

H₂U
aqua · plan · Ing

Stadt Bornheim

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



wasser im focus

7. März 2014

H2U aqua.plan.Ing-GmbH
Siemesdyk 64
47807 Krefeld

H₂U
aqua · plan · Ing

Inhaltsübersicht

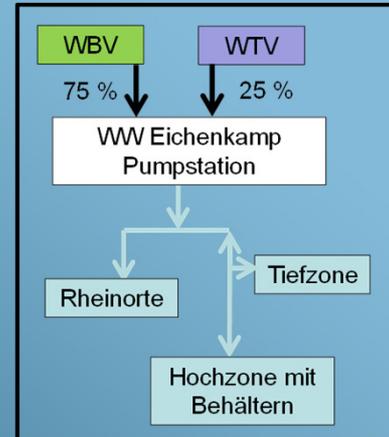
1. **Übersicht und Aufgabestellung**
2. **Bestehende Trinkwasserversorgung der Stadt Bornheim**
3. **Technische Überprüfung einer Vollversorgung durch WTV**
 - **Bewertung des Versorgungssystems WTV**
 - **Wassermenge und Wasserteilung**
 - **Bewertung der Wassereinspeisungen bis zum Versorgungsgebiet von Bornheim**
 - **Hydraulische Auswirkungen der neuen Einspeisung am Behälter Botzdorf auf die Versorgung der Tiefzone**
 - **Alternativen Einspeisungen vom WTV**
 - **Notversorgung**
 - **Rechtliche Auswirkungen**
4. **Wirtschaftlichkeit einer Vollversorgung durch WTV**
5. **Zusammenfassung**

2

Übersicht und Aufgabenstellung

Aktuelle Wasserversorgung der Stadt Bornheim:

- Übernahme Trinkwasser von 2 Vorlieferanten
 - 75 % WBV (Wasserversorgungsverband Wesseling-Hersel)
 - 25 % WTV (Wahnbachtalsperrenverband)
- Mischung im Wasserwerk Eichenkamp
- Pumpstation zur Förderung in die verschiedenen Versorgungszonen



3

Übersicht und Aufgabenstellung

WTV hat Angebot für eine Vollversorgung unterbreitet:

- Erwerb und Instandsetzung einer bestehenden Transportleitung vom Behälter Gielsdorf zum Behälter Botzdorf der Stadt Bornheim
- Errichtung Pumpwerk am Behälter Gielsdorf
- Einspeisung 75 % der Trinkwassermenge in HB Botzdorf
- Einspeisung 25 % weiterhin am Wasserwerk Eichenkamp
- gestaffelter Rabatt auf die aktuellen WTV-Bezugspreise
- Positive Argumente seitens WTV
 - geringere Härte des Trinkwassers
 - Stromkostenreduzierung am Wasserwerk Eichenkamp
 - Keine NaOH-Dosierung mehr
 - Einsparung Personaleinsatz SBB

4

Übersicht und Aufgabenstellung

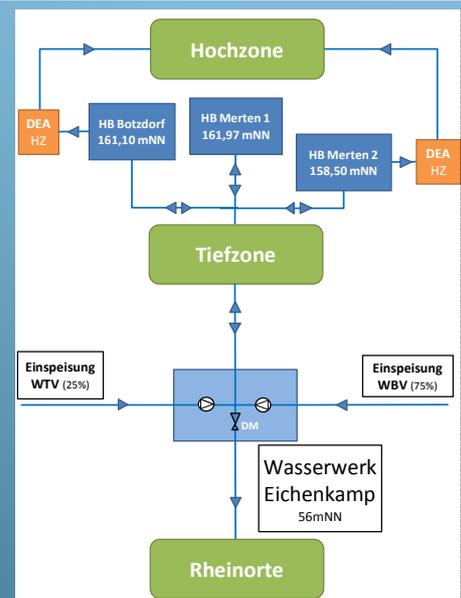
- Auftrag H2U für Begutachtung der Vollversorgung mit WTV-Wasser und Vergleich mit der aktuellen Situation
- Prüfung und Bewertung u.A.
 - Wasserqualität
 - technische Machbarkeit
 - Welche Voraussetzungen sind erforderlich (Nutzung der Leitung? wo Einspeisung? Entfall der Pumpen?...)
 - Auswirkung auf die Netzhydraulik?
 - Versorgungssicherheit
 - Wirtschaftlichkeit

5

Bestehende Trinkwasserversorgung

Hydraulisches System Wasserversorgung Bornheim aktuell:

- Einspeisung WW Eichenkamp:
 - 25 % WTV-Wasser (Mischung aus Talsperren- und Grundwasser) und
 - 75 % WBV (rheinnahe Grundwasser)
- Vordruck von jeweils etwa 4,5 bis 5 bar
- Förderung mit 3 Pumpen (+3 Reserve) in zwei Wasserwerksausgängen:
 - Tiefzone (10 bis 13 bar)
 - Rheinorte (druckgemindert 4,5 bar)



6

H₂U
aqua · plan · Ing

Bestehende Trinkwasserversorgung

- Hauptmenge in Richtung Tiefzone in drei Hochbehälter (als Gegenbehälter):**
 - HB Botzdorf (2.000 m³; 161,10 müNN)
 - HB Merten 1 (1.000 m³; 161,97 müNN)
 - HB Merten 2 (2.000 m³; 158,50 müNN)
- 2 Druckerhöhungsanlagen (DEA) fördern in die Hochzone**
 - Am Hochbehälter Merten 2
 - Am Hochbehälter Botzdorf
- Regelbetrieb:**
 - Abschaltung der Förderung im WW Eichenkamp täglich 12:00 und 14:00 Uhr und in den Nachtstunden (Wasseraustausch in den Behältern)
 - Versorgung Rheinorte aus den Behältern

7

H₂U
aqua · plan · Ing

Bestehende Trinkwasserversorgung

Versorgungsgebiet mit Lage der Zonen, Komponenten und Leitungen

8



Bestehende Trinkwasserversorgung

Wasserbedarf gesamt

- Mittl. Tagesbedarf = ca. 6.300 m³/d
- Max. Tagesbedarf = ca. 8.500 m³/d
- Max. Netzabnahme = ca. 600 m³/h
- Max. Einspeisung = ca. 500 m³/h

Auswertung der Aufteilung auf Versorgungszonen:

- Rheinorte = 15 % des Bedarfes
- Tiefzone = 63 % des Bedarfes
- Hochzone = 22 % des Bedarfes

Ort	Bedarf (m ³ /d)
Bornheim	185
Botzdorf	192
Bornig	295
Waldorf	87
Hennersich	193
Rölsberg	188
Merten	211
Waldenberg	124
Summe:	1393
	22,0%

Ort	Bedarf (m ³ /d)
Bornheim	948
Botzdorf	576
Dersdorf	151
Waldorf	347
Karlshof	233
Merten	492
Waldenberg	495
Siedchen	678
Summe:	3912
	63,0%

Ort	Bedarf (m ³ /d)
Hersel	996
Ödorf	116
Waldig	245
Summe:	957
	15,0%



Bewertung Wasserqualität

Bewertung Wasserqualität:

- SBB hat sehr weitgehende Untersuchung der Einzelwässer durchgeführt (mikrobiologisch, organische Spurenstoffe, PBSM etc.): beide Wässer qualitativ einwandfrei

Parameter Calcitlösekapazität:

- Durch Mischung kalklösender Charakter im Mischwasser
- Bis Störfall 4/2013 Dosierung von Natronlauge zur Entsäuerung - seitdem außer Betrieb
- Begutachtung Entsäuerungsverfahren mit umfangreichen wasserchemische Berechnungen:
 - Wenn WBV und WTV Wasser entsprechend TrinkwV liefern, wird der gültige Grenzwert der TrinkwV (Dc = 10 mg/l) ohne Entsäuerung eingehalten
 - Entsäuerung und damit die Ertüchtigung der NaOH-Station verzichtbar

	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

Vergleich Parameter Härte (anhand berechneter Wasserqualität)

- **WTV:** etwa 7 °dH (< 8,4 °dH = „weich“)
- **WBV:** 15 °dH (> 14 °dH = „hart“)
- **Mischwasser:** ca. **13** °dH (gemäß Berechnungen 12 – 14 ° möglich) = „mittel“

	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

11

Parameter Härte kann aus verschiedenen Blickwinkeln bewertet werden:

- **Aus technischer Sicht:** zu hohe Härte ungünstig (Wasch- und Reinigungsmittelverbrauch, Ablagerungen an Wärmetauschern)
- **Aus gesundheitlicher Sicht**
 - Härtebildner (Calcium + Magnesium) werden als wichtige Mineralstoffe positiv bewertet, Verringerung Gefahr Herzkranzgefäß-Erkrankungen
 - Aufnahme über Trinkwasser in Anbetracht des täglichen Bedarfs aber eher nicht maßgebend
- DVGW empfiehlt im Arbeitsblatt W235-1
 - eine Prüfung der Möglichkeiten für zentrale Enthärtung erst ab 19,6 °dH (3,5 mmol/l)
 - Zusätzlich korrosionschemische Betrachtung erforderlich

12



Bewertung Wasserqualität

Korrosionschemische Bewertung:

BEURTEILUNG VON WÄSSERN NACH DIN 50 930-6 und DIN EN 12 502

Um die Wässer in korrosionschemischer Hinsicht beurteilen zu können, müssen aus den vorliegenden Wasserbeschaffenheitsdaten drei Koeffizienten gemäß DIN EN 12 502 ermittelt werden:

- **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** = $c(\text{HCO}_3^-) / c(\text{SO}_4^{2-})$
(vormals "Kupferquotient")

13



Bewertung Wasserqualität

Tabelle: Beurteilung der Wasserbeschaffenheit in korrosionschemischer Hinsicht

	Kupfer	schmelztauchverzinnte Eisenwerkstoffe	nicht rostende Stähle	Gusseisen, unlegierte und niedriglegierte Stähle
	DIN 50 930-6	DIN 50 930-6	DIN 50 930-6	DIN 50 930-6
Veränderung der Wasserbeschaffenheit nicht zu erwarten, wenn ...	pH ≥ 7,4 oder 7,0 ≤ pH ≤ 7,4 und TOC ≤ 1,5 mg/l	K _{88,2} ≤ 0,5 mmol/l und K _{54,3} ≥ 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)
	DIN EN 12 502-2	DIN EN 12 502-3	DIN EN 12 502-4	DIN EN 12 502-5
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 ...	Typ 2: S ₃ ≥ 1,5 pH ≥ 7,0 c(HCO ₃ ⁻) ≥ 1,5 mmol/l Bei c(O ₂) ≤ 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 ⁻) ≥ 2 mmol/l c(Ca ²⁺) ≥ 0,5 mmol/l (= 20,0 mg/l) Bei c(O ₂) ≤ 0,003 mmol/l (= 0,1 mg/l) tritt Lochk. nicht auf.	Typ 1: Cl ⁻ ≤ 6 mmol/l (= 213 mg/l) (bei molybdänfreien ferritischen und austenitischen nicht rostenden Stählen) Typ 2: Cl ⁻ ≤ 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)		

Übersichtstabelle zur Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit gegenüber verschiedenen Werkstoffen

Bewertung der Korrosionswahrscheinlichkeit bei Bornheimer Wasserqualität für verschiedene Werkstoffe...

14

Korrosion von Kupfermaterial

FAZIT:

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

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/	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

15

Korrosion von schmelztauchverzinkte Eisenwerkstoffe (verzinkter Stahl)

FAZIT:

- **Korrosionsquotient S1 erhöht: Wahrscheinlichkeit für Korrosion bei Einsatz von schmelztauchverzinkten Eisenwerkstoffen mit allen 3 Wässern ist leicht erhöht**
- **Bei einer Vollversorgung mit WTV-Wasser wird Parameter tendenziell ungünstiger**

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	0,26mmol/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

16

Korrosion von nichtrostende Stählen (Edelstahl)

FAZIT:

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 leicht erhöht

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)			

17

Korrosion von Gusseisen, unlegierten und niedriglegierte Stählen

- In der Hausinstallation sind ungeschützte unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe nicht erlaubt
- Werden alle Parameter eingehalten, ist mit Bildung von stabilen Schutzschichten zu rechnen, die Korrosionsschäden verhindert
- **FAZIT:**
- Aktuelles Mischwasser erfüllt alle Kriterien
- 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

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

18

FAZIT

Die zwei Wässer von WTV und WBV sowie das Mischwasser aus Bornheim wurden korrosionstechnisch gemäß DIN 50 930-6 und DIN EN 12 502 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, unlegierten und niedriglegierte Stählen: Bildung von Schutzschichten mit dem Mischwasser optimal, mit WBV bzw. WTV –Wasser leicht ungünstig

Obwohl einige Parameter die Grenzwerte leicht verfehlen, sind keine hohe Korrosionswahrscheinlichkeit bei allen Wässern zu erwarten

19

Der Wahnbachtalsperrenverband WTV versorgt ein Gebiet mit einem derzeitigen Wasserverbrauch von ca. 41,50 Mio. m³/a (1990 – 1992 wurden sogar ca. 47 Mio. m³/a Wasser geliefert)

2 Trinkwasseraufbereitungen:

Trinkwasseraufbereitung Siegburg-Siegelsknippen:

- Rohwasser aus der Wahnbachtalsperre / Brunnen Hennefer Siegbogen
- Genehmigte Wasserentnahme Talsperre= 28,1 Mio. m³/a
- Genehmigte Grundwasserentnahme = 7,0 Mio. m³/a

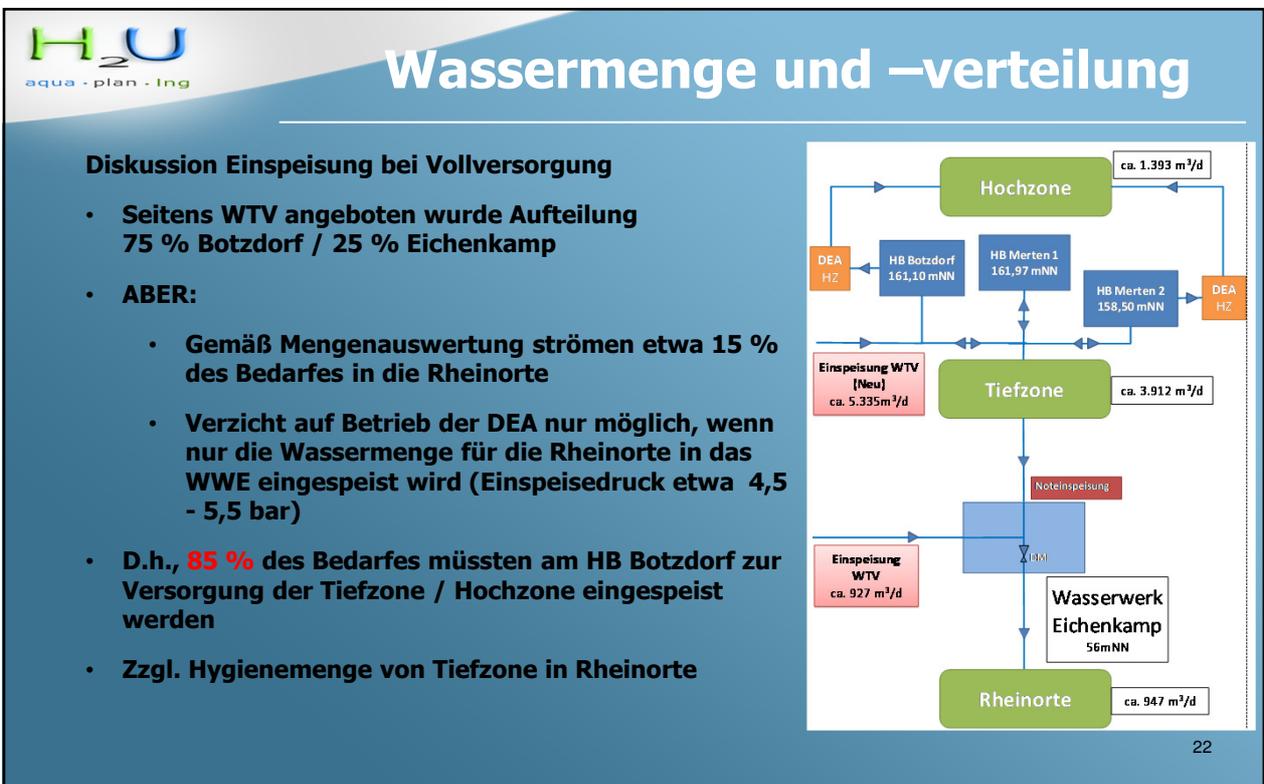
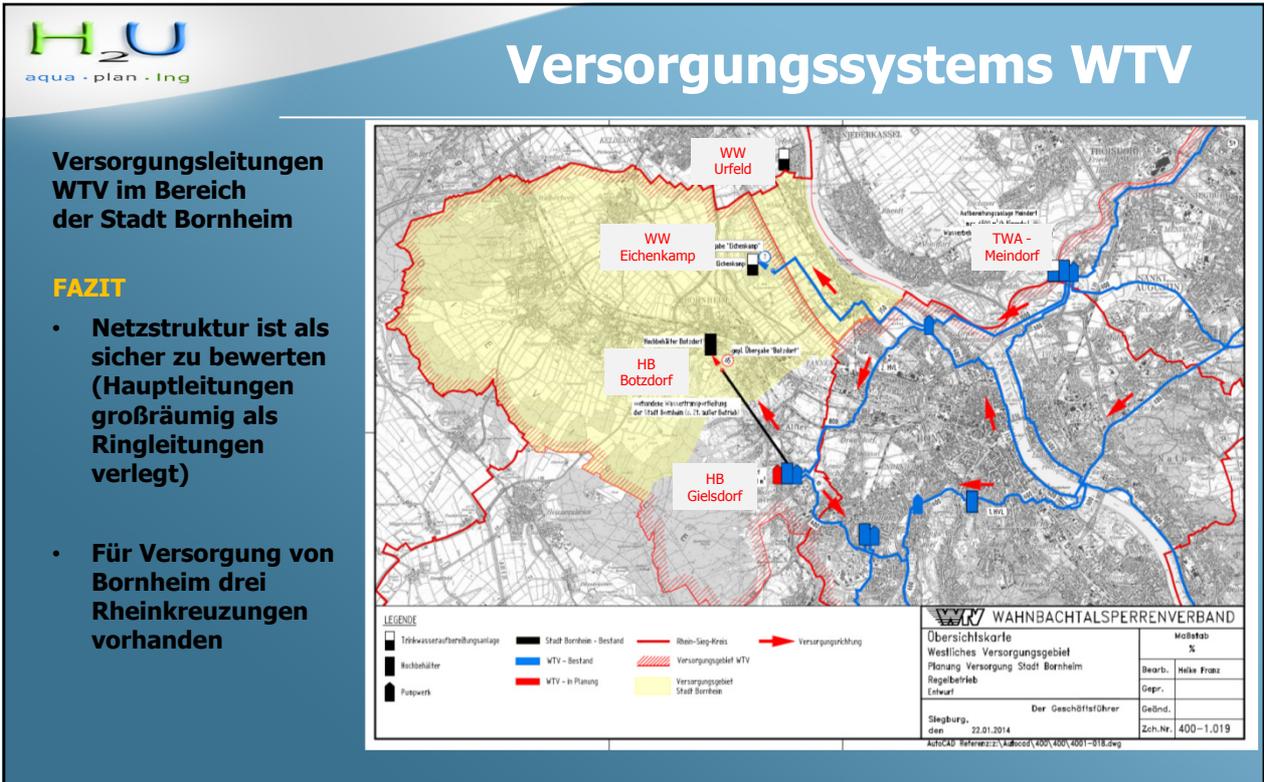
Trinkwasseraufbereitung St. Augustin - Meindorf:

- Rohwasser aus drei Brunnen
- Genehmigte Wasserentnahme = 20 Mio. m³/a

FAZIT:

Die Rohwasserentnahme UND die Trinkwasseraufbereitung haben ausreichende Reserve für die Versorgung der Stadt Bornheim ($\approx 55 \text{ Mio m}^3/\text{a} > \approx 41,5 \text{ Mio m}^3$)

20



Bewertung Wassereinspeisungen

Einspeisung am WW Eichenkamp

- Die bestehende Zuleitung zwischen WTV und dem WW Eichenkamp wird weitergenutzt
- Reduzierung Wassermenge von 25 % auf ca. 15 %
- Dann im Regelbetrieb keine Förderung mehr erforderlich - Pumpwerk muss aber für Notversorgung Instand gehalten werden
- Bestehende Umfahrung der Pumpen wird aktiviert
- Netzdruck von WTV variiert im WW Eichenkamp zwischen 4,4 (am 7.7.2013) und 6,4 bar (9.07.2013)
- Druck teilweise unterhalb der aktuellen DM-Einstellung von 4,9 bar

23

Bewertung Wassereinspeisungen

Einspeisung Behälter Botzdorf

- Einspeisung über vorhandene Leitung DN 400 zwischen Behälter Botzdorf und Behälter Gielsdorf geplant (ca. 7,0 km lang)
- Bau der Leitung von Ende 70er bis etwa Mitte 90er Jahre
- wurde aber **NIE** im Betrieb genommen
- WTV hat Leitung durch Freilegung und Kamerabefahrung punktuell begutachtet
 - Außenkorrosionsschutz ohne Beanstandung
 - Die Armaturen entlang der Leitung werden ausgetauscht
 - Die Zementmörtel-Innenauskleidung muss punktuell ausgebessert werden



24

Bewertung Wassereinspeisungen

- Errichtung eines neuen Pumpwerkes im Behälter Gielsdorf erforderlich (auf Kosten WTV)
- *Druckstoßproblematik? Sollte seitens WTV noch untersucht werden*
- Neue Übergabestelle mit Wasserzähler und Probeentnahmemöglichkeit am HB Botzdorf erforderlich

FAZIT:

- Transport von 85 % des Wassers zum Behälter Botzdorf über bestehende Leitung DN 400 ist hydraulisch möglich
- Leitung kann nach Aussage WTV saniert und wieder aktiviert werden
- WTV übernimmt alle Planung- und Sanierungskosten für
 - Instandsetzung Leitung
 - neues Pumpwerk am HB Gielsdorf inkl. Regelung (und ggf. Druckstoßsicherung)
 - Abgabestelle am Behälter Botzdorf

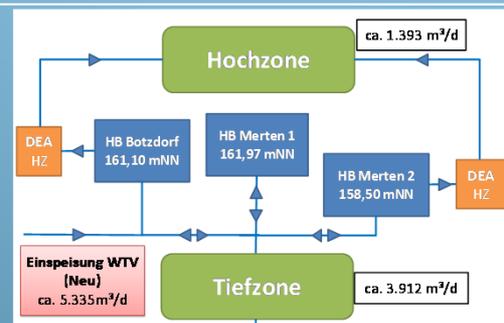
25

Hydraulische Auswirkungen

Einspeisestelle am HB Botzdorf?

Ersteinschätzung:

- Einspeisung **direkt** in HB Botzdorf nicht möglich, da Befüllung der über 8 km entfernten HB Merten ohne Druckerhöhung nicht funktioniert
- Daher muss Einspeisung **vor** dem HB Botzdorf erfolgen, um andere HB befüllen zu können
- Offene Fragen:
 - Erforderlicher Einspeisedruck (Solldruck für Pumpwerk)?
 - Ist Einspeisung an dieser Stelle aus Sicht der Hydraulik des Versorgungsnetzes überhaupt möglich?
 - Auswirkung auf Versorgungsdruck?
- Hydraulische Netzberechnung für geänderte Einspeisung durch Rechenzentrum für Versorgungsnetze Wehr (RZVN)



26

Hydraulische Auswirkungen

Angenommene Fördermengen:

- 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
- Förderung in Hochzone erfolgt aus den Behältern (ist für Netzhydraulik nicht relevant)
- Versorgung der Rheinorte: über Einspeisung in das WW E (nicht relevant und daher nicht berücksichtigt)

Vorgabe der Berechnungsfälle durch H2U:

1. Einspeisung WTV + minimale Netzentnahme + alle Behälter im Betrieb
2. Einspeisung WTV + minimale Netzentnahme ohne Befüllung des Behälters Botzdorf
3. Einspeisung WTV + maximale Netzentnahme
4. Einspeisung WTV + mittlere Netzentnahme

27

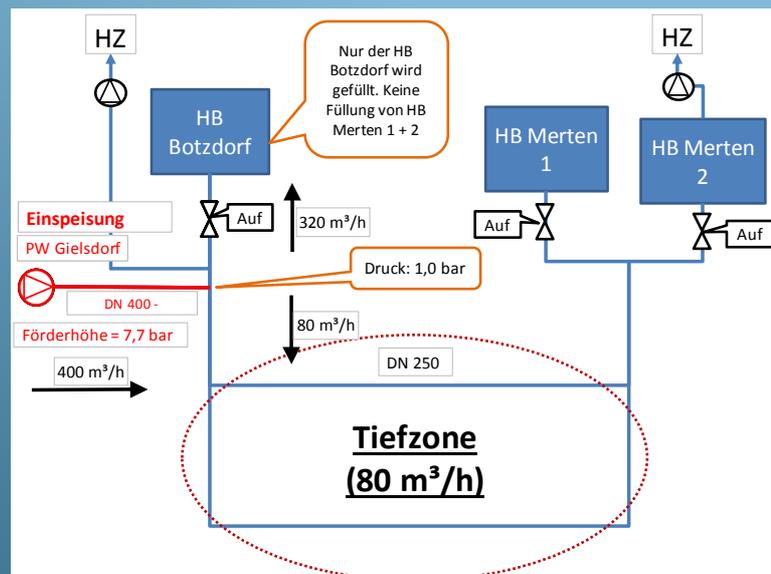
Hydraulische Auswirkungen

Berechnung 1:

- Minimale Entnahme TZ
- Alle Behälter sind geöffnet

Ergebnisse:

- Einspeisedruck entspricht dem Freien WSP des HB Botzdorf (etwa 1 bar)
- Am Pumpwerk Gieldorf etwa 7,7 bar erforderlich (1,7 bar dp, geodätisch etwa 5 bar)
- Nicht abgenommene Wassermenge strömt in HB Botzdorf
- bei geöffnetem HB Botzdorf **keine Einspeisung in andere Behälter möglich – dafür muss HB Botzdorf geschlossen sein**



28

H₂U
aqua · plan · Ing

Hydraulische Auswirkungen

Berechnung 2:

- Minimale Entnahme TZ (80 m³/h)
- HB Botzdorf geschlossen

Ergebnisse:

- Für Einspeisung von 320 m³/h in HB Merten ist ein Einspeisedruck von **7 bar** erforderlich (ca. 13,7 bar am Pumpwerk)
- In unteren Zonen steigt Netzdruck auf bis zu 15 bar, (Siefenfeldchen)
- Druck am Wasserwerk Eichenkamp bei ca. 14 bar
- HB Botzdorf nicht nutzbar!
- Energetisch unsinnig, da viel Energie für Rohrreibungsverluste verschwendet wird (auch wenn diese nicht von SBB bezahlt wird)

29

H₂U
aqua · plan · Ing

Hydraulische Auswirkungen

Berechnung 3:

- Maximale Entnahme TZ (470 m³/h)

Ergebnisse:

- Einspeisedruck von 2,8 bar erforderlich für 400 m³/h
- HB Botzdorf muss geschlossen werden, sonst kann nicht der erforderliche Druck aufgebaut werden
- **HB Botzdorf nicht nutzbar**
- Restwassermenge muss aus HB Merten zuströmen
- Hochzone entnimmt zusätzlich Wasser

30

H₂U
aqua · plan · Ing

Hydraulische Auswirkungen

Berechnung 4:

- Mittlere Entnahme TZ (305 m³/h)

Ergebnisse:

- Für Befüllung HB Merten mit 95 m³/h ist Einspeisedruck von 3,8 bar erforderlich
- HB Botzdorf muss geschlossen werden, sonst kann nicht der erforderliche Druck aufgebaut werden

➤ **HB Botzdorf nicht nutzbar**

31

H₂U
aqua · plan · Ing

Hydraulische Auswirkungen

- Bei Betrieb der Einspeisung aus Gielsdorf hat Behälter Botzdorf keine Funktion für die Versorgung der Tiefzone mehr
- Allenfalls Nutzung als Vorlage für das Druckerhöhungspumpwerk der Hochzone denkbar (Uminstallation erforderlich)
- Versorgung würde ca. 2000 m³ Speichervolumen für die Tiefzone verlieren

Bewertung Speicherraum nach Regeln der Technik?

- Aktuell steht ein Gesamt-Behältervolumen von 5.000 m³ zur Verfügung
- HB Merten 2 und HB Merten 1 haben unterschiedliche Höhen, daher können Volumina nicht voll ausgenutzt werden – *dadurch entfallen etwa 1000 m³ Nutzvolumen*
- Bei Verlust von HB Botzdorf würde Speichervolumen auf etwa 2.000 m³ sinken
- Richtwerte nach DVGW W300: 30 – 80 % von Q_{dmax} = 2.600 – 6.800 m³

➤ **Verzicht auf dem Behälter Botzdorf ist nicht zulässig!**

32

Hydraulische Auswirkungen

FAZIT Hydraulik:

Zusammenfassung:

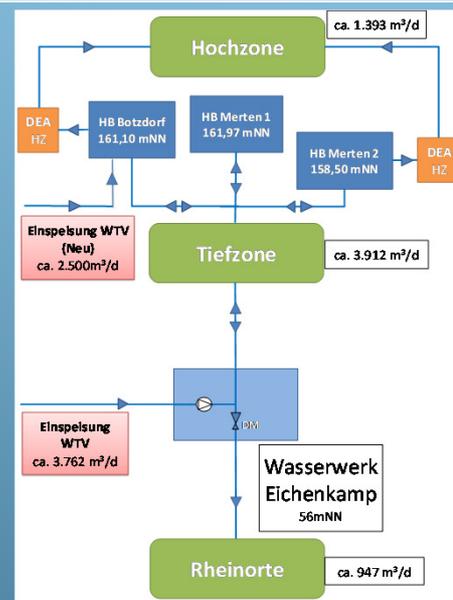
- bei 400 m³/h Förderung sind im Pumpwerk Gielsdorf Förderhöhen zwischen ca. 7,5 und ca. 14 bar zu realisieren
 - Technisch aufwendig
 - Druckstoßproblematik wäre noch zu betrachten (Zusatzkosten WTV?)
- Für Befüllung der Behälter Merten könnte Einspeisedruck am HB Botzdorf bis ca. 7,0 bar ansteigen
 - energetisch nicht sinnvoll
- HB Botzdorf würde Funktion als Druckhaltung und Verbrauchsausgleich für die Tiefzone verlieren
- Einspeisung von 85 % WTV-Wasser am Behälter Botzdorf ist **technisch nicht sinnvoll**
- **Fazit: Wenn Vollversorgung von WTV angestrebt wird, müssten andere technische Lösungen für die Einspeisung realisiert werden**
- **Daher wurden 2 Alternativen angedacht und überschlägig geprüft**

33

Alternative Einspeisungen

Alternative 1: Reduzierung der Einspeisung am HB Botzdorf

- Reduzierung Einspeisung Botzdorf (z.B. 40 %) und Steigerung Einspeisung im WW Eichenkamp (z.B. 60%) – wäre hydraulisch noch zu berechnen
- Details der Einspeisungen / Hydraulik müssten überprüft werden, wie z. B. Netztrennung, Steuerung...
- Pumpwerk im WW Eichenkamp bleibt in Betrieb (reduzierte Menge)
- Stromkosten (ca. 60 % der heutigen Kosten) müssen von SBB getragen werden
- WTV übernimmt wie vorgesehen die Leitung DN 400 zum Restwert

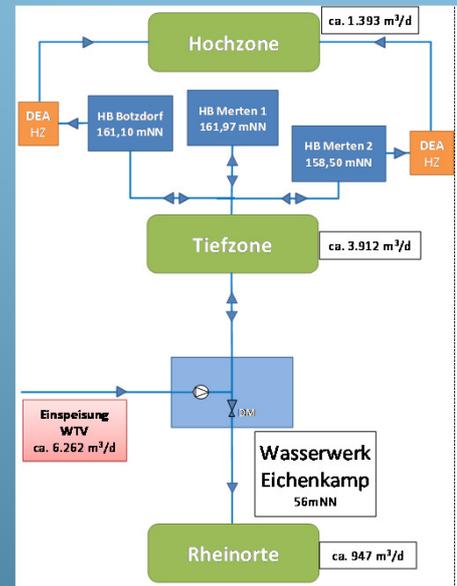


34

Alternative Einspeisungen

Alternative 2: Einspeisung der gesamten Wassermenge in das Wasserwerk Eichenkamp

- **gesamte Wassermenge wird im Wasserwerk Eichenkamp eingespeist**
- Die hydraulische Leistung der Zuleitung (DN 350 ca. 8 km lang) von WTV bis zum Wasserwerk Eichenkamp muss noch geprüft werden. *Kann die gesamte Wassermenge **dauerhaft** im Wasserwerk Eichenkamp eingespeist werden?*
- Einspeisung mit einem Druck von 13 bar am Wasserwerk Eichenkamp nicht möglich
- Förderung wie bisher durch das Netz in die drei Wasserbehälter
- Stromkosten zur Versorgung der Tief- und Hochzone bleiben wie bisher
- Abschreibung der Leitung DN 400 bleibt bestehend



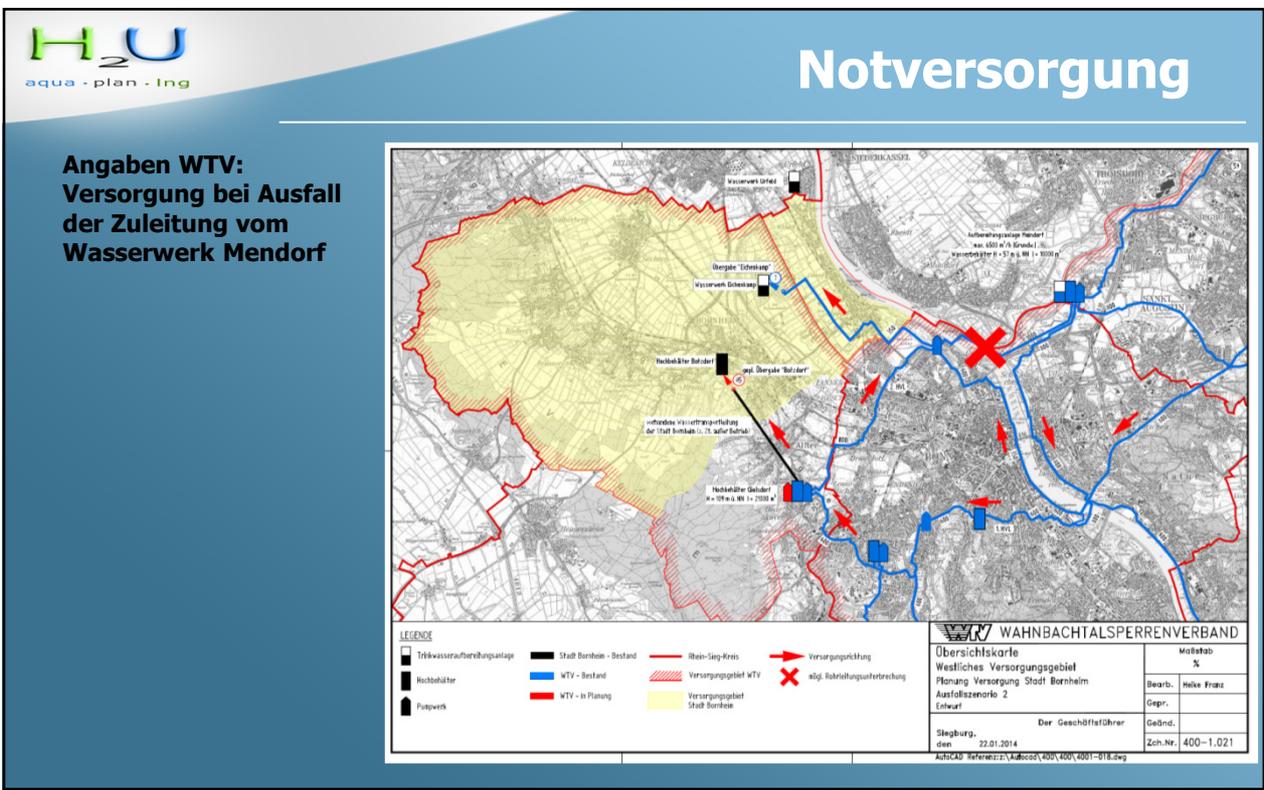
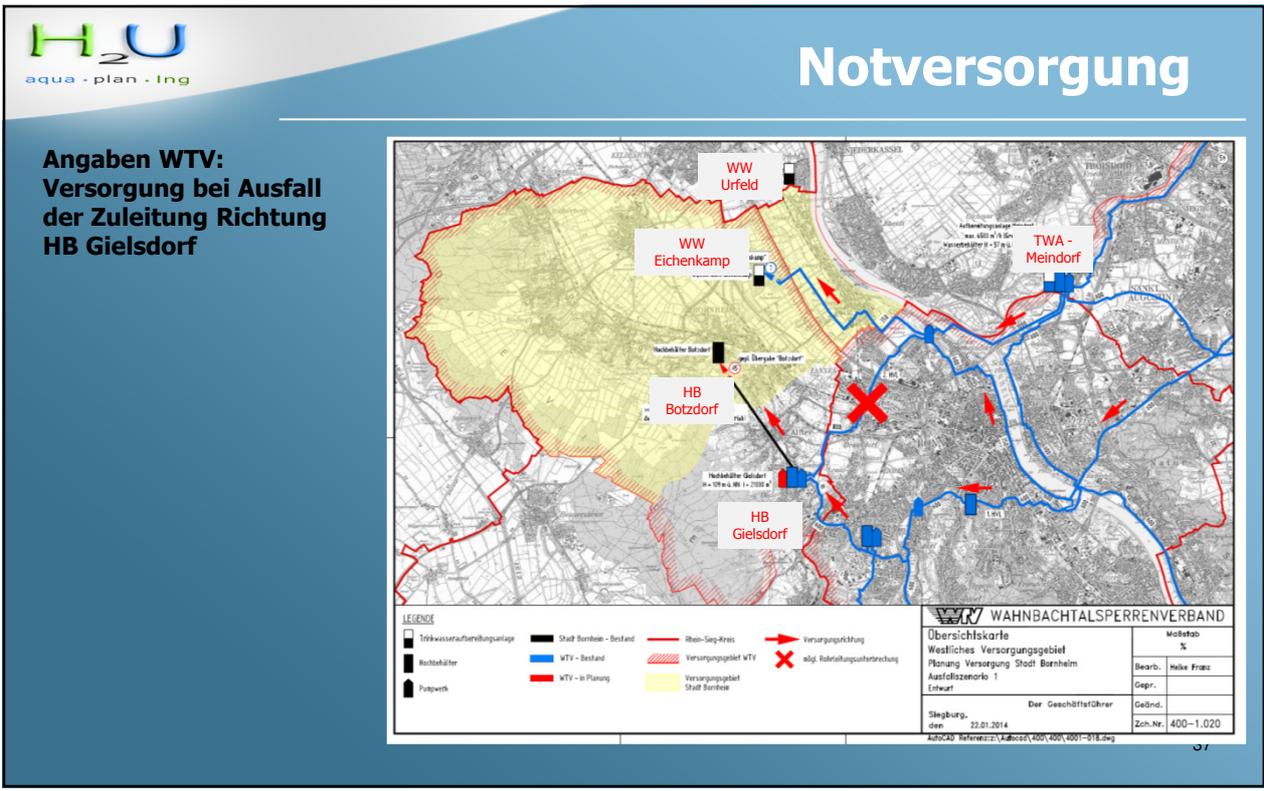
35

Notversorgung

Notversorgung:

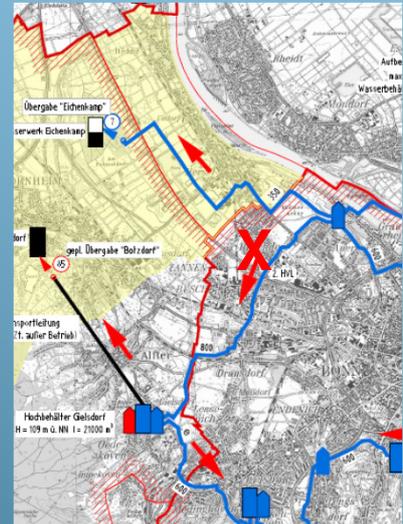
- Es war zu überprüfen, welche Versorgungssicherheit bei Störfällen gegeben ist (z.B. Leitungsbruch oder Hygienemängel in einer Transportleitung)
- Aktuelle Situation:
 - 2 Einspeisungen von WTV und WBV stellen aus Sicht der Notversorgung eine komfortable Situation dar
 - Zusätzlich bestehen im Netz 3 Einspeisestellen (2 x aus Alfter und 1 x aus Widdig – WBV): etwa 100 – 150 m³/h
- Wenn Versorgung ausschließlich über WTV erfolgt, gewinnt Aspekt „Sicherung der Wasserversorgung“ an Bedeutung
- Hinweise von WTV zum Thema Versorgungssicherheit...

36



Notversorgung

- Bei 2 Einspeisungen (HB Botzdorf und WW Eichenkamp) steht bei jedem einfachen Ausfall einer Komponente (Behälter, Leitung, Wasserwerk) Redundanz zur Verfügung
- Aber: Bei Ausfall der Einspeiseleitung in das WW Eichenkamp kann wegen der Hydraulik **keine** Vollversorgung über die Einspeisung am HB Botzdorf gewährleistet werden
- Das bedeutet: Bei Alternativen 1 und 2 ist die Einspeisung WBV als Notversorgung beizubehalten
- Leitung muss hygienisch abgesichert werden
- Kosten Notversorgung?
 - Stadt muss ohnehin im WBV verbleiben und Verbandsabgabe i. H. von 20.000 €/ Monat zahlen
 - Notversorgung wird über Verbandsabgabe vergütet, d.h. keine *zusätzlichen* Kosten



39

Kostenermittlung

Grundlagen für die Kostenermittlung:

- Vollversorgung durch WTV ab 2015 mit 2,3 Mio. m³/a
- Basis: aktuelle Kosten gemäß derzeitiger Einspeisung (WTV = 575.000 m³/a / WBV = 1.725.000 m³/a)
- Wasserpreis WTV:
 - 65,6 Ct/m³ für 2015, ab 2017 Senkung auf 64,80 Ct/m³ erwartet (Angabe Präsentation vom 5.12.2013)
 - bei Vollversorgung über 6 Jahre Rabatt (von 15 bis 2,5 Ct/m³)
- Wasserbezugspreis WBV: 28 Ct/m³
- Abschreibung der Leitung DN 400: 41.100 €/a
- Aktuelle Stromkosten im WW Eichenkamp: 135.000 €/a (17,4 Ct/kWh)
- 2016 wurden Stromkosten mit 15 Ct/kWh angenommen, zzgl. 2 % pro Jahr
- Die Verbandsabgabe inkl. Notversorgung an WBV: 20.000 €/Monat
- Ohne Personalkosten

40

Kostenermittlung bei unveränderter Versorgung (Mischwasser)

- Zeitraum 2015 bis 2021 (ab da konstant, da Rabatt wegfällt)

Jahr	Wasserpreis WTV 575.000 m³/a		Wasserpreis WBV 1.725.000 m³/a		Stromkosten WW Eichenkamp in €/a	Afa Leitung DN 400 in €/a	Kosten in €/a	Kosten in €/m³
	in €/m³	in €/a	in €/m³	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

41

Vollversorgung WTV gemäß Angebot:

- Einspeisung am HB Botzdorf (85 %) und im Wasserwerk Eichenkamp (15%)
- **Die Lösung ist technisch nicht umsetzbar!**

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	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%

42

Alternative 1: Reduzierung der Einspeisung am HB Botzdorf

- 40 % der Wassermenge im Behälter Botzdorf
- 60 % der Wassermenge am 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	-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%

43

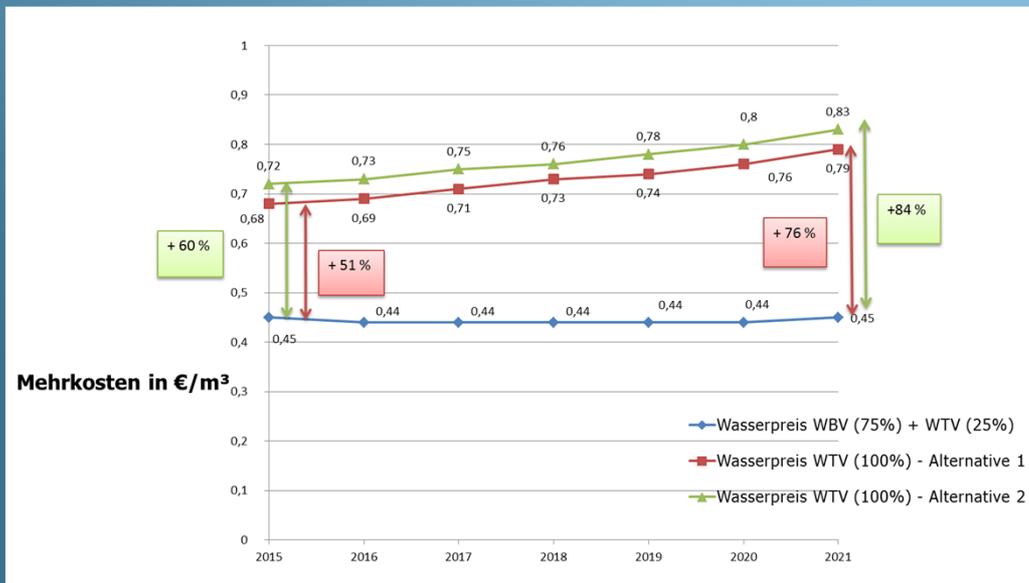
Alternative 2: Einspeisung der gesamten Wassermenge in das Wasserwerk Eichenkamp

- Abschreibung der Leitung verbleibt beim Wasserwerk
- Stromkosten wie aktuell

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%

44

Graphische Darstellung Kostenentwicklung Mischwasser und beider Alternativen:



45

- Zurzeit liefert der Stadtbetrieb Bornheim (SBB) ein Trinkwasser, welches in allen Punkten den Anforderungen der Trinkwasserverordnung entspricht
- Auf eine Entsäuerung im Wasserwerk Eichenkamp kann verzichtet werden
- Die derzeitige Härte des Mischwassers liegt bei 12 bis 14 °dH und ist im Härtebereich „mittel“ einzustufen
 - das ist in aller Regel der Zielwert, wenn Versorger eine zentrale Enthärtungsanlage bauen und betreiben
 - Eine Enthärtung ist gemäß Empfehlung des DVGW nicht erforderlich
- *Aus Sicht der Wasserqualität gibt es aus Sicht H2U keine Veranlassung für eine Umstellung*

46

Zusammenfassung

- Die angedachte technische Lösung mit 75 % bzw. 85 % Einspeisung in den Behälter Botzdorf funktioniert hydraulisch nicht bzw. würde den HB Botzdorf nutzlos machen
- Die Reduzierung des Behältervolumens wäre nicht regelkonform
- 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

Umsetzbar wäre die Alternative 1

- Das Pumpwerk im WW Eichenkamp muss in jedem Fall beibehalten werden
- Personaleinsparungen sind nicht absehbar

47

Zusammenfassung

- Aus Sicht der Versorgungssicherheit ist aktuelle Fördersituation komfortabel
- bei Umstellung müsste Notversorgung durch WBV beibehalten und hygienisch abgesichert werden
- Wirtschaftlichkeit: Umstellung auf Vollversorgung WTV (technisch günstigere Alternative 1) würde zu Kostenerhöhung führen in Höhe von
 - + 23 Ct/m³ (534.750 €/a) in 2015 bis
 - + 34 Ct/m³ (782.300 €/a) in 2021 und ff.
 - Summe ca. 4,6 Mio. € von 2015 bis bei Ende 2021
- Lösung wäre technisch noch zu prüfen (Druckstoßsicherung, Netzverteilung)

48

- Aus Sicht der Wasserqualität gibt es keine Gründe, die eine Veränderung der Versorgungssituation erforderlich machen
- Auch die Härte von 12 - 14 °dH liegt im Bereich „mittel“ – eine Senkung ist somit nicht anstrebenswert
- Einsparungen an Energie, Wasch- und Reinigungsmittel sind für Bornheim aufgrund der derzeit gelieferte Wasserqualität (i. M. 12 °dH) nicht zu erwarten
- Entsäuerung des Mischwassers im Wasserwerk Eichenkamp ist nicht erforderlich
- Einsparung für Pumpenergie sind bei Alternativlösungen kaum mehr relevant
- Personaleinsparungen sind nicht zu erwarten

Inbesondere In Anbetracht der beträchtlichen Mehrkosten ist die Umstellung auf die Vollversorgung nicht zu empfehlen

- Falls jedoch ungeachtet der DVGW-Empfehlungen unbedingt ein Wasser mit einer Härte zwischen 6 und 8 °dH gewünscht wird, wäre technische Alternative denkbar...

49

Alternative zur Vollversorgung WTV:

- Vollversorgung durch WBV („günstigeres“ Wasser) und Enthärtung des WBV-Wassers am Standort WW Eichenkamp (von 15 °dH i. M. auf 6 – 8 °dH)
- Mehrkosten für eine Enthärtung einschließlich der Finanzierungskosten werden mit ca. 0,15 bis 0,20 €/m³ eingeschätzt – wirtschaftlicher als Vollversorgung mit WTV-Wasser
- Zusätzlich Minderkosten durch den Verzicht auf WTV-Wasser noch zu berücksichtigen

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

Gerne stehen wir für Rückfragen zur Verfügung

50