TECHNOLOGIEZENTRUM WASSER (TZW)

- **Fachzentrum der Wasserversorgung** - Wissenschaftlicher Partner von Versorgungsunternehmen, Kommunen und Behörden

- unabhängige und gemeinnützige Einrichtung des **DVGW** (Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.)

DVGW

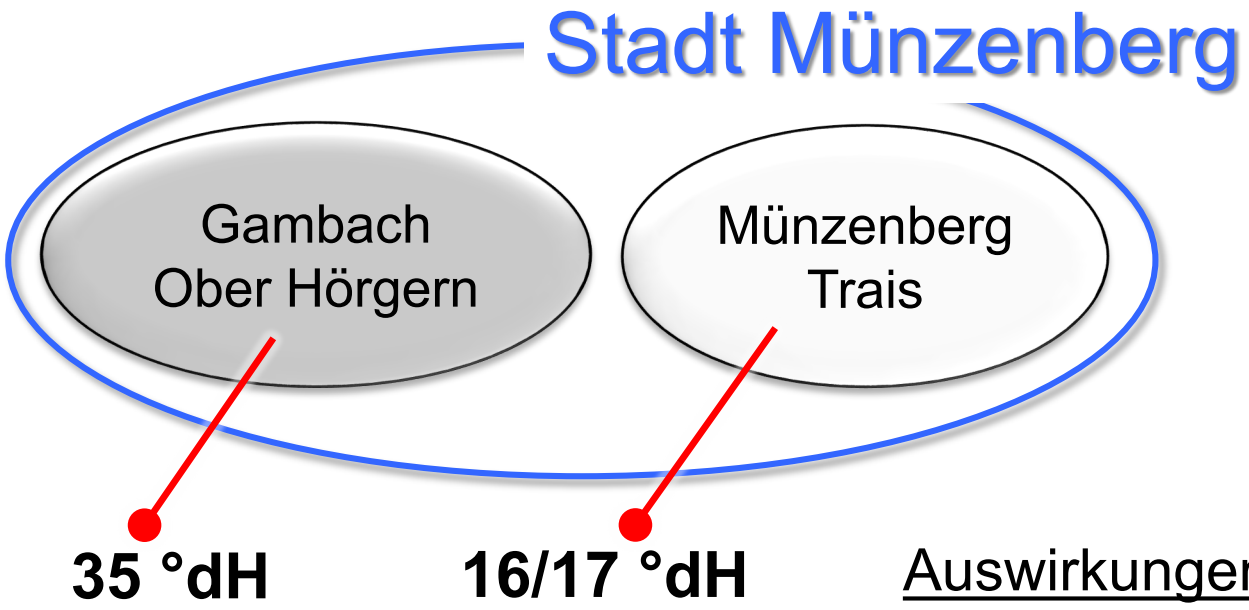
TZW

MACHBARKEITSSTUDIE ZUR ENTHÄRTUNG MÜNZENBERG

Dr. Ing.-Sebastian Hesse (8. Dezember 2021)

DVGW | TZW Technologiezentrum Wasser

ANLASS DER MACHBARKEITSSTUDIE



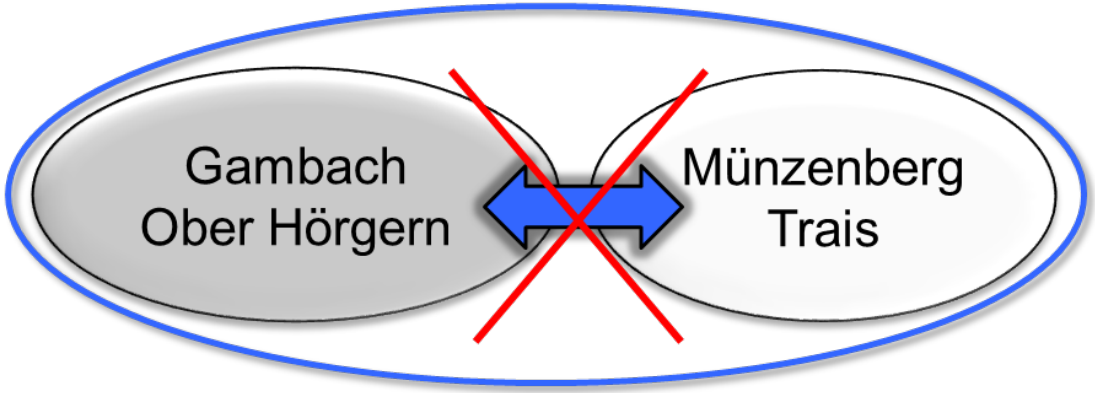
<u>Auswirkungen</u>

- Versorgungstechnisch getrennt
- Deutlicher Qualitätsunterschied

TZW

BESONDERHEIT

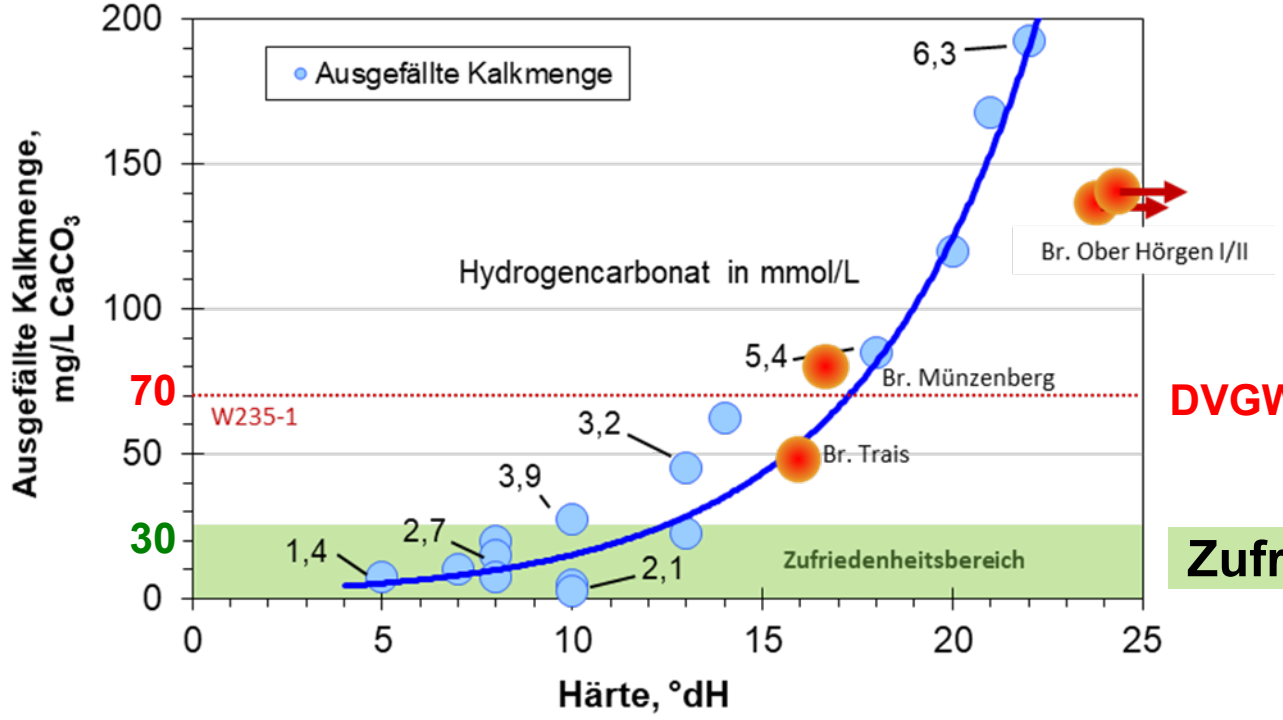
(Ø)		Gambach O.-Hörgern	Münzenberg Trais
Härte	°dH	**35**	16 / 17
Calcitabscheidekapazität (15°C)	mg/L_{CaCO3}	**38**	1 / 10
Chlorid	mg/L	**175**	30 / 40
Sulfat	mg/L	**75**	10 / 50
Nitrat	mg/L	30	20 / 40
Korrosionsindex, S_1	soll < 0,5	**1,1**	0,3 / 0,8



TZW

QUALITÄTSEINSCHÄTZUNG

Calcitabscheidekapazität bei 90 °C



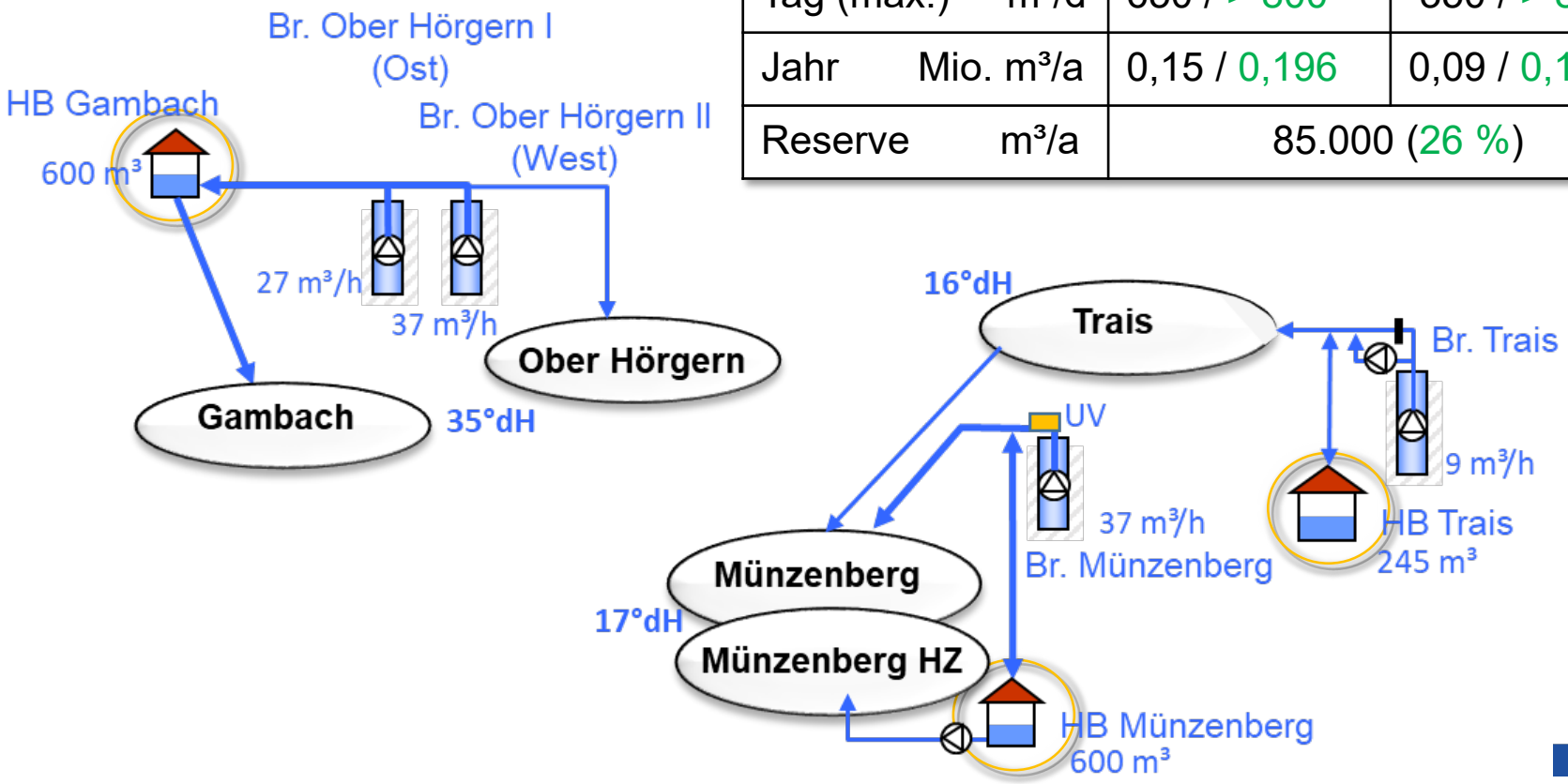
DVGW W 235

Zufriedenheitsbereich

TZW

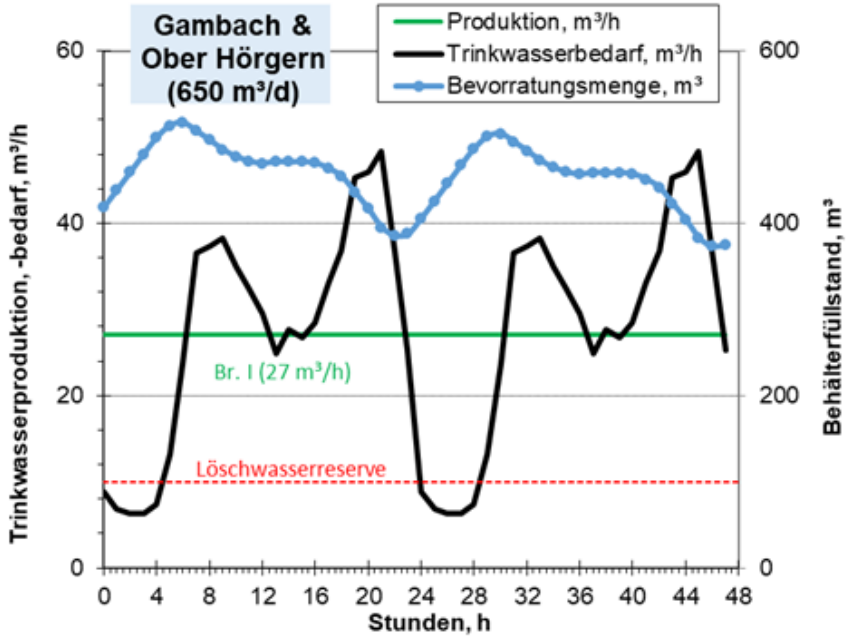
WASSER-BILANZ

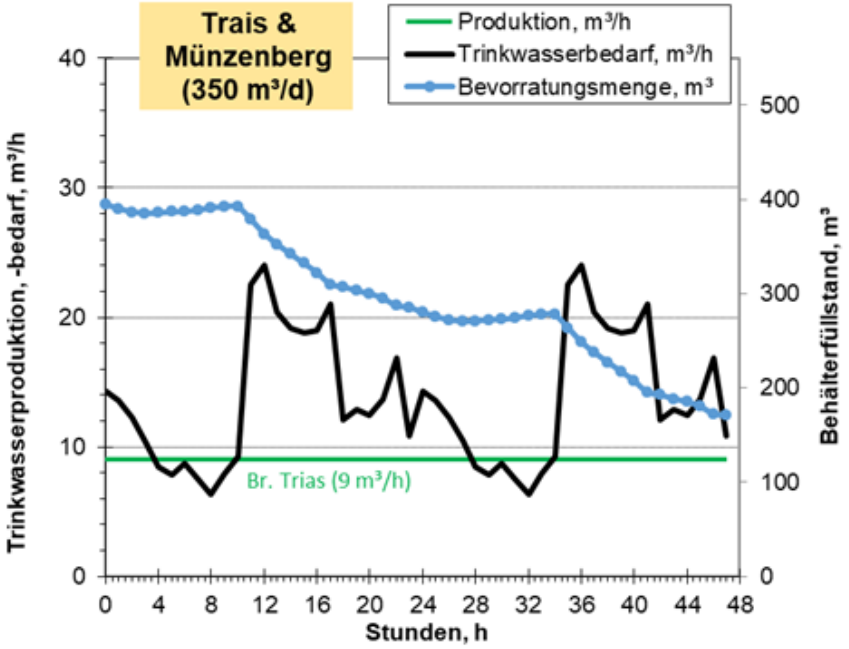
Bedarf / Dargebot	Gambach O.- Hörgern	Münzenberg Trais
Tag (max.) m³/d	650 / > 800	350 / > 800
Jahr Mio. m³/a	0,15 / 0,196	0,09 / 0,129
Reserve m³/a	85.000 (26 %)	



TZW

VERSORGUNGSSICHERHEIT / WORST CASE





- Gambach/Ober Hörgern **OK**, wenn ein Brunnen ausfällt..
- **Zusätzliches Standbein** wäre gut

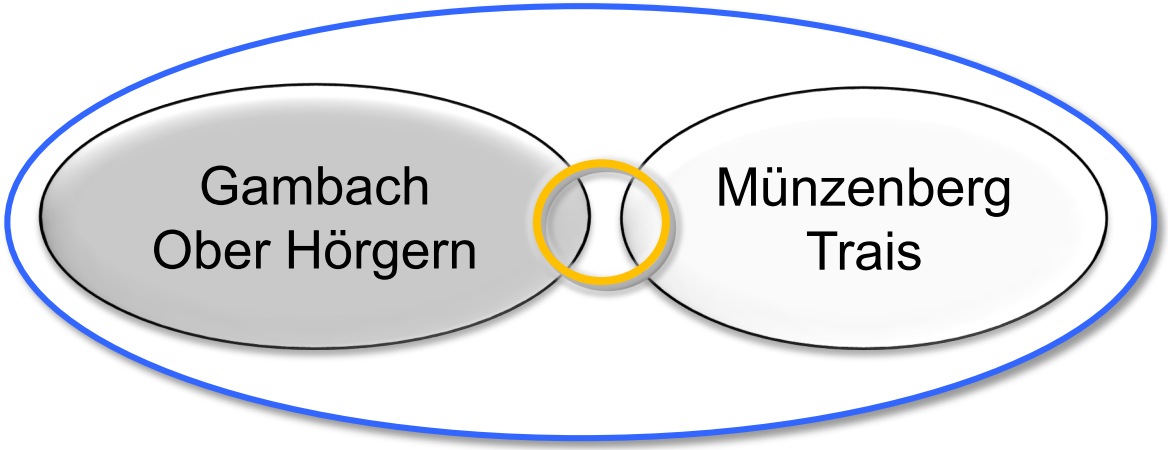
TZW

FRAGESTELLUNGEN DER STUDIE

- Welche Vorteile ergeben sich bei einer zentralen Enthärtung?
- Wie hoch ist der technische Aufwand einer zentralen Enthärtung?
- Welche ortsspezifische Besonderheiten sind zu berücksichtigen?
- Wasserreserven, Versorgungssicherheit und Komfort für alle. Wie passt das im vorliegenden Fall?

-> Eine fachliche Entscheidungshilfe!

KONZEPTIDEEN



- Angleichen der Trinkwasserbeschaffenheit zur Realisierung eines Netzverbundes durch **Teilenthärtung Gambach/Ober Hörgern**
- **Zentrale Enthärtung sämtlicher Eigenwässer** und Versorgung des gesamten Versorgungsgebietes mit einheitlichem Trinkwasser

TZW

ENTHÄRTUNGSVERFAHREN

Themen speziell Münzenberg:

- Versorgungssicherheit
- Betrieblicher Aufwand/Kosten
- Härteziel Trinkwasserqualität
- Reststoffe
- Nebenziele (Nitrat, Spurenstoffe,...)
- Flexibilität

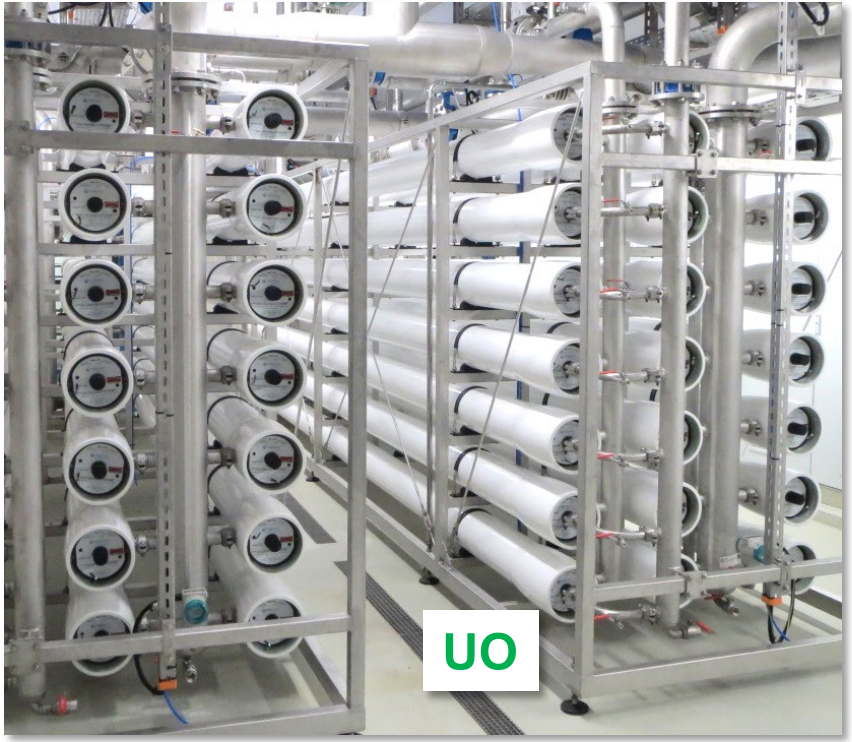
Ionenaustausch (CARIX)

Entcarbonisierung

Umkehrosmose

TZW

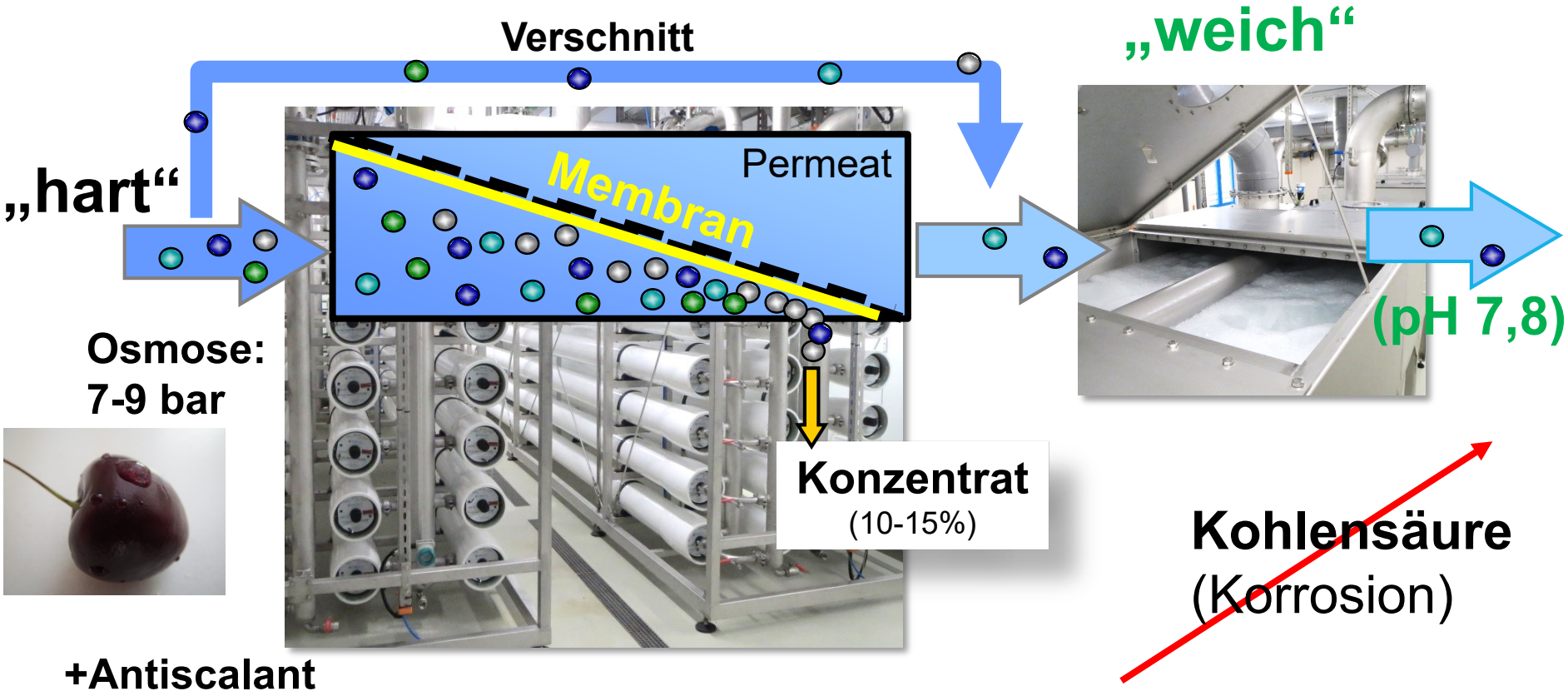
VERFAHRENSWAHL MÜNZENBERG / UO



- Härte / Neutralsalze / Korrosion
- Nitrat-/ Spurenstoffminimierung
- Kompakte Anlage / geringer Betreuungsaufwand
- Rohwasserreserve vorhanden
- Reststoffentsorgung möglich

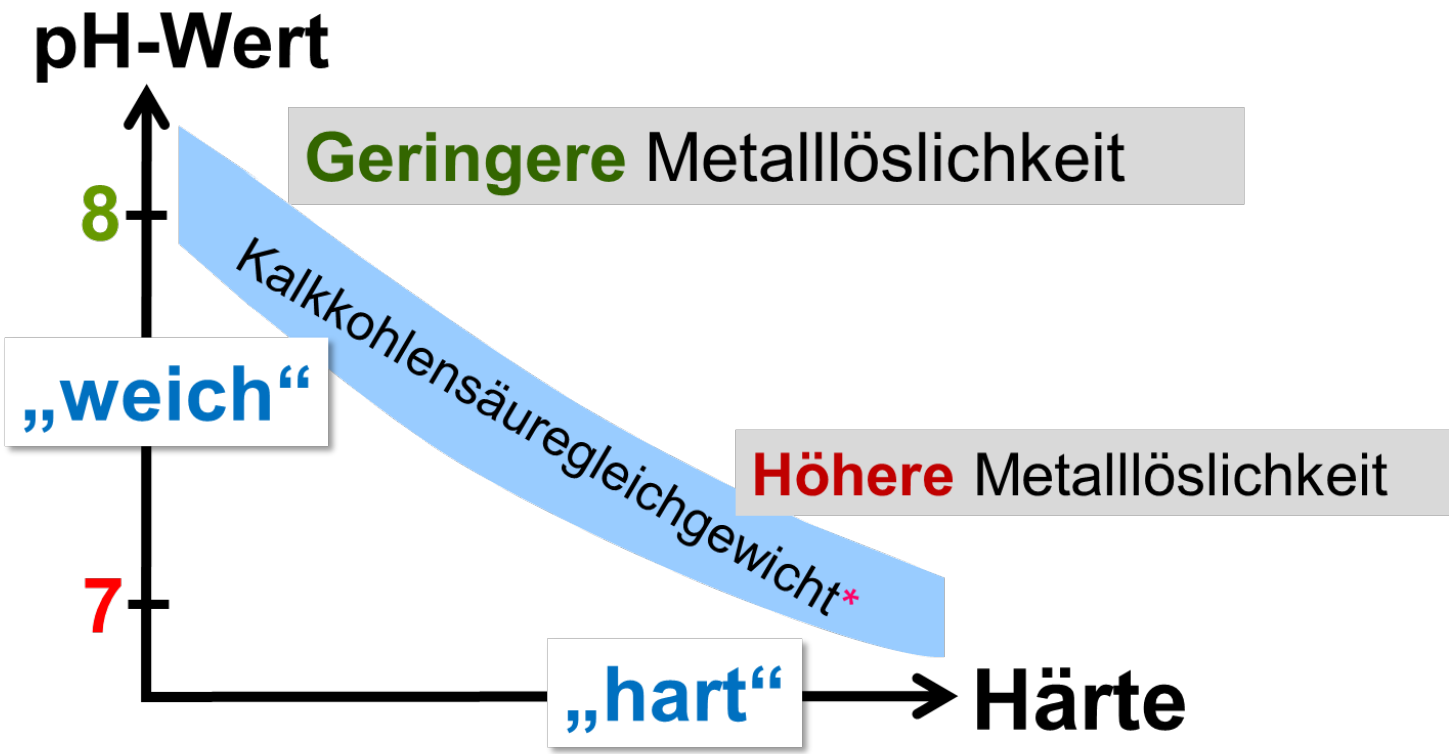
TZW

PRINZIP / UO



TZW

KORROSION / KKG

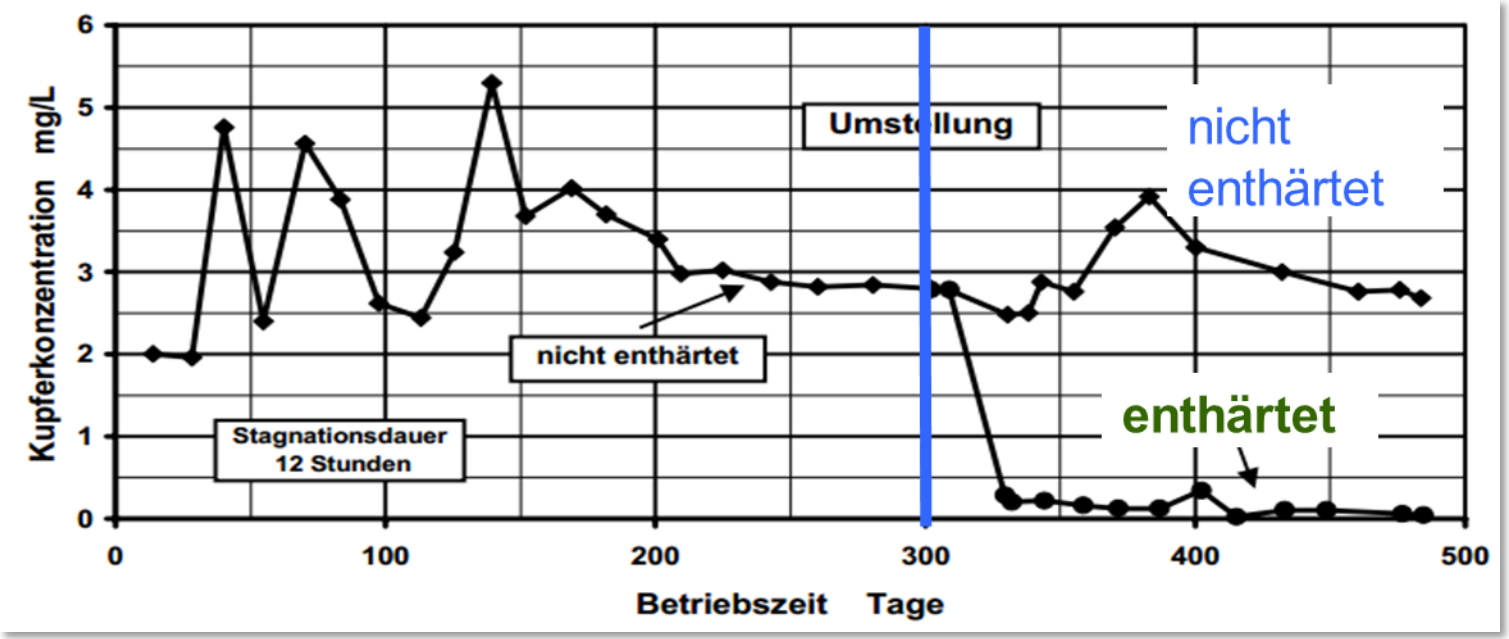


* Anforderung TrinkwV

TZW

ENTHÄRTUNG / **KUPFER**ABGABE

Aus W. Nissing, Kurs 6, DVGW



TZW

AUSWIRKUNG DER HÄRTE -> VIELFÄLLIG

Kalkablagerungen

Chemikalienbedarf

Lebensdauer von Geräten

Korrosion (Hausinstallation)

Wartungsmehr**aufwand**

Härte

… individuell

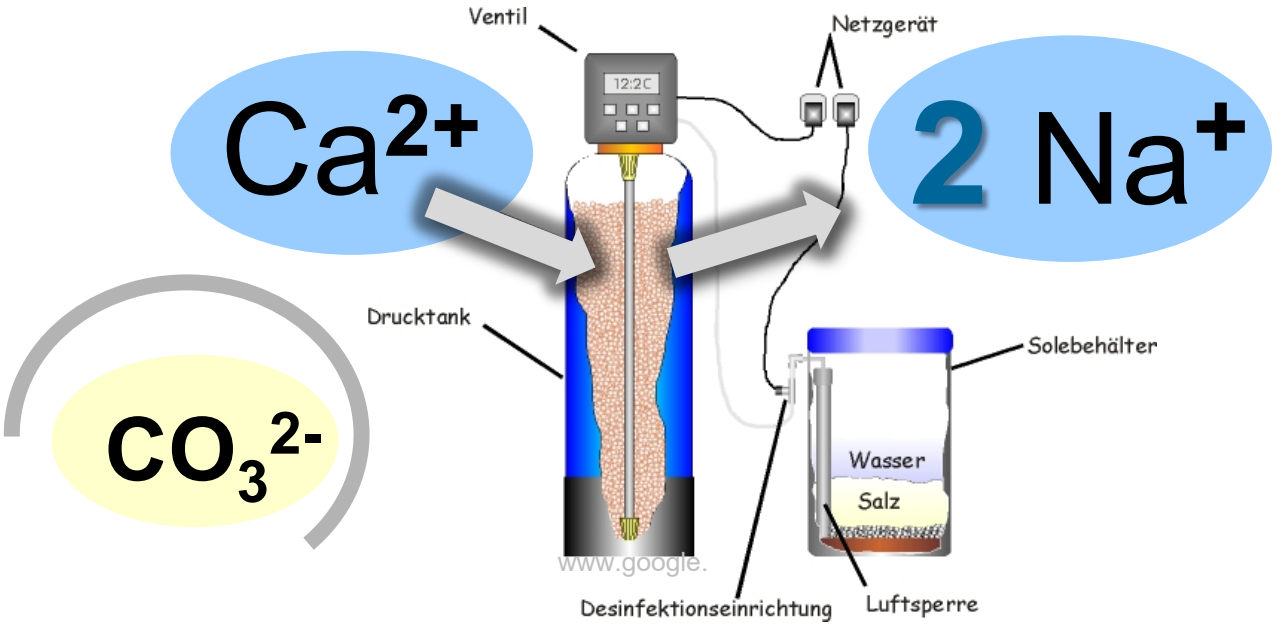
⇨ **Kosten & Komfort**

TZW

ENTHÄRTUNG
AUS VERBRAUCHERSICHT

TZW

DEZENTRALE MASSNAHMEN: IONENAUSTAUSCH



- Das Gegen-Ion (CO_3^{2-}) bleibt (Zielhärte: < 4°dH)
- Hoher Kochsalzbedarf (Regeneration des Austauschers)
- Korrosionschemisch keine Verbesserung (pH, Kohlensäure, S_1)

TZW

NACHTEILE

41 m³/Pers./a*	
Investition	2.000 €
Abschreibung (45 €/Person/a)	~ 1 €/m³
Betrieb (Salz, Wartung, Strom, Wasser)	40 €/P/a ~ 1 €/m³
Aufwand pro Person	~ 2 **€/m³**

*Quelle: TZW, Fraunhofer **2004**

Kochsalz (ca. 0,45 kg/m³)
Energie/Wasser,
Wartung (**min** 1x pro Jahr)

! Austauscherharze können **verkeimen**

TZW

WASCHMITTEL

Waschmittel (Pulver):

Anzahl der Waschgänge:

- **Cleverle** **42** / Person/a
- Weißkragen 127 / Person/a

Bsp. **Cleverle** / normal verschmutzt:

hart: **140 g** / Waschgang

weich: **80 g** / Waschgang

Für **alle** Wasserhärten geeignet

Beladung < 4,5 kg: **1** TAB

Beladung > 4,5 kg: **2** TABS

Ersparnis: **2,4 kg** /Cleverle/Jahr

keine !

TZW

KOSTENEINSPARUNGEN

Quelle: TZW, ISI-Fraunhofer 2004

Härteverringerung von „hart“ auf „weich“	
gerundete Angaben	Angaben in **€ pro Person/a**
Wasch- und Reinigungsmittel	8,00
Regeneriersalz (Spülmaschine)	0,50
Energie-/Mehrwasserverbrauch	3,00
Zusätzl. Wartung (Warmwasserbereich)	15,50
Ø-Gesamteinsparung p.a.	**27,00**

Bezogen auf Wasserbedarf (41 m³ pro Person und Jahr):

27,- €/a/Pers ≈ **0,66 €/m³**

TZW

INDIVIDUELL MÖGLICHE EINSPARUNGEN

Diverse Zusätze
(Weichspüler, Shampoo)
bspw. 5,- €/a

Längere Lebensdauer
(Kaffeemaschine, Wasserkocher, Armaturen, Bügeleisen,..)
bspw. 10,- €/a …100 €/a

Wasserfilter
Invest.: 20,- € / 2,- €/a
Kartuschen: 60,- €/a

Wasserboiler
Invest.: 5,- €/a
1x 10 Jahre

Perlator
Ø 2,- €/a

individuell.. **+** 20 €/a/Pers (0,5 €/m³) ..?

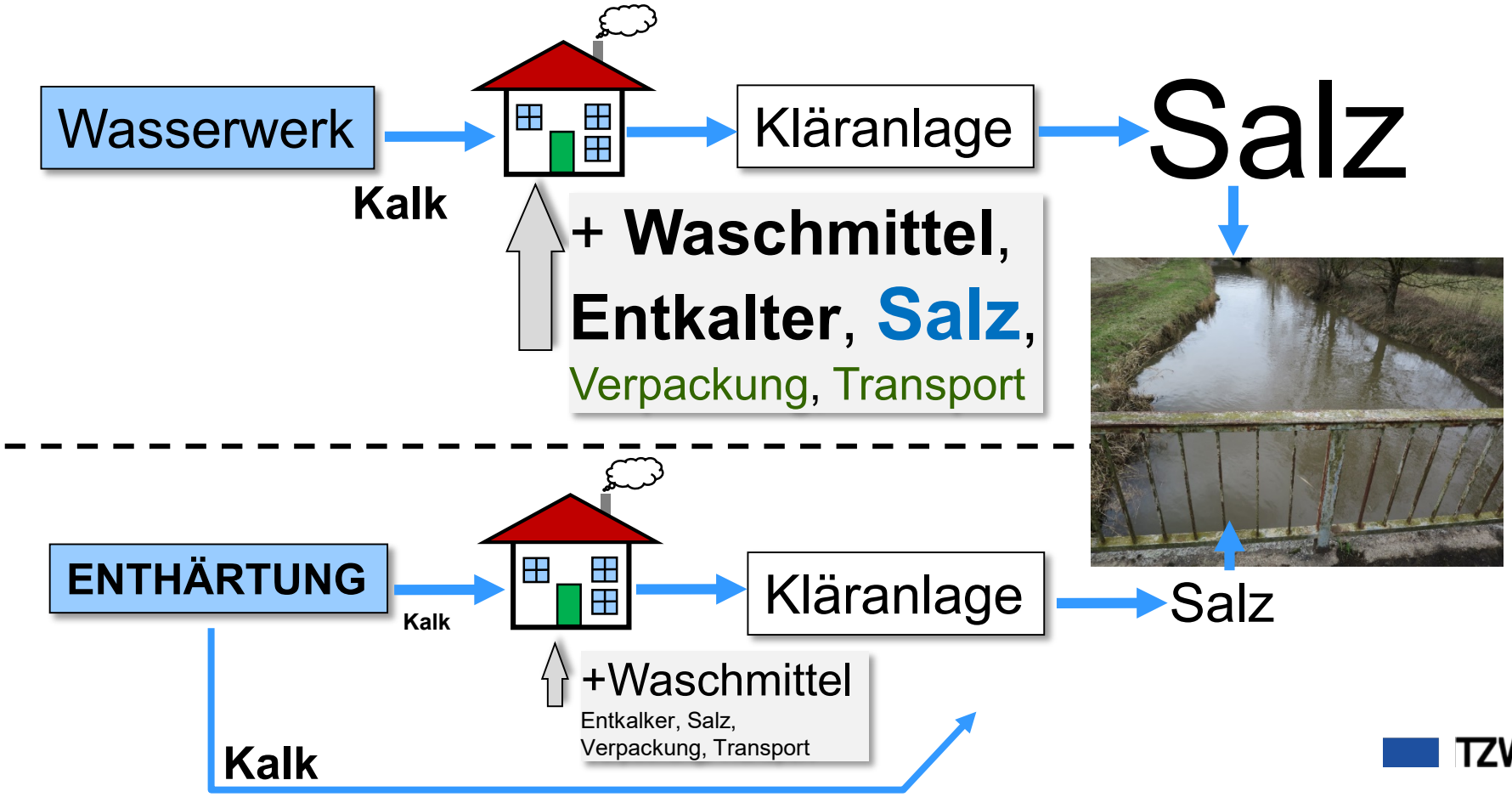
Toilettenspüler
Invest.: 3,- €/a
1x 10 Jahre

http://www.badische-zeitung.de

Ionenaustauscher im Keller
Invest.: 30 €/a/Pers.
Betrieb: **> 50** €/a/Pers.

TZW

ÖKOLOGISCHE ASPEKTE / SALZFRACHTEN



TZW

WIRKUNGSABSCHÄTZUNG (ISI-2004)

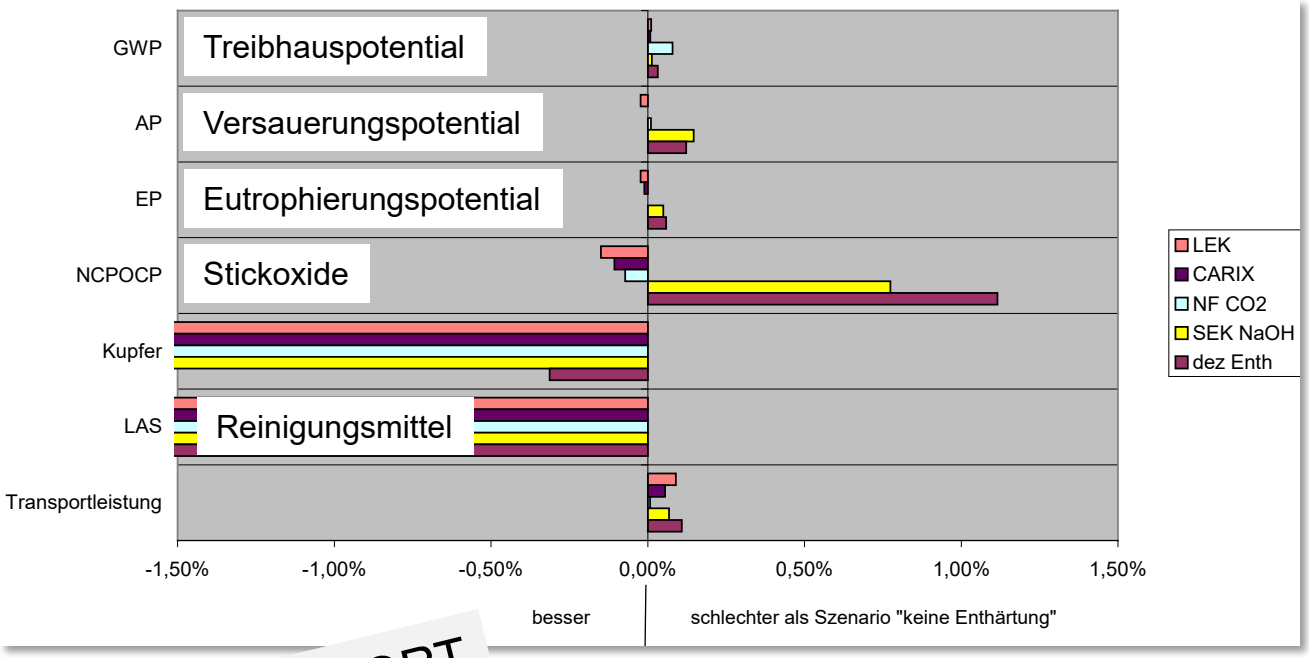
Energie 40 t CO_2

Entsäuerung 8 t CO_2

Enthärtung (240.000 m³/a)

Haushalt

CO_2-Einsparung ?
(Waschm./Reinigung
Dez. Maßnahmen
Wartung/Rep./Ersatz
Wärme, Abwasser,..)

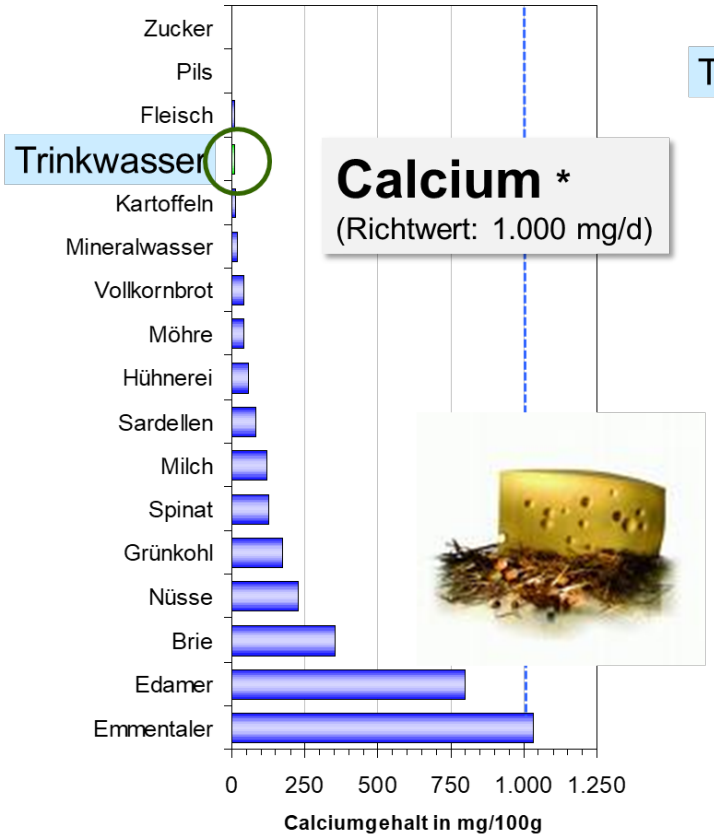


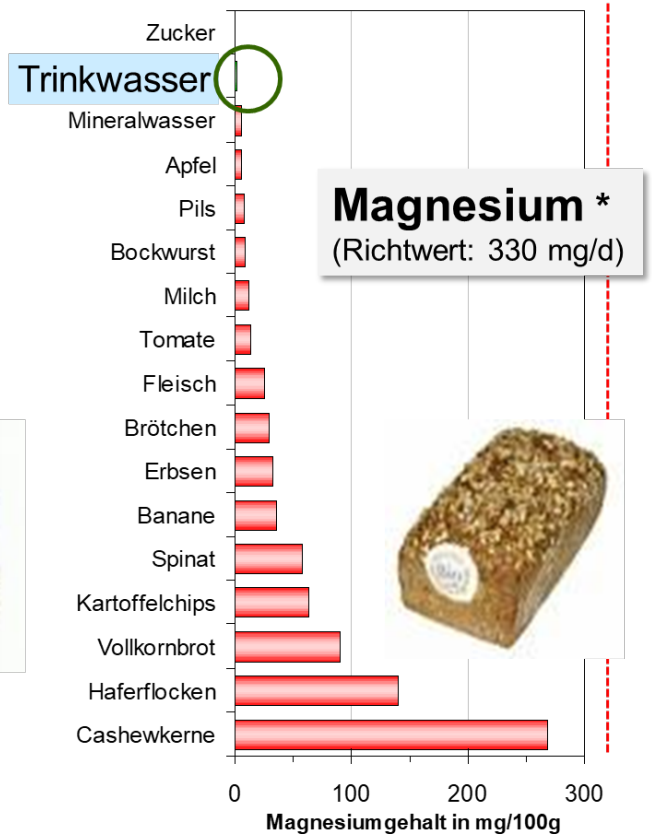
KOMFORT

Energie: 0,4 kWh/m³, 400g CO_2/ kWh, BM
Entsäuerung: 35 g CO_2/m³

TZW

GESUNDHEITSASPEKT

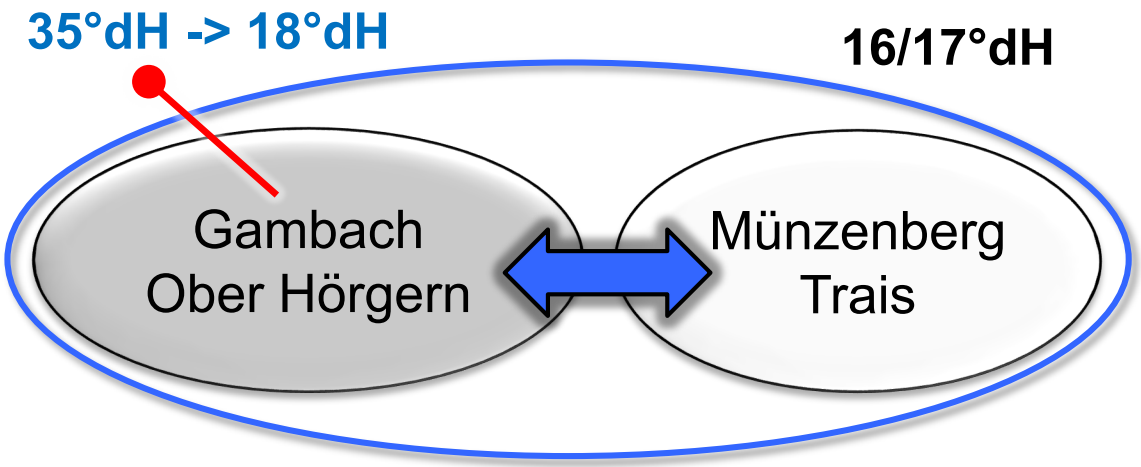


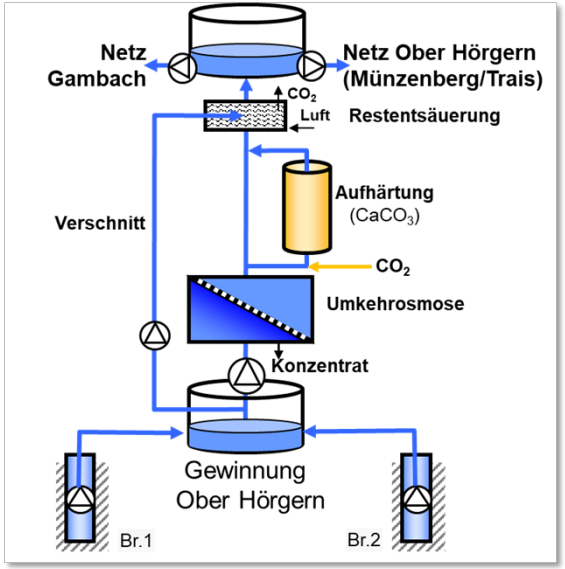


*Quelle: DGE (2000)

TZW

KONZEPT ENTHÄRTUNG OBER HÖRGERN

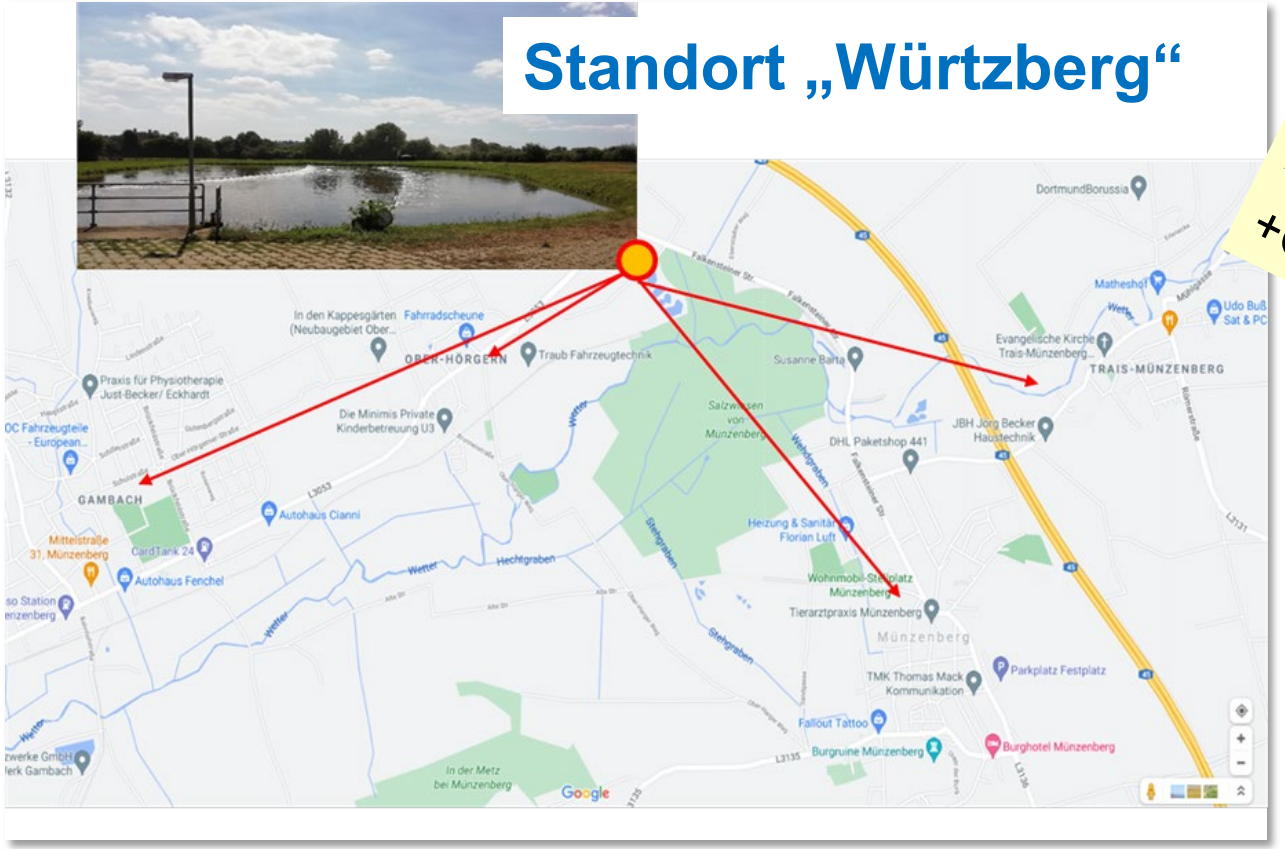




- Relativ hoher Salzgehalt / Korrosion = hoher techn. Aufwand
  Betriebswirtschaftlich nur Zielhärte von 18 °dH sinnvoll („hart“)
- Konzentratableitung aufwendig
- Aufwand/Nutzen lohnt eher nicht !

TZW

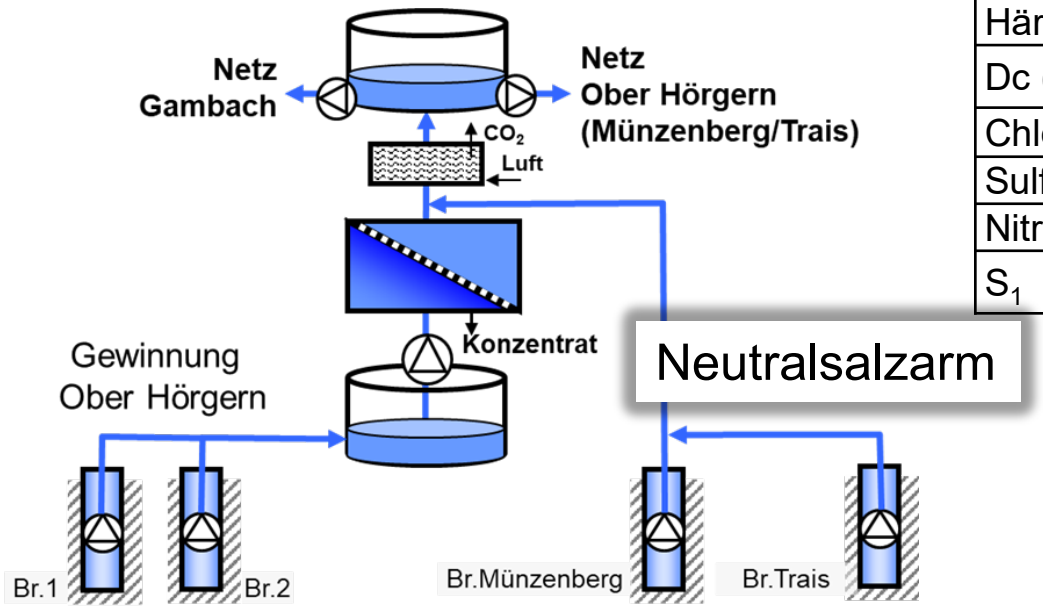
KONZEPT ZENTRALE WASSERVERSORGUNG



Thema Konzentrat:
+ Pufferung
+Genehmigung

TZW

VERFAHRENSTECHNIK WÜRTZBERG



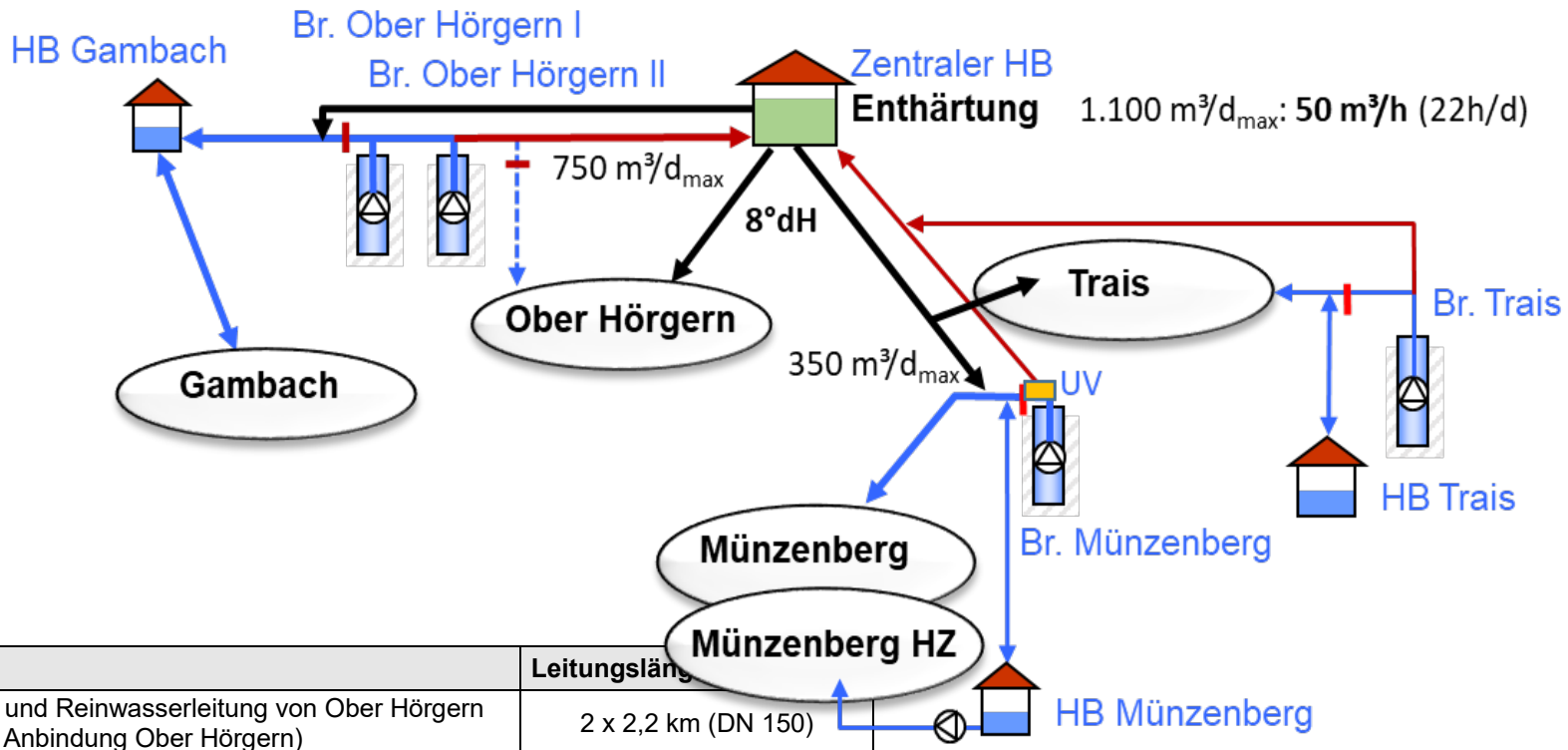
Münzenberg, Gambach, O.-Hörgern, Trais		
Härte	°dH	**8**
Dc (90°C)	mg/L_{CaCO3}	**24**
Chlorid	mg/L	**17**
Sulfat	mg/L	**12**
Nitrat	mg/L	**14**
S_1	soll < 0,5	**0,4**

Neutralsalzarm

Härteverminderung

TZW

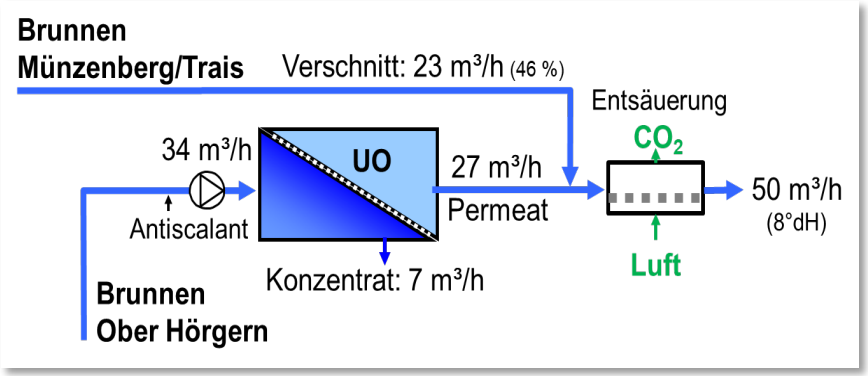
ZUSAMMENFÜHREN & ZENTRAL ENTHÄRTEN

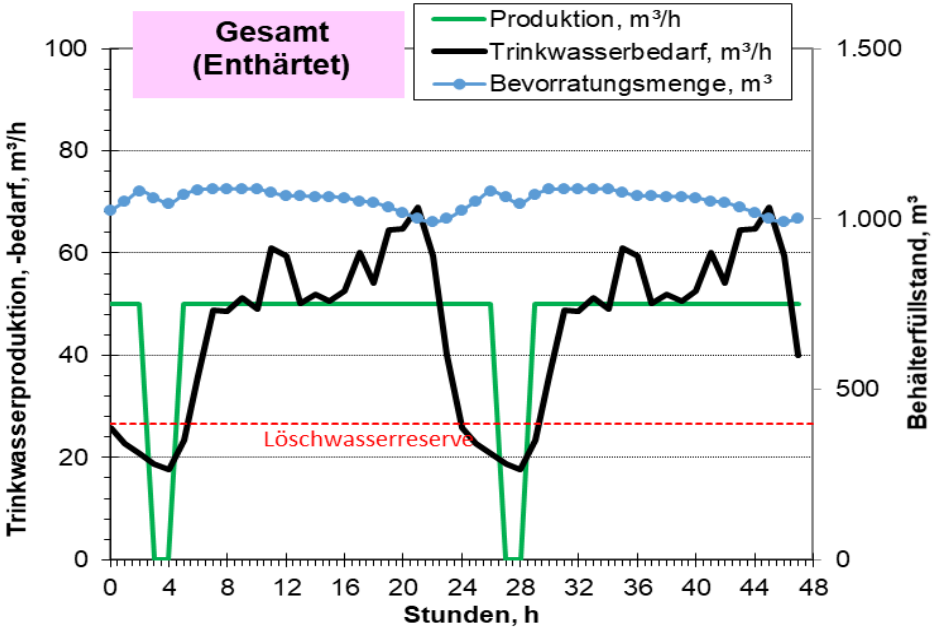


	Leitungsläng
Roh- und Reinwasserleitung von Ober Hörgern (inkl. Anbindung Ober Hörgern)	2 x 2,2 km (DN 150)
Roh- und Reinwasserleitung von Münzenberg	2x 1,2 km (DN 150)
Rohwasserleitung Trais/Münzenberg	1,5 km (DN 100)
Konzentratleitung	-

TZW

WASSERBILANZ (Härte 8°dH, WORST CASE)





- Zusatzwasserbedarf (Konentrat): 30.000 m³/a (9 %)
- Verbleibende Rohwasserreserve: 45.000 m³/a (14 %)

TZW

INVESTITIONSKOSTEN (8°dH, ZENTRAL)

Angaben in €	**Zentrale Enthärtung**	**Abschreibungsdauer, Zinssatz**
Trinkwasserbereitstellung, m³/h (°dH)	50 (8°dH)	
Rohwasserförderung	50.000	15 Jahre, 3 %
Zwischenbecken vor Enthärtung	25.000	
Membrantechnik / Entsäuerung	250.000	
Aufhärtung, Absetzbecken	-	
CO_2-Dosierung	-	
MSR-Anbindung	30.000	
Energiebereitstellung	50.000	
Rohrleitungen Armaturen, Anbindung	50.000	50 Jahre, 3 %
Gebäude	200.000	30 Jahre, 3 %
Reinwasserbevorratung / Netzeinspeisung	160.000	15 Jahre, 3 %
Konzentratleitung	10.000	15 Jahre, 3 %
Netzverbindung/Leitungsbau	**1.290.000**	50 Jahre, 3 %
Planung und Unvorhergesehenes	423.200	15 Jahre, 3 %
SUMME Invest	**2.539.000**	**-**
Abschreibung	*148.000*	-

TZW

GESAMTKOSTEN (8°dH, ZENTRAL)

Trinkwasser 8°dH, Abgabemenge: 250.000 m³/a, Verkauf: 240.000 m³/a (Gesamtgebiet)		
	€/Jahr	**Spez. Kosten/Annahmen**
Summe Investition	**148.000**	**0,62 €/m³**
Energie	25.000	25 Cent/kWh (0,4 kWh/m³)
Membranersatz	5.500	Standzeit 6 Jahre
Chemikalien (z.B. Antiscalant)	3.000	-
Wartung, Vorfilter, Analysen	10.000	-
Instandhaltung	32.000	1,5 % Inv.
Betriebsmittel	**86.000**	**0,36 €/m³**
Gesamtsumme (ohne Konzentrat)	**234.000**	**0,98 €/m³**
Konzentratableitung zum Klärwerk Abwassergebühr: bspw. 2,- €/m³	60.000	0,25 €/m³ (30.000 m³/a Konzentrat)

TZW

FAZIT

Zentrale Enthärtung:

- Gesamtes Versorgungsgebiet hat einheitlich ein weiches und beliebig mischbares Trinkwasser
- Der Aufwand trotz Leitungsbau kann insgesamt lohend sein: Fehlmengen (Förderprobleme) können ausgeglichen werden
- Überweigende ökologische und ökonomische Vorteile
- Die zentrale Enthärtung erfolgt durch einen Profi (Hygiene, Wartung, Kontrolle,...)

Aber:

- Es besteht keine Erfordernis
- Die aktuelle Wasserreserve bietet diese Option, aber Nachlegen

TZW

ZENTRALE ENTHÄRTUNG: PRO / CONTRA

+	-
Vergleichmässigung der Wasserzusammensetzung	Verringerung der Wasserreserven
Beliebige Mischbarkeit erhöht die Versorgungssicherheit	Aufwand/Leitungsbau
Komfortgewinn / Einsparungen	Wasserpreiserhöhung (..0,98 €/m³ brutto)
Wegfall der dezentralen Maßnahmen	
Ökologischer Gewinn	Gemeinschaftliche Entscheidung
Mögliche kostenneutrale Maßnahme für den Verbraucher	

TZW