



Stadt Bornheim

**Begutachtung und Bewertung einer
Vollversorgung der Bornheimer
Wasserversorgung mit WTV-Wasser**

7.03.2014

Auftraggeber

Stadtbetrieb Bornheim AöR
Donnerbachweg 15
53332 Bornheim

Bearbeitet von

H₂U aqua.plan.Ing-GmbH
Siemesdyk 64
47807 Krefeld
Telefon: +49 21 51 7 04 98 – 0
Telefax: +49 21 51 7 04 98 – 79

Dipl.-Ing. Didier Garraud

7. März 2014

1	Übersicht	4
1.1	Situation	4
1.2	Aufgabenstellung	5
1.3	Basis für Bewertung	7
2	Bestehende Trinkwasserversorgung der Stadt Bornheim	9
2.1	Versorgungssituation	9
2.2	Wasserbedarf	11
3	Bewertung der Vollversorgung durch WTV	13
3.1	Bewertung der Wasserqualität	13
3.1.1	Härte	13
3.1.2	Calcitlösekapazität	14
3.1.3	Korrosionsbetrachtung	15
3.1.3.1	Vorgehensweise	15
3.1.3.2	Korrosion von Kupfer	16
3.1.3.3	Korrosion von schmelztauchverzinkten Eisenwerkstoffen	17
3.1.3.4	Korrosion von nicht rostenden Stählen (Edelstahl)	18
3.1.3.5	Korrosion von Gusseisen, unlegierten und niedriglegierten Stählen	19
3.1.3.6	Fazit der Betrachtung zur Korrosionswahrscheinlichkeit	19
3.1.4	Desinfektion	20
3.2	Bewertung des Versorgungssystems WTV	20
3.3	Wassermenge und -aufteilung	21
3.4	Bewertung der Wassereinspeisungen bis zum Versorgungsgebiet von Bornheim	22
3.5	Hydraulische Auswirkungen der neuen Einspeisung am Behälter Botzdorf auf die Versorgung der Tiefzone	25
3.6	Alternative Einspeisungen von WTV	28
3.7	Notversorgung	30
3.8	Rechtliche Auswirkungen	31

INHALTSVERZEICHNIS

4	Ermittlung der Wirtschaftlichen Auswirkungen.....	32
4.1	Grundlagen für die Kostenermittlung	32
4.2	Kosten für das aktuelle Förderregime.....	34
4.3	Einspeisung am HB Botzdorf (85 %) und im Wasserwerk Eichenkamp (15%).....	34
4.4	Alternative Einspeisungen	35
5	Zusammenfassung und Empfehlung	38
	Verzeichnis der Anlagen.....	40

1 Übersicht

1.1 Situation

Die Stadt Bornheim als Eigentümer der Wasserversorgungsanlagen im Stadtgebiet von Bornheim beauftragte den Stadtbetrieb Bornheim AöR (SBB) mit dem Betrieb der Wasserversorgung.

Entsprechend dem nebenstehenden Schema wird zurzeit Trinkwasser von zwei Vorlieferanten WTV (Wahnbachtalsperrenverband) und WBV (Wasserversorgungsverband Wesseling-Hersel,) im Wasserwerk Eichenkamp gemischt und anschließend in die verschiedenen Versorgungszonen eingespeist. Aufgrund der Mischung von Wässern unterschiedlicher Härte erhält das Mischwasser kalklösenden Charakter und wurde bis zum Störfall im April 2013 mit Natronlauge restentsäuert. Durch entsprechende Überprüfung der Wasserqualitätsdaten wurde inzwischen festgestellt, dass auf die Restentsäuerung verzichtet werden kann.

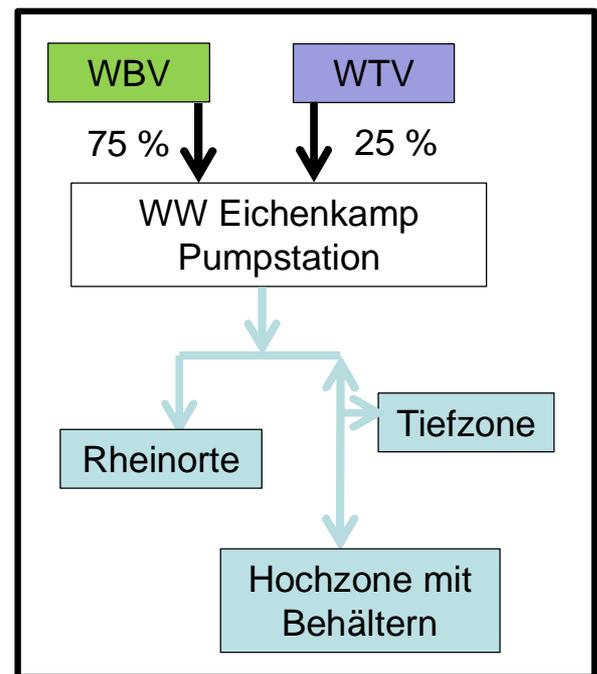


Abbildung 1: Aktuelle Trinkwasserversorgung

Mit einer Pumpstation wird das Wasser über 2 Werksausgänge in das Versorgungsnetz gefördert.

Durch den WTV wurde nun ein Angebot für eine Vollversorgung unterbreitet. Dieses Angebot sieht vor, dass der WTV den gesamten Trinkwasserbedarf des Versorgungsnetzes der Stadt Bornheim liefert.

Der WTV beabsichtigt, eine bestehende Transportleitung der Stadt Bornheim zu erwerben und Instand zu setzen, ein neues Pumpwerk für die Wasserförderung zu errichten und darüber Trinkwasser des WTV in den Behälter Botzdorf einzuspeisen. Die restliche Menge soll am Wasserwerk Eichenkamp eingespeist werden.

Für diese Vollversorgung wurde ein gestaffelter Rabatt auf die Bezugspreise angeboten.

Als Argumente für eine Vollversorgung wurden seitens des WTV verschiedene Aspekte benannt, u.A. die geringere Härte des Trinkwassers und die damit verbundenen Vorteile für den Verbraucher sowie den möglichen Verzicht auf die Pumpstation im Wasserwerk Eichenkamp und die damit verbundenen betrieblichen Vorteile und Einsparungen beim Strombezug.

Mit Schreiben vom 13.11.2013 hatte H2U auf verschiedene Aspekte hingewiesen, welche vor einer Entscheidung über die Vollversorgung geprüft und bewertet werden sollten.

Bei der Sitzung vom 5.12.2013 wurde vom Betriebsausschuss gefordert, dass diese Aspekte im Rahmen einer technischen Begutachtung überprüft werden. Dabei soll ausschließlich die Vollversorgung mit WTV-Wasser mit dem aktuellen Zustand (75 % WTV, 25 % WBV) verglichen werden.

Der Stadtbetrieb Bornheim AöR beauftragte daraufhin die Ingenieurgesellschaft H2U aqua.plan.Ing-GmbH (H2U) als Fachbüro für Trinkwasser-Aufbereitungstechnik mit der Begutachtung und Bewertung einer Vollversorgung der Bornheimer Wasserversorgung mit WTV-Wasser.

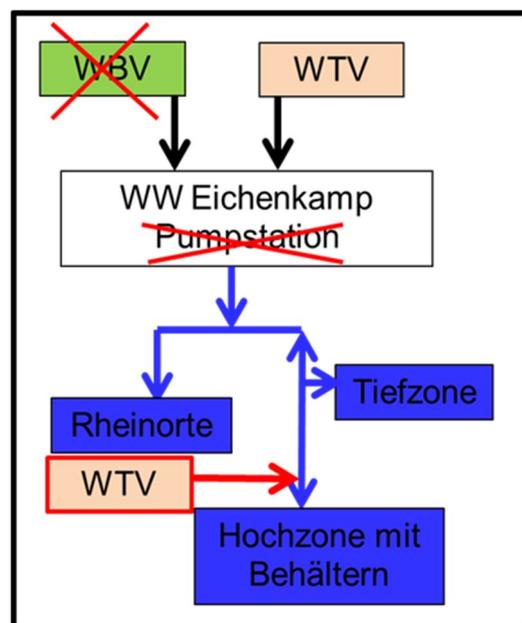


Abbildung 2: Vorschlag zur Wasserversorgung mit WTV-Wasser

1.2 Aufgabenstellung

Die Aufgabestellung wurde in einem Treffen am 11.12.2013 diskutiert. Auf Basis dieser Diskussion ergeben sich die nachfolgend dargestellten Leistungen und Arbeitsinhalte:

- Durcharbeiten der seitens SBB zur Verfügung gestellten Unterlagen zum Angebot des WTV (Angebot, Präsentation zu Betriebsausschusssitzung vom 5.12., weitere Unterlagen im Zusammenhang mit dem Angebot zur Vollversorgung).
- Abfragen der erforderlichen Daten und Unterlagen sowie Durcharbeiten der Bestandsunterlagen, welche zur Bewertung der Vollversorgung von Bedeutung sind.
- Aufstellung eines Konzeptes für die Vollversorgung mit WTV-Trinkwasser zur Überprüfung der technischen Machbarkeit:

- Aufstellen Netzbedarf (anteilig für die verschiedenen Versorgungszonen).
 - Prüfung und Festlegung der Einspeisemengen und des Einspeisedrucks am Behälter Botzdorf / am Wasserwerk Eichenkamp
 - Ermittlung der eventuellen zusätzlichen Investitionskosten für die Umsetzung des Konzeptes auf Seiten des SBB bzw. der Stadt Bornheim (z.B. Rohrinstallation, Steuerungstechnik, Datenfernübertragung).
 - Technischer Vergleich mit dem aktuellen Versorgungskonzept.
-
- Überprüfung der Netzhydraulik:
 - Da die neue Einspeisesituation vermutlich erhebliche Auswirkungen auf die gesamte Hydraulik im Versorgungsnetz und auf die Behälterbefüllung hat, ist eine Überprüfung über eine Rohrnetzrechnung zwingend erforderlich. Dies erfordert eine Anpassung des vorliegenden Rohrnetzmodells und eine rechnerische Überprüfung der Situation. Diese Leistung ist durch das Rechenzentrum für Versorgungsnetze (RZVN) im Unterauftrag von H2U vorgesehen.
 - Im Rahmen dieser Berechnung ist zu ermitteln, wie hoch der maximale Druck am Einspeisepunkt sein muss.
-
- Überprüfung der Versorgungssicherheit:
 - Bei der Bewertung der Vollversorgung ist auch der Aspekt der Versorgungssicherheit zu berücksichtigen. Aktuell bestehen Noteinspeisungen im Versorgungsnetz, über die allerdings nicht den gesamten Wasserbedarf gedeckt werden kann. Daher ist zu überprüfen, welche Versorgungssicherheit bei Störfällen (z.B. Leitungsbruch oder Hygienemängel in der neuen Transportleitung zum Behälter Botzdorf) gegeben ist. Dabei ist zu klären, ob der WBV im Falle einer Vollversorgung mit WTV-Wasser eine Noteinspeisung bereitstellt und wie diese hygienisch abzusichern ist.
 - Unter dem Aspekt der Versorgungssicherheit ist zu prüfen, ob das Pumpwerk im Wasserwerk Eichenkamp tatsächlich demontiert werden kann oder ob es für den Notversorgungsfall bereitgehalten werden muss. Alternativ wäre die Einspeisung von WTV-Wasser in das Wasserwerk Eichenkamp mit einem Versorgungsdruck von 12,5 bar denkbar.
 - Technischer Vergleich mit der aktuellen Versorgungssicherheit bzw. Entwicklung von Konzepten, um eine ausreichende Versorgungssicherheit aufrecht zu erhalten.

- Überprüfung der Transportleitung zum Behälter Botzdorf:
Die Überprüfung der Transportleitung ist Aufgabe des WTV. Allerdings sollen die technischen Aspekte für die Nutzung der Transportleitung hinterfragt werden.
- Aspekt der unterschiedlichen Wasserqualität:
Eine detaillierte Diskussion der unterschiedlichen Wasserqualitäten wird nicht durchgeführt. Es wird nur der Parameter „Härte“ beider Zulieferer verglichen (da dieser vom Lieferanten WTV als positives Argument angeführt wurde) und die Korrosionsquotienten berechnet.
- Überprüfung der Wirtschaftlichkeit:

Die Begutachtung beinhaltet auch eine Berechnung und Bewertung der Wirtschaftlichkeit. Dafür sind alle erkennbaren Auswirkungen auf den zukünftigen Gestehungspreis zu berücksichtigen. Um einen Vergleich erstellen zu können, muss die Berechnung der Wirtschaftlichkeit sowohl für die aktuelle Situation als auch für die Vollversorgung mit WTV-Wasser durchgeführt werden.

1.3 Basis für Bewertung

Für die Bearbeitung werden folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt bzw. zugrunde gelegt:

- Versorgungsdaten:
 - Aufzeichnung der Förderwerte für den maximalen Wasserbedarf im Juli 2013
 - Angaben über Tagesverbrauch pro Stadtteil aus dem Maßnahmenplan
 - Wasserbedarf getrennt nach Versorgungszonen (Mittlere Werte aus 3 Jahren)
- Planunterlagen:
 - Netzplan aus dem Maßnahmenplan
 - Fließbild Wasserwerk Eichenkamp
 - Fließschema der Trinkwasserversorgung für das Stadtgebiet Bornheim
 - Lageplan Wasserwerk Eichenkamp – Rohrleitungsplan

- Übersicht Hochbehälter Botzdorf bis Hochbehälter Gielsdorf
- R+I Schema Hochbehälter Botzdorf
- Lageplan Hochbehälter Botzdorf – Rohrleitung M = 1:500
- Lageplan Rohrleitung Stadt Bornheim Rheinstraße-Lichtweg – Notversorgung B 01 M = 1:500
- Lageplan Rohrleitung Stadt Bornheim Roisdorf Schlossweg – Noteinspeisung B 02 M = 1:500
- Lageplan Rohrleitung Stadt Bornheim Weberstraße – Noteinspeisung B 03 M = 1:500

- Wasseranalysen
 - Wasseranalysen von WBV und WTV
 - Wasseranalysen von WTV am Übergabepunkt „Behälter Gielsdorf“
 - Wasseranalyse am Wasserwerk Eichenkamp (anthropogene Spurenstoffen / TW Anlage 2 teil 1 und 2)

- Prüfung von alternativen Entsäuerungsverfahren im Wasserwerk Eichenkamp vom 12.09.2013 – Bericht H2U

- Unterlagen von WTV
 - Präsentation des Wahnbachtalsperrenverbandes - WTV
 - Lageplan Versorgungsgebiet WTV Regelbetrieb
 - Lageplan Versorgungsgebiet WTV Ausfallszenario 1
 - Lageplan Versorgungsgebiet WTV Ausfallszenario 2
 - Stellungnahmen / Mails

- Unterlagen von WBV
 - Satzung des Wasserbeschaffungsverbandes Wesseling-Hersel
 - Präsentation des Wasserbeschaffungsverband Wesseling-Hersel - WBV
 - Stellungnahmen
 - Rechtsgutachten

2 Bestehende Trinkwasserversorgung der Stadt Bornheim

2.1 Versorgungssituation

Im WW Eichenkamp wird Trinkwasser der beiden Vorlieferanten WTV (Wahnbach-talsperrenverband, Mischung aus Talsperrenwasser und Grundwasser) und WBV (Wasserversorgungsverband Wesseling, rheinnahe Grundwasser) gemischt. In der Regel wird ein Mischungsverhältnis von 25 % des weicheren Wassers des WTV mit 75 % des härteren Grundwassers des WBV eingestellt.

Aufgrund der Mischung von 2 Wässern unterschiedlicher Härte erhält das Mischwasser kalklösenden Charakter und wurde bis zum Störfall im April 2013 durch die Dosierung von Natronlauge entsäuert. Ab dem Störfall hat der Stadtbetrieb AöR entschieden, keine Dosierung von Natronlauge mehr durchzuführen. Zusätzlich wurde von H2U das Erfordernis der Entsäuerung überprüft und festgestellt, dass auf eine Dosierung von Natronlauge verzichtet werden kann. Genauere Details sind dem Abschnitt Wasserqualität zu entnehmen.

Das Wasser der Vorlieferanten steht mit einem Vordruck von jeweils etwa 4,5 bis 5 bar an. Die Einspeisung erfolgt von beiden Seiten in eine gemeinsame Saugleitung der Pumpstation, die in der Mitte in 2 Stränge unterteilt ist.

Aus jedem Strang fördern jeweils bis zu 3 drehzahlregelbare Pumpen (insgesamt 6) in eine gemeinsame Druckleitung. Der Druck in der Druckleitung beträgt im Regelbetrieb zwischen 10 und 13 bar.

Die Druckleitung wird in ein zweites Gebäude geführt, in dem die Natronlauge-Dosierung, die pH-Messung sowie die Aufteilung auf die Werksausgänge lokalisiert sind. Es existieren dort 2 Werksausgänge (siehe Lageplan Wasserwerk Eichenkamp –Anlage 7):

- ein Werksausgang führt in die Rheinorte,
- der zweite Werksausgang führt in die Tiefzone sowie über nachgelagerte Behälteranlagen und Druckerhöhungsstationen zur Hochzone.

Der Druck im Werksausgang zu den Rheinorten wird mit Druckminderern auf den Versorgungsdruck von rd. 4,9 bar reduziert.

Die Hauptmenge wird in Richtung Tiefzone in drei Hochbehälter gefördert:

- HB Botzdorf (2.000 m³; 161,39 müNN)
- HB Merten 1 (1.000 m³; 161,97 müNN)
- HB Merten 2 (2.000 m³; 158,50 müNN)

Im Regelbetrieb wird die Wasserförderung im Wasserwerk Eichenkamp täglich zwischen 12:00 Uhr und 14:00 Uhr sowie in den Nachtstunden abgeschaltet. In diesem Fall erfolgt die Versorgung der Rheinorte aus den Behältern (Fließumkehr in der Ausgangsleitung zur Tiefzone).

Für die Wasserversorgung der Hochzone stehen zwei Druckerhöhungspumpwerke zur Verfügung. Eine Anlage ist im Hochbehälter Merten 2, die zweite im Hochbehälter Botzdorf installiert. Die Hochbehälter werden generell als Gegenbehälter betrieben. Das heißt, der Zulauf und die Entnahme erfolgen über die gleiche Leitung.

Da die drei Behälter nicht alle auf der gleichen Höhe errichtet wurden und da die Befüllung aus dem Netz erfolgt, ist Folgendes anzumerken:

- Der Behälter Merten 2 liegt unmittelbar neben dem Hochbehälter Merten 1. Da der Behälter Merten 1 ca. 2,50 m höher als der Hochbehälter 2 liegt, ist eine gleichwertige Nutzung für die Versorgung der Tiefzone nicht möglich. Deshalb dient der Behälter Merten 2 hauptsächlich als Vorlagebehälter für das Druckerhöhungspumpwerk zur Versorgung der Hochzone.
- An allen drei Behältern sind in den Zulaufleitungen Absperrarmaturen mit elektrischem Motor angebracht. Um eine Bewirtschaftung der 3 Behälter zu realisieren, erfolgt eine gezielte Steuerung der Befüllung und Entleerung über die Absperrarmaturen.

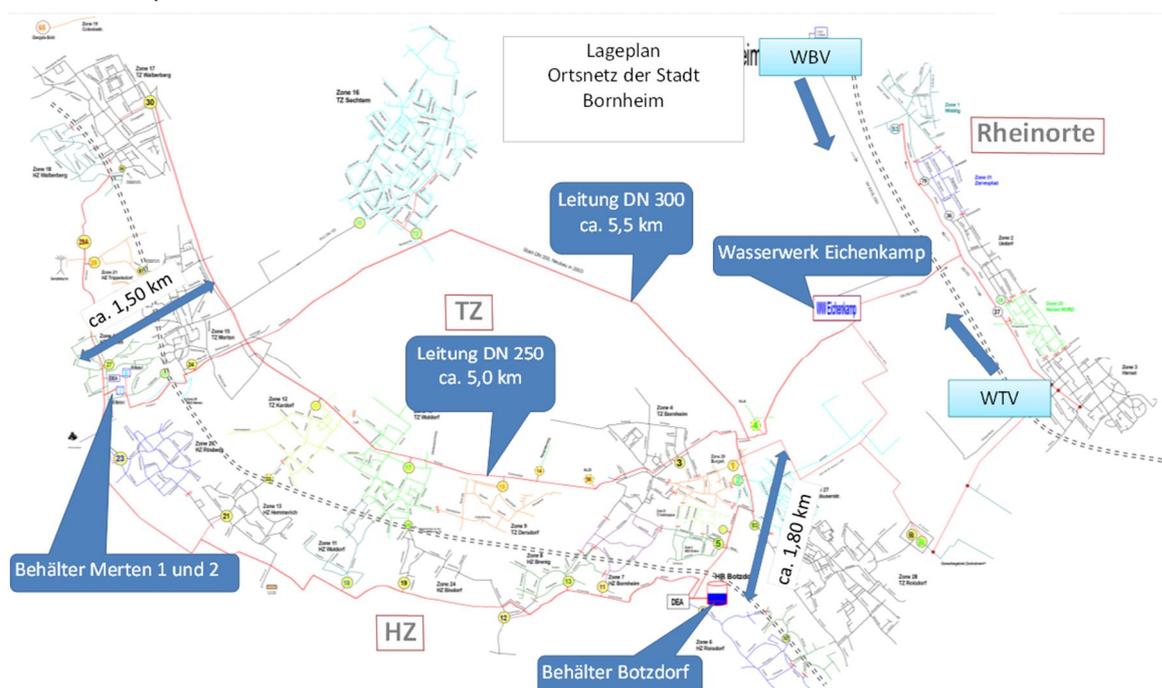


Abbildung 3: Lageplan Ortsnetz der Stadt Bornheim

2.2 Wasserbedarf

Für die Aufteilung des Wasserbedarfes auf das gesamte Versorgungsgebiet wurden folgenden Unterlagen zugrunde gelegt:

- Gemittelter gesamter Wasserverbrauch der letzten drei Jahre
- Bedarf pro Stadtteil aus den Maßnahmenplan

Mit der „Aufzeichnung der Förderwerte für den maximalen Wasserbedarf im Juli 2013“ wurde ein Spitzenfaktor zur Ermittlung des maximalen Wasserbedarfes von 1,35 errechnet.

Der Anlage 1 sind die detaillierten Berechnungen zu entnehmen. Die wichtigsten Daten sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 1: Wasserbedarf des Versorgungsgebiets Bornheim

Stadtteile	Mittl. Tagesbedarf	Max. Tagesbedarf	Zugehörigkeit	Anteil		Rheinorte		Tiefzone		Hochzone	
				TZ	HZ	max. Tagesbedarf	Max. Entnahme	max. Tagesbedarf	Max. Entnahme	max. Tagesbedarf	Max. Entnahme
1 Hersel	596 m ³ /d	805 m ³ /d	Rheinorte			805 m ³ /d	81 m ³ /h				
2 Uedorf	116 m ³ /d	157 m ³ /d	Rheinorte			157 m ³ /d	16 m ³ /h				
3 Widdig	245 m ³ /d	331 m ³ /d	Rheinorte			331 m ³ /d	33 m ³ /h				
4 Bornheim	1.053 m ³ /d	1.422 m ³ /d	Tief- und Hochzon	90%	10%			1280 m ³ /d	116 m ³ /h	142 m ³ /d	14 m ³ /h
5 Roisdorf	768 m ³ /d	1.037 m ³ /d	Tief- und Hochzon	75%	25%			778 m ³ /d	71 m ³ /h	259 m ³ /d	26 m ³ /h
6 Brenig	295 m ³ /d	398 m ³ /d	Hochzone							398 m ³ /d	40 m ³ /h
7 Dersdorf	151 m ³ /d	204 m ³ /d	Tiefzone					204 m ³ /d	19 m ³ /h		
8 Waldorf	434 m ³ /d	586 m ³ /d	Tief- und Hochzon	80%	20%			469 m ³ /d	43 m ³ /h	117 m ³ /d	12 m ³ /h
9 Kardorf	233 m ³ /d	315 m ³ /d	Tiefzone					315 m ³ /d	29 m ³ /h		
10 Hemmerich	191 m ³ /d	258 m ³ /d	Hochzone							258 m ³ /d	26 m ³ /h
11 Rösberg	188 m ³ /d	254 m ³ /d	Hochzone							254 m ³ /d	25 m ³ /h
12 Merten	703 m ³ /d	949 m ³ /d	Tief- und Hochzon	70%	30%			664 m ³ /d	60 m ³ /h	285 m ³ /d	29 m ³ /h
13 Walberberg	619 m ³ /d	836 m ³ /d	Tief- und Hochzon	80%	20%			669 m ³ /d	61 m ³ /h	167 m ³ /d	17 m ³ /h
14 Sechtem	670 m ³ /d	905 m ³ /d	Tiefzone					905 m ³ /d	82 m ³ /h		
Summe	6.262 m³/d (x)	8.457 m³/d (xx)				max. Tagesbedarf	1.293 m³/d	130 m³/h	5.284 m³/d	481 m³/h	1.880 m³/d
						mittl. Tagesbedarf	957 m³/d	96 m³/h	3.912 m³/d	391 m³/h	1.393 m³/d
						proz. Anteil	15 %		63 %		22 %

(x): Quelle: Maßnahmenplan vom 06.03.2013

(xx): Spitzenfaktor = 1,35 Vergleich mit Bedarfswerten vom 09.07.2013

In dem folgenden Schema ist nochmals die derzeitige Bedarfsverteilung durch die verschiedenen Stadtteile dargestellt.

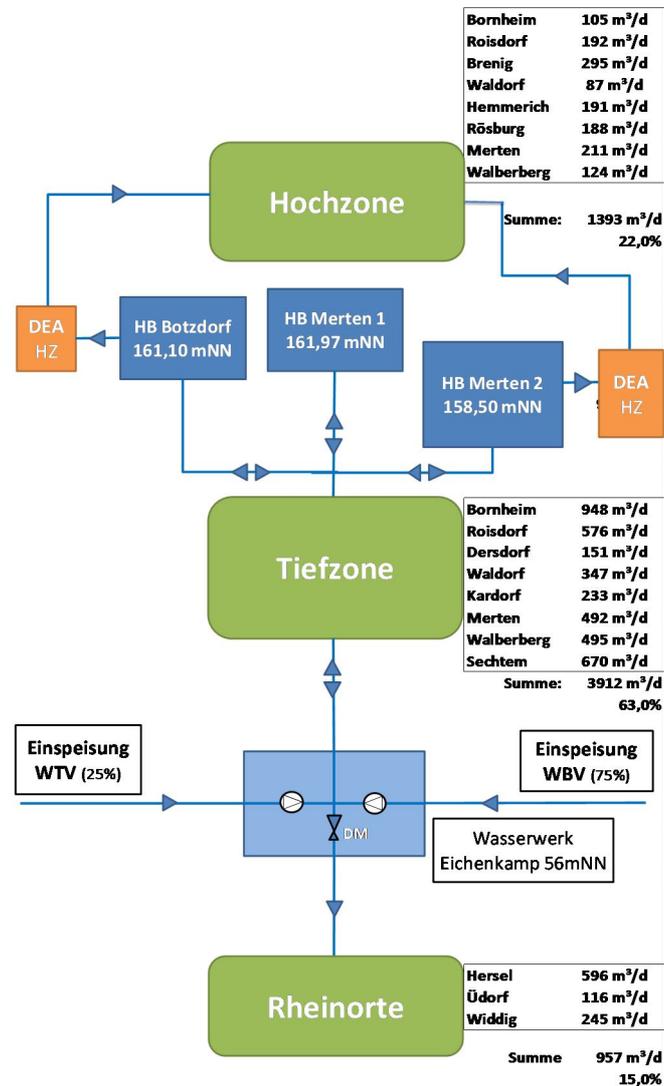


Abbildung 4: Bedarfsverteilung über das Versorgungsgebiet

3 Bewertung der Vollversorgung durch WTV

Das Angebot des WTV für eine Vollversorgung sieht vor, dass der WTV den gesamten Trinkwasserbedarf des Versorgungsnetzes der Stadt Bornheim liefert.

Der WTV beabsichtigt, eine bestehende Transportleitung von der Stadt Bornheim zu erwerben und Instand zu setzen, ein neues Pumpwerk für die Wasserförderung zu errichten und Trinkwasser aus dem System WTV in den Behälter Botzdorf einzuspeisen. Die restliche Menge soll wie bisher am Wasserwerk Eichenkamp eingespeist werden

3.1 Bewertung der Wasserqualität

Die Wasserqualität der zwei Wasserlieferanten sowie des Mischwassers im Wasserwerk Eichenkamp ist bereits im Rahmen der „Prüfung von alternativen Entsäuerungsverfahren im Wasserwerk Eichenkamp“ vom 12.09.2013 detailliert begutachtet und bewertet worden.

Der Anlage 21 sind die chemischen Parameter der Wässer zu entnehmen. Dabei handelt sich um die berechneten Mittelwerte der drei Wässer (WTV, WBV, Mischwasser)

Im Folgenden werden ausgesuchte Parameter der beiden Wässer der Vorlieferanten sowie das aktuelle Mischwasser bewertet (auf Basis der berechneten Mittelwerte).

3.1.1 Härte

Die Härte des WTV-Wassers liegt bei ca. 7 °dH und damit nach Einteilung gemäß Waschmittelgesetz im Bereich „weich“ (< 8,4 °dH). WBV liefert ein Wasser mit ca. 15 °dH, welches damit gemäß Waschmittelgesetz als „hart“ (> 14 °dH) bezeichnet wird. Das Mischwasser in Bornheim liegt bei 13 °dH (möglich 12 – 14 °dH) und damit im Bereich „mittel“.

Tabelle 2: Härte der Einzelwässer und des Trinkwassers

	Grenzwerte nach TrinkVw.	Wasser vom WBV berechneter Mittelwert	Wasser vom WTV berechneter Mittelwert	„Bornheimer“ Mischwasser berechneter Mittelwert
pH		7,36	8,0	7,44
Härte		15,0 °dH	7,1 °dH	13 °dH
Calcium		84,3 mg/l	37,9 mg/l	72,7 mg/l
Magnesium		13,8 mg/l	7,7 mg/l	12,3 mg/l

Der Parameter Härte kann aus verschiedenen Blickwinkeln bewertet werden:

Aus technischer Sicht wird eine zu hohe Härte als eher ungünstig angesehen, da der Wasch- und Reinigungsmittelverbrauch steigt und vermehrt Ablagerungen an Wärmetauschern entstehen, welche Entkalkungen erforderlich machen und aufgrund des schlechteren Wärmeübergangs den Energieverbrauch erhöhen.

Aus gesundheitlicher Sicht werden die Härtebildner (Calcium + Magnesium) als wichtige Mineralstoffe positiv bewertet (Unterstützung des Knochenbaus, Verringerung Gefahr Herzkranzgefäß-Erkrankungen). Die Aufnahme über das Trinkwasser ist in Anbetracht des täglichen Bedarfs aber eher nicht maßgebend.

Regelwerk:

Der DVGW empfiehlt im Arbeitsblatt W235-1 eine Prüfung der Möglichkeiten für eine zentrale Enthärtung erst ab 19,6 °dH (3,5 mmol/l). Dabei soll auch immer eine korrosionschemische Betrachtung durchgeführt werden.

3.1.2 Calcitlösekapazität

Die Mittelwerte der Calcitlösekapazität der Vorlieferanten liegt bei 0,12 mg/l (WTV) und 1,08 mg/l (WBV). Durch die Mischung des weichen Wasser vom WTV mit dem härteren vom WBV erhöht sich im Mischwasser die Calcitlösekapazität auf etwa 3,5 mg/l.

Tabelle 3: Calcitlösekapazität der Einzelwässer und des Mischwassers

	Grenzwert nach TrinkwV	Wasser vom WBV berechneter Mittelwert	Wasser vom WTV berechneter Mittelwert	„Bornheimer“ Mischwasser berechneter Mittelwert
Calcitlösekapazität	< 10 mg/l	0,12 mg/l	1,08 mg/l	3,47 mg/l

Alle Wässer liegen damit deutlich innerhalb des erweiterten Grenzwertes der Trinkwasserverordnung bei Mischung von Wässern aus verschiedenen Wasseraufbereitungsanlagen (10 mg/l Calcitlösekapazität). Die Gültigkeit des erweiterten Grenzwertes wurde von den zuständigen Gesundheitsbehörden (Gesundheitsamt des Rhein-Sieg-Kreises) bestätigt. Die Dosierung von Natronlauge ist daher nicht mehr erforderlich.

3.1.3 Korrosionsbetrachtung

3.1.3.1 Vorgehensweise

Die Überprüfung der Korrosionswahrscheinlichkeit erfolgt nach DIN 50 930-6 und nach DIN EN 12 502. Dabei sind drei Korrosionsquotienten zu ermitteln:

- $S1 = (c(\text{Cl}^-) + c(\text{NO}_3^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})) / c(\text{HCO}_3^-)$
(vormals "Muldenkorrosions-/Lochfraßquotient")
- $S2 = (c(\text{Cl}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})) / c(\text{NO}_3^-)$
(vormals "Zinkgerieselquotient")
- $S3 = c(\text{HCO}_3^-) / c(\text{SO}_4^{2-})$

Der folgenden Tabelle sind alle Parameter zur Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit zu entnehmen:

Tabelle 4: Beurteilung der Wasserbeschaffenheit in korrosionschemischer Hinsicht

	Kupfer	schmelztauch- verzinkte Eisenwerkstoffe	nicht rostende Stähle	Gusseisen, unlegierte und niedriglegierte Stähle
	<u>DIN 50 930-6</u>	<u>DIN 50 930-6</u>	<u>DIN 50 930-6</u>	<u>DIN 50 930-6</u>
Veränderung der Wasserbeschaffenheit nicht zu erwarten, wenn ...	pH $\geq 7,4$ oder 7,0 \leq pH $\leq 7,4$ und TOC $\leq 1,5$ mg/l	$K_{B8,2} \leq 0,5$ mmol/ und $K_{S4,3} \geq 1,0$ mmol/l	keine Einschränkung	Hausinstallation: Ungeschützte unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe sind nicht einzusetzen! Versorgungsleitungen : $c(O_2) > 3$ mg/l pH $> 7,0$ $c(HCO_3^-) > 2$ mmol/l $c(Ca^{2+}) > 0,5$ mmol/l (= 20,0 mg/l)
	<u>DIN EN 12 502-2</u>	<u>DIN EN 12 502-3</u>	<u>DIN EN 12 502-4</u>	<u>DIN EN 12 502-5</u>
Risiko für gleichmäßige Flächenkorrosion nicht erhöht, wenn ...				$c(O_2) > 0,1$ mmol/l (= 3,2 mg/l) pH $> 7,0$ $c(HCO_3^-) > 2$ mmol/l $c(Ca^{2+}) > 1$ mmol/l (= 40,1 mg/l)
Risiko für Lochkorrosion nicht erhöht, wenn ...	<u>Typ 2:</u> $S_3 \geq 1,5$ pH $\geq 7,0$ $c(HCO_3^-) \geq 1,5$ mmol/l Bei $c(O_2) \leq 0,003$ mmol/l (= 0,1 mg/l) tritt Lochk. nicht auf.	$S_1 < 0,5$ (bei $S_1 > 3$: K. sehr wahrscheinlich!) $c(HCO_3^-) \geq 2$ mmol/l $c(Ca^{2+}) \geq 0,5$ mmol/l (= 20,0 mg/l) Bei $c(O_2) \leq 0,003$ mmol/l (= 0,1 mg/l) tritt Lochk. nicht auf.	<u>Typ 1:</u> $Cl^- \leq 6$ mmol/l (= 213 mg/l) (bei molybdänfreien ferritischen und austenitischen nicht rostenden Stählen) <u>Typ 2:</u> $Cl^- \leq 1,5$ mmol/l (= 53,2 mg/l)	
Risiko für selektive Korrosion nicht erhöht, wenn ...		$S_2 < 1$ oder $S_2 > 3$ oder $NO_3^- < 0,3$ mmol/l (= 19,8 mg/l)		

Nachfolgend erfolgt eine Bewertung der Korrosionswahrscheinlichkeiten für die verschiedenen Wasserqualitäten getrennt für unterschiedliche Werkstoffe:

3.1.3.2 Korrosion von Kupfer

Nachfolgende Tabelle zeigt die Korrosionswahrscheinlichkeit gegenüber dem Werkstoff Kupfer (Hausinstallation).

Tabelle 5: Korrosionswahrscheinlichkeit von Kupfermaterial

Korrosion von Kupfermaterial	Keine Korrosion, wenn....	Wasser vom WBV berechneter Mittelwert	Wasser vom WTV berechneter Mittelwert	„Bornheimer“ Mischwasser berechneter Mittelwert
pH	pH > 7,4 oder	7,36	8,0	7,44
TOC	7,0 < pH < 7,4 und TOC < 1,5 mg/l	ca. 0,5 mg/l	ca. 0,5 – 1,2 mg/l	ca. 0,6 mg/l
Hydrogencarbonat	> 1,5 mmol/l	3,72 mmol/l	1,54 mmol/l	3,18 mmol/l
S3 (Kupferquotient)	> 1,5	4,7	4,6	4,7

Die Korrosion bei Einsatz von Kupfermaterial ist mit allen Wässern als unwahrscheinlich einzustufen.

3.1.3.3 Korrosion von schmelztauchverzinkten Eisenwerkstoffen

Nachfolgende Tabelle zeigt die Korrosionswahrscheinlichkeit gegenüber schmelztauchverzinkten Eisenwerkstoffen (Hausinstallation).

Tabelle 6: Korrosionswahrscheinlichkeit von schmelztauchverzinkten Eisenwerkstoffen

Korrosion von schmelztauchverzinkten Eisenwerkstoffen	Keine Korrosion, wenn....	Wasser vom WBV berechneter Mittelwert	Wasser vom WTV berechneter Mittelwert	„Bornheimer“ Mischwasser berechneter Mittelwert
Kb8,2	Kb8,2 ≤ 0,5 mmol/l und	0,35 mmol/l	0,01 mmol/l	0,26 mmol/l
Ks4,3	Ks4,3 ≥ 1,0 mmol/l	3,72 mmol/l	1,54 mmol/l	3,18 mmol/l

Hydrogencarbonat	≥ 2,0 mmol/l	3,72 mmol/l	1,54 mmol/l	3,18 mmol/l
Calcium	≥ 20 mg/l	84,3 mg/l	37,9 mg/l	72,7 mg/l
S1 (Korrosionsquotient)	< 0,5	1,05	1,20	1,07
S2 (Anionenquotient)	< 1 oder > 3	9,90	4,70	8,70

Der Korrosionsquotient S1 ist bei allen drei Wässern über Wert, der die Korrosionswahrscheinlichkeit als gering ausweist. Die Wahrscheinlichkeit für Korrosion ist bei Einsatz von schmelztauchverzinkten Eisenwerkstoffen mit allen 3 Wässern leicht erhöht. Bei einer Vollversorgung mit WTV-Wasser ist die Korrosionswahrscheinlichkeit tendenziell ungünstiger.

3.1.3.4 Korrosion von nicht rostenden Stählen (Edelstahl)

Nachfolgende Tabelle zeigt die Korrosionswahrscheinlichkeit gegenüber Edelstahl (z.B. Kaffeemaschinen etc.)

Tabelle 7: Korrosionswahrscheinlichkeit von nicht rostenden Stählen

Korrosion von nicht rostenden Stählen	Keine Korrosion, wenn....	Wasser vom WBV berechneter Mittelwert	Wasser vom WTV berechneter Mittelwert	„Bornheimer“ Mischwasser berechneter Mittelwert
Chlorid	≤ 213 mg/l (Kaltwasser)	70 mg/l	30 mg/l	60 mg/l
	≤ 53,2 mg/l (Warmwasser)			

Die Korrosionswahrscheinlichkeit von nichtrostenden Stählen gemäß DIN EN 12 502 – 4 mit dem Wasser von WBV sowie mit dem Mischwasser von Bornheim ist im Warmwasserbereich geringfügig erhöht.

3.1.3.5 Korrosion von Gusseisen, unlegierten und niedriglegierten Stählen

Nachfolgende Tabelle zeigt die Korrosionswahrscheinlichkeit gegenüber Gusseisen, unlegierten und niedriglegierten Stählen. In der Hausinstallation sind ungeschützte unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe generell nicht erlaubt. Werden alle Parameter der DIN eingehalten, ist mit Bildung von stabilen Schutzschichten zu rechnen, die Korrosionsschäden verhindert.

Tabelle 8: Korrosionswahrscheinlichkeit von Gusseisen, unlegierten und niedriglegierten Stählen

Korrosion von Gusseisen, unlegierten und niedriglegierten Stählen	Keine Korrosion, wenn....	Wasser vom WBV berechneter Mittelwert	Wasser vom WTV berechneter Mittelwert	„Bornheimer“ Mischwasser berechneter Mittelwert
pH	pH>7,0	7,36	8,0	7,44
Sauerstoff	O ₂ >3,2 mg/l	2,8 mg/l	10,9 mg/l	4,8mg /l
Hydrogencarbonat	≥2,0 mmol/l	3,72 mmol/l	1,54 mmol/l	3,18 mmol/l
Calcium	≥ 40 mg/l	84,3 mg/l	37,9 mg/l	72,7 mg/l

Derzeit erfüllt nur das Mischwasser alle Parameter. Bei WBV ist der Sauerstoffgehalt und bei WTV der Calciumgehalt zeitweise leicht unterhalb der Anforderungen der DIN EN 12 502 – 5 zur Bildung von stabilen Schutzschichten.

3.1.3.6 Fazit der Betrachtung zur Korrosionswahrscheinlichkeit

Die zwei Wässer von WTV und WBV sowie das Mischwasser aus Bornheim wurden gemäß DIN 50 930-6 und DIN EN 12 502 mit folgendem Ergebnis begutachtet:

- Kupfer: Korrosion mit allen Wässern als unwahrscheinlich einzustufen
- Schmelztauchverzinkten Eisenwerkstoffen: Korrosionswahrscheinlichkeit mit allen 3 Wässern leicht erhöht.
- nichtrostenden Stählen: Korrosionswahrscheinlichkeit im Warmwasserbereich mit WBV und Mischwasser leicht erhöht.

- Gusseisen, unlegierte und niedriglegierte Stähle: Bildung von Schutzschichten mit dem Mischwasser optimal, mit WBV bzw. WTV –Wasser leicht ungünstig

Obwohl einige Parameter die Grenzwerte leicht verfehlen, sind bei allen Wässern keine hohen Korrosionswahrscheinlichkeiten zu erwarten.

Zur gezielten Verbesserung des korrosionschemischen Verhalten wäre der Einsatz von Korrosionsinhibitoren zu prüfen. Dies wäre aber nur in dem Fall zu empfehlen, wenn erhöhte Korrosionsschäden auftreten. Dies ist nach Aussage des SBB nicht der Fall.

Eine Umstellung der Wasserqualität auf reines WTV-Wasser würde keine nennenswerte Veränderung mit sich bringen, bezogen auf die bewerteten Faktoren würde es aber tendenziell eher zu einer Verschlechterung führen.

3.1.4 Desinfektion

Aus hygienischen Gründen wird das Wasser von WTV dauerhaft mit Chlordioxid behandelt. Auf dem Transportweg erfolgt ein Abbau, so dass bereits im Wasserwerk Eichenkamp derzeit kein Chlordioxid mehr vorhanden ist. Dies wäre auch bei einer Einspüfung in den Behälter Botzdorf der Fall.

Es wäre zu prüfen, ob ein Restgehalt an Chlordioxid an die Übergabestelle verlangt werden soll, um zu sichern, dass die Leitung zwischen WTV und Stadt Bornheim hygienisch einwandfrei ist.

3.2 Bewertung des Versorgungssystems WTV

Der Wahnbachtalsperrenverband WTV versorgt ein Gebiet mit einem derzeitigen Wasserverbrauch von ca. 41,50 Mio. m³/a. In die Jahre 1990 – 1992 wurden sogar ca. 47 Mio. m³/a Wasser geliefert. Diese Wassermenge wird in zwei Trinkwasseraufbereitungen zur Verfügung gestellt:

Trinkwasseraufbereitung Siegburg-Siegelsknippen:

- Rohwasser aus der Wahnbachtalsperre
- Rohwasser aus zwei Horizontalfilterbrunnen im Gebiet des Hennefer Siegbogens
- Genehmigte Wasserentnahme Talsperre = 28,1 Mio. m³/a
- Genehmigte Grundwasserentnahme = 7,0 Mio. m³/a

Trinkwasseraufbereitung St. Augustin - Meindorf:

- Rohwasser aus drei Horizontalfilterbrunnen im unteren Sieggebiet
- Genehmigte Wasserentnahme = 20 Mio. m³/a

FAZIT:

Die Kapazität der Rohwasserentnahme sowie die Kapazität der Trinkwasseraufbereitungsanlagen haben eine ausreichende Reserve, so dass eine Versorgung der Stadt Bornheim auch langfristig unbedenklich ist ($\approx 55 \text{ Mio m}^3/\text{a} > \approx 41,5 \text{ Mio m}^3$). Die Netzstruktur ist als sicher zu bewerten, da die Hauptleitungen großräumig als Ringleitungen verlegt sind. Für die Versorgung von Bornheim sind drei Rheinkreuzungen vorhanden.

3.3 Wassermenge und -aufteilung

Gemäß Angebot des WTV soll die Vollversorgung eine weitgehende Einstellung des Betriebes der Förderpumpen im Wasserwerk Eichenkamp ermöglichen. Dadurch könnte der Stadtbetrieb Bornheim AÖR Stromkosten sparen. Mit dem Vordruck des WTV-Wassers am Wasserwerk Eichenkamp (ca. 5,0 bar) könnte das Versorgungsgebiet „Rheinorte“ direkt versorgt werden.

Die restliche Wassermenge soll gemäß Angebot über den Behälter Botzdorf geliefert werden. Nach der Auswertung des Wasserbedarfes sollte ca. 15% der Wassermenge (i. M. 927 m³/d) im Wasserwerk Eichenkamp zur Versorgung des Gebietes Rheinorte eingespeist werden. Die restlichen 85% (i. M. 5.335 m³/d) müssen dann am Behälter Botzdorf eingespeist werden.

Zusätzlich müsste eine kleine Wassermenge von der Tiefzone in Richtung Rheinorte fließen, um eine Verkeimung des vorhandenen Leitungssystems zwischen beiden Versorgungszonen zu vermeiden. Mit einer Einspeisung von ca. 2 % der Wassermenge bzw. ca. 20 m³/d von der Tiefzone Richtung Rheinorte wäre z.B. ein Austausch des Inhaltes einer ca. 280 m langen Leitung DN 300 pro Tag möglich.

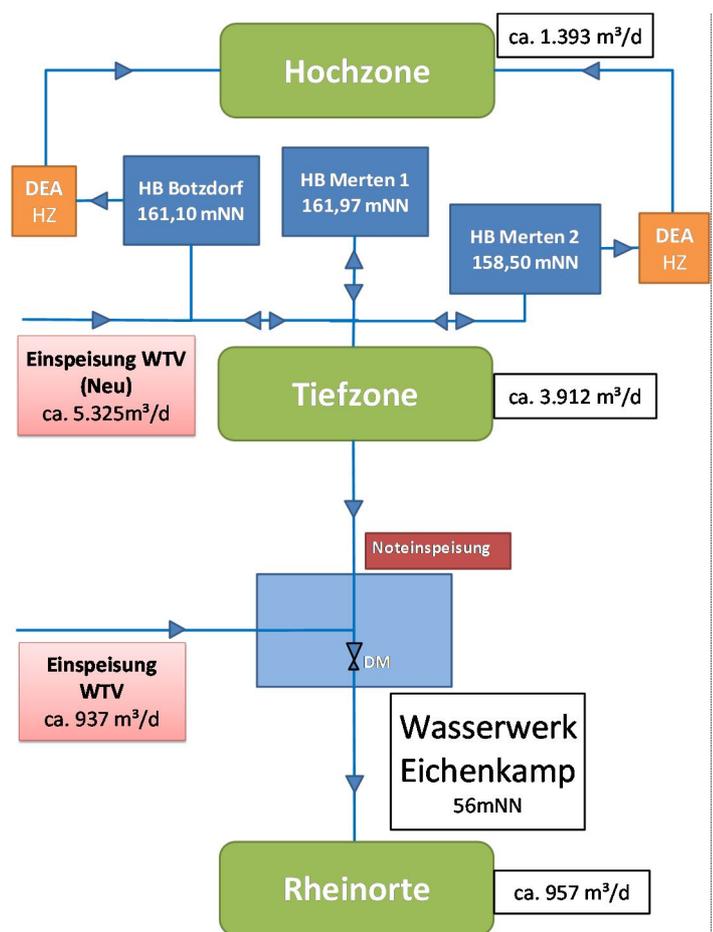


Abbildung 5: WTV Vorschlag für das Versorgungssystem

FAZIT:

Bei Einstellung des Betriebes des Pumpwerkes im Wasserwerkes Eichenkamp würden ca. 937 m³/d im Durchschnitt in das Gebiet Rheinorte direkt von WTV durch die bestehende Verbindung im WW Eichenkamp eingespeist. Die restliche Wassermenge (ca. 5.325 m³/d i. M.) zur Versorgung der Tief- und der Hochzone müssten dann über die neue Verbindung am HB Botzdorf eingespeist werden.

3.4 Bewertung der Wassereinspeisungen bis zum Versorgungsgebiet von Bornheim

In diesem Abschnitt wird nur die Leistungsfähigkeit bzw. die Machbarkeit der Einspeisungen zwischen dem WTV und der Stadt Bornheim erläutert. Die Auswirkung der neuen Einspeisung auf das System Bornheim wird im nächsten Abschnitt behandelt.

Die Wassereinspeisung des WTV-Wassers in das System der Stadt Bornheim würde zukünftig zu:

- 15 % im Wasserwerk Eichenkamp und
- zu 85 % am Behälter Botzdorf

erfolgen.

Einspeisung WW Eichenkamp

Diese Einspeisung wird weiter genutzt. Es wird lediglich die Wassermenge gegenüber zu der heutigen Situation von 25 % auf ca. 15 % reduziert. Eine Förderung im Wasserwerk Eichenkamp Richtung Tiefzone findet nicht statt. Nur das Wasser für die Versorgung des Versorgungsgebietes Rheinorte wird eingespeist. Im Prinzip übernimmt WTV die Speicherung des Wassers für die Versorgung der Rheinorte. Es erfolgt auf „Bornheimer Grund“ keine Speicherung des Wassers für das Versorgungsgebiet Rheinorte.

Der Druck am Wasserwerk Eichenkamp variiert derzeit zwischen 4,4 und 6,4 bar (gemäß Aufzeichnungen von SBB zwischen 4,4 bar am 7.7.2013 und 6,4 bar 9.07.2013) und liegt somit zeitweise unterhalb der aktuellen Einstellung des Druckminderers von 4,9 bar. Zu prüfen wäre, ob eine Umfahrung des Druckminderers möglich ist und ob eine Weiternutzung der Druckminderer zu einer Beeinträchtigung der Versorgungsdrücke in der Zone „Rheinorte“ führt.

Einspeisung Behälter Botzdorf

Die Einspeisung am Behälter Botzdorf soll gemäß Angebot des WTV über eine vorhandene Leitung DN 400, die zwischen dem Behälter Botzdorf und dem Behälter Gielsdorf verlegt wurde, erfolgen. Diese Leitung wurde in verschiedenen Abschnitten verlegt. Wann der Baubeginn und wann genau die Fertigstellung erfolgte, konnte nicht ermittelt werden. Sie wurde aber nie in Betrieb genommen.

Die Leitung wurde von Seiten des WTV punktuell begutachtet. Sie wurde an einer Stelle freigelegt, um den Zustand des Außenkorrosionsschutzes festzustellen. Zudem wurde punktuell eine Kamerabefahrung durchgeführt, um den Zustand der Innenauskleidung aus Zementmörtel (ZMA) beurteilen zu können. Alle Schächte entlang der Leitung wurden von WTV inspiziert.



Abbildung 6: zur Inspektion freigelegte Leitung

Die Außenumhüllung befindet sich nach Aussage des WTV „augenscheinlich in einem guten Zustand“. Die Leitung wurde in einem Sandbett verlegt. Ein Fernmeldekabel liegt neben der Leitung.



Abbildung 7: zur Inspektion geöffneter Schacht

Gemäß Aussage des WTV ist die Inbetriebnahme der Leitung technisch kein Problem. Zwar muss punktuell die ZMA nachgebessert und alle Be- und Entlüftungsventile sowie alle Spülarmaturen, die in Schächten eingebaut wurden, ausgetauscht werden. Aber die erforderlichen Sanierungsmaßnahmen werden durch den WTV durchgeführt und auch die Kosten der Sanierung werden durch WTV getragen.

Um das Wasser am Behälter Botzdorf einzuspeisen, ist die Errichtung eines neuen Pumpwerkes im Behälter Gielsdorf erforderlich. Diese Maßnahme wird ebenfalls vom WTV finanziert.

Zusätzliche Leitungsverlegungen am Behälter Botzdorf sind im Prinzip nicht erforderlich. Erforderlich ist aber eine Übergabestelle mit Wasserzähler und Probeentnahmemöglichkeit. Diese Übergabestelle kann entweder in einem Schacht außerhalb des HB Botzdorf untergebracht werden oder im HB Botzdorf selbst. Die Kosten für die Errichtung der Übergabestelle sollen vom WTV getragen werden.

Ansonsten ist die Leitung DN 400 bereits an das Netz der „Tiefzone“ angebunden, wie auf dem Lageplan zu erkennen ist. Weitere Maßnahmen sind auf Basis der vorliegenden Unterlagen nicht festzustellen.

FAZIT:

Die Einspeisung von 85 % des Wassers am Behälter Botzdorf kann über die bestehende Leitung DN 400 erfolgen.

Nach Aussage des WTV kann die Leitung saniert werden und wieder aktiviert werden. WTV übernimmt alle Planung- und Sanierungskosten für die Wiederinbetriebnahme der Leitung sowie die Kosten für die Errichtung des Pumpwerkes am HB Gielsdorf. Dabei ist zu bemerken, dass die Druckstoßproblematik im Rahmen der Planung des Pumpwerkes genauer untersucht werden sollte.

Die Errichtung einer Abgabestelle vor dem Behälter Botzdorf muss ebenfalls durch WTV erfolgen.

Zu klären wäre noch die Einspeisung im WW Eichenkamp: Der Einspeisungsdruck des WTV schwankte in der Vergangenheit um ca. 2 bar und lag teilweise unter dem aktuellen Druck des Druckminderers im Zulauf der Rheinorte. Der Druck sollte dauerhaft darüber liegen, anderenfalls müsste die Einspeisung im Wasserwerk Eichenkamp ggf. umgebaut werden, um den Druckminderer zu umfahren, damit könnte der Druck von WTV direkt ins Netz wirken. In diesem Fall aber müssten die Auswirkungen der Druckschwankungen auf die Hausinstallation berücksichtigt werden.

Das Pumpwerk im Wasserwerk Eichenkamp wird dann nicht mehr betrieben, falls diese Lösung umgesetzt wird. Ein Rückbau des Pumpwerkes ist allerdings nicht möglich, da das Pumpwerk für die Notversorgung aufrechterhalten werden muss.

Die Stadt Bornheim spart dabei weitgehend die Energiekosten. Wartungs- und Instandhaltungskosten bleiben für die Aufrechterhaltung des Pumpwerkes aber bestehen.

3.5 Hydraulische Auswirkungen der neuen Einspeisung am Behälter Botzdorf auf die Versorgung der Tiefzone

Die Einspeisung des Wassers aus dem Verband WTV kann nicht direkt in den Behälter Botzdorf erfolgen, da eine Befüllung der über 8 km entfernten Behälter Merten 1 und 2 ohne zusätzliche Förderung zwischen HB Botzdorf und HB Merten nicht möglich ist. WTV muss die Einspeisung so realisieren, dass alle drei Behälter gefüllt werden können. Die Einspeisung muss deshalb vor dem Behälter Botzdorf in das Netz erfolgen.

Die im Behälter Gielsdorf einzubauenden Pumpen müssen so dimensioniert werden, dass Wasser des WTV in alle Behälter der Tiefzone von Bornheim gefördert werden kann.

Um die Auswirkungen einer Förderung in die Tiefzone von Bornheim einzuschätzen, wurde das Rechenzentrum für Versorgungsnetze Wehr GmbH, Düsseldorf beauftragt, Rohrnetzberechnungen durchzuführen, die die von Seite des WTV geplante Einspeisung am HB Botzdorf simulieren.

Der Zweck der Berechnungen war:

- die Förderhöhe des Pumpwerkes Gielsdorf unter verschiedenen Betriebssituationen zu ermitteln,
- die Rahmenbedingungen der Behälterbefüllung zu definieren und
- die Auswirkung der Förderung auf den Versorgungsdruck zu untersuchen.

Grundlage für die Berechnungen sind die Bedarfsberechnungen und die Aufteilung des Bedarfs auf die gesamte Tiefzone.

Das Rechenzentrum hat dann die Tageswerte als momentane Entnahme ins Netz umgerechnet. Für die Berechnungen wurden folgende Förder- und Entnahmemengen zugrunde gelegt:

- Einspeisung WTV am HB Botzdorf (TZ+HZ) = 400 m³/h (max. 7.200 m³/d in 18 h)
- Minimale Entnahme TZ = 80 m³/h
- Mittlere Entnahme TZ = 305 m³/h
- Maximale Entnahme TZ = 470 m³/h

Berechnet wurden vier Betriebsfälle:

- Einspeisung WTV am HB Botzdorf bei einer minimalen Netzentnahme unter der Annahme, dass alle Behälter im Betrieb sind
- Einspeisung WTV am HB Botzdorf bei einer minimalen Netzentnahme unter der Annahme, dass keine Befüllung im Behälter Botzdorf stattfindet

- Einspeisung WTV am HB Botzdorf bei einer maximalen Netzentnahme
- Einspeisung WTV am HB Botzdorf bei einer mittleren Netzentnahme

Bei den Berechnungen wurde davon ausgegangen, dass die Hauptleitung DN 250 und DN 300 in der Tiefzone einen Ring bilden. Das ist zwar zurzeit laut Aussage vom Rechenzentrum nicht der Fall, aber diese Situation ist hydraulisch günstiger, als wenn der Ring nicht aktiv ist. Die Ergebnisse sind der Anlage zum Bericht zu entnehmen.

Zusammenfassend wurde Folgendes festgestellt:

Berechnung 1: Minimale Entnahme – alle Behälter geöffnet

Die Einspeisedruck von 1,0 bar am Behälter entspricht dem freien Wasserspiegel des HB Botzdorf.

Am Pumpwerk Gielsdorf sind etwa 7,7 bar erforderlich (1,7 bar Druckverluste durch die Leitung und ca. 5,0 bar aufgrund des geodätischen Unterschieds).

Die gesamte Wassermenge, die nicht im Netz abgenommen wird, strömt in den HB Botzdorf.

Die Behälter Merten 1 und 2 können in diesem Betriebsfall nicht befüllt werden. Die Befüllung dieser Behälter könnte nur erfolgen, wenn die Einspeisung in den Behälter Botzdorf geschlossen würde.

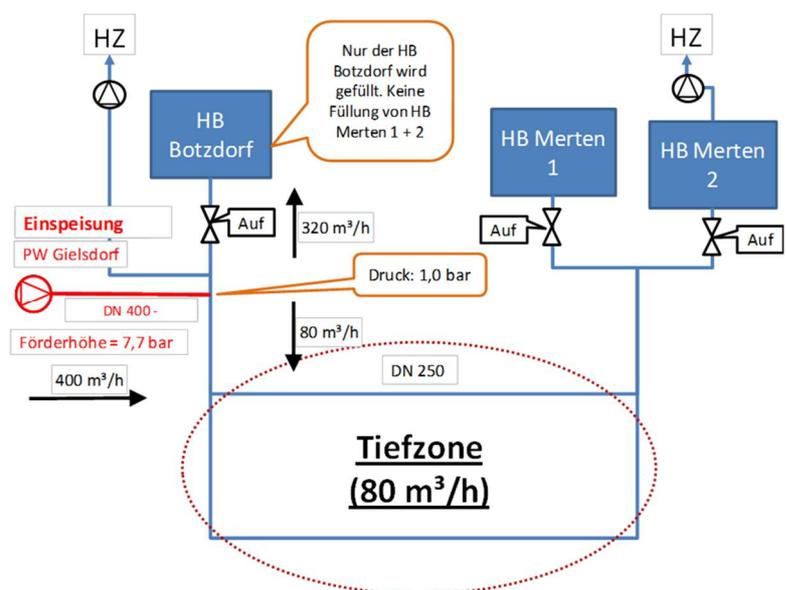


Abbildung 8: Szenario der Berechnung 1

Berechnung 2: Minimale Entnahme – Einspeisung Behälter Botzdorf geschlossen

Wenn die Einspeisung des Behälters Botzdorf geschlossen ist, können die Behälter Merten 1 und 2 gefüllt werden.

Die Einspeisedruck vor dem Behälter Botzdorf steigt auf ca. 7,0 bar. Im Netz (Siefenfeldchen) wurde für diese Situation ein Druck von ca. 15 bar berechnet. Im Wasserwerk Eichenkamp beträgt der Versorgungsdruck bei diesem Betriebsfall ca. 14 bar.

Am Pumpwerk Gielsdorf sind in diesem Betriebsfall etwa 13,7 bar erforderlich.

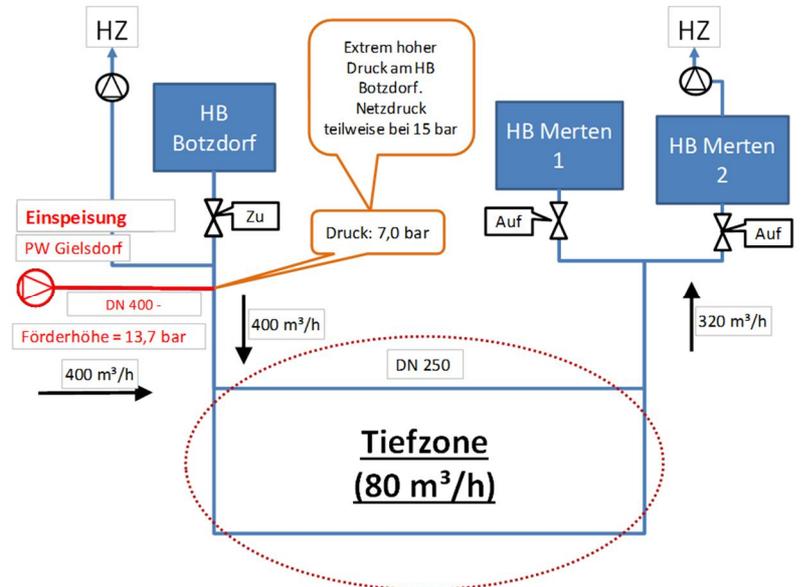


Abbildung 9: Szenario der Berechnung 2

Energetisch ist diese Förderung im Vergleich zu der Förderung im WW Eichenkamp unsinnig (auch wenn die zusätzliche Energie nicht vom Wasserwerk der Stadt Bornheim bezahlt werden müsste).

Berechnung 3: maximale Entnahme

Um eine Versorgung der Tiefzone bei maximaler Entnahme zu gewährleisten, muss die Einspeisung des Behälters Botzdorf geschlossen werden. Ansonsten würde der Behälter überlaufen.

Der Einspeisedruck vor dem Behälter Botzdorf beträgt ca. 2,8 bar. Da die Förderung vom PW Gielsdorf 400 m³/h beträgt, muss der restliche Bedarf aus den Behältern Merten 1 und 2 zuströmen.

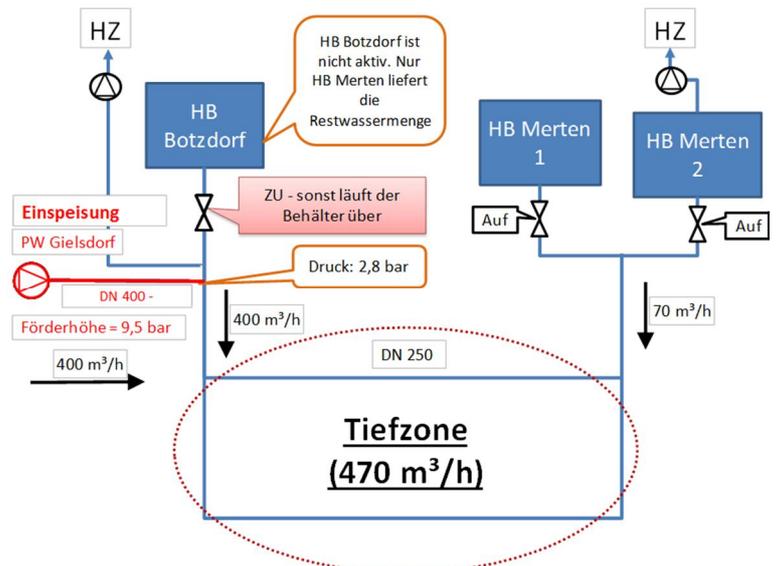


Abbildung 10: Szenario der Berechnung 3

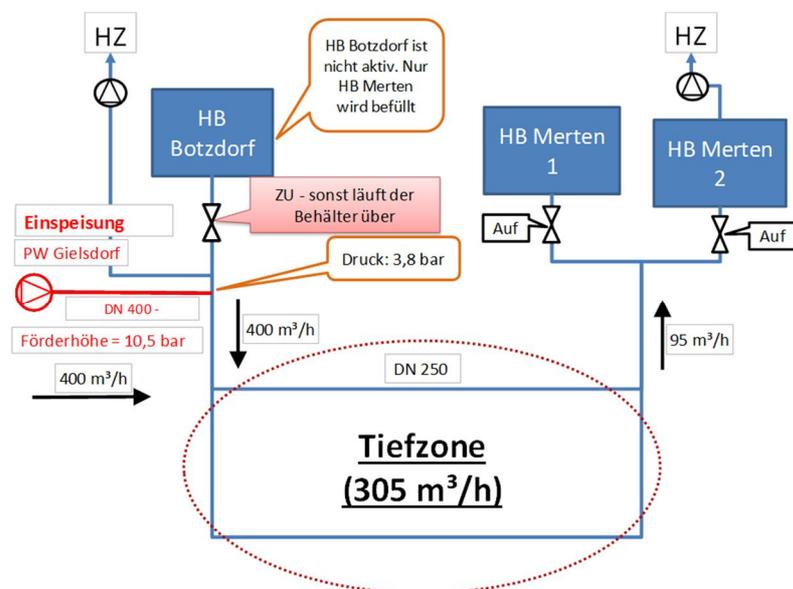
Der Behälter Botzdorf ist nicht nutzbar.

Berechnung 4: mittlere Entnahme

Auch bei mittlerer Entnahme muss der Behälter Botzdorf geschlossen werden, da er ansonsten überläuft.

Um in diesem Fall die Behälter Merten 1 und 2 befüllen zu können, beträgt der Einspeisungsdruck 3,8 bar.

Der Behälter Botzdorf ist nicht nutzbar.



FAZIT:

Abbildung 11: Szenario der Berechnung 4

Eine Einspeisung von WTV-Wasser, wie es derzeit angedacht ist, ist technisch nicht sinnvoll realisierbar. Der Behälter Botzdorf verliert seine Funktion als druckbestimmender Anlagenteil und Verbrauchsausgleich für die Tiefzone. Die Stadt Bornheim hätte somit de facto nur die Behälter Merten 1 und 2 zur Verfügung. Diese beiden Behälter weisen aufgrund der unterschiedlichen Behältertiefen ein nutzbares Speichervolumen für die Wasserversorgung der Tiefzone in Höhe von 2000 m³ auf.

Gemäß DVGW W 300 beträgt der Richtwert für die Speicherung bei einer vergleichbaren Trinkwasserabgabe ca. 30 bis 80 % des maximalen Tagesbedarfes. Für Bornheim wäre somit ein Speichervolumen zwischen 2.600 und 6.800 m³ notwendig. Die angedachte Einspeisung am HB Botzdorf, die einem Verzicht des HB Botzdorf für die Versorgung der Stadt gleichkäme, würde somit zu einer nicht zulässigen Verminderung des Speicherraums für die Stadt Bornheim führen.

3.6 Alternative Einspeisungen von WTV

Da eine Einspeisung am Behälter Botzdorf technisch nicht sinnvoll realisierbar ist, wurden zwei technische Alternativen für eine Vollversorgung mit WTV-Wasser untersucht.

1. *Alternative: Reduzierung der Einspeisung HB Botzdorf*

Es wird eine geringere Wassermenge am Behälter Botzdorf eingespeist, die restliche Wassermenge wird im Wasserwerk Eichenkamp eingespeist. Auf Basis einer groben Schätzung wurde davon ausgegangen, dass eine Einspeisung von etwa 40 % der Jahreswassermenge im HB Botzdorf hydraulisch möglich wären. Die restliche Menge (60 %) würden im Wasserwerk Eichenkamp eingespeist. Die Details der Einspeisungen müssten hydraulisch noch überprüft werden, wie z. B. Netztrennung, Notversorgung etc.

Das Pumpwerk Eichenkamp bliebe in diesem Fall im Betrieb und fördert 60 % der Wassermenge ins Netz. Im Vergleich mit der aktuellen Fördersituation (100 % werden am WW Eichenkamp gefördert) ist mit einer Energieeinsparung von etwa 40 % der Pumpenergie zu rechnen.

WTV würde wie vorgesehen die Leitung DN 400 zum Restwert übernehmen und das Pumpwerk Gielsdorf errichten.

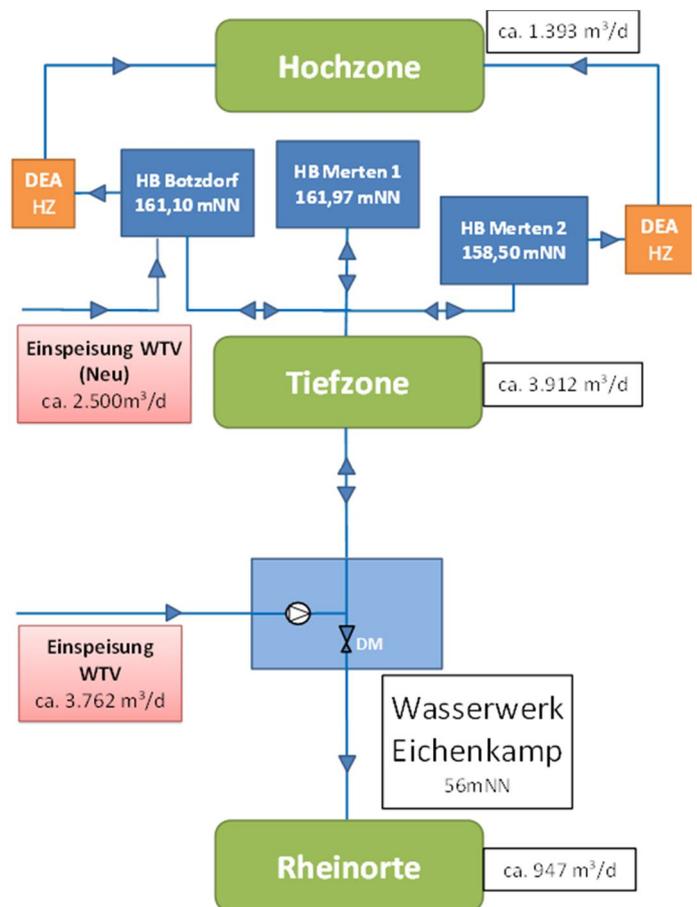


Abbildung 12: 1. Alternative der Einspeisung des WTV-Wassers

2. Alternative: Einspeisung der gesamten WTV-Wassermenge im Wasserwerk Eichenkamp.

Die gesamte Wassermenge wird im Wasserwerk Eichenkamp zur Verfügung gestellt.

Da WTV nicht in der Lage ist, am WW Eichenkamp mit einem Druck von ca. 13 bar zur Verfügung zu stellen, muss das Pumpwerk im WW Eichenkamp weiterhin betrieben werden. Stromeinsparungen sind nicht möglich. Zusätzlich bleibt die Leitung DN 400 weiterhin Eigentum der Stadt Bornheim.

Da bis zum Wasserwerk Eichenkamp nur ein Leitung DN 350 für die gesamte Wassermenge der Stadt Bornheim zur Verfügung steht, wären noch hydraulische Fragestellungen zu klären (Druckverlust, Druckschwankungen).

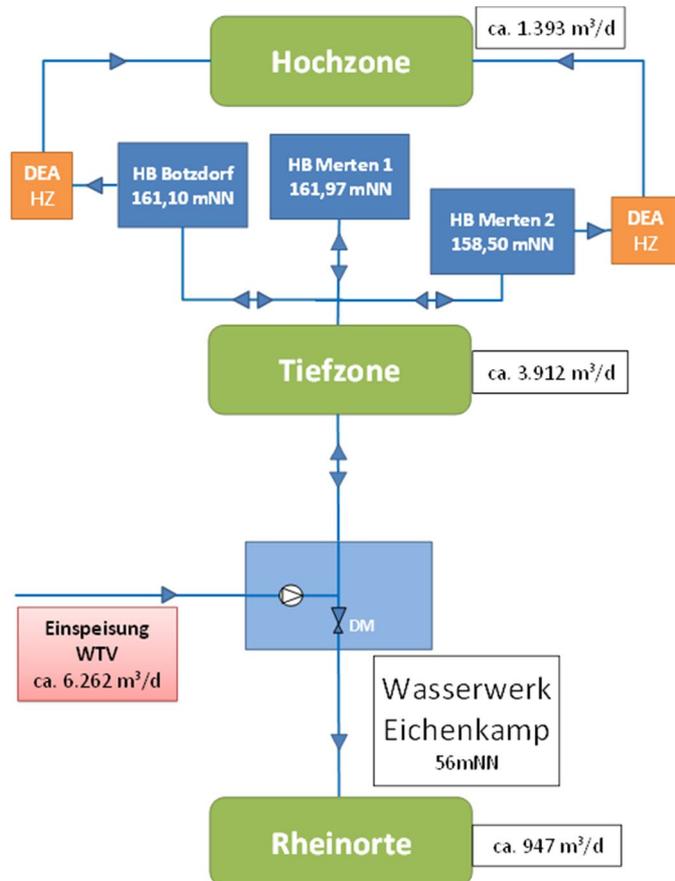


Abbildung 13: 2. Alternative der Einspeisung des WTV-Wassers

3.7 Notversorgung

Derzeit ist die Notversorgung der Stadt Bornheim wie folgt gesichert:

- Zwei Einspeisungen von WTV und WBV, die aus Sicht der Notversorgung eine komfortable Situation darstellen
- Einspeisestellen im Netz (2 x aus Alfter und 1 x aus Widdig – WBV): etwa 100 – 150 m³/h.

Falls die Wasserversorgung der Stadt Bornheim ausschließlich von WTV erfolgt, ist der Aspekt „Sicherung der Wasserversorgung“ von hoher Bedeutung.

Der Verband WTV hat in einer Mail mit Datum vom 22. Januar an den Stadtbetrieb Bornheim AöR die Versorgung durch WTV unter Berücksichtigung von Notsituationen (siehe Anlage) erläutert.

Auf Verbandsgebiet WTV kann durch die Ringwirkung der Hauptleitungen ein Ausfall einer Teilleitung sofort ausgeglichen werden. Dabei wird auf die Pläne von WTV verwiesen.

Falls die Leitung zum Behälter Botzdorf außer Betrieb ist, würde die gesamte Wassermenge am Wasserwerk Eichenkamp eingespeist. Dazu müsste das Pumpwerk wieder die gesamte Wassermenge in die Behälter fördern. Falls die Leitung zum Wasserwerk Eichenkamp nicht betrieben werden kann, kann die Vollversorgung von WTV nicht über den Behälter Botzdorf erfolgen. Die Notversorgung muss daher in diesem Fall von WBV übernommen werden. Die Leitung zwischen WBV und WW Eichenkamp muss dabei betriebsbereit bleiben.

FAZIT:

Die Notversorgung kann durch WTV nur garantiert werden, solange die Leitung zum Wasserwerk Eichenkamp in Betrieb bleibt. Sonst muss die Notversorgung über die Anlage des WBV erfolgen.

3.8 Rechtliche Auswirkungen

Falls die Stadt Bornheim von WTV vollversorgt wird, erfolgt kein Bezug mehr vom WBV. Da die Stadt Bornheim Anteile des WBV in Höhe von 25 % besitzt, wären die rechtlichen Konsequenzen für die Stadt Bornheim zu definieren:

- Kann die Stadt Bornheim aus dem WBV austreten?
- Muss die Stadt Bornheim, obwohl sie kein Wasser mehr bezieht, Beiträge an WBV zahlen?

Diese Frage wurde in Rahmen eines rechtlichen Gutachtens von Dr. Schulz geklärt (Siehe Anlage 20).

WBV könnte zwar kein Wasserpreis von der Stadt Bornheim fordern, würde aber Beiträge erheben. Der jährliche Beitrag der Stadt Bornheim würde dann 240.000 € betragen.

Durch diesen Beitrag wäre die Notversorgung von WBV abgegolten.

FAZIT:

Die Stadt Bornheim muss im WBV verbleiben. Die Verbandabgabe, die die Stadt zu zahlen hat, betragen dann ca. 20.000 €/Monat (240.000 €/a). Die Notversorgung wird dadurch abgegolten.

4 Ermittlung der Wirtschaftlichen Auswirkungen

4.1 Grundlagen für die Kostenermittlung

Für die Ermittlung des neuen Wasserpreises wurden folgende Werte zugrunde gelegt:

- Umsetzung der Vollversorgung durch WTV ab 2015.
- Für die Berechnung des Wasserpreis wurden die derzeitigen Einspeisemengen zugrunde gelegt:
 - WTV = 575.000 m³/a
 - WBV = 1.725.000 m³/a
 - Insgesamt = 2.300.000 m³/a
- Wasserpreis des WTV (Quelle: Vortrag vom 05.12.2013 / Mail von SBB vom 06.02.2014).

Tabelle 9: Wasserpreis des WTV von 2014 bis 2017

Jahr	Wasserpreis in Cent/m ³
2014	66,1
2015	65,6
2016	65,0
2017	64,8

Für die Jahre nach 2017 wird davon ausgegangen, dass der Wasserpreis des WTV bei 64,80 konstant bleibt.

- Für die Gestaltung des Wasserpreises gewährt WTV der Stadt Bornheim folgende zeitgestaffelten Rabatte für die Zusatzwassermenge (1.725.000 m³/a):

Tabelle 10: zeitgestaffelte Rabatte des WTF für die zusätzliche Wassermenge

Lieferjahr	Rabatt in Cent/m ³
1.	15,0
2.	12,5
3.	10,0
4.	7,5
5.	5,0
6.	2,5

- Für den Vergleich wird ein Wasserpreis für den WBV – Bezug von 28 €Ct/m³ zugrunde gelegt. Es wird angenommen, dass der Wasserpreis von WBV für die nächsten Jahre konstant bleibt.
- Die Leitung zwischen HB Gielsdorf und HB Botzdorf wird derzeit von der Stadt Bornheim abgeschrieben. In der Anlagebestandsliste ist die Leitung mit einem Anfangswert von 1.644.090 € angegeben. Die Abschreibungszeit beträgt 40 a. Die jährliche Abschreibung in Höhe von 41.100 € wird berücksichtigt. Der Restwert beträgt 1.126.201 €.
- Falls die Stadt Bornheim kein Wasser mehr von WBV bezieht, wird WBV der Stadt Bornheim gemäß Anschreiben des Verbands einen Beitrag von 20.000 €/Monat in Rechnung stellen.
- Die Stromkosten im Wasserwerk Eichenkamp betragen derzeit 135.000 €/a (17,4 Ct/m³). 2016 läuft der Liefervertrag aus: Ab diesem Jahr werden Kosten in Höhe von

15 Ct/m³ berechnet, die ab 2017 mit einer jährlichen Preissteigerung von 2% beaufschlagt wurden.

4.2 Kosten für das aktuelle Förderregime

Als Basis für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden zunächst die Kosten für die heutige Situation berechnet. Folgende Kosten wurden berücksichtigt:

- 25 % Wasser von WTV
- 75 % von WBV
- Stromkosten (100%)
- Abschreibung der Leitung DN 400

Die Ergebnisse sind der Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 11: Kosten für das aktuelle Förderregime bis 2021

Jahr	Wasserpreis WTV 575.000 m ³ /a		Wasserpreis WBV 1.725.000 m ³ /a		Stromkosten WW Eichenkamp in €/a	Afa Leitung DN 400 in €/a	Kosten in €/a	Kosten in €/m ³
	in €/m ³	in €/a	in €/m ³	in €/a				
2015	0,656	377.200	0	483.000	135.000	41.100	1.036.300	0,45
2016	0,650	373.750	0	483.000	116.400	41.100	1.014.250	0,44
2017	0,648	372.600	0	483.000	118.700	41.100	1.015.400	0,44
2018	0,648	372.600	0	483.000	121.100	41.100	1.017.800	0,44
2019	0,648	372.600	0	483.000	123.500	41.100	1.020.200	0,44
2020	0,648	372.600	0	483.000	126.000	41.100	1.022.700	0,44
2021	0,648	372.600	0	483.000	128.500	41.100	1.025.200	0,45

4.3 Einspeisung am HB Botzdorf (85 %) und im Wasserwerk Eichenkamp (15%)

Diese Lösung entspricht dem Angebot von WTV. Hier wird nur der Mehrpreis unter der Voraussetzung, dass die Notversorgung ohne WBV – Wasser stattfinden, ermittelt. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass diese Lösung technisch nicht umsetzbar ist.

Folgende Kosten wurden zugrunde gelegt:

- 100 % Wasser von WTV
- Kein Stromkosten
- Keine Abschreibung der Leitung DN 400 für die Stadt Bornheim

- Verbandsabgabe an WBV (20.000 €/Monat)

Der folgenden Tabelle zeigt die Entwicklung des Mehrpreises unter den gleichen Bedingungen wie für den Preis WBV + WTV.

Tabelle 12: Kosten und Mehrpreis für die Vollversorgung mit WTV-Wasser bis 2021 (Vorschlag des WTV)

Jahr	Wasserpreis WTV 2.300.000 m ³ /a		Rabatt 1.725.000 m ³ /a		Beitrag WBV in €/a	Stromkosten WW Eichenkamp in €/a	Afa Leitung DN 400 in €/a	Kosten in €/a	Kosten in €/m ³	Mehrpreis pro Jahr in €/a	Mehrpreis in €/m ³	Prozentuale Steigerung
	in €/m ³	in €/a	in €/m ³	in €/a								
2015	0,656	1.508.800	0	-258.750	240.000	0	0	1.490.050	0,65	453.750	+ 0,20	+ 44%
2016	0,650	1.495.000	0	-215.625	240.000	0	0	1.519.375	0,66	505.125	+ 0,22	+ 50%
2017	0,648	1.490.400	0	-172.500	240.000	0	0	1.557.900	0,68	542.500	+ 0,24	+ 55%
2018	0,648	1.490.400	0	-129.375	240.000	0	0	1.601.025	0,70	583.225	+ 0,25	+ 57%
2019	0,648	1.490.400	0	-86.250	240.000	0	0	1.644.150	0,71	623.950	+ 0,27	+ 61%
2020	0,648	1.490.400	0	-43.125	240.000	0	0	1.687.275	0,73	664.575	+ 0,29	+ 66%
2021	0,648	1.490.400	0	0	240.000	0	0	1.730.400	0,75	705.200	+ 0,31	+ 69%

4.4 Alternative Einspeisungen

Diese Alternativen wurden im Abschnitt 3.5 erläutert.

Alternative 1: Reduzierung der Einspeisung am HB Botzdorf

Für die Alternative „Reduzierung der Einspeisung am HB Botzdorf“ wurde der Preis auf folgender Basis berechnet:

- 100 % Wasser von WTV
- 40 % Einspeisung im HB Botzdorf, 60 % im Wasserwerk
- 60 % der Stromkosten werden benötigt
- Keine Abschreibung der Leitung DN 400 für die Stadt Bornheim
- Verbandsabgabe an WBV (20.000 €/Monat)

Tabelle 13: Kosten und Mehrpreis für die Vollversorgung mit WTV-Wasser bis 2021 (reduzierte Einspeisung am HB Botzdorf)

Jahr	Wasserpreis WTV 2.300.000 m³/a		Rabatt 1.725.000 m³/a		Beitrag WBV in €/a	Stromkosten WW Eichenkamp in €/a	Afa Leitung DN 400 in €/a	Kosten in €/a	Kosten in €/m³	Mehrpreis pro Jahr in €/a	Mehrpreis in €/m³	Prozentuale Steigerung
	in €/m³	in €/a	in €/m³	in €/a								
2015	0,656	1.508.800	0	-258.750	240.000	81.000	0	1.571.050	0,68	534.750	+ 0,23	+ 51%
2016	0,650	1.495.000	0	-215.625	240.000	69.840	0	1.589.215	0,69	574.965	+ 0,25	+ 57%
2017	0,648	1.490.400	0	-172.500	240.000	71.220	0	1.629.120	0,71	613.720	+ 0,27	+ 61%
2018	0,648	1.490.400	0	-129.375	240.000	72.660	0	1.673.685	0,73	655.885	+ 0,29	+ 66%
2019	0,648	1.490.400	0	-86.250	240.000	74.100	0	1.718.250	0,75	698.050	+ 0,30	+ 68%
2020	0,648	1.490.400	0	-43.125	240.000	75.600	0	1.762.875	0,77	740.175	+ 0,32	+ 73%
2021	0,648	1.490.400	0	0	240.000	77.100	0	1.807.500	0,79	782.300	+ 0,34	+ 76%

Alternative 2: Einspeisung der gesamten Wassermenge im Wasserwerk Eichenkamp

Für die Alternative „Einspeisung der gesamten Wassermenge im Wasserwerk Eichenkamp“ wurde der Preis auf folgende Basis berechnet:

- 100 % Wasser von WTV im Wasserwerk
- 100 % der Stromkosten werden benötigt
- Abschreibung der Leitung DN 400 für die Stadt Bornheim
- Notversorgung von WBV (20.000 €/Monat)

Tabelle 14: Kosten und Mehrpreis für die Vollversorgung mit WTV-Wasser bis 2021 (gesamte Wassermenge im Wasserwerk Eichenkamp)

Jahr	Wasserpreis WTV 2.300.000 m³/a		Rabatt 1.725.000 m³/a		Beitrag WBV in €/a	Stromkosten WW Eichenkamp in €/a	Afa Leitung DN 400 in €/a	Kosten in €/a	Kosten in €/m³	Mehrpreis pro Jahr in €/a	Mehrpreis in €/m³	Prozentuale Steigerung
	in €/m³	in €/a	in €/m³	in €/a								
2015	0,656	1.508.800	-0,150	-258.750	240.000	135.000	41.100	1.666.150	0,72	629.850	+ 0,27	+ 60%
2016	0,650	1.495.000	-0,125	-215.625	240.000	116.400	41.100	1.676.875	0,73	662.625	+ 0,29	+ 66%
2017	0,648	1.490.400	-0,100	-172.500	240.000	118.700	41.100	1.717.700	0,75	702.300	+ 0,31	+ 70%
2018	0,648	1.490.400	-0,075	-129.375	240.000	121.100	41.100	1.763.225	0,77	745.425	+ 0,32	+ 73%
2019	0,648	1.490.400	-0,050	-86.250	240.000	123.500	41.100	1.808.750	0,79	788.550	+ 0,34	+ 77%
2020	0,648	1.490.400	-0,025	-43.125	240.000	126.000	41.100	1.854.375	0,81	831.675	+ 0,36	+ 82%
2021	0,648	1.490.400	0,000	0	240.000	128.500	41.100	1.900.000	0,83	874.800	+ 0,38	+ 84%

Graphische dargestellt wurden nur die Alternativen, da die Lösung von WTV nicht realisierbar ist:

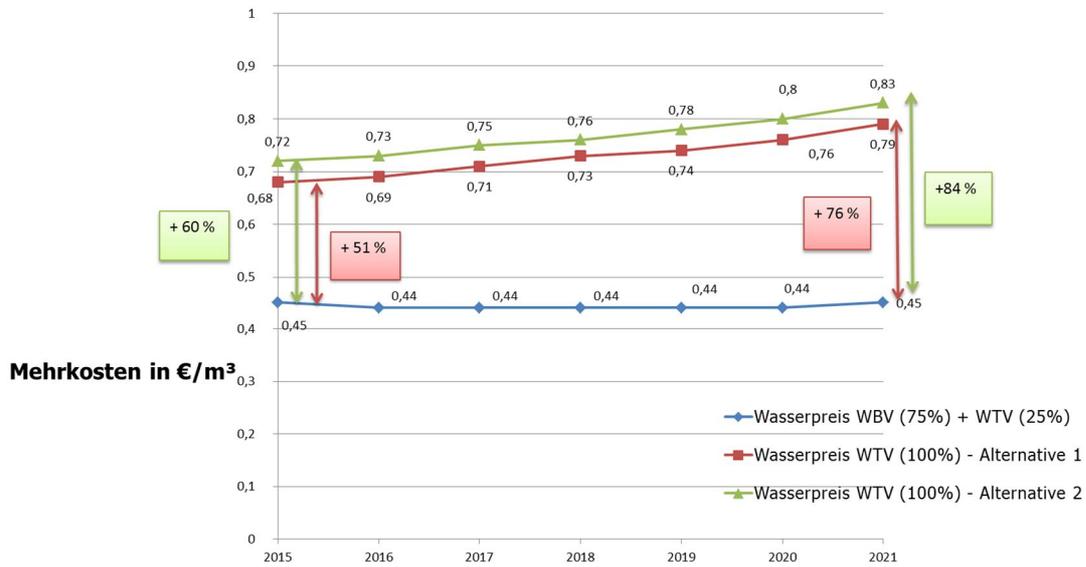


Abbildung 14: Mehrpreis für die Vollversorgung mit WTV-Wasser bis 2021

5 Zusammenfassung und Empfehlung

Zurzeit liefert der Stadtbetrieb Bornheim (SBB) ein Trinkwasser, welches in allen Punkten den Anforderungen der Trinkwasserverordnung entspricht. Nach Überprüfung der Wasserqualität wurde festgestellt, dass eine Entsäuerung im Wasserwerk Eichenkamp nicht erforderlich ist. Auf eine Dosierung von Natronlauge kann daher verzichtet werden.

Die derzeitige Härte des Mischwassers liegt bei 12 bis 14 °dH und ist im Härtebereich „mittel“ einzustufen. Diese Härte entspricht bereits der Härte, die in aller Regel angestrebt wird, wenn Versorger eine zentrale Enthärtungsanlage bauen und betreiben. Die Möglichkeit für eine zentrale Enthärtung ist gemäß Empfehlung des DVGW erst bei deutlich höherer Härte von 19,6 °dH in Betracht zu ziehen. Aus Sicht der Wasserqualität gibt es aus Sicht von H2U keine Veranlassung für eine Umstellung.

Die angedachte technische Lösung des WTV mit 75 % bzw. 85 % Einspeisung in den Behälter Botzdorf funktioniert hydraulisch nicht bzw. würde den HB Botzdorf nutzlos machen. Der Stadt würde somit weniger Speichervolumen zur Verfügung stehen. Eine Reduzierung des Behältervolumens entspricht dabei nicht den technischen Regeln.

Es wurden zwei technische Alternativen zur Vollversorgung mit WTV – Wasser untersucht:

- Alternative 1: Reduzierung der Einspeisung am HB Botzdorf auf etwa 40 %
- Alternative 2: Einspeisung der gesamten Wassermenge im Wasserwerk Eichenkamp

Dabei muss das Pumpwerk im WW Eichenkamp weiterhin beibehalten werden. Personaleinsparungen sind nicht absehbar.

Aus Sicht der Versorgungssicherheit ist die aktuelle Fördersituation komfortabel. Bei einer Umstellung müsste Notversorgung durch WBV beibehalten und hygienisch abgesichert werden. Da die Stadt Bornheim weiterhin Mitglied bei WBV bleiben muss, hat sie eine Beitragszahlung in Höhe von 240.000€/a zu zahlen. Die Notversorgung durch WBV wird dadurch gesichert.

Wirtschaftlich führt eine Umstellung auf die Vollversorgung durch den WTV bei Umsetzung der günstigeren Alternative 1 zu einer Kostenerhöhung in Höhe von

- + 23 Ct/m³ (534.750 €/a) in 2015 bis
- + 34 Ct/m³ (782.300 €/a) in 2021 und für die folgenden Jahren

Zwischen 2015 und bis Ende 2021 ist mit einer Mehrzahlung in Höhe von insgesamt ca. 4,6 Mio. € zu rechnen.

Insbesondere in Anbetracht der beträchtlichen Mehrkosten ist die Umstellung auf die Vollversorgung nicht zu empfehlen.

Falls durch die Stadt jedoch ungeachtet der DVGW-Empfehlungen unbedingt ein Wasser mit einer Härte zwischen 6 und 8 °dH gewünscht wird, sind technische Alternativen anstelle einer Vollversorgung WTV denkbar.

Möglich wäre eine Vollversorgung durch WBV („günstigeres“ Wasser) und die Errichtung einer zentralen Enthärtungsanlage am Standort WW Eichenkamp, um die Härte von 15 °dH auf etwa 6 – 8 °dH zu senken. Bei entsprechenden Verfahren könnte man auf diese Weise auch ggf. die korrosionschemische Qualität verbessern. Die Mehrkosten für eine Enthärtung einschließlich der Finanzierungskosten werden mit ca. 0,15 bis 0,20 €/m³ eingeschätzt. Sie sind somit deutlich wirtschaftlicher als eine Vollversorgung mit WTV-Wasser. Zusätzlich wären noch die Minderkosten durch den Verzicht auf WTV-Wasser zu berücksichtigen. Aber auch die Errichtung einer Enthärtungsanlage wird als technisch nicht sinnvoll erachtet.

Wichtig für weitere Ertüchtigungsmaßnahmen wäre eine möglichst kurzfristige Entscheidung über die zukünftige Versorgung. Es stehen verschiedene Ertüchtigungen bzw. Mängelbehebungen an (z. B. Optimierung der Steuerung im WW Eichenkamp, Behälterbewirtschaftung, Sanierung Hochbehälter). Ohne Entscheidung können die geplanten Maßnahmen nicht begonnen werden.

Krefeld, den 7.03.2014

H₂U aqua.plan.Ing-GmbH

Didier Garraud

Verzeichnis der Anlagen

- Anlage 1: Wasserversorgung Bornheim – Maximaler Tagesbedarf – Juli 2013
- Anlage 2: Maßnahmenplan Bornheim Stand: 06. März 2013
- Anlage 3: Wasserversorgung Bornheim – Jahresbedarf getrennt nach Versorgungszone
- Anlage 4: Notversorgungsübersichtsplan Bornheim Stand: Januar 2012
- Anlage 5: Wasserwerk Bornheim-Eichenkamp: R + I Fließbild Endausbau
- Anlage 6: Fließschema der Trinkwasserversorgung für das Stadtgebiet Bornheim
- Anlage 7: Lageplan Wasserwerk Eichenkamp – Rohrleitungsplan
- Anlage 8: Schemaplan Hochbehälter und Pumpstation Botzdorf
- Anlage 9: Lageplan Hochbehälter Botzdorf – Rohrleitung M = 1:500
- Anlage 10: Lageplan Rohrleitung Stadt Bornheim Rheinstraße-Lichtweg- Notversorgung B01 M = 1:500
- Anlage 11: Lageplan Rohrleitung Stadt Bornheim Roisdorf Schlossweg- Noteinspeisung B02 M = 1:500
- Anlage 12: Lageplan Rohrleitung Stadt Bornheim Weberstraße – Noteinspeisung B03 M = 1:500
- Anlage 13: Lageplan Versorgungsgebiet WTV Regelbetrieb
- Anlage 14: Lageplan Versorgungsgebiet WTV Ausfallszenario 1
- Anlage 15: Lageplan Versorgungsgebiet WTV Ausfallszenario 2
- Anlage 16: Anlagenbestandsliste
- Anlage 17: Angebot WTV
- Anlage 18: Mail WTV
- Anlage 19: Anschreiben WBV
- Anlage 20: Rechtgutachten Dr. Schulz
- Anlage 21: Wasseranlaysen
- Anlage 22: Folienpräsentation vom 02.05.2013