HHB Neukirch			
6.5.1		Bauwerk	656.670	2025	60
6.5.2		technische Ausrüstung	67.850	2025	20
6.6		HB Neufra			
6.6.1		Bauwerk	244.260	2027	60
6.6.2		technische Ausrüstung	37.760	2027	20
6.7		HB Gößlingen			
6.7.1		Bauwerk	139.948	2029	60
6.7.2		technische Ausrüstung	30.680	2029	20
6.8		HB Zimmern u.d.B.			
6.8.1		Bauwerk	199.420	2033	60
6.8.2		technische Ausrüstung	30.680	2033	20
6.9		HB Wellendingen			
6.9.1		Bauwerk	270.220	2028	60
6.9.2		technische Ausrüstung	17.700	2028	20
		Zwischensumme Hochbehälter	2.829.876		

	Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Baunebenkosten	Jahr	Abschrei- bungszeit
			€		a
7.0	Hochbehälter - Erweiterungen				
7.1		HB Wellendingen (Erweiterung 500 m ³)			
7.1.1		Bauwerk	600.000	2028	60
7.1.2		technische Ausrüstung	150.000	2028	20
7.2		Neubau HB Lauffen HZ (I = 700 m ³)			
7.2.1		Bauwerk	570.000	2023	60
7.2.2		technische Ausrüstung	380.000	2023	20
7.3		HB Dietingen (Erweiterung 300 m ³)			
7.3.1		Bauwerk	360.000	2017	60
7.3.2		technische Ausrüstung	90.000	2017	20
7.4		HB Frittlingen (Erweiterung 250 m ³)			
7.4.1		Bauwerk	312.000	2021	60
7.4.2		technische Ausrüstung	78.000	2021	20
		Zwischensumme Hochbehälter - Erweiter	2.540.000		
		Gesamtinvestitionskosten netto (einschl. 18% Baunebenkosten)	10.986.676		

Investitionskostenüberschlag
Planungsvariante 2
BWV Anschluss HB Frittlingen

	Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Baunebenkosten	Jahr	Abschrei- bungszeit
			€		a
1.0	Quellen				
1.1		Umläufigkeit Quellen	25.000	2015	60
1.2		Inliner Quelleitung	63.700	2016	30
1.3		Sanierung Quellgebäude	65.000	2023	60
		Zwischensumme Quellen	153.700		
2.0	Wasserwerk Neckarburg				
2.1		Be- und Entlüftung Reinwasserbehälter	6.000	2016	20
2.2		Reinwasserpumpen (Revision)	18.000	2016	20
2.3		Leitwarte (Hardwareaustausch, Updates)	10.000	2017	15
2.4		Ultrafiltrationsanlage (Modulwechsel, Armaturen, SPS)	177.200	2020	15
2.5		Umstellung auf Eigenstromnutzung	10.000		20
		Zwischensumme Wasserwerk	211.200		
3.0	Wehranlage				
3.1		Sanierung Wehrklappe	50.000	2016	30
		Zwischensumme Wehranlage	50.000		

	Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Baunebenkosten	Jahr	Abschrei- bungszeit
			€		a
4.0	Leitungen				
4.1	BA 1	HB Neufra - HB Lauffen NZ	355.180	2015	60
4.2	BA 2	HB Neufra - HB Lauffen NZ	355.180	2016	60
4.3	BA 3	HB Neufra - HB Lauffen NZ	355.180	2017	60
4.4	BA1	Abzweig Irslingen - HB Irslingen	448.400	2018	60
4.5	BA2	Abzweig Irslingen - HB Irslingen	448.400	2019	60
4.6	BA1	HB Irslingen - HB Böhringen	414.770	2020	60
4.7	BA2	HB Irslingen - HB Böhringen	414.770	2021	60
4.8		Anschluss Neukirch - Abzweig Gößlingen	644.280	2022	60
4.9		Abzweig Gößlingen - HB Gößlingen	283.790	2024	60
4.10		Abzweig Gößlingen - HB Zimmern	254.880	2026	60
4.11		HB Wellendingen - Abzweig Frittlingen Lt	74.340	2028	60
4.12		HB Wellendingen - Abzweig Frittlingen Lt	0	2028	60
4.13		Abzweig Frittlingen - HB Frittlingen	669.060	2030	60
4.14		Abzweig Frittlingen - HB Neufra	99.120	2032	60
4.15		HB Lauffen NZ - HB Lauffen HZ	61.950	2034	60
4.16		BWV - HB Frittlingen	68.150	2015	60
		Zwischensumme Leitungserneuerungen	4.947.450		
5.0	Schächte				
5.1		1 Schachtbauwerk - Anschluss BWV	40.000	2015	30
5.2		2 Schachtbauwerke	56.600	2015	30
5.3		3 x Hydraulische Schachtausrüstung	24.900	2015	30
5.4		3 Schachtbauwerke	84.900	2016	30
5.5		9 x Hydraulische Schachtausrüstung	74.700	2016	30
5.6		2 Schachtbauwerke	56.600	2017	30
5.7		3 x Hydraulische Schachtausrüstung	24900	2017	30
		Zwischensumme Schächte	362600		

	Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Baunebenkosten	Jahr	Abschrei- bungszeit
			€		a
6.0	Hochbehälter - Sanierung				
6.1		HB Böhringen		2015	
6.1.1		Bauwerk	225144	2015	60
6.1.2		technische Ausrüstung	58882	2015	20
6.2		HB Dietingen		2017	
6.2.1		Bauwerk	256.768	2017	60
6.2.2		technische Ausrüstung	48.026	2017	20
6.3		HB Irslingen		2019	
6.3.1		Bauwerk	225.380	2019	60
6.3.2		technische Ausrüstung	35.400	2019	20
6.4		HB Frittlingen		2021	
6.4.1		Bauwerk	240.248	2021	60
6.4.2		technische Ausrüstung	44.840	2021	20
6.5		HHB Neukirch		2025	
6.5.1		Bauwerk	656.670	2025	60
6.5.2		technische Ausrüstung	67.850	2025	20
6.6		HB Neufra		2027	
6.6.1		Bauwerk	244.260	2027	60
6.6.2		technische Ausrüstung	37.760	2027	20
6.7		HB Gößlingen		2029	
6.7.1		Bauwerk	139.948	2029	60
6.7.2		technische Ausrüstung	30.680	2029	20
6.8		HB Zimmern u.d.B.		2033	
6.8.1		Bauwerk	199.420	2033	60
6.8.2		technische Ausrüstung	30.680	2033	20
6.9		HB Wellendingen		2035	
6.9.1		Bauwerk	270.220	2035	60
6.9.2		technische Ausrüstung	17.700	2035	20
		Zwischensumme Sanierung Hochbehälter	2.829.876		

	Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Baunebenkosten	Jahr	Abschrei- bungszeit
			€		a
7.0	Hochbehälter - Erweiterungen				
7.1		HB Wellendingen (Erweiterung 500 m ³)		2028	
7.1.1		Bauwerk	600.000	2028	60
7.1.2		technische Ausrüstung	150.000	2028	20
7.2		Neubau HB Lauffen HZ (I = 700 m ³)		2023	
7.2.1		Bauwerk	570.000	2023	60
7.2.2		technische Ausrüstung	380.000	2023	20
7.3		HB Dietingen (Erweiterung 300 m ³)		2017	
7.3.1		Bauwerk	360.000	2017	60
7.3.2		technische Ausrüstung	90.000	2017	20
7.4		HB Frittlingen (Erweiterung 250 m ³)		2021	
7.4.1		Bauwerk	312.000	2021	60
7.4.2		technische Ausrüstung	78.000	2021	20
		Zwischensumme Hochbehälter - Erweiter	2.540.000		
8.0	Pumpwerk Frittlingen				
8.1		Bauwerk	70.800	2015	60
8.2		technische Ausrüstung	100.300	2015	20
		Zwischensumme Pumpwerk	171.100		
9.0	Quotenerhöhung BWV				
9.1		Kapitalumlage BWV	370.000	2015	60
		Zwischensumme Quotenerhöhung	370.000		
		Gesamtinvestitionskosten netto (einschl.	11.635.926		

Investitionskostenüberschlag
Planungsvariante 3
BWV Anschluss HB Wellendingen

	Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Baunebenkosten	Jahr	Abschrei- bungszeit
			€		a
1.0	Quellen				
1.1		Umläufigkeit Quellen	25.000	2015	60
1.2		Inliner Quellleitung	63.700	2016	30
1.3		Sanierung Quellgebäude	65.000	2023	60
		Zwischensumme Quellen	153.700		
2.0	Wasserwerk Neckarburg				
2.1		Be- und Entlüftung Reinwasserbehälter	6.000	2016	20
2.2		Reinwasserpumpen (Revision)	18.000	2016	20
2.3		Leitwarte (Hardwareaustausch, Updates)	10.000	2017	15
2.4		Ultrafiltrationsanlage (Modulwechsel, Armaturen, SPS)	177.200	2020	15
2.5		Umstellung auf Eigenstromnutzung	10.000		20
		Zwischensumme Wasserwerk	211.200		
3.0	Wehranlage				
3.1		Sanierung Wehrklappe	50.000	2016	30
		Zwischensumme Wehranlage	50.000		

	Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Baunebenkosten	Jahr	Abschrei- bungszeit
			€		a
4.0	Leitungen				
4.1	BA 1	HB Neufra - HB Lauffen NZ	355.180	2015	60
4.2	BA 2	HB Neufra - HB Lauffen NZ	355.180	2016	60
4.3	BA 3	HB Neufra - HB Lauffen NZ	355.180	2017	60
4.4	BA1	Abzweig Irslingen - HB Irslingen	448.400	2018	60
4.5	BA2	Abzweig Irslingen - HB Irslingen	448.400	2019	60
4.6	BA1	HB Irslingen - HB Böhringen	414.770	2020	60
4.7	BA2	HB Irslingen - HB Böhringen	414.770	2021	60
4.8		Anschluss Neukirch - Abzweig Gößlingen	644.280	2022	60
4.9		Abzweig Gößlingen - HB Gößlingen	283.790	2024	60
4.10		Abzweig Gößlingen - HB Zimmern	254.880	2026	60
4.11		HB Wellendingen - Abzweig Frittlingen Lt	74.340	2028	60
4.12		HB Wellendingen - Abzweig Frittlingen Lt	0	2028	60
4.13		Abzweig Frittlingen - HB Frittlingen	669.060	2030	60
4.14		Abzweig Frittlingen - HB Neufra	99.120	2032	60
4.15		HB Lauffen NZ - HB Lauffen HZ	61.950	2034	60
4.16		BWV - HB Wellendingen	152.250	2015	60
		Zwischensumme Leitungserneuerungen	5.031.550		
5.0	Schächte				
5.1		1 Schachtbauwerk - Anschluss BWV	40.000	2015	30
5.2		2 Schachtbauwerke	56.600	2015	30
5.3		3 x Hydraulische Schachtausrüstung	24.900	2015	30
5.4		3 Schachtbauwerke	84.900	2016	30
5.5		9 x Hydraulische Schachtausrüstung	74.700	2016	30
5.6		2 Schachtbauwerke	56.600	2017	30
5.7		3 x Hydraulische Schachtausrüstung	24900	2017	30
		Zwischensumme Schächte	362600		

	Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Baunebenkosten	Jahr	Abschrei- bungszeit
			€		a
6.0	Hochbehälter - Sanierung				
6.1		HB Böhringen			
6.1.1		Bauwerk	225.144	2015	60
6.1.2		technische Ausrüstung	58.882	2015	20
6.2		HB Dietingen			
6.2.1		Bauwerk	256.768	2017	60
6.2.2		technische Ausrüstung	48.026	2017	20
6.3		HB Irslingen			
6.3.1		Bauwerk	225.380	2019	60
6.3.2		technische Ausrüstung	35.400	2019	20
6.4		HB Frittlingen			
6.4.1		Bauwerk	240.248	2021	60
6.4.2		technische Ausrüstung	44.840	2021	20
6.5		HHB Neukirch		2025	
6.5.1		Bauwerk	656.670	2025	60
6.5.2		technische Ausrüstung	67.850	2025	20
6.6		HB Neufra			
6.6.1		Bauwerk	244.260	2027	60
6.6.2		technische Ausrüstung	37.760	2027	20
6.7		HB Gößlingen			
6.7.1		Bauwerk	139.948	2029	60
6.7.2		technische Ausrüstung	30.680	2029	20
6.8		HB Zimmern u.d.B.			
6.8.1		Bauwerk	199.420	2033	60
6.8.2		technische Ausrüstung	30.680	2033	20
6.9		HB Wellendingen			
6.9.1		Bauwerk	270.220	2035	60
6.9.2		technische Ausrüstung	17.700	2035	20
		Zwischensumme Hochbehältersanierung	2.829.876		

	Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Baunebenkosten	Jahr	Abschrei- bungszeit
			€		a
7.0	Hochbehälter - Erweiterungen				
7.1		HB Wellendingen (Erweiterung 500 m ³)			
7.1.1		Bauwerk	600.000	2028	60
7.1.2		technische Ausrüstung	150.000	2028	20
7.2		Neubau HB Lauffen HZ (I = 700 m ³)		2023	
7.2.1		Bauwerk	570.000	2023	60
7.2.2		technische Ausrüstung	380.000	2023	20
7.3		HB Dietingen (Erweiterung 300 m ³)			
7.3.1		Bauwerk	360.000	2017	60
7.3.2		technische Ausrüstung	90.000	2017	20
7.4		HB Frittlingen (Erweiterung 250 m ³)			
7.4.1		Bauwerk	312.000	2021	60
7.4.2		technische Ausrüstung	78.000	2021	20
		Zwischensumme Hochbehälter - Erweiter	2.540.000		
8.0	Pumpwerk Wellendingen				
8.1		Bauwerk	70.800	2015	60
8.2		technische Ausrüstung	106.200	2015	20
		Zwischensumme Pumpwerk	177.000		
9.0	Quotenerhöhung BWV				
9.1		Kapitalumlage	370.000	2015	60
		Zwischensumme Quotenerhöhung	370.000		
		Gesamtinvestitionskosten netto (einschl. 18% Baunebenkosten)	11.725.926		

Investitionskostenüberschlag

Planungsvariante 4

BWV Anschluss HB Frittlingen
und HB Wellendingen

	Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Baunebenkosten	Jahr	Abschrei- bungszeit
			€		a
1.0	Quellen				
1.1		Umläufigkeit Quellen	25.000	2015	60
1.2		Inliner Quelleitung	63.700	2016	30
1.3		Sanierung Quellgebäude	65.000	2023	60
		Zwischensumme Quellen	153.700		
2.0	Wasserwerk Neckarburg				
2.1		Be- und Entlüftung Reinwasserbehälter	6.000	2016	20
2.2		Reinwasserpumpen (Revision)	18.000	2016	20
2.3		Leitwarte (Hardwareaustausch, Updates)	10.000	2017	15
2.4		Ultrafiltrationsanlage (Modulwechsel, Armaturen, SPS)	177.200	2020	15
2.5	ohne Ansatz	Umstellung auf Eigenstromnutzung	10.000		20
		Zwischensumme Wasserwerk	211.200		
3.0	Wehranlage				
3.1		Sanierung Wehrklappe	50.000	2016	30
		Zwischensumme Wehranlage	50.000		

	Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Baunebenkosten	Jahr	Abschrei- bungszeit
			€		a
4.0	Leitungen				
4.1	BA 1	HB Neufra - HB Lauffen NZ	355.180	2015	60
4.2	BA 2	HB Neufra - HB Lauffen NZ	355.180	2016	60
4.3	BA 3	HB Neufra - HB Lauffen NZ	355.180	2017	60
4.4	BA1	Abzweig Irslingen - HB Irslingen	448.400	2018	60
4.5	BA2	Abzweig Irslingen - HB Irslingen	448.400	2019	60
4.6	BA1	HB Irslingen - HB Böhringen	414.770	2020	60
4.7	BA2	HB Irslingen - HB Böhringen	414.770	2021	60
4.8		Anschluss Neukirch - Abzweig Gößlingen	644.280	2022	60
4.9		Abzweig Gößlingen - HB Gößlingen	283.790	2024	60
4.10		Abzweig Gößlingen - HB Zimmern	254.880	2026	60
4.11		HB Wellendingen - Abzweig Frittlingen Lt	74.340	2028	60
4.12		HB Wellendingen - Abzweig Frittlingen Lt	0	2028	60
4.13		Abzweig Frittlingen - HB Frittlingen	669.060	2030	60
4.14		Abzweig Frittlingen - HB Neufra	99.120	2032	60
4.15		HB Lauffen NZ - HB Lauffen HZ	61.950	2034	60
4.16		BWV - HB Frittlingen	68.150	2015	60
4.17		BWV - HB Wellendingen	152.250	2015	60
		Zwischensumme Leitungserneuerungen	5.099.700		
5.0	Schächte				
5.1		2 Schachtbauwerke - Anschluß BWV	80.000	2015	30
5.2		2 Schachtbauwerke	56.600	2015	30
5.3		3 x Hydraulische Schachtausrüstung	24.900	2015	30
5.4		3 Schachtbauwerke	84.900	2016	30
5.5		9 x Hydraulische Schachtausrüstung	74.700	2016	30
5.6		2 Schachtbauwerke	56.600	2017	30
5.7		3 x Hydraulische Schachtausrüstung	24.900	2017	30
		Zwischensumme Schächte	402.600		

Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Baunebenkosten	Jahr	Abschrei- bungszeit
		€		a
6.0	Hochbehälter - Sanierung			
6.1	HB Böhringen			
6.1.1	Bauwerk	225.144	2015	60
6.1.2	technische Ausrüstung	58.882	2015	20
6.2	HB Dietingen			
6.2.1	Bauwerk	256.768	2017	60
6.2.2	technische Ausrüstung	48.026	2017	20
6.3	HB Irslingen			
6.3.1	Bauwerk	225.380	2019	60
6.3.2	technische Ausrüstung	35.400	2019	20
6.4	HB Frittlingen			
6.4.1	Bauwerk	240.248	2021	60
6.4.2	technische Ausrüstung	44.840	2021	20
6.5	HHB Neukirch			
6.5.1	Bauwerk	656.670	2025	60
6.5.2	technische Ausrüstung	67.850	2025	20
6.6	HB Neufra			
6.6.1	Bauwerk	244.260	2027	60
6.6.2	technische Ausrüstung	37.760	2027	20
6.7	HB Gößlingen			
6.7.1	Bauwerk	139.948	2029	60
6.7.2	technische Ausrüstung	30.680	2029	20
6.8	HB Zimmern u.d.B.			
6.8.1	Bauwerk	199.420	2033	60
6.8.2	technische Ausrüstung	30.680	2033	20
6.9	HB Wellendingen			
6.9.1	Bauwerk	270.220	2035	60
6.9.2	technische Ausrüstung	17.700	2035	20
	Zwischensumme Hochbehältersanierung	2.829.876		

	Anlagenart	Maßnahme	Investitionskosten einschl. 18% Baunebenkosten	Jahr	Abschrei- bungszeit
			€		a
7.0	Hochbehälter - Erweiterungen				
7.1		HB Wellendingen (Erweiterung 500 m ³)			
7.1.1		Bauwerk	600.000	2028	60
7.1.2		technische Ausrüstung	150.000	2028	20
7.2		Neubau HB Lauffen HZ (I = 700 m ³)			
7.2.1		Bauwerk	570.000	2023	60
7.2.2		technische Ausrüstung	380.000	2023	20
7.3		HB Dietingen (Erweiterung 300 m ³)			
7.3.1		Bauwerk	360.000	2017	60
7.3.2		technische Ausrüstung	90.000	2017	20
7.4		HB Frittlingen (Erweiterung 250 m ³)			
7.4.1		Bauwerk	312.000	2021	60
7.4.2		technische Ausrüstung	78.000	2021	20
		Zwischensumme Hochbehälter - Erweiter	2.540.000		
8.0	Quotenerhöhung BWV				
8.1		Kapitalumlage	370.000	2015	60
		Zwischensumme Quotenerhöhung	370.000		
		Gesamtinvestitionskosten netto (einschl. 18% Baunebenkosten)	11.657.076		

Abschätzung Fixkostenzusammenstellung

Fixkosten

Posten	Kosten [€]
Personal Aufbereitung	110.000
Personal Betriebsführung	100.000
<i>Unterhaltungskosten</i>	
Wasserwerk	10.000
Quellen	3.000
Leitungen	8.000
Hochbehälter	5.000
Wehr-/u. Turbinenanlage	5.000
MLS System	5.000
Ultrafiltration	5.000
Chlordioxidanlage	3.000
Geräte/Maschinen	3.000
Wasserzähler	3.000
Grundstücke	6.000
KFZ	3.000
Wasseruntersuchungen	5.000
	<hr/>
	274.000