

Zweckverband für Wasserversorgung "Germersheimer Nordgruppe"

Studie zu Trinkwasser-Enthärtungsmöglichkeiten im
Versorgungsgebiet des
Zweckverbandes "Germersheimer Nordgruppe"



PW 62/16

Mai 2017

INGENIEURBÜRO DILGER
BERATENDE INGENIEURE FÜR BAUWESEN

66994 Dahn
Telefon (06391) 911-0
Telefax (06391) 911 150

76829 Landau
Telefon (06341) 20820
Telefax (06341) 88459

66907 Glan-Münchweiler
Telefon (06383) 7820
Telefax (06383) 579184

Ingenieurbüro Dilger GmbH, Gewerbepark "Neudahn 3"

www.ingenieurbuero-dilger.de

**Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“ PW 62/16
Studie zu Trinkwasser-Enthärtungsmöglichkeiten im Versorgungsgebiet des
Zweckverbandes „Germersheimer Nordgruppe“**

**Studie zu Trinkwasser-Enthärtungsmöglichkeiten im
Versorgungsgebiet des
Zweckverbandes „Germersheimer Nordgruppe“**

Erläuterungsbericht

Inhaltsverzeichnis:

I. Erläuterungen

1. Allgemeines
2. Allgemeine Grundlagen
3. Gegenwärtige Wasserversorgungsverhältnisse
4. Wasserverbrauch, Wasserbedarf, Wasserbilanz, Wasserrecht
5. Wasserchemismus
6. Vorgeschlagene Maßnahmen
7. Kostenschätzung
8. Zusammenfassung

II. Anlagen

- Anlage 1: Ermittlung der Calcitabscheidetendenz der Trinkwässer aus
den Wasserwerken Weingarten und Zeiskam, TZW 2017
- Anlage 2: Zeitreihen Rohwasser Brunnen 1a, 5, 3, 4
- Anlage 3: Zeitreihen Reinwasser Weingarten und Zeiskam

**Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“ PW 62/16
Studie zu Trinkwasser-Enthärtungsmöglichkeiten im Versorgungsgebiet des
Zweckverbandes „Germersheimer Nordgruppe“**

Studie zu Trinkwasser-Enthärtungsmöglichkeiten im Versorgungsgebiet des Zweckverbandes „Germersheimer Nordgruppe“

I. Erläuterungen

1. Allgemeines

Der Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“ beabsichtigt die Enthärtungsmöglichkeiten im Versorgungsgebiet des Zweckverbandes „Germersheimer Nordgruppe“ zu untersuchen. Die erforderliche Technik soll in den vorhandenen Bauwerken vom Wasserwerk Zeiskam und Wasserwerk Weingarten untergebracht werden. Des Weiteren sind die Auswirkungen auf eine mögliche Rohrleitungs-korrosion durch Teilenthärtung zu betrachten.

Mit der Studie wurde das Ingenieurbüro Dilger GmbH in Dahn beauftragt

2. Allgemeine Grundlagen

Für die Erstellung der Studie wurden seitens des Zweckverbandes für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“ folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt beziehungsweise wurden herangezogen:

- Übersichten zu bisherigen Verbrauchszahlen und Fördermengen im Zeitraum 2005 – 2015
- Wasseranalysen der Brunnenwässer und Trinkwasser
- Wasseranalysen der Zusatzparameter, 2017
- Ermittlung der Calzitabscheidetendenz, TZW Karlsruhe, 2017
- Entwurf Neubau Wasserwerk Weingarten
- Bisherige Untersuchungen des Ingenieurbüros Dilger GmbH in Dahn
- Besprechungsnotizen Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“– Ingenieurbüro Dilger GmbH
- Angaben vom Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“ zu Verbrauchsdaten, Betriebsweisen und sonstigen für die Studie bedeutsamen Zahlenwerten
- Bewilligungsbescheide Br. 3, Br. 4, Br. 1a
- Stellungnahme zur Wasserversorgung zum Flächennutzungsplan 2030, Ingenieurbüro Dilger GmbH, Dahn, 2016
- Ortstermin am 16.05.2017 im Wasserwerk Weingarten und Zeiskam

3. Gegenwärtige Wasserversorgungsverhältnisse

3.1 Allgemeines

Der Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“ versorgt die Verbandsgemeinde Lingenfeld mit den Ortsgemeinden

- Freisbach
- Lingenfeld
- Lustadt
- Schwegenheim
- Weingarten
- Westheim

Des Weiteren gehört die Ortsgemeinde

- Zeiskam

aus der Verbandsgemeinde Bellheim dem Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“ an und wird von ihm versorgt.

Die Geschäftsführung des Verbandes obliegt dem Werkleiter der Verbandsgemeindewerke Lingenfeld in dem dortigen Verwaltungsgebäude.

Des Weiteren ist der Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“ am Trinkwasserverbund Bründelsberg GmbH mit Sitz in Dudenhofen beteiligt.

3.2 Technische Einrichtungen und Anlagen

Die Anlagen des Verbandes bestehen im Wesentlichen aus:

- Wasserwerk Zeiskam
- Brunnen 1a und Brunnen 5
- Wasserwerk Weingarten
- Brunnen 3 und Brunnen 4
- Wasserturm Lustadt
- Verbundleitungen DN 175 – DN 275
- Ortsnetzen in den Mitgliedsgemeinden

Darüber hinaus besteht ein Übergabeschacht südlich von Lingenfeld mit Wasserzähler für Wasserabgabe und Wasserbezug zu den Stadtwerken Germersheim zur jährlichen Verrechnung der Wassermengen. Die Ablesung der Wassermengen erfolgt täglich mittels einem solarbetriebenen GSM-Modem mit Batteriepuffer, plus monatliche manuelle Ablesung im WZ-Schacht durch die SW Germersheim.

Des Weiteren besteht ein Übergabeschacht mit Wasserzähler für Wasserabgabe und Wasserbezug zu den Verbandsgemeindewerken Edenkoben bei Freisbach als Notverbund. Zur Frischhaltung der Notverbundleitung wird durch die VGW Edenkoben der Notverbundleitungsabschnitt von Gommersheim her regelmäßig gespült.

Im Pumpwerk Bahnhof wird eine Druckhöhe von rd. 7,2 bar im Netz der „Germersheimer Nordgruppe“ in der Rohrleitung DN 275 angezeigt. Die Druckhöhe im Netz der SW Germersheim wird mit rd. 5,6 bar angezeigt.

3.2.1 Wasserwerk Zeiskam

In der Nähe des Wasserwerkes Zeiskam bestehen zwei Tiefbrunnen, Brunnen 1a, Brunnen 5, die mit je einer Brunnenpumpe ausgestattet sind, die mit je 65 m³/h das Rohwasser als Rohmischwasser (mit bis zu max. 130 m³/h) ins Wasserwerk Zeiskam fördern. Dort strömt das Rohmischwasser über eine Gegenstrombelüftung mit bis zu max. 130 m³/h in einen Zwischenbehälter. Der Zusammenschluss der Rohwasserleitung vom Brunnen 1a zum Wasserwerk und der Rohwasserleitung vom Brunnen 5 zum Wasserwerk ist unmittelbar vor dem Wasserwerk vorhanden.

Das in der Gegenstrombelüftung mit Sauerstoff angereicherte Rohmischwasser wird mittels einer Zwischenpumpenanlage (drehzahlgeregelte horizontale Kreiselpumpen) vom Zwischenbehälter über die Schnellfilteranlage zur Enteisung und Manganentfernung gefördert. Die Schnellfilteranlage besteht aus 2 geschlossenen Schnellfilterkesseln, die mit Quarzsand befüllt sind. Die maximale Filterleistung der Schnellfilteranlage zur Enteisung und Manganentfernung beträgt 130 m³/h.

Nach den Schnellfilterkesseln fließen die Teilströme aus den 2 Schnellfilterkesseln in einer gemeinsamen Rohrleitung zu einem Speicherbehälter mit 200 m³ Inhalt, der als Saugvorlage für die Trinkwasserpumpen dient.

Die Trinkwasserpumpen (drehzahlgeregelte horizontale Kreiselpumpen) fördern das Trinkwasser in Abhängigkeit vom anstehenden Versorgungsdruck im Gegendruck in den Wasserturm Lustadt bzw. ins Verteilungsnetz des Zweckverbandes für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“.

3.2.2 Wasserwerk Weingarten

Der Brunnen 3 und Brunnen 4 fördern das Rohwasser aus Brunnen 3 oder Rohwasser aus Brunnen 4 oder Rohmischwasser aus Brunnen 3 und Brunnen 4 über eine Schnellfilteranlage zur Enteisenung und Manganentfernung (Baujahr 2013). Die Schnellfilteranlage zur Enteisenung und Manganentfernung besteht aus 4 geschlossenen Filterkesseln, die mit Quarzsand befüllt sind. Die maximale Filterleistung der Schnellfilteranlage zur Enteisenung und Manganentfernung beträgt 220 m³/h. Im Rohwasserzulauf wird mittels Statikmischern dem Rohwasser Luft zur Sauerstoffanreicherung zugeführt, die mittels Kompressoren mit Druckluftspeichern aus der Filterhalle gewonnen wird. Die Sauerstoffanreicherung mittels Statikmischer erfolgt jeweils separat in der Rohwasserleitung von Brunnen 3 und in der Rohwasserleitung von Brunnen 4. Danach wird das mit Luftsauerstoff angereicherte Rohwasser aus Brunnen 3 und Brunnen 4 verschnitten und als Rohmischwasser den 4 Schnellfilterkesseln, die parallel durchströmt werden, zugeführt. Nach den Schnellfilterkesseln fließen die 4 Teilströme aus den 4 Schnellfilterkesseln in einer gemeinsamen Rohrleitung zur Kreuzstrombelüftung. Vom Kreuzstrombelüfter strömt das Trinkwasser in 2 Speicherkammern, die als Saugvorlage für die Trinkwasserpumpen dienen. Die drehzahlgeregelten horizontalen Trinkwassernetzpumpen fördern das Trinkwasser im Gegendruck ins Verteilungsnetz des Zweckverbandes für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“ bzw. in den Wasserturm Lustadt.

3.2.3 Verbundrohrleitungsnetz

Über das Verbundnetz des Zweckverbandes für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“ werden die Verbraucher im Verbandsgebiet mit Trink- und Löschwasser versorgt. Zwischen den Ortsgemeinden besteht ein Verbundrohrleitungssystem mit Rohrleitungen in den Nennweiten DN 175 – DN 275 mit einer Länge von insgesamt 117 km.

In dieses Verbundsystem speisen direkt ein:

- a) der Wasserturm zwischen Weingarten und Lustadt
- b) das Wasserwerk Zeiskam zwischen Zeiskam und Lustadt
- c) das Wasserwerk Weingarten zwischen Weingarten und Schwegenheim
- d) der HB Bründelsberg bei Notbetrieb, mit Wasser von den SW GER oder ggf. Wasser von den SW Speyer zwischen Lingenfeld und Schwegenheim
- e) die SW Germersheim zum Wasseraustausch im ZB Bründelsberg

Betriebszustände im Normalbetrieb:

Die Netzpumpen der „Germersheimer Nordgruppe“ fördern im WW Zeiskam und WW Weingarten täglich Trinkwasser in das Verbundleitungsnetz zu den Verbrauchern und in den Wasserturm Lustadt.

Über das Verbundleitungsnetz sind die Ortsgemeinden Weingarten, Schwegenheim, Lingenfeld, Westheim, Zeiskam und Lustadt miteinander verbunden. Ab der Ortsgemeinde Weingarten führen zwei parallele Einzelstränge zur Ortsgemeinde Freisbach. Die Ortsgemeinde Zeiskam ist am Versorgungsnetz Lustadt angeschlossen und ist durch eine Verbindung DN 150 über das Neubaugebiet „Links vom Germersheimer Weg“ in die Ringversorgung eingebunden. In die Verbindungsleitung vom Ortsnetz Lustadt zum Ortsnetz Zeiskam speist das Wasserwerk Zeiskam ein.

Die Betriebsdruckhöhe im Verteilungsnetz beträgt im Normalbetrieb i.d.R. rd. 5,8 bar.

Netzeinspeisung durch die SW Germersheim:

Des Weiteren existiert im Normalbetrieb eine Betriebsweise, die zum täglichen Wasseraustausch im ZHB Bründelsberg, in der Südkammer, Inhalt $I = 2.000 \text{ m}^3$, dient, die durch die SW Germersheim betrieben wird. Die Wasserabgabe und der Wasserbezug in das oder aus dem Netz der „Germersheimer Nordgruppe“ wird dabei vom Pumpwerk Bahnhof der SW Germersheim gesteuert. Mit dem Pumpwerk Bahnhof werden ca. 85 - 90 m^3/h Trinkwasser der SW Germersheim an ca. 10 h pro Tag durch das Netz der „Germersheimer Nordgruppe“ Richtung ZHB Bründelsberg in die Südkammer gefördert.

Die Einspeisung erfolgt überwiegend in den Nachtstunden und außerhalb von Spitzenverbrauchszeiten. Tagsüber lassen die SW Germersheim die eingespeisten Mengen auf Grund des höheren Druckpotentials im Netz der „Germersheimer Nordgruppe“ über den Wasserzählerschacht ins Netz der SW Germersheim zurückfließen.

Die über die Rohrleitung DN 275 durch die SW Germersheim ins Netz der „Germersheimer Nordgruppe“ geförderte Wassermenge wird am ZHB Bründelsberg in die Südkammer als Mischwasser aus dem Netz der „Germersheimer Nordgruppe“ zur Befüllung bzw. als Wasseraustausch in der Südkammer mittels Zulauf-Regelventil abgezogen.

Außerdem ist im Normalbetrieb aus dem Pumpwerk Bahnhof der SW Germersheim, beim Absinken des WSP im WT Lustadt unter ca. 2,75 m, eine automatische Förderung ins Netz der „Germersheimer Nordgruppe“ vorhanden.

Betriebszustände zum Notbetrieb:

Im ZHB Bründelsberg besteht zur Notversorgung von und zu den SW Speyer eine Rohrleitungsverbindung, die bei Notbetrieb mittels Klappe durch Handbetätigung aktiviert werden kann. Die SW Speyer betreiben die Nord-Kammer, Inhalt I = 2.000 m³, vom ZHB Bründelsberg.

Zum Notversorgungsbetrieb ist eine Förderung von Trinkwasser von den SW Germersheim vom Pumpwerk Bahnhof ins Netz der Germersheimer Nordgruppe möglich (Fall ZHB leer).

Des Weiteren kann ein Notversorgungsbetrieb mit Förderung von Trinkwasser von den SW Germersheim vom Pumpwerk Bahnhof ins Netz der „Germersheimer Nordgruppe“ erfolgen (Fall ZHB nicht leer). Dabei fördern die Stadtwerke Germersheim über die vorhandene Rohrleitung der Nennweite DN 275, über die Übergabestation zum Zweckverband „Germersheimer Nordgruppe“/Stadtwerke Germersheim, das Trinkwasser in das Rohrleitungsnetz der „Germersheimer Nordgruppe“, Bereich Lingenfeld, zum Zentralbehälter Bründelsberg.

Zusammenfassung:

In Folge der Betriebsweise des täglichen Wasseraustausches mit ca. 85 - 90 m³/h durch die SW Germersheim kommt es im Netz der „Germersheimer Nordgruppe“ zu Fließrichtungsänderungen und Druckschwankungen im Bereich der Ortsgemeinde Lingenfeld bei der Befüllung und der Entnahme.

4. Wasserverbrauch, Wasserbedarf, Wasserbilanz

4.1 Verbrauchsübersicht

Tabelle 1

Wasserbilanz 2005 - 2015	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
max./min. Monat m³		keine Daten vorhanden										
max./min. Tag m³		keine Daten vorhanden										
Fremdabgabe m³		"Null-Rechnung"										
Einwohner	18.417	18.418	18.443	18.493	18.402	18.324	18.433	18.458	18.548	18.558	18.744	18.948
Rohwasserförderung m³	984.794	949.985	971.979	937.301	928.024	885.660	898.597	970.611	975.788	1.032.657	891.387	959.970
Fremdbezug m³		557	385	382	338	384	373	346	353	296	20.386	461
Gesamt m³		950.542	972.364	937.683	928.362	886.044	898.970	970.957	976.141	1.032.953	911.773	960.431
Verbrauch Haushalte m³		748.735	726.831	710.990	711.564	706.264	699.401	699.650	709.377	710.780	720.212	766.636
Verbrauch Industrie m³		56.775	54.056	54.331	54.450	50.128	52.601	53.026	54.764	54.913	60.561	61.969
Abgabe Landwirtschaft u. öffentlich/rechtlich		51.803	62.948	52.514	60.377	56.180	67.867	69.134	74.814	91.451	77.033	54.029
Eigenbedarf m³		47.500	88.500	50.200	46.400	47.900	48.100	55.320	64.000	113.000	18.000	34.870
Verluste m³		45.729	40.029	69.648	55.571	25.572	31.001	93.847	73.186	62.809	95.967	42.927
Gesamtabgabe (Verkaufte)	883.279	857.313	843.835	817.835	826.391	812.572	819.869	821.790	838.955	857.144	857.806	882.634
Bewilligte Wassermengen: Brunnen 3: 20l/s bzw. 72 m³/h Brunnen 4: 40 l/s bzw. 144 m³/h Brunnen 1a: 190 m³/h												
		bzw. 2.500 m³/d bzw. 600.000 m³/a										
Eigenbedarf und Verluste	m³	101.515	93.229	128.529	119.848	101.971	79.101	149.167	137.186	175.809	55.967	77.797
Eigenbedarf und Verluste	%	9,81%	13,22%	12,78%	10,98%	8,29%	8,80%	15,36%	14,05%	17,02%	5,92%	8,10%

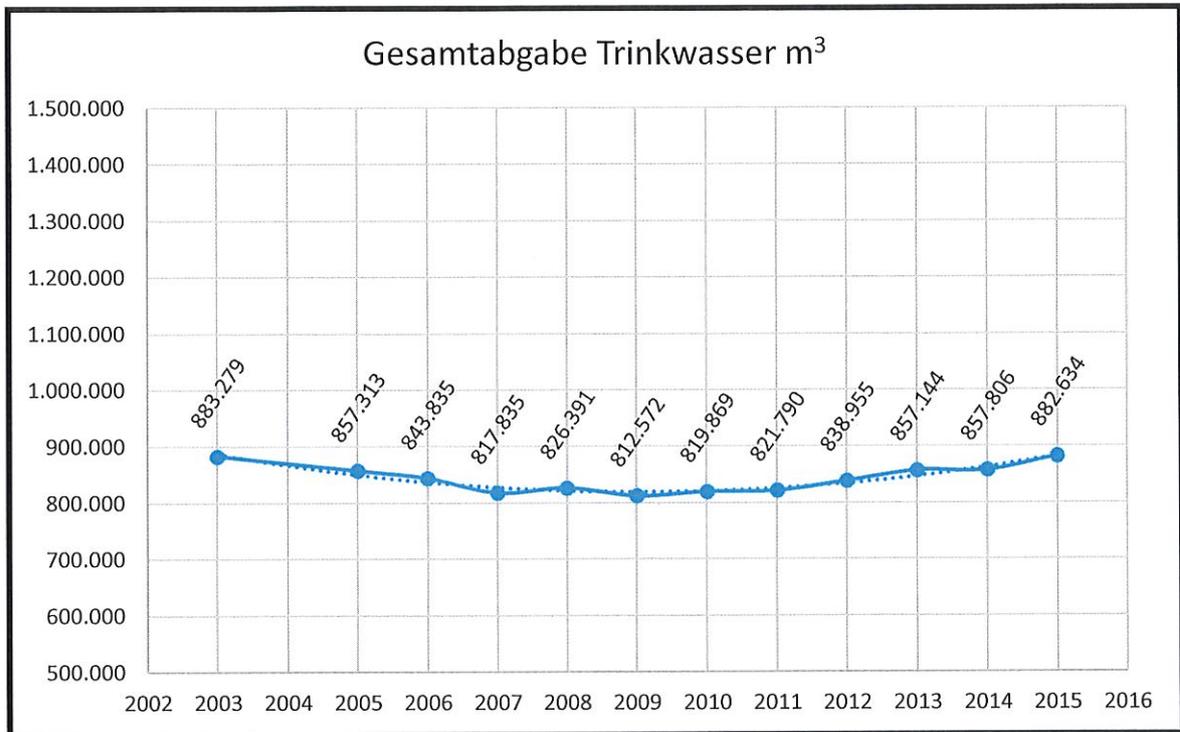
Die Verbrauchsstatistik des Zweckverbandes zeigt den größten Rohwasserverbrauch im Jahr 2013 infolge der Inbetriebnahme Arbeiten am neuen Wasserwerk Weingarten.

Die bisher auf Grund klimatischer Bedingungen, im trockenen und regenarmen Jahr 2003, erzielte Trinkwasserhöchstabgabe von 883.279 m³/a wird im Jahr 2015 mit 882.634 m³/a durch Verbrauchssteigerungen fast erreicht.

Die prozentualen Verlustangaben beinhalten den Eigenbedarf für Netzspülung und Verluste etc. Sie liegen im Jahr 2011 mit 93.847 m³ hoch, das entspricht rd. 15,36 %. In den Jahren 2009, 2010 und 2015 liegen die Verluste bei rd. 8,1 - 8,8 %, bezogen auf die Gesamtrohwassergewinnung.

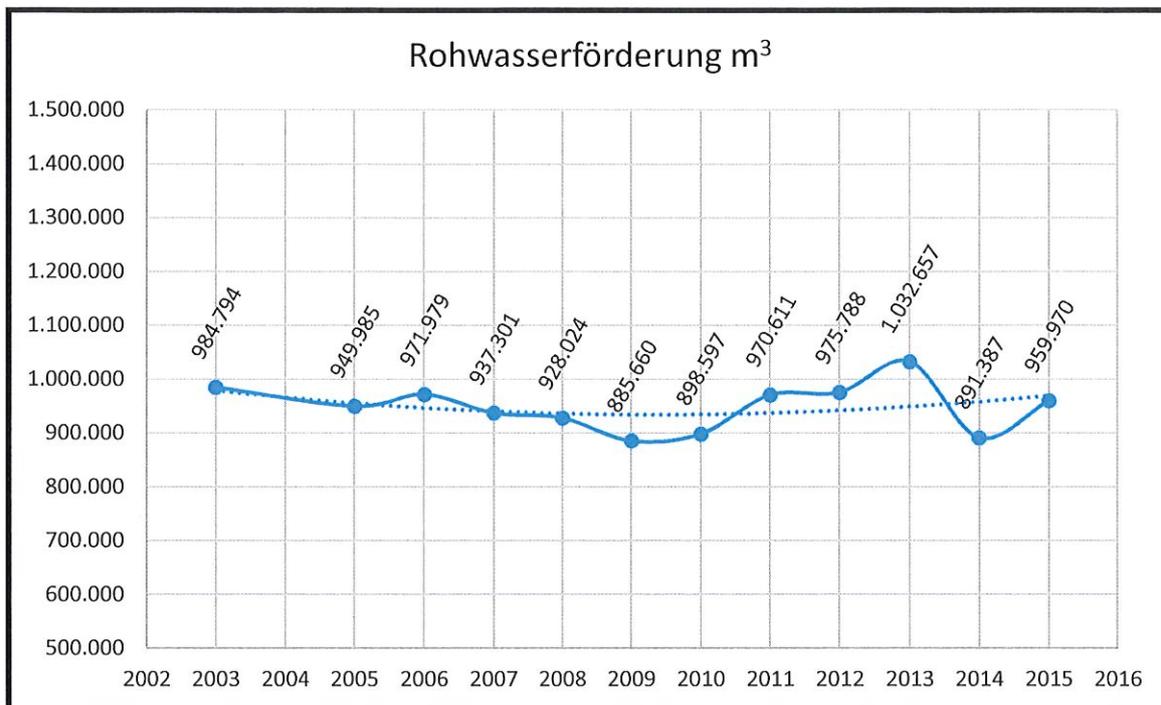
Trinkwassergesamtabgabe:

Tabelle 2



Der steigende Trend bei der Trinkwasserabgabe ist auch bei der Rohwasserförderung zu beobachten. Im Jahr 2003 wurden als Spitzenwert 984.794 m³/a gefördert. In den Jahren 2011, 2012 und 2015 wird dieser Spitzenwert fast erreicht.

Tabelle 3



Die höheren Rohwasserfördermengen in den Jahren 2011, 2012 und 2013 sind auf den höheren Wasserverbrauch infolge der Inbetriebnahme vom Wasserwerk Weingarten und Netzspülungen zurückzuführen.

Weitere Angaben zeigen, dass der Wasserbedarf im Verbandsgebiet auf Grund der Verbraucherstruktur größeren Schwankungen im Jahresverlauf unterliegt. Dies ist nicht allein den klimatischen Bedingungen geschuldet, sondern auch dem Gewerbeanteil im Versorgungsbereich, der überwiegend von Landwirtschaft und Gemüseanbau geprägt ist.

Aus der nachfolgenden Tabelle sind die Gewinnungs- und Verbrauchszahlen mit Zuordnung zu den Wasserwerken Zeiskam und Weingarten ersichtlich.

Gewinnungs- und Verbrauchszahlen WW Zeiskam und Weingarten:

Tabelle 4

Jahr	Gesamt-Gewinnung	Anteil WW Weingarten		Anteil WW Zeiskam		Gesamt-abgabe	Gesamt-Einwohner	Spez. Verbrauch
	m ³ /a	m ³ /a	%	m ³ /a	%	m ³ /a	E*	l/E x d**
2003	984.794	460.984	47	523.810	53	883.279	18.417	131
2006	972.364	473.809	49	498.555	51	843.835	18.443	127
2007	937.683	424.581	45	513.102	55	817.835	18.493	123
2008	928.362	425.894	46	502.468	54	826.391	18.402	121
2009	886.044	460.050	52	425.994	48	812.572	18.324	117
2010	898.970	311.627	35	587.343	65	819.869	18.433	116
2011	953.249	352.413	37	600.836	63	821.790	18.458	123
2012	976.141	368.828	38	607.313	62	838.602	18.548	125
2013	1.032.953	371.577	36	661.376	64	856.848	18.588	131
2014	911.773	450.357	52	461.416	48	857.806	18.916	112
2015	960.431	599.700	63	360.731	37	882.634	18.946	122

* Gesamt-Einwohnerzahl im Versorgungsgebiet der Germersheimer Nordgruppe, d. h. in der VG Lingenfeld ca. 16.000 E, plus ca. 2.500 E in der OG Zeiskam (VG Bellheim)

** Spezifischer Verbrauch Haushalte inkl. Verluste

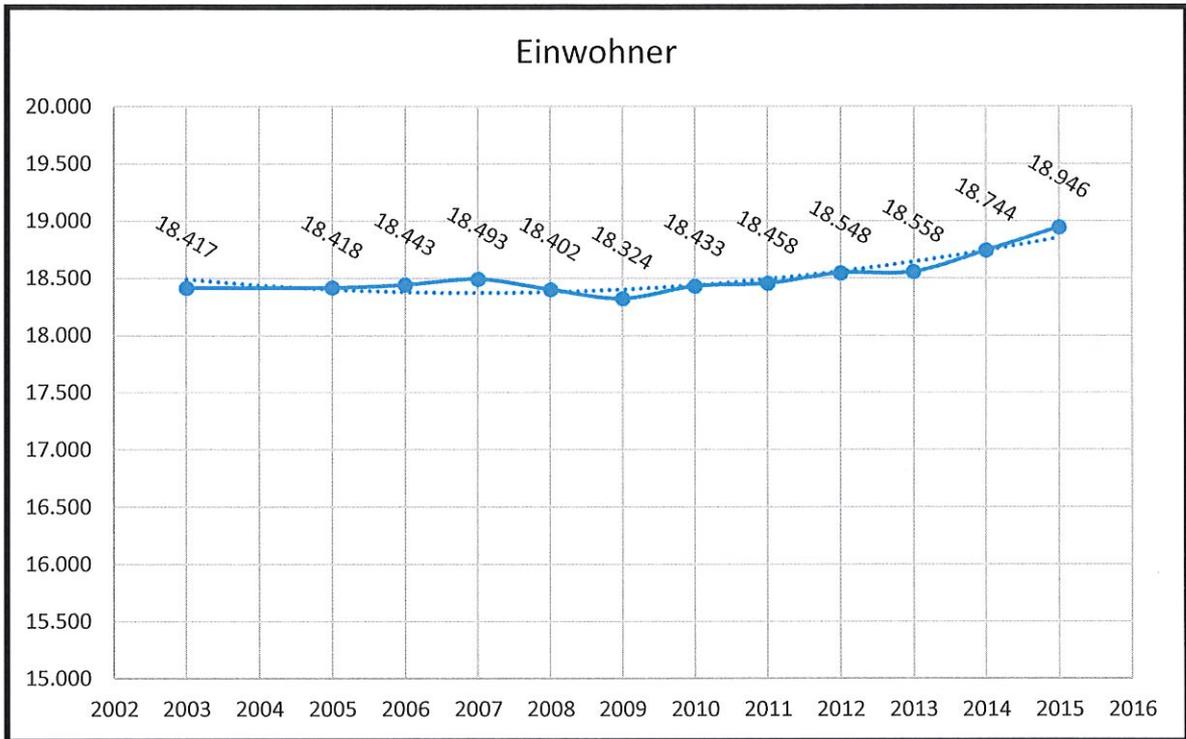
Beide Wasserwerke sollen jeweils rd. die Hälfte der Gesamtabgabe in das Verbundnetz einspeisen.

Der spezifische Verbrauch aus den letzten Jahren liegt im Bereich des Bundesdurchschnittes.

4.2 Wasserbedarfsprognose (2030)

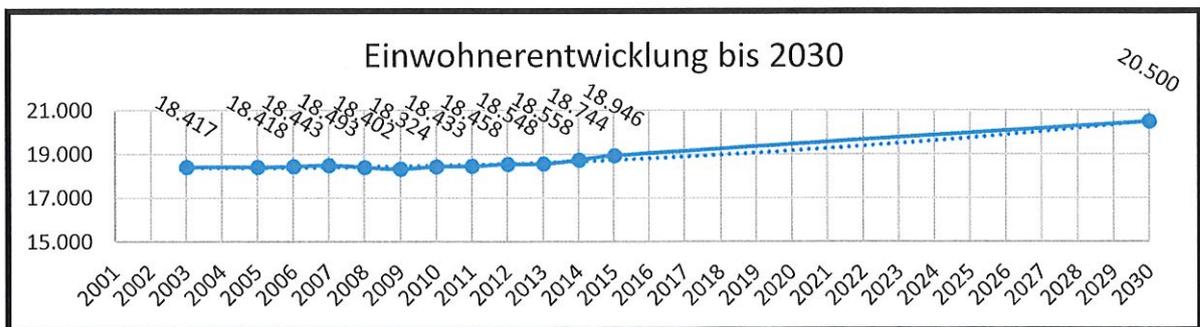
Eine steigende Entwicklung der Einwohnerzahlen seit 2009 bis 2015 ist in der nachfolgenden Tabelle ersichtlich.

Tabelle 5



Bis zum Jahr 2030 ist von einem Anstieg der Einwohnerzahl um rd. 1.554 E in Folge der Neuausweisung von Bauflächen lt. Entwicklung der Bauflächen aus dem FNP 2030 auszugehen.

Tabelle 6



Des Weiteren ist für die Neuausweisung von Gewerbegebieten mit einem steigenden Wasserbedarf zu rechnen. Als Richtwert für neu zu erschließenden gemischten Gewerbegebieten nach DVGW 410, ohne nutzungsabhängigen Wasserbedarf für Produktion, werden aus einer Spanne von 1,5 - 4,0 m³/ha/d, 2 m³/ha/d gewählt.

Für den Trinkwasserbedarf bis 2030 werden unter Annahme einer vollständigen Bebauung der zukünftigen Bauflächen, lt. FNP 2030, von rund 21 ha und den Gewerbeflächen mit 1,7 ha zusätzlich im Mittel pro Tag 190 m³ und bei maximalem Bedarf zusätzlich 380 m³ pro Tag Trinkwasser benötigt.

Der zusätzliche mittlere Jahresbedarf 2030 in Folge der zukünftigen Bauflächen lt. FNP 2030 beträgt rund 70.000 m³ pro Jahr.

Der Jahreswasserbedarf steigt voraussichtlich von rd. 883.000 m³ im Jahr 2015 auf 953.000 m³ im Prognosejahr 2030. Der Jahreswasserverbrauch von 883.000 m³ aus dem Jahr 2015 wurde im bisherigen Spitzenjahr 2003 überschritten.

In Abhängigkeit zum Jahreswasserbedarf ist ein Anstieg vom Rohwasserjahresbedarf um rd. 80.000 m³/a (inkl. Verluste) von rd. 960.000 m³ im Jahr 2015 auf 1.040.000 m³/a im Prognosejahr 2030 zu erwarten.

In Bezug auf das Spitzenjahr 2003 zeigt der zukünftige zusätzliche Bedarf von rd. 80.000 m³/a einen Anstieg von rd. 985.000 m³/a im Jahr 2003 auf rd. 1.065.000 m³/a Rohwasser im Prognosejahr 2030.

Bei der Ansiedlung von wasserintensiven Betrieben erhöht sich die Bedarfsmenge entsprechend. Diese ist in Abstimmung mit dem Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“ zu prüfen.

Ein demografischer Wandel, klimatische Einflüsse oder großräumige Katastrophen bleiben im ermittelten Gesamtwasserbedarf unberücksichtigt.

Die zurzeit vorhandene Reserve für Notversorgung, Unvorhergesehenes etc. in Bezug auf die bewilligten Wassermengen beträgt ca. 135.000 m³ pro Jahr.

4.2.1 Wasserrecht und Entnahmebewilligung

Gemäß den Bewilligungsbescheiden kann der Zweckverband künftig über eine Eigenkapazität von 1,2 Mio. m³/a aus den Gewinnungsgebieten Zeiskam und Weingarten verfügen.

Aufgrund der festgestellten Entnahmemöglichkeiten aus dem Tiefbrunnen Zeiskam soll aus den Gewinnungsgebieten Zeiskam und Weingarten davon jeweils die Hälfte bereitgestellt werden.

In den Bewilligungsbescheiden zur Entnahme von Grundwasser wurden folgende Mengen aufgeführt:

Gewinnungsgebiet Zeiskam

Jahresmenge:	600.000 m ³ /a
Spitzen Tagesentnahme:	2.500 m ³ /d
Fördermenge:	130 m ³ /h
Stundenentnahmen:	
Brunnen Ia	18,05 l/s bzw. 65 m ³ /h
Brunnen V	18,05 l/s bzw. 65 m ³ /h

Das Wasserrecht für den neuen Brunnen 5 ist zurzeit im wasserrechtlichen Verfahren.

Gewinnungsgebiet Weingarten

Jahresmenge:	600.000 m ³ /a
Maximale Tagesentnahme:	3.300 m ³ /d
Minimale Tagesentnahme:	1.700 m ³ /d
Stundenentnahmen:	
Brunnen III	20 l/s bzw. 72 m ³ /h
Brunnen IV	40 l/s bzw. 144 m ³ /h

Die Bewilligungen sind bis zum 31.12.2026 befristet.

Zusammenstellung der bewilligten Gesamtentnahmemengen:

Jahresmenge:	1.200.000 m ³ /a (Weingarten und Zeiskam)
Maximale Tagesentnahme:	5.800 m ³ /d (Weingarten und Zeiskam)
Stundenentnahmen:	346 m ³ /h (Zeiskam, 130 m ³ /h, Weingarten 216 m ³ /h)

4.3 Wasserbilanz mit Tagesbedarfsprognose 2030 bei Ist-Zustand:

Trinkwasser:

Mittlerer Tagesbedarf im Jahr 2030:
 953.000 m³/a / 365 d/a = rd. 2.611 m³/a

Spitzenbedarf im Jahr 2030:
 2.611 m³/a x 1,9 = rd. 4.961 m³/d

Rohwasser:

Mittlerer Tagesbedarf im Jahr 2030:
 1.065.000 m³/a / 365 d/a = rd. 2.918 m³/a*

Spitzenbedarf im Jahr 2030:
 2.932 m³/a x 1,9 = rd. 5.544 m³/d*

* inkl. Verluste

Der Tagesspitzenfaktor von 1,9 wurde aus der Literatur gewählt. Dieser ist anhand von Aufzeichnungen aus dem Betrieb zu überprüfen.

Tabelle 7

		2003	2030	Bewilligt bis 2026	Überschuss	Defizit	
Mittlerer Tagesverbrauch	m ³ /d	k.A.	2.918	5.800	2.882	xx	
Spitzenbedarf- verbrauch	m ³ /d	k.A.	5.544	5.800	256	xx	
Jahresrohwasser- förderung*	m ³ /a	984.794	1.065.000	1.200.000	135.000	xx	
Reserve, Unvorhergesehenes	m ³ /a	215.206	135.000	xx	xx	xx	
Mittlerer* Stundenverbrauch	m ³ /h	k.A.	261	346	85		
Spitzenstunden- verbrauch*	m ³ /h	k.A.	496	346	xx	-150	**

* Jahresrohwasserförderung, ohne Fremdbezug, inkl. Verluste, 2003, Höchstwert

** Ausgleich durch Wasserturm, zeitlich begrenzt

Ein Defizit beim Spitzenstundenverbrauch kann durch den Wasserturm Lustadt temporär ausgeglichen werden.

Stundenbedarfsprognose für den Planungshorizont 2030:

Trinkwasser:

Mittlerer Bedarf im Jahr 2030:
 2.611 m³/d / 10 h/d = rd. 261 m³/h

Spitzenbedarf im Jahr 2030:
 4.961 m³/d / 10 h/d = rd. 496 m³/h

Der Stundenfaktor von 10 wurde aus der Literatur gewählt. Dieser ist anhand von Aufzeichnungen aus dem Betrieb zu überprüfen.

Rohwasser:

Mittlerer Bedarf im Jahr 2030:
 2.918 m³/d / 10 h/d = rd. 291 m³/h

Spitzenbedarf im Jahr 2030:
 5.544m³/d / 10 h/d = rd. 554 m³/h

* inkl. Verluste

4.3.1 Wasserproduktion in den Wasserwerken:

IST-Zustand:

Tabelle 8

Stundenproduktion IST-Zustand:			
Zeiskam:		Stundenproduktion	Bewilligte Stundenmenge
		130 m ³ /h	130,00 m ³ /h
Weingarten:			
		216 m ³ /h	216,00 m ³ /h
	bewilligte Gesamtstundenentnahme:		346,00 m ³ /h
	mögliche Gesamtstundenproduktion:	346 m ³ /h	

Tabelle 9

Tagesproduktion IST-Zustand					Tages- produktion	Bewilligte Tagesmenge
Zeiskam:						
	130 m ³ /h	x	19,23 h/d	=	2.500,00 m ³ /d	2.500,00 m ³ /d
Weingarten:						
	216 m ³ /h	x	15,28 h/d	=	3.300,00 m ³ /d	3.300,00 m ³ /d
			bewilligte Tagesmenge:			5.800,00 m ³ /d
			Gesamttagesproduktion:		5.800,00 m ³ /d	

Tabelle 10

Jahresproduktion IST-Zustand					Jahresproduktion	Bewilligte Jahresmenge
Zeiskam:						
	2.500 m ³ /d	x	240 d/a	=	600.000,00 m ³ /d	600.000 m ³ /d
Weingarten:						
	3.300 m ³ /d	x	181,82 d/a	=	600.000,00 m ³ /d	600.000 m ³ /d
			bewilligte Gesamtjahresentnahme:			1.200.000 m ³ /d
			Gesamtproduktion pro Jahr:		1.200.000 m ³ /d	

Zusammenfassung:

Die aus derzeitiger Sicht im Planungshorizont 2030 benötigten Wassermengen können mit den zurzeit bewilligten Wassermengen und der vorhandenen Anlagentechnik bzw. Aufbereitungstechnik bereitgestellt werden.

5. Wasserchemismus

Das Wasser in den Wasserwerken Zeiskam und Weingarten wird aus Tiefbrunnen gewonnen. Es ist gemäß Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRGM 2007) in der Härtestufe „hart“ einzuordnen.

Wasserwerk Weingarten:

Die Gesamthärte vom Rohwasser aus Brunnen 3 beträgt: rd. 15,8 °dH – rd. 20,2 °dH.
Die Rohwasserhärte aus Brunnen 4 beträgt: 14,3 °dH – rd. 18,9 °dH.

Aufgrund der Gesamthärte von rd. 14,3° dH – 20,2° dH ist es gemäß Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRGM 2007) in der Härtestufe „hart“ einzuordnen.
Die Härtestufe „hart“ liegt nach WMRG 2007 bei $> 14,0$ °dH.

An den betrachteten Parametern der Härte fällt eine hohe Schwankungsbreite auf.

Das in den Brunnen gewonnene Rohwasser bedarf einer Aufbereitung, da die Parameter Eisen und Mangan erhöht sind. Es ist als sauerstoffarm einzustufen.

Das Trinkwasser, das im Wasserwerk Weingarten aufbereitet wird, weist Härtegrade von rd. 16,4 °dH – rd. 17,9 °dH auf. Dabei betragen die Säurekapazität K_s 4,3 rd. 5,58 mmol/l, Calcium rd. 88 mg/l und Hydrogencarbonat rd. 334 mg/l. Es ist kochsalzarm (Na 7,1 mg/l) und nitratarm ($\text{NO}_3^- < 1$ mg/l).

Im Rohwasser vom WW Weingarten sind zeitweise Schwefelwasserstoff und Methan vorhanden.

Im Wasserwerk Weingarten ist festzustellen, dass sich das Roh- wie auch das Reinwasser im Zustand der Kalkabscheidung befinden. Der Wert der Kalkabscheidung erhöht sich nach der Aufbereitung leicht, da der Kreuzstrombelüfter im Wesentlichen für eine Nachentgasung von zeitweise auftretendem Schwefelwasserstoff in Betrieb ist. Dadurch könnte hier durch Ausschalten des Seitenkanalgebläses im Normalbetrieb eine Reduzierung der Calzitabscheidkapazität erfolgen und elektrische Energie eingespart werden. Der Kreuzstrombelüfter sollte ständig durchfließen bleiben, damit dieser bei Auftreten von Schwefelwasserstoffgerüchen kurzfristig eingeschaltet werden kann.

Im Wasserwerk Zeiskam soll im Riesler ein Sauerstoffeintrag stattfinden. Ein CO₂-Austrag durch zu hohe Belüftungsluftströme sollte vermieden werden.

Bereits bei Fassungstemperatur sind die betrachteten Trinkwässer relativ stark Calcit abscheidend.

In der nachfolgenden Tabelle wird der Mindestparameteruntersuchungsumfang für zentrale Enthärtungsverfahren vom Wasserwerk Weingarten als Datenbasis einer Teilenthärtung dargestellt.

Mindestparameteruntersuchungsumfang für zentrale Enthärtungsverfahren vom Wasserwerk Weingarten:

Tabelle 11

	Einheit	Minimum	Mittelwert	Maximum
A) Mindestparameterumfang (für alle zentralen Enthärtungsverfahren)				
Trinkwasserbedarf (+ WT 150m ³ /h)	m ³ /h			216
Trinkwasserbedarf	m ³ /d			3.294
Trinkwasserbedarf	m ³ /a			520.000
Volumenstrom des verfügbaren Rohwassers	m ³ /h	72	144	216
Volumenstrom des verfügbaren Rohwassers	m ³ /d	1.700		3.300
Volumenstrom des verfügbaren Rohwassers	m ³ /a			600.000
pH-Wert bei Temperatur=.....°C		7,3	7,5	7,7
Calcium	mg/l	84,7	89	93
Magnesium	mg/l	18,6	20,1	21,4
Natrium	mg/l	6,7	7,5	8,2
Kalium	mg/l	0,9	1	1,2
Säurekapazität bis pH 4,3 (K _{54,3})	mmol/l	5,5	5,7	5,8
Basekapazität bis pH 8,2 (K _{88,2})	mmol/l	0,5	0,5	0,5
Chlorid	mg/l	14,6	16,7	20,3
Sulfat	mg/l	15,5	17,9	23,5
Nitrat	mg/l	0,5	0,59	0,71
Wassertemperatur bei Probenahme	°C	15,9	17	18,8
Sauerstoff	mg/l	9,8 *	---	---
Leitfähigkeit bei 20° C	µS/cm	510	529	549
gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	mg/l	0,8 *	---	---
spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm (SAK-254)	1/m	2,26 *	---	---
Ammonium	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Phosphat - Gesamt	mg/l	< 0,03 *	---	---
Trübung	FNU	0,13	0,26	0,72
Eisen (II)	mg/l	< 0,02	< 0,03	< 0,04
Eisen (gesamt)	mg/l	0,03 *	---	---
Mangan	mg/l	0,002	0,025	0,09

* Einmaliger Messwert

An den Parametern vom Mindestparameteruntersuchungsumfang fällt eine hohe Schwankungsbreite auf. Beim Parameter Mangan wird ein Mittelwert von 0,025 mg/l erreicht. Dies liegt in der betrachteten Messspanne begründet. Die 0,09 mg/l sind als einmaliger Ausreißer zu betrachten. Seit der Inbetriebnahme des neuen Wasserwerks werden Werte $< 0,005$ mg/l erreicht. Die Parameter des Mindestparameterumfangs und die Parameter, für die nur ein einmaliger Messwert vorliegt, sollten vor dem Bau einer Enthärtungsanlage in einem definierten engeren Zeitfenster erfasst werden.

Wasserwerk Zeiskam:

Die Gesamthärte vom Rohwasser aus Brunnen 1a beträgt: rd. 14,4 °dH – rd. 17,5 °dH.

Aufgrund der Gesamthärte von rd. 14,4° dH – 17,5° dH ist es gemäß Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRGM 2007) in der Härtestufe „hart“ einzuordnen.

Die Rohwasserhärte aus Brunnen 5 (Baujahr 2015) beträgt: rd. 13,8 °dH – rd. 13,9 °dH. Die Calzitlösekapazität nach TVO ist überschritten. Aufgrund der Gesamthärte von rd. 13,8° dH – 13,9° dH ist es gemäß Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRGM 2007) in der Härtestufe „mittel“ einzuordnen. Die Härtestufe „mittel“ nach WMRG 2007 liegt zwischen 8,4 °dH und 14,0 °dH.

Das in den Brunnen gewonnene Rohwasser weist erhöhte Eisen- und Mangan-Parameter auf. Es ist als Sauerstoff reduziert einzustufen.

Beim Wasserwerk Zeiskam ist auf Grund der Besonderheit des neuen Brunnens 5 auf ggf. auftretende Veränderungen bei der Rohwasserqualität zu achten. Hier sollten gleichfalls vor der Auslegung einer Enthärtungsanlage die relevanten Parameter in einem engeren Zeitfenster erfasst bzw. durch ein anerkanntes Institut gemessen werden.

Das Trinkwasser aus dem Wasserwerk Zeiskam weist Härtegrade von rd. 15,2 °dH – 16,8 °dH auf. Dabei betragen die Säurekapazität K_s 4,3 rd. 5,56 mmol/l, Calcium rd. 88 mg/l und Hydrogencarbonat rd. 336 mg/l. Es ist kochsalzarm (Na 7,9 mg/l) und nitratarm ($\text{NO}_3^- < 1$ mg/l).

In der nachfolgenden Tabelle wird der Mindestparameteruntersuchungsumfang für zentrale Enthärtungsverfahren vom Wasserwerk Zeiskam als Datenbasis einer Teilenthärtung dargestellt.

Mindestparameteruntersuchungsumfang für zentrale Enthärtungsverfahren vom Wasserwerk Zeiskam:

Tabelle 12

	Einheit	Minimum	Mittelwert	Maximum
A) Mindestparameterumfang (für alle zentralen Enthärtungsverfahren)				
Trinkwasserbedarf (+ WT 150m ³ /h)	m ³ /h			130
Trinkwasserbedarf	m ³ /d			2.492
Trinkwasserbedarf	m ³ /a			520.000
Volumenstrom des verfügbaren Rohwassers	m ³ /h	65		130
Volumenstrom des verfügbaren Rohwassers	m ³ /d			2.500
Volumenstrom des verfügbaren Rohwassers	m ³ /a			600.000
pH-Wert bei Temperatur=.....°C		7,4	7,6	7,8
Calcium	mg/l	84	89	96
Magnesium	mg/l	14,3	14,5	15
Natrium	mg/l	7,8	8,7	14,3
Kalium	mg/l	0,7	1,1	1,3
Säurekapazität bis pH 4,3 (K _{S4,3})	mmol/l	5,3	5,5	5,6
Basekapazität bis pH 8,2 (K _{B8,2})	mmol/l	0,4	0,4	0,4
Chlorid	mg/l	8,8	10,3	11
Sulfat	mg/l	8,2	9	9,8
Nitrat	mg/l	0,3	0,3	0,3
Wassertemperatur bei Probenahme	°C	14,3	16,7	18,1
Sauerstoff	mg/l	9,95 *	---	---
Leitfähigkeit bei 20° C	µS/cm	487	488	489
gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	mg/l	0,5 *	---	---
spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm (SAK-254)	1/m	1,12 *	---	---
Ammonium	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02
Phosphat - Gesamt	mg/l	k.A.	k.A.	k.A.
Trübung	FNU	0,04	0,2	0,8
Eisen (II)	mg/l	0,05	0,08	0,11
Eisen (gesamt)	mg/l	k.A.	k.A.	k.A.
Mangan	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001

* Einmaliger Messwert, k.A. keine Angaben vorhanden

An den betrachteten Parametern vom Mindestuntersuchungsumfang fällt eine hohe Schwankungsbreite auf. Der Parameter Eisen zweiwertig wird im WW Zeiskam vom bisherigen max. Wert (0,11 mg/l) überschritten. Hier scheint es sich um einen einmaligen Ausreißer in Folge einer Betriebsstörung oder Messfehler zu handeln. Vom Parameter Eisen Gesamt liegen keine Werte vor. Vom Parameter TOC liegt nur ein Messwert vor.

Laut DVGW Arbeitsblatt W 235-1 ist der technische Aufwand einer Enthärtung im Allgemeinen nur gerechtfertigt, wenn die Härte um mindestens etwa 1 mmol/l, entspricht 5,6 °dH, verringert wird. Um für den Verbraucher auch sichtbar ein weicheres Wasser zur Verfügung zu stellen, soll eine deutliche Verminderung der Calcitabscheidkapazität bei 90° angestrebt werden.

Aus korrosionschemischen Gründen soll als untere Grenze bei Festlegung des Aufbereitungszieles eine Säurekapazität von mindestens 1,5 mmol/l und eine Calciumkonzentration von 20 mg/l nicht unterschritten werden.

Erweiterte Wasseranalysergebnisse:

Tabelle 13

Parameter	Reinwasser, WW Weingarten	Reinwasser, WW Zeiskam
Kolloidindex, %/min	0,54	0,83
Barium, mg/L	0,09	0,1
Silicium, mg/L	7,6	6,3
Silikat, mg/L	16,3	13,5
Strontium, mg/L	0,3	0,24

Tabelle: Ergänzende Messwerte zur Membranfiltration gemäß DVGW -Arbeitsblatt W 235-1

Die Messwerte für den Kolloidindex liegen bei beiden Wässern unterhalb des von Membranherstellern für eine Membranfiltration vorgegebenen Maximalwertwertes von 3 %/min. Die gemessenen Werte sind als geeignet anzusehen (DVGW-Vorgabe möglichst gering). Der Parameter Silikat sollte vor einer Auslegung einer Anlage in einem engeren Zeitfenster durch ein anerkanntes Institut nachgemessen werden.

Des Weiteren wurde das Technologie Zentrum Wasser, Karlsruhe, beauftragt, Untersuchung zur Ermittlung der Kalkabscheidkapazität durchzuführen.

Als Ergebnis der von TZW im Labor durchgeführten Untersuchungen und der Berechnungen zur Calcitabscheidung ergeben sich Werte von mehr als 100 mg/L CaCO₃ für die Kalkabscheidkapazität durch Erhitzen des Trinkwassers, die den im DVGW-Arbeitsblatt W 235-1 angegebenen Orientierungswert von 70 mg/L CaCO₃ deutlich überschreitet. Dieser Wert wird als Kriterium gewertet, bei dem eine Teilenthärtung zur Vermeidung von Verkalkungsproblemen im Warmwasserbereich in Erwägung gezogen werden sollte.

Zusammenfassung

Auf Grund der Ergebnisse sind die im DVGW-Arbeitsblatt W 235-1 aufgeführten Enthärtungsverfahren Fällung, Ionenaustausch und Membranfiltration möglich.

A) Fällungsverfahren:

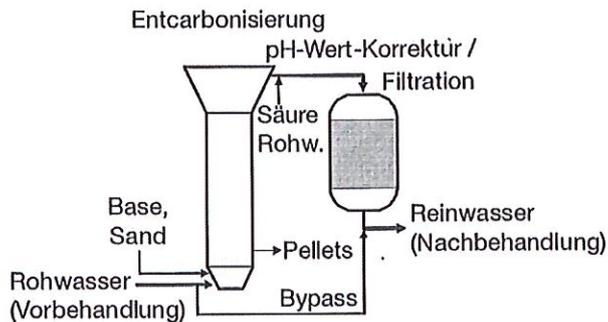


Bild 1 – Schnellentcarbonisierung (Schema)

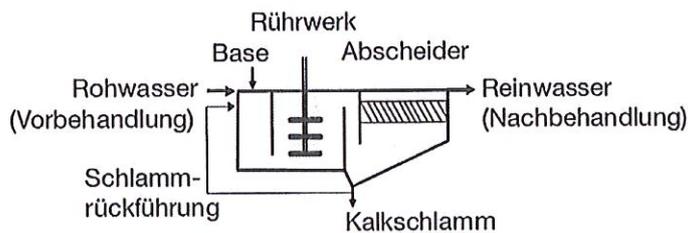


Bild 2 – Langsamentcarbonisierung (Schema)

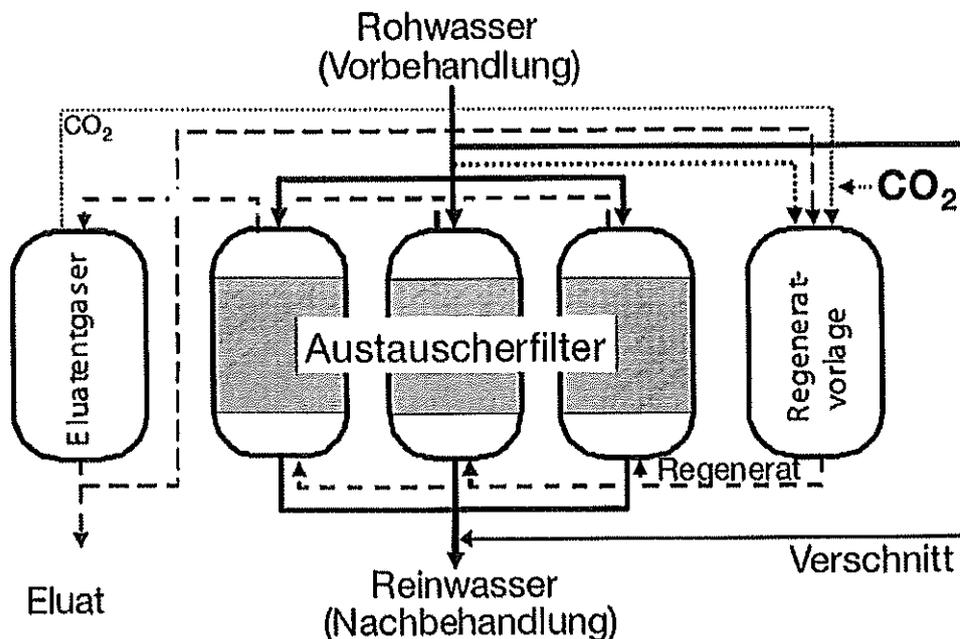
DVGW 235-1



bbr

Bei der Fällungsenthärtung erfolgt durch Zugabe von Laugen die Ausfällung von Calciumcarbonat. Die Enthärtung findet im Fällungsbecken bzw. im Reaktor statt.

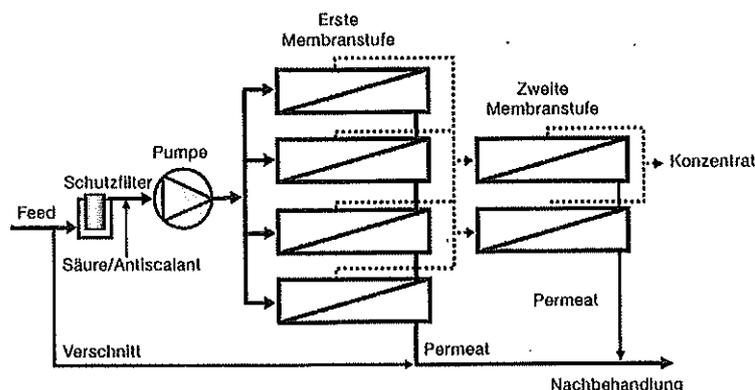
B) Ionenaustauschverfahren:



DVGW 235-1

Beim Ionenaustausch werden Härtebildner durch Ionen ausgetauscht. In den Filterkesseln befinden sich die Ionenaustauscher Harze.

C) Membranverfahren:



DVGW 235-1

Bei der Membranfiltration wird das Rohwasser mittels Druck durch eine Membran in einen entsalzten Teilstrom (Permeat) gebracht.

Zur Verfahrensauswahl sind weitere Kriterien -siehe Kap. 6- zu prüfen.

5.1 Mögliche Mischungsszenarien der Wässer im Netz:

Im derzeitigen Netzbetrieb können Trinkwässer unterschiedlicher Herkunft im Netz der Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“ zusammen-treffen.

- A) Trinkwasser der Stadtwerke Germersheim
- B) Trinkwasser von den Verbandsgemeindewerken Edenkoben (Notversorgung)
- C) Trinkwasser von den Stadtwerken Speyer (Notversorgung)
- D) Trinkwasser vom Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“

Auf Grund der möglichen Betriebszustände kann das im Netz des Zweckverbandes für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“ verteilte Trinkwasser auch in verschiedenen Mischungsanteilen vorliegen.

- A) Parameter des Trinkwassers der Stadtwerke Germersheim

entspricht dem Härtebereich hart:

2,61 mmol/l \triangleq rd. 14,6 °dH Gesamthärte, 10/2016
2,68 mmol/l \triangleq rd. 15,0 °dH Gesamthärte, 02/2017

Das Trinkwasser ist kochsalzarm (Na 7,7 mg/l) und nitratarm ($\text{NO}_3^- < 1 \text{ mg/l}$).

- B) Trinkwasser von den Verbandsgemeindewerken Edenkoben

B1) entspricht (nach Aufbereitung) dem Härtebereich weich:

1,42 mmol/l \triangleq rd. 8,0 °dH Gesamthärte, 09/2016

B2) Bei Teilenthärtung:

entspricht dem Härtebereich mittel:

1,65 mmol/l \triangleq rd. 9,2 °dH Gesamthärte, 03/2016

B3) Ohne Enthärtung

entspricht dem Härtebereich mittel oder hart:

2,45 mmol/l \triangleq rd. 13,7 °dH Gesamthärte, 04/2013

2,58 mmol/l \triangleq rd. 15,8 °dH Gesamthärte, 05/2015

C) Trinkwasser von den Stadtwerken Speyer

entspricht dem Härtebereich mittel:

2,43 mmol/l \triangleq rd. 13,6 °dH Gesamthärte, 10/2016

Die Wasserzusammensetzung (insbesondere Gesamthärte, pH-Wert und TOC-Wert) kann sich je nach Grundwasserzusammensetzung und Zahl der eingesetzten Brunnen ändern. Es ist kochsalzarm (Na 13,1 mg/l) und nitratarm ($\text{NO}_3^- < 1 \text{ mg/l}$). Die Stadtwerke Speyer GmbH verteilen aufgrund geologischer Gegebenheiten in Bezug des geförderten Wassers schon jeher ein sauerstoffarmes Wasser in ihren belieferten Netzen (ca. 1mg/l).

Eine Verbindung vom Netz der SW Speyer, SW Germersheim und der „Germersheimer Nordgruppe“ ist ausschließlich im HB Bründelsberg vorhanden. Im Normalbetrieb sind die Netze durch eine geschlossene, verplombte Klappe voneinander getrennt. Im Notfall kann an dieser Klappe von Hand eine Verbindung der o. g. Netze hergestellt werden.

Bei Notbetrieb mit Wasserlieferung von den SW Speyer würde sauerstoffarmes Wasser über den ZHB Bründelsberg in die Netze der SW Germersheim und der Germersheimer Nordgruppe gelangen. Hierbei ist, wie im bisherigen Zustand, mit Trübungen und erhöhten Korrosionswahrscheinlichkeiten während der Notversorgungsdauer zu rechnen. Der Mindestsauerstoffgehalt für Wasser, das in den Verteilungsnetzen der Germersheimer Nordgruppe fließen soll, beträgt 5 mg/l. Die Säurekapazität soll $> 1,5 \text{ mmol/l}$ und die Basekapazität $< 0,5 \text{ mmol/l}$ betragen.

Bei Notbetrieb mit Wasserlieferung an die SW Speyer fließt Wasser mit einem Mindestsauerstoffgehalt von 5 mg/l in das Netz der SW Speyer. Hierbei können ggf. Eintrübungen auftreten.

D) Trinkwasser vom Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“

entspricht dem Härtebereich hart:

2,8 mmol/l \triangleq rd. 15,8 °dH Gesamthärte, 05/2016, Netzprobe

Zukünftig mit Teilenthärtung in den Wasserwerken Zeiskam und Weingarten:

Im zukünftigen Netzbetrieb mit Teilenthärtung in den Wasserwerken Zeiskam und Weingarten entspricht das Trinkwasser vom Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“

dem Härtebereich weich:

rd. 1,5 mmol/l \triangleq rd. 8,2 °dH Gesamthärte

Zur weitergehenden Beurteilung der Situation beim zukünftigen Netzbetrieb mit teilenthärtetem Wasser im Rohrleitungsnetz der Germersheimer Nordgruppe mit den bisherigen Betriebsweisen vom HB Bründelsberg durch die SW Germersheim wird eine detaillierte Aufstellung der täglich ausgetauschten Trinkwassermengen Förderung/Bezug bzw. Einlauf/Auslauf HB Bründelsberg mit Angaben der Ein- bzw. Auslaufzeiten pro Tag sowie die Verbrauchs- und Verteilungsdaten benötigt. Laut Besprechung vom 04.05.2017 erfolgt die Wasserabgabe und der Wasserbezug in das oder aus dem Netz der „Germersheimer Nordgruppe“ vom Pumpwerk Bahnhof der SW Germersheim. Mit dem Pumpwerk Bahnhof werden ca. 85 - 90 m³/h Trinkwasser der SW Germersheim an ca. 10 h pro Tag ins Netz der „Germersheimer Nordgruppe“ gefördert.

Die über die Rohrleitung DN 275 ins Netz der „Germersheimer Nordgruppe“ geförderte Wassermenge wird am HB Bründelsberg in die Südkammer als Mischwasser aus dem Netz der „Germersheimer Nordgruppe“ zur Befüllung bzw. als Wasseraustausch in der Südkammer mittels Zulauf-Regelventil abgezogen.

Aus der vorgenannten Betriebsweise ergibt sich bei Wasserbezug bzw. Wasserförderung von den SW Germersheim zum HB Bründelsberg ein täglicher Wasserdurchfluss in der vorhandenen Rohrleitung DN 275 und an den an der Rohrleitung DN 275 mm angeschlossenen Verbraucher und Gebiete sowie in der Ortslage Lingenfeld mit hartem Wasser von den SW Germersheim. Dieses gelangt als mittelhartes bis hartes Wasser in den HB Bründelsberg in die Südkammer. In Abhängigkeit vom Verbrauch und den Strömungsbedingungen findet ggf. auch eine Verteilung in den Verbundleitungen zum westlichen Versorgungsgebiet der „Germersheimer Nordgruppe“ statt.

Bei Wasserabgabe bzw. Wasserlieferung aus dem HB Bründelsberg aus der Südkammer gelangt mittelhartes bis hartes Wasser aus dem HB Bründelsberg in die vorhandene Rohrleitung DN 275 und zu den an der Rohrleitung DN 275 Richtung Germersheim angeschlossenen Verbraucher und Gebiete sowie in der Ortslage Lingenfeld.

In Abhängigkeit vom Verbrauch und den Strömungsbedingungen findet ggf. auch eine Verteilung von mittelhartem bis hartem Wasser in den Verbundleitungen zum westlichen Versorgungsgebiet der „Germersheimer Nordgruppe“ statt.

6. Vorgeschlagene Maßnahmen für eine Teilenthärtung

Zur Bewertung der verschiedenen Verfahren zur Teilenthärtung sind die Parameter der nachfolgenden Tabelle mit den vorhandenen Wasserparametern der min., mittel und max. Werte zu vergleichen.

Tabelle 14

Bewertungskriterien		Verfahren			
		Fällungsverfahren SEC		Ionenaustausch- verfahren ^a	Membranverfahren NF/UF
Rohwasser- seitige Anfor- derungen ^b	Fe ²⁺	< 6 mg/l	-	< 0,1 mg/l	< 0,05 mg/l ^c
	Fe ³⁺	< 8 mg/l	-	< 0,1 mg/l	< 0,05 mg/l ^d
	Mn ²⁺	< 2 mg/l	-	< 0,1 mg/l	< 0,02 mg/l ^{c,d}
	PO ₄ ³⁻	< 0,2 mg/l	-	< 1 mg/l	-
	Trübung,	< 30 FNU	-	< 5 FNU	< 1 FNU
	TOC bzw. DOC	< 5 mg/l	-	< 3 mg/l	-
	Al ³⁺	-	-	möglichst gering	möglichst gering ^d
	Sr ²⁺	-	-	-	möglichst gering ^d
	Ba ²⁺	-	-	-	möglichst gering ^d
	Silikate	-	-	-	möglichst gering ^d
	K _{S4,3}	> 3 mmol/l (mit Ca(OH) ₂) < 5 mmol/l (mit NaOH)	-	-	-
	K _{S4,3} /Ca ²⁺	> 1,5 (mit Ca(OH) ₂) > 1,0 (mit NaOH)	-	-	-
	SDI	-	-	-	< 3

DVGW 235-1

Die vorhandenen Wasserparameter im Wasserwerk Weingarten und im Wasserwerk Zeiskam erfüllen die Bedingungen der o. g. Tabelle. Hierbei ist Folgendes zu berücksichtigen: Der Kriterium Eisen zweiwertig wird im WW Zeiskam vom bisherigen max. Wert (0,11 mg/l) überschritten. Hier scheint es sich um einen einmaligen Ausreißer in Folge einer Betriebsstörung oder Messfehler zu handeln. Setzt man den Wert auf das normalerweise auftretende Mittel von rd. 0,04 mg/l, verbleibt ein max. Wert von 0,05 mg/l und ein Mittelwert von 0,04 mg/l, der die Bewertungskriterien erfüllt. Vom Parameter Eisen Gesamt liegen keine Werte vor. Der Parameter TOC erfüllt die Bedingungen, jedoch liegt für diesen nur ein Messwert vor. Die betrachteten Parameter sollten vor dem Bau einer Enthärtungsanlage in einem engeren Zeitfenster erfasst bzw. durch ein anerkanntes Institut gemessen werden.

Zur Teilenthärtung können die o. g. Enthärtungsverfahren Fällung, Ionenaustausch und Membranfiltration zum Einsatz kommen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die wesentlichen Auswahlkriterien bei zentralen Enthärtungsverfahren, nach DVGW 235-1, aufgelistet.

Tabelle 15

	Fällungsverfahren	Ionenaustauschverfahren ^a	Membranverfahren NF/JO
Aufbereitungsziele	Enthärtung und Entcarbonisierung, Ca(OH) ₂ : mehr Entcarbonisierung, NaOH: mehr Enthärtung; Mitfällung von Schwermetallen	Enthärtung und Entcarbonisierung; Senkung Nitrat- u. Sulfatkonzentration	Senkung der Konzentration aller Ionen; DOC-Entfernung; Spurenstoffentfernung
Zusatzstoffe	Ca(OH) ₂ bzw. NaOH, ggf. Flockungs-/Flockungshilfsmittel, CO ₂ oder Mineralsäure vor der Filtration	CO ₂ , ggf. Fällungsinhibitor für Eluat	Säure (H ₂ SO ₄ , HCl) oder CO ₂ , ggf. Antiscalant, NaOH (zur Reinigung)
Vorbehandlung des Wassers	SEC: siehe Anforderungen an Rohwasser LEC: nein	ggf. Trübstofffiltration, ggf. Fe-/Mn-Filtration	Trübstofffiltration, ggf. Fe-/Mn-Filtration (nicht bei reduzierten Wässern)
Nachbehandlung des Wassers	in der Regel Trübstofffiltration, pH-Wert-Korrektur	pH-Wert-Korrektur, Verschnitt, Volumenpufferung wegen schwankender Ablaufparameter	pH-Wert-Korrektur, Verschnitt, ggf. Ca- und Mg-Zufuhr
korrosionschemische Aspekte	Erhöhung des pH _C -Werts: verminderte Flächenkorrosion (bei Cu, Zn-Fe)		
	Wahrscheinlichkeit für Korrosionsschäden bei eisenhaltigen Werkstoffen kann steigen (NaOH: nur geringes Risiko)	in der Regel verringerte Wahrscheinlichkeit für Muldenkorrosion und Rostwasserbildung bei eisenhaltigen Werkstoffen durch Entnahme von Neutralsalzanionen	
Anfall von Rückständen bzw. Konzentraten → Verwertung/Entsorgung	SEC: Kalkstein als Pellet SEC und LEC: Schlamm → Landwirtschaft, Kalk-/Stahl-/ Papierindustrie	Eluat mit den abgetrennten Salzen → ggf. Direkteinleitung, Eluat nur in geeignete Vorfluter	Konzentrat mit den abgetrennten Salzen und (meist) Antiscalants → ggf. Direkteinleitung, Konzentrat nur in geeignete Vorfluter
Ausbeute	> 97 %	80 % – 95 %	75 % – 85 %
Betreuungsaufwand	gering bis hoch in Abhängigkeit von Automatisierungsgrad und verwendeten Aufbereitungstoffen	gering	gering
Energiebedarf	niedrig	hoch	hoch
Platzbedarf	SEC: mittel, aber Bauhöhe LEC: mittel bis hoch	hoch	gering

^a hier: schwach saure Kationenaustauscher, die mit einem stark basischen Anionenaustauscher kombiniert und als Mischbett betrieben werden (in der Literatur als CARIX[®]-Prozess bezeichnet, bei dem die Ionenaustauscherharze mit Kohlensäure besonders effizient regeneriert werden)

Tabelle: wesentliche Auswahlkriterien bei zentralen Enthärtungsverfahren, DVGW 235-1

Auf Grund der vorhandenen baulichen Gegebenheiten im Wasserwerk Weingarten kann auf Grund des geringen Raumbedarfs einer Membrananlage zur Teilenthärtung in das vorhandene Wasserwerk eingebaut werden.

Für das Fällungsverfahren und für das Ionenaustauschverfahren würde am Standort Weingarten ein zusätzliches Bauwerk zur Aufnahme der verfahrenstechnischen Anlagen des Fällungsverfahrens oder des Ionenaustauschverfahrens erforderlich.

Die Verfügbarkeit entsprechender Bauflächen in der Nähe des jeweiligen Wasserwerks wird vorausgesetzt. Dies wäre auch am Standort WW Zeiskam so.

Eine Membrananlage zur Teilenthärtung würde in Zeiskam das geringste erforderliche Bauvolumen benötigen.

Das erforderliche Raumvolumen ist ein Bewertungskriterium, das bei der Auswahl eines geeigneten Enthärtungsverfahrens zu betrachten ist.

Der Energiebedarf und die Entsorgung von Abfällen (Spülwasser, Rückstände) sind weitere Aspekte, die möglichst früh an den geplanten Standorten zu betrachten und mit den zuständigen Behörden abzustimmen sind.

Der vorhandene Stromanschluss am WW Weingarten hat lt. Angaben der Pfalzwerke eine maximale Netzanschlussleistung 200 kVA / 180 kW. Laut Stromliefervertrag vom 07.06.1996 beträgt die zugesicherte elektrische Leistung bis zu 200 kVA / 100 kW. Laut Herr Paulisch sind 180 kW vertraglich zugesichert. Nach derzeitigem Kenntnisstand ist dies ausreichend. Die vorhandenen Stromkabel von der Trafostation zum WW Weingarten haben einen Querschnitt von 4 x 120 mm².

Des Weiteren sind der Wasserbedarf und die vorhandenen Grundwasserentnahmebewilligungen bei der Verfahrensauswahl zu berücksichtigen. Der Einsatz von Zusatzstoffen, Vor- und Nachbehandlung des Wassers und der Betreuungsaufwand sind weitere Kriterien.

6.1 Zukünftige Trinkwassermenge mit Teilenthärtung im Membranverfahren

Tabelle 16

Stundenproduktion mit Teilenthärtung							
Zeiskam:				Stundenproduktion mit TE	Bewilligte Stundenmenge		
				117,00 m ³ /h	130,00 m ³ /h		
Weingarten:				192,60 m ³ /h	216,00 m ³ /h		
				bewilligte Gesamtstundenentnahme:	346,00 m ³ /h		
				mögliche Gesamtstundenproduktion:	309,60 m ³ /h		

Auf Grund des Spülwasserbedarfs der Teilenthärtungsanlage wird die mögliche Stundenleistung in Bezug auf den IST-Zustand geringer.

Tabelle 17

Tagesproduktion mit Teilenthärtung							
Zeiskam:				Tagesproduktion mit TE	Bewilligte Tagesmenge		
	117 m ³ /h	x	21,3 h/d =	2.492,10 m ³ /d	2.500,00 m ³ /d		
Weingarten:							
	192,6 m ³ /h	x	17,1 h/d =	3.293,46 m ³ /d	3.300,00 m ³ /d		
				mögliche Gesamtproduktion pro Tag:	5.785,56 m ³ /d	5.800,00 m ³ /d	

Die Menge der Tagesproduktion kann durch Verlängerung der Anlagenlaufzeiten beibehalten werden.

Tabelle 18

Jahresproduktion mit Teilenthärtung							
Zeiskam (Mittlerer Bedarf):				Jahresproduktion	Bewilligte Jahresmenge		
	2.500 m ³ /d	x	240 d/a =	600.000,00 m ³ /d	600.000 m ³ /d		
Weingarten (Mittlerer Bedarf):							
	3.300 m ³ /d	x	181,82 d/a =	600.000,00 m ³ /d	600.000 m ³ /d		
				bewilligte Gesamtjahresentnahme:	1.200.000 m ³ /d		
				mögliche Gesamtproduktion pro Jahr:	1.200.000 m ³ /d		

Die Menge der Jahresproduktion kann beibehalten werden, jedoch ist der Wert noch mit Spülwasserverbrauch und Verlusten zu bereinigen.

6.2 Bilanz zur Prognose 2030 mit Teilenthärtung

Stundenbedarfsprognose 2030:

Trinkwasser:

Mittlerer Bedarf:

$$2.611 \text{ m}^3/\text{d} / 10 \text{ h/d} = \text{rd. } 261 \text{ m}^3/\text{h}$$

Spitzenbedarf:

$$4.961 \text{ m}^3/\text{d} / 10 \text{ h/d} = \text{rd. } 496 \text{ m}^3/\text{h}$$

Der Stundenfaktor von 10 wurde aus der Literatur gewählt. Dieser ist anhand von Aufzeichnungen aus den Betriebsdaten der Wasserwerke zu überprüfen.

Derzeitige Ausgangssituation:

Tabelle 19

Tagesproduktion IST-Zustand					Tagesproduktion mit TE	Bewilligte Tagesmenge	
Zeiskam:							
130,00 m ³ /h	x	19,23 h/d	=	2.500,00 m ³ /d	2.500,00 m ³ /d		
Weingarten:							
216,00 m ³ /h	x	15,28 h/d	=	3.300,00 m ³ /d	3.300,00 m ³ /d		
mögliche Gesamtproduktion pro Tag:					5.800,00 m ³ /d	5.800,00 m ³ /d	Überschreitung 0 m ³ /d

Eine Tagesproduktion in Höhe der bewilligten Wassermenge ist durch Verlängerung der Anlagenlaufzeiten möglich, jedoch wird bei Tagesproduktion mit Teilenthärtung mehr Spülwasser verbraucht, was zu einem Überschreiten der bewilligten Wassermenge führen würde.

Um ein Überschreiten der bewilligten Wassermenge zu vermeiden erfolgt eine Betrachtung mit angepassten Anlagenlaufzeiten:

Mit Anpassung der Anlagenlaufzeiten und Anlagenstundendurchsätzen:

Tabelle 20

Tagestrinkwasserproduktion mit Teilenthärtung					
Zeiskam:				Tagesproduktion mit TE	Bewilligte Tagesmenge
117,00 m ³ /h	x	19,23 h/d	=	2.250,00 m ³ /d	2.500,00 m ³ /d
Weingarten:					
192,00 m ³ /h	x	15,28 h/d	=	2.933,37 m ³ /d	3.300,00 m ³ /d
mögliche Gesamtproduktion pro Tag:				5.183,37 m³/d	5.800,00 m³/d

Hierbei entnommene Rohwassermengen:

Tabelle 21

Tagesrohwasserentnahme					
				entnommene WM	Bewilligte Tagesmenge
Zeiskam:					
130 m ³ /h	x	19,23 h/d	=	2.500,00 m ³ /d	2.500,00 m ³ /d
Weingarten:					
216 m ³ /h	x	15,28 h/d	=	3.300,00 m ³ /d	3.300,00 m ³ /d
bewilligte Tagesmenge:					5.800,00 m ³ /d
entnommene Wassermengen:				5.800,00 m³/d	

Aus der Berechnung mit v. g. Anlagenlaufzeiten und Aufbereitungsanlagenstundendurchsätzen ergibt sich eine mögliche zukünftige Gesamttagesproduktion in der Spitze von teilenthärtetem Trinkwasser bei Berücksichtigung der bewilligten Wassermengen und der vorhandenen Anlagen- und Aufbereitungskapazitäten zu:

$$Q_{d,s} = \text{rd. } 5.183 \text{ m}^3/\text{d}$$

Die Untersuchung berücksichtigt den Betrieb von Teilenthärtungsanlagen in den Wasserwerken Zeiskam und Weingarten.

Die Gesamtstundenproduktion mit Teilenthärtung beträgt:

$$Q_h = \text{rd. } 309,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tabelle 22

Stundenproduktion mit Teilenthärtung				Stundenproduktion mit TE	Bewilligte Stundenmenge
Zeiskam:				117,00 m ³ /h	130,00 m ³ /h
Weingarten:				192,60 m ³ /h	216,00 m ³ /h
mögliche Gesamtstundenentnahme:					346,00 m ³ /h
mögliche Gesamtstundenproduktion:				309,60 m ³ /h	

Stundenspitzenbedarf 2030

$$Q_{h,s} = \text{rd. } 469 \text{ m}^3/\text{h}$$

Der rechnerisch ermittelte Differenzbetrag der zukünftig möglichen Gesamtstundenproduktion von Trinkwasser zum Spitzenbedarf beträgt rd. 187 m³/h. Der Ausgleich kann zeitlich begrenzt durch den Wasserturm Lustadt erfolgen.

Jahreswasserproduktion mit Betrieb von Teilenthärtungsanlagen in den WW Zeiskam und Weingarten:

Tabelle 23

Jahresproduktion mit Teilenthärtung							Jahresbedarf 2030	
Trinkwasser:						m ³ /a	m ³ /a	
309,6 m ³ /h	x	9,425 h/d	=	2.917,98 m ³ /d	365,00 d	1.065.063	1.065.000	
Rohwasser:								
346 m ³ /h	x	9,425 h/d	=	3.261,05 m ³ /d	365,00 d	1.190.283	m ³ /a	
						+	125.221	Jahresdifferenzmenge:
							1.200.000	m ³ /a
							9.917	m ³ /a

Mit dem Betrieb von Teilenthärtungsanlagen in den beiden Wasserwerken Zeiskam und Weingarten kann der Jahrestrinkwasserbedarf im Prognosejahr 2030 erzielt werden.

Der Jahresrohwasserbedarf beträgt hierbei rd. 1.190.283 m³/a. Bezogen auf die bewilligte Rohwassermenge beträgt der Überschuss rd. 9.917 m³/a abzüglich Filtrerrückspülwasser. Oder anders formuliert, bezogen auf den Überschuss bzw. die Reserve 2015 reduziert sich die zurzeit ermittelte Reserve von rd. 135.000 m³/a auf 9.917 m³/a (abzüglich Filtrerrückspülwasser) also Richtung 0 im Prognosejahr 2030.

Bei klimatisch bedingten mehrtägigen heißen Phasen in den Sommermonaten kann es zu temporären Überschreitungen der bewilligten Wassermengen kommen.

Randbedingungen / Annahmen zum vorgeschlagenen zentralen Verfahren:

- Brunnen 3 und Brunnen 4 am WW Weingarten fördern die Fördermengen, die im Bewilligungsbescheid benannt sind. Zzt. sind vom Br. 3 rd. 44 m³/h, vom Brunnen 4 rd. 126 m³/h und bei Parallelbetrieb von Br. 3 und Br. 4 rd. 165 m³/h – rd. 170 m³/h möglich. An Spitzentagen im Sommer läuft das WW Weingarten zzt. rd. 20 h/d.
- Am WW Zeiskam beträgt an der Trafostation der Pfalzwerke die maximale Netzanschlussleistung 140 kVA / 126 kW. Laut Stromliefervertrag vom 07.06.1996 beträgt die zugesicherte elektrische Leistung bis zu 140 kVA / 80 kW. Laut Herr Paulisch sind technisch maximal 126 kW möglich.
- Einleitung des Spülwassers jeweils in den Vorfluter.
- Die Ergebnisse des Grundwasser-Monitorings bzw. die Gefährdungsbeurteilung der Brunnen weisen keine außergewöhnlichen Veränderungen auf.
- Erhalt eines Genehmigungsbescheides von den zuständigen Genehmigungsbehörden.
- Möglichkeiten weniger hartes Trinkwasser durch neue Grundwassererschließung aus Tiefen bzw. Bereichen mit geringerer Härte und gegeben falls zukünftig Bezug von Trinkwasser mit geringerer Härte nicht gegeben.

Auf Grund der Untersuchungen in der vorliegenden Studie bietet sich das Membranverfahren unter Berücksichtigung des Kriteriums geringster Raumbedarf, mit geringstem Investitionsaufkommen der 3 Verfahren durch die Integrationsmöglichkeit in die vorhandenen Bauwerke, d. h. komplett ins WW Weingarten und teilweise ins WW Zeiskam, als Vorzugsverfahren an.

7. Kostenschätzung

7.1 Investitionskostenschätzung

Investitionskostenaufwand für eine Membranfiltration im WW Weingarten:

Tabelle 24

Membrananlage:	ca.	755.000 €
Kreuzstrombelüftung:	ca.	45.000 €
Verrohrung, Armaturen:	ca.	75.000 €
Aufstellebene, Ableitung:	ca.	55.000 €
TA, Anpassung Bestand:	ca.	25.000 €
Nettosumme:		955.000 €
BNK, Sonstiges:	ca.	265.000 €
Gesamt-Nettosumme:		1.220.000,00 €

Investitionskostenaufwand für eine Membranfiltration im WW Zeiskam:

Tabelle 25

Membrananlage:	ca.	580.000 €
Kreuzstrombelüftung:	ca.	70.000 €
Verrohrung, Armaturen:	ca.	75.000 €
Baulich, Ableitung	ca.	145.000 €
TA, Anpassung Bestand:	ca.	35.000 €
Nettosumme:		905.000 €
BNK, Sonstiges:	ca.	235.000 €
Gesamt-Nettosumme:		1.140.000,00 €

Die verwendeten Preise sind aus abgeschlossenen Wettbewerben eingesetzt. Bei einem künftigen Wettbewerb zur o.g. Maßnahme können die Preise abweichen.

**Investitionskostenaufwand für Membranfiltration im WW Weingarten und
Zeiskam:**

Tabelle 26

Membrananlage:	ca.	1.335.000 €
Kreuzstrombelüftung:	ca.	115.000 €
Verrohrung, Armaturen:	ca.	150.000 €
Baulich, Ableitung	ca.	200.000 €
TA, Anpassung Bestand:	ca.	60.000 €
Nettosumme:		1.860.000 €
BNK, Sonstiges:	ca.	500.000 €
Gesamt-Nettosumme:		2.360.000 €

7.2 Betriebskostenschätzung:

**a) Verbrauchsabhängige Stromkosten für die Teilenthärtung bei zukünftigen
angenommenen durchschnittlichen Strompreis von 0,15 €/kWh**

Rohwasserförderung: $0,136 \text{ kWh/m}^3 \times 0,15 \text{ €/kWh} = 0,0204 \text{ €/m}^3$

Brunnen

Rohwasserförderung: $0,023 \text{ kWh/m}^3 \times 0,15 \text{ €/kWh} = 0,00345 \text{ €/m}^3$

Rohwasser

Belüftung: $0,066 \text{ kWh/m}^3 \times 0,15 \text{ €/kWh} = 0,0099 \text{ €/m}^3$

Reinwasserförderung: $0,386 \text{ kWh/m}^3 \times 0,15 \text{ €/kWh} = \underline{0,0579 \text{ €/m}^3}$

Summe 1: $0,09165 \text{ €/m}^3$

Angenommener Wasserverbrauch: $950.000 \text{ m}^3/\text{a}$

Spülwasser: $115.000 \text{ m}^3/\text{a}$

Belastung bei Wasserabgabe von rd. 950.000 m³/a mit einem Enthärtungs-
Aufbereitungsteilstrom von rd. 475.000 m³/a:

$$475.000 \text{ m}^3/\text{a} \times 0,09125 \text{ €/m}^3 = 43.343,75 \text{ €/a}$$

$$43.343,75 \text{ €/a} / 950.000 \text{ m}^3/\text{a} = 0,045625 \text{ €/m}^3$$

$$\text{Belastung bei rd. 950.000 m}^3/\text{a} = 0,046 \text{ €/m}^3$$

b) Personalkosten

$$\text{Annahme: } 100 \text{ h/a} \times 36 \text{ €/h} = 3.600 \text{ €/a}$$

$$\text{Belastung bei } 950.000 \text{ m}^3/\text{a} = 0,0038 \text{ €/m}^3$$

c) Betriebskosten Enthärtung

Belastung bei 950.000 m³/a:

$$\text{Betriebsmittel: rd. } 65.500 \text{ €/a} / 950.000 \text{ m}^3/\text{a} = 0,068 \text{ €/m}^3$$

Zwischensumme aus a)+ b)+ c):

$$0,046 \text{ €/m}^3 + 0,0038 \text{ €/m}^3 + 0,068 \text{ €/m}^3 = \text{rd. } 0,1178 \text{ €/m}^3$$

7.3 Ermittlung von Jahreskosten

7.3.1 Finanzierungskosten

Es wird davon ausgegangen, dass eine Fremdfinanzierung mit Darlehen erfolgen wird. Die Darlehenskosten werden bei einem durchschnittlichen Zinssatz von 2 % ermittelt.

7.3.2 Abschreibungskosten

Die Abschreibung der Neuinvestitionen erfolgt nach AfA-Sätzen.

7.3.3 Instandsetzungskosten und Unterhaltung

Diese Kosten werden auf die Herstellungskosten bezogen und betragen gemäß Taschenbuch von Mutschmann-Stimmelmayer (15. Auflage) 0,8 - 1,2 %, je nach Störanfälligkeit.

7.3.4 Übersicht zu den Jahreskosten

In der nachfolgenden Tabelle werden die Jahreskosten ermittelt unter Ansatz der vorgenannten Herstellungskosten.

Die Wasserpreisbelastung aus Jahreskosten ergibt sich aus der Jahresmenge von 950.000 m³.

Ermittlung von Jahreskosten (Zeiskam und Weingarten)

Tabelle 27

Maßnahme	Inv. Kosten		Zins-Kosten		Abschreibungs- Kosten		Instandhaltung		Summe €
	€	%	€	%	€	%	€	%	
Anschlussleitungen	30.000,00		600,00	2	750,00	2,5	240,00	0,8	
Aufbereitungsanlage, TA	1.570.000,00		31.400,00	2	125.600,00	8	18.840,00	1,2	
Gebäude	200.000,00		4.000,00	2	4.000,00	2	2.000,00	1,0	
Anpassungen	60.000,00		1.200,00	2	1.200,00	2	660,00	1,1	
Zwischensumme	1.860.000,00		37.200,00		131.550,00		21.740,00		
Gebühren, Gutachten, Nk	500.000,00		10.000,00	2	20.500,00	4,1	5.000,00	1,0	
Summe	2.360.000,00		47.200,00		152.050,00		26.740,00		225.990,00

225.990,00 € / 950.000 m³/a = 0,24 €/m³

Spezifische Kosten (Gesamt): Zwischensumme aus a)+ b)+ c): rd. 0,15 €/m³
 aus Jahreskosten: rd. 0,24 €/m³
 Gesamt: rd. 0,39 €/m³

Bei einem Jahresverbrauch von 950.000 m³/a und einem Strompreis von 0,15 €/kWh ist mit einer Preisbelastung von rd. 0,39 €/m³ zu rechnen.

Auf Grund der zentralen Teilenthärtung ergeben sich monetäre Einsparungen beim Verbraucher durch eine zentrale Enthärtung. Die ökonomischen Vorteile werden im Fallbeispiel aus „Zentrale Enthärtung von Trinkwasser, 2004, mit vorh. Härte: 18° dH, Zielhärte: 10° dH mit rd. 0,50 - 0,55 €/m³“a beziffert. Bei Abschaltung eines privaten Ionenaustauschers werden rd. 0,60 €/m³“a angegeben.

8. Zusammenfassung

Die Studie zeigt, dass eine zentrale Teilenthärtung von Trinkwasser in den Wasserwerken Weingarten und Zeiskam sinnvoll ist.

Die nachfolgende Aufstellung von Gründen die für eine Teilenthärtung sprechen zeigt die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen bei weichem Wasser.

- Reduktion von Kalkablagerungen im Haushalt - (Geräte, Armaturen)
- Reduktion Chemikalienbedarf - (Tenside, Entkalker)
- Verlängerung der Lebensdauer - (Geräte, Armaturen)
- Komfortgewinn - (Reinigung, Wartung)
- Energieeinsparung - (Warmwasserbereitung)
- Entlastung der Umwelt (Einsparungen von Waschmittel und Reinigungsmittel)
- Korrosionsverminderung - (Hausinstallation)

Mit einer Teilenthärtung wird weiches Wasser mit ca. 8°dH aus den Wasserwerken Zeiskam und Weingarten in das Verbundleitungsnetz abgegeben.

Zur Vermeidung von Korrosion im Rohleitungsnetz wird ein unterer Grenzwert bei der Säurekapazität von mind. 1,5 mmol/l eingestellt.

Bei der Verteilung des weichen Wassers aus den Wasserwerken Zeiskam und Weingarten ergibt sich folgende zu beachtende Randbedingung:

Im Teilbereich der Ortsgemeinde Lingenfeld entsteht ein Mischwasser mit rd. 12°dH in Folge der Speicherbewirtschaftung Bründelsberg mit hartem Wasser durch die SW Germersheim. Dieser Wert schwankt in Abhängigkeit von der Förderung beziehungsweise der Entnahme durch die SW Germersheim und den momentanen Fließ- und Druckverhältnissen in Folge vom Wasserverbrauch im Netz des Zweckverbandes Germersheimer Nordgruppe.

Um auch im Bereich der Ortsgemeinde Lingenfeld weiches Wasser zu bekommen, wären folgende Maßnahmen technisch möglich:

Alternative 1:

- Bau einer direkten Füllleitung zum HB Bründelsberg, so dass die SW Germersheim in den ZHB Bründelsberg fördern und entnehmen können, ohne durch das Ortsnetz Lingenfeld zu müssen.

Alternative 2:

- Die Akzeptanz einer Versorgungszone Lingenfeld, in der künftig Mischwasser mit rd. 12°dH verteilt wird.

Alternative 3:

- Bewirtschaftung des ZHB Bründelsberg durch den Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“.

Bei Alternative 3 erfolgt künftig der Wasseraustausch in der Südkammer durch die „Germersheimer Nordgruppe“. Hierbei würde künftig weiches Wasser in der Südkammer durch den Zweckverband Germersheimer Nordgruppe gespeichert. Bei Bedarf/Notbedarf würde weiches Wasser an die SW Germersheim geliefert.

Dahn, im April 2017

Aufgestellt: **Ingenieurbüro Dilger GmbH**
Beratende Ingenieure für Bauwesen

Projektbearbeiter

Dipl.-Ing. Wieser

Projektleiter

Dipl.-Ing. (FH) Rehm

II. Anlagen

Anlage 1: Ermittlung der Calcitabscheidetendenz der Trinkwässer aus
den Wasserwerken Weingarten und Zeiskam, TZW 2017

Ermittlung der Calcitabscheidetendenz der Trinkwässer aus den Wasserwerken Weingarten und Zeiskam

Auftraggeber: Ingenieurbüro Dilger GmbH

Auftragnehmer: TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe

Bearbeiter: Dr.- Ing. Sebastian Hesse
Dr. Frank Sacher

Karlsruhe, März 2017

INHALTSVERZEICHNIS

1	Anlass	1
2	Ergebnisse	2
3	Analysenergänzung zur Membranfiltration.....	6
4	Anlage.....	7

INHALTSVERZEICHNIS

1	Anlass	1
2	Ergebnisse	2
3	Analysenergänzung zur Membranfiltration.....	6
4	Anlage.....	7

1 Anlass

Der Zweckverband Wasserversorgung Germersheimer Nordgruppe beabsichtigen die relativ harten Trinkwässer aus den Wasserwerken Weingarten und Zeiskam zu enthärten. Das für die konkrete Planung der Anlagentechnik und für die Erstellung der behördlichen Anträge beauftragte Ingenieurbüro Dilger hat das TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe mit der Ermittlung der Calcitabscheidkapazität der Trinkwässer sowie mit der Analyse der relevanten membranspezifischer Parameter beauftragt.

2 Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die für die Berechnung zur Verfügung gestellten Daten zur Wasserbeschaffenheit der Trinkwässer aus den Wasserwerken Weingarten und Zeiskam sowie die daraus berechneten Werte der Calcitabscheidkapazität bei Fassungstemperatur bzw. bei der Bewertungstemperatur von 90 °C mit und ohne CO₂-Ausgasung aufgelistet. Der Fall mit CO₂-Ausgasung beschreibt den Vorgang bei der Warmwasserbereitung mit einem Wasserkocher (offenes System), der Fall ohne CO₂-Ausgasung bewertet als geschlossenes System eine zentrale Warmwasserbereitstellung. Mit einer Härte von 16 °dH sind die betrachteten Ausgangswässer in den Härtebereich hart gemäß Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRGM 2007) einzuordnen.

Tabelle 1: Bewertungsgrundlage

2016, Analysen durch Fremdlabor		Trinkwasser WW Weingarten	Trinkwasser WW Zeiskam
pH-Wert	-	7,66	7,58
Fassungstemperatur	°C	15,4	14,3
El. Leitfähigkeit bei 25 °C	mS/m	54,4	53,3
Säurekapazität bis pH 4,3 (K _{S4,3})	mmol/L	5,52	5,56
Basekapazität bis pH 8,2 (K _{B8,2})	mmol/L	0,45	0,43
Natrium	mg/L	7,9	8,2
Kalium	mg/L	1,3	1,1
Calcium	mg/L	88	88
Magnesium	mg/L	15	15
Chlorid	mg/L	11	8,9
Nitrat	mg/L	<0,5	<1
Sulfat	mg/L	13	8,2
Dc* bei Fassungstemperatur	mg/L	34	30
Dc* bei 90 °C ohne CO ₂ -Ausgasung	mg/L CaCO ₃	100	100
Dc* bei 90 °C mit CO ₂ -Ausgasung	mg/L CaCO ₃	110	110

*Calcitabscheidkapazität, berechnet

Bei der Bewertungstemperatur von 90 °C ergeben sich für die untersuchten Trinkwässer Calcitabscheidkapazitäten von 100 bis 110 mg/L CaCO₃ abhängig von der Art der Warmwasserbereitung. Die bei einer Erwärmung ausfällbare Kalkmenge entspricht in etwa der Hälfte der im Trinkwasser vorhandenen Calciummenge.

Bereits bei Fassungstemperatur sind die betrachteten Trinkwässer auffälliger Weise relativ stark calcitabscheidend. Mit einem Wert von $> 30 \text{ mg/L CaCO}_3$ können nach vorliegenden Erfahrungen im Kaltwasserbereich vermehrt Kalkausfällungen bei Armaturen auftreten.

Zur Verifizierung der berechneten Daten wurden beide Trinkwässer einem Kochtest nach einer TZW-Standardmethode in Anlehnung an das DVGW-Arbeitsblatt W 235-1 unterzogen. Die Proben wurden jeweils in einem Edelstahltopf (Bild 1) fünf Minuten gekocht. Nach einer Abkühlzeit von zehn Minuten wurde die ausgefällte Kalkmenge aus der Differenz des im Wasser gelösten Calciums nach Membranfiltration (Porenweite $0,45 \mu\text{m}$) vor und nach Kochen bestimmt. Bei der Berechnung der ausgefällten Kalkmenge wurde der Wasserverlust durch Verdampfen berücksichtigt.

Zur weitergehenden Beurteilung wurden darüber hinaus die in Bild 1 aufgeführten Parameter bestimmt. Sämtliche Messwerte sind in Anlage 1 zusammengestellt.

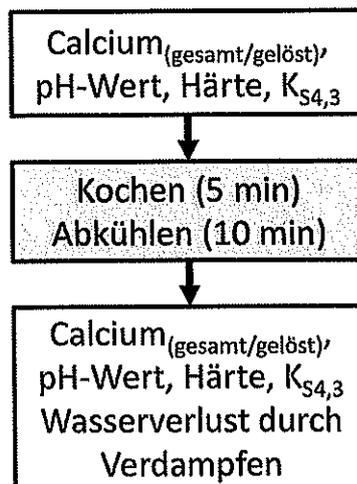


Bild 1: Kochteststand und Vorgehensweise

Die Ergebnisse des Kochtests sind in Bild 2 und Bild 3 graphisch dargestellt. Nach den vorliegenden Ergebnissen fallen ca. 50 % der im Trinkwasser des WW Weingarten enthaltenen Calciummenge nach dem Kochen in Form von partikulärem Kalk (Calciumcarbonat) aus. Beim Trinkwasser aus dem WW Zeiskam werden ca. 2/3 des im Trinkwasser enthaltenen Calciums nach dem Kochen abgeschiedenen bzw. fallen als partikulärer Kalk aus.

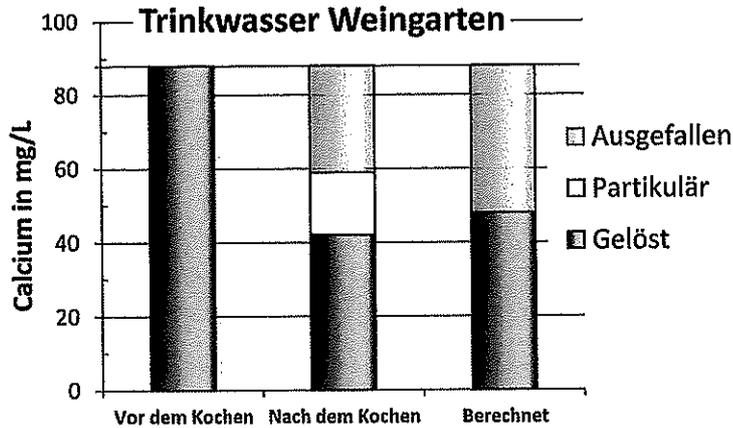


Bild 2: Ergebnis des Kochtests mit dem Trinkwasser aus dem WW Weingarten

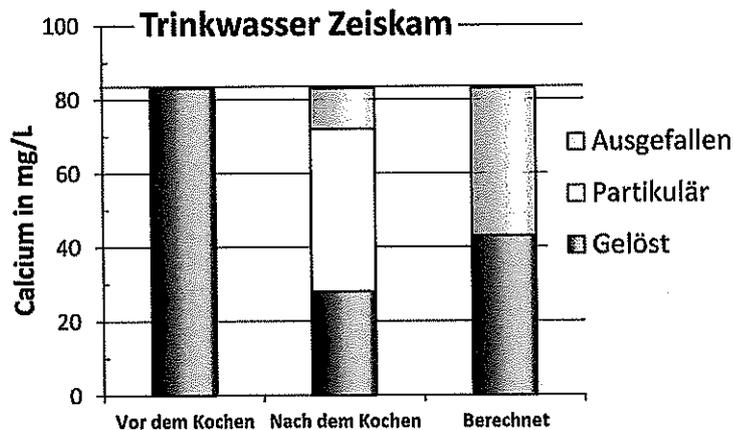


Bild 3: Ergebnis des Kochtests mit dem Trinkwasser aus dem WW Zeiskam

Die gemessene Verringerung der gelösten nicht partikulären Calciummenge von 1,15 mmol/L (WW Weingarten) bzw. 1,39 mmol/L (WW Zeiskam) entsprechen genau der jeweils ermittelten Verringerung des Karbonatgehalts von 2,3 mmol/L bzw. 2,8 mmol/L (Parameter Säurekapazität bis pH 4,3, $K_{S4,3}$) gemäß Gleichung 1 in Anlage 1. Die experimentell zur Plausibilitätsprüfung gewonnenen Ergebnisse bestätigen somit die berechneten Werte.

Als Ergebnis der experimentellen Untersuchungen und der durchgeführten Berechnungen ergibt sich, dass unabhängig von der eingesetzten Methode die ermittelten Werte von mehr als 100 mg/L für die Kalkabscheidekapazität durch Erhitzen des Trinkwassers den im DVGW-Arbeitsblatt W 235-1 angegebenen Orientierungswert von 70 mg/L CaCO_3 deutlich überschreitet. Dieser Wert wird als Kriterium gewertet, bei dem eine Teilenthärtung zur Vermeidung von Verkalkungsproblemen im Warmwasserbereich in Erwägung gezogen werden sollte.

Unabhängig von der Realisierung einer zentralen Enthärtung in den Wasserwerken Weingarten und Zeiskam sollten daher Maßnahmen zur Verringerung der vorliegenden relativ hohen Calcitabscheidekapazität in den betrachteten Trinkwässern vorgenommen werden. Zur Erarbeitung eines entsprechenden Konzepts bieten wir gerne unsere wissenschaftliche Unterstützung an.

3 Analysenergänzung zur Membranfiltration

Eine Zusammenstellung der ermittelten Analysenwerte hinsichtlich der Eignung der betrachteten Wässer für die Membranfiltration zeigt nachfolgende Tabelle 2.

Die Messwerte für den Kolloidindex liegen bei beiden Wässern deutlich unterhalb des Maximalwertes von 3 %/min. Dieser Wert wird von den Membranherstellern für eine Membranfiltration als geeignet angesehen.

Die Gehalte an Barium und Strontium sind in den untersuchten Reinwässern für einen Einsatz der Membrantechnik als unauffällig zu bewerten. Die Silikatgehalte sind jedoch vergleichsweise hoch und dürften für die Auswahl des Antiscalantmittels zur Gewährleistung eines störungsfreien Membrananlagenbetriebes maßgeblich sein.

Tabelle 2: Ergänzende Messwerte zur Membranfiltration gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 235-1

Parameter	Reinwasser, WW Weingarten	Reinwasser, WW Zeiskam
Kolloidindex, %/min	0,54	0,83
Barium, mg/L	0,09	0,1
Silicium, mg/L	7,6	6,3
Silikat, mg/L	16,3	13,5
Strontium, mg/L	0,3	0,24

Hinsichtlich des Antiscalantmitteleinsatzes bei der Membranfiltration sollte prinzipiell eine intensive Vorbelüftung des Wassers und der damit verbundene weitestgehende Austrag von Kohlenstoffdioxid vermieden werden. Dies ist bei der Planung der Membrananlagentechnik und für den späteren Anlagenbetrieb zu berücksichtigen.

Karlsruhe, März 2017



i. V. Dr. Frank Sacher



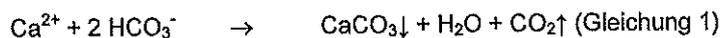
i. A. Dr.-Ing. Sebastian Hesse

4 Anlage

Anlage 1: Messwerte zum Kochtest

Germersheimer Nordgr.	Ausgangssituation							
	pH	el Leit µS/cm	Ca mg/L	Ca filit mg/L	Mg mg/L	Mg filit mg/L	KS _{4,3} mmol/L	Karbonat °KH
WW Weingarten	7,37	685	88,7	88,1	18,7	18,6	5,54	16
WW Zeiskam	7,06	493	82,8	83,2	13,0	13,1	5,40	15
	Wasserv. berücks.			gemessen		Wasserv. berücks.		
	Ca mg/L	Ca filit mg/L	Ca ↓ mg/L	Mg mg/L	Mg filit mg/L	Mg mg/L	Mg filit mg/L	Mg ↓ mg/L
WW Weingarten	59,0	42,1	46,0	22,0	21,7	18,8	18,6	0
WW Weingarten		CaCO ₃	115 mg/L (entsprechend 1,15 mmol/L)					
WW Zeiskam	71,7	27,6	55,6	15,4	15,3	13,2	13,1	0
WW Zeiskam		CaCO ₃	139 mg/L (entsprechend 1,39 mmol/L)					
	gemessen			Wasserv. berücks.				
	KS _{4,3} mmol/L	KS _{4,3} filit mmol/L	KS _{4,3} mmol/L	KS _{4,3} filit mmol/L	KS _{4,3} ↓ mmol/L			
WW Weingarten	3,77	3,74	3,2	3,2	2,3			
WW Zeiskam	3,02	3,03	2,6	2,6	2,8			

Bilanzgleichung zur Plausibilitätsprüfung:



(„Kochvorgang“)

Anlage 2: Reinwasser (Sammelfiltrat), WW Weingarten

Kolloidindex (SDI)

gemäß ASTM D 4189-95 (Reapproved 2002)

Auftraggeber: ZVWV Germersheimer Nordgruppe
Anschrift:

Datum: 07.02.2017

Probenahmestelle: WW Weingarten

Membrandurchmesser: 25 mm
Membranporenweite: 0,45 µm
Messvolumen V₁: 141 mL
Druck: 2,07 bar

Messtemp. Start: 9,9 °C
Messtemp. Ende: 10,7 °C

Filtrationszeit T₁: 15 min

Messzeit t₁ (141 mL): 0,57 min

Messzeit t₂ (141 mL): 0,62 min

Berechnung SDI

$$SDI = \frac{\left(1 - \frac{t_1}{t_2}\right) * 100}{T_1}$$

SDI = 0,54 %/min

Zusätzliche Messwerte:

Trübung 0,22 FNU
SAK (254 nm) 2,26 1/m
Färbung (SAK 436 nm) 0,10 1/m

Datum: 08.02.2017

gemessen durch: Nordwig-Krauß

Anlage 3: Reinwasser, WW Zeiskam

Kolloidindex (SDI)

gemäß ASTM D 4189-95 (Reapproved 2002)

Auftraggeber: ZVWV Germersheimer Nordgruppe
Anschrift:

Datum: 07.02.2017

Probenahmestelle: WW Zeiskam

Membrandurchmesser: 25 mm
Membranporenweite: 0,45 µm
Messvolumen V₁: 141 mL
Druck: 2,07 bar

Messtemp. Start: 9,9 °C
Messtemp. Ende: 11,2 °C

Filtrationszeit T₁: 15 min

Messzeit t₁ (141 mL): 0,63 min

Messzeit t₂ (141 mL): 0,72 min

Berechnung SDI SDI = $\frac{\left(1 - \frac{t_1}{t_2}\right) * 100}{T_1}$

SDI = 0,83 %/min

Zusätzliche Messwerte:

Trübung 0,12 FNU
SAK (254 nm) 1,12 1/m
Färbung (SAK 436 nm) 0,06 1/m

Datum: 08.02.2017

gemessen durch: Nordwig-Krauß

Anlage 4: Membranspezifische Analysenergebnisse, Reinwasser, WW Weingarten

Prüfbericht

DVGW-Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe Str. 84, 76139 Karlsruhe

Auftraggeber **IB Dilger**

Probennahmestelle
WW Weingarten (Pfalz), Reinwasser

Probenahme 07.02.2017	Probeneingang, Untersuchungsbeginn 07.02.2017	Probenehmer Hesse, Sebastian Dr.	Probe-Nr. 2017001109
--------------------------	--	-------------------------------------	-------------------------

Parameter	bei °C	Ergebnis	Einheit	BG	GW	Verfahren
Barium		0,09	mg/L	0,01		DIN EN ISO 17294-2-E29
Silicium		7,8	mg/L	0,1		DIN EN ISO 11885-E22
Silikat		16,3	mg/L	0,2		DIN EN ISO 11885-E22
Strontium		0,30	mg/L	0,01		DIN EN ISO 17294-2-E29



Anlage 6: Membranspezifische Analysenergebnisse, Reinwasser, WW Zeiskam

Prüfbericht



DVGW-Technologiezentrum Wasser, Karlsruher Str. 64, 76139 Karlsruhe

Auftraggeber **IB Dilger**

Probennahmestelle
WW Zeiskam, Reinwasser

Probenahme	Probenzugang, Untersuchungsbeginn	Probennehmer	Probe-Nr.
07.02.2017	07.02.2017	Hesse, Sebastian Dr.	2017001108

Parameter	bei °C	Ergebnis	Einheit	BG	GW	Verfahren
Barium		0,10	mg/L	0,01		DIN EN ISO 17294-2-E29
Silicium		6,3	mg/L	0,1		DIN EN ISO 11885-E22
Silikat		13,5	mg/L	0,2		DIN EN ISO 11885-E22
Strontium		0,24	mg/L	0,01		DIN EN ISO 17294-2-E29

II. Anlagen

Anlage 2: Zeitreihen Rohwasser Brunnen 1a, 5, 3, 4

Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“
 Studie zu Enthärtungsmöglichkeiten im Versorgungsgebiet des Zweckverbandes
 „Germersheimer Nordgruppe“

	Einheit	GW	BG	1971	1973	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Zerikam-Rohwasser																					
Rohwasser Brunnen 1a																					
Gesamthärte	°dH	-	-	-	-	16,3	16,5	15,4	15,4	14,4	14,9	15	16,36	17,5	17	15,7	15	15,1	15,6	15,4	15,8
Gesamthärte	mmol/l	-	-	-	-	2,91	2,94	2,75	2,75	2,58	2,66	2,68	2,92	3,13	3,03	2,8	2,7	2,7	2,8	2,74	2,81
Calciumabschleppkapazität als CaCO ₃	mg/l	-	-	-	-	1,6	1,4	9,8	10,6	16,6	15	18,5	11	-	-	-	-	-	-	-	-
Calciumabschleppkapazität	mg/l	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrogencarbonat	mg/l	-	-	-	-	343	336	331	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH-Wert bei Temperatur=.....°C	-	6,5-9,5	-	-	-	-	-	-	-	-	7,08	7,06	7,07	7,24	7,09	7,08	7,09	6,96	7,21	7,26	7,81
Calcium	mg/l	-	0,5	-	-	93	93,3	87,5	86,6	79,3	83,8	84,5	93,2	98,4	97,9	88,3	89,7	83,8	88	85,1	86,5
Magnesium	mg/l	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	13,8	13,9	14,5	16,4	14,7	14,4	14,1	14,5	14,1	5	15,7
Natrium	mg/l	200	0,3	-	-	-	-	-	-	-	8,2	8,2	8	8,4	6,7	8,4	8,2	8,1	7,7	8,6	8,8
Kalium	mg/l	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,5	1,1	1,2	1	1,4	1,3	1,3	1,3	1,5	1,3
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	5,69	5,64	5,69	5,55	5,99	5,66	5,55	5,61	5,6	5,52	5,56
Basekapazität bis pH 8,2 (K _{sat})	mmol/l	-	0,005	-	-	-	-	-	-	-	1,15	1,13	1,18	0,78	1,9	1,1	1,1	1,5	0,87	0,81	0,24
Chlorid	mg/l	250	1,0	-	-	-	-	-	-	-	10	11	11	10	10	11	11	11	9,2	11	11
Sulfat	mg/l	250	1,0	-	-	-	-	-	-	-	9	8	10	9	9	9	9	10	8,7	9,2	9,1
Nitrat	mg/l	50	0,5	-	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Wassertemperatur bei Probenahme	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,5	12,5	12,4	11,7	12	13,5	12,2	12,2	12,2	13,1	13,2
Sauerstoff	mg/l	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	0,3	<0,1	1,5	1,6	0,8	2	1,4	1,6	0,8	0,87
Elektr. Leitfähigkeit bei 20°	µS/cm	2500	-	-	-	-	-	-	-	-	488	495	482	491	495	549	496	-	-	-	-
Elektr. Leitfähigkeit bei 25°	µS/cm	2790	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	554	560	552	557
Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	mg/l	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	<1	1,2	<1	<1	<1	0,5	0,8	0,8	0,63	0,88	0,49
spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm (SAK-254)	1/m	0,5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,3	1,1	1,2	1,3	2,9	1
Ammonium	mg/l	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,08	0,11	0,07	0,07	0,07	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08
Gesamt-Phosphat	mg/l	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21	0,29	0,24	0,28	0,34	0,34	0,25
Trübung	FNU	1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	3,6	24,9	20,17	22	19	8,6	12	0,27	26	0,67	11
Eisen	mg/l	0,2	0,005	-	-	-	-	-	-	-	1,72	-	-	0,023	1,61	1,98	1,74	1,91	-	-	-
Eisen (gesamt)	mg/l	0,2	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	1,64	-	-	-	-	-	2,1	1,79	1,8
Mangan	mg/l	0,05	0,005	-	-	-	-	-	-	-	0,11	0,11	0,12	0,11	0,18	0,12	0,12	0,11	0,117	0,119	0,119
Erweiterter Parameterumfang (für Membranverfahren)																					
Aluminium	mg/l	0,2	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001
Strontium	mg/l	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barium	mg/l	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silikat	mg/l	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluorid	mg/l	1,5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kolloid-index (SDI, in Anlehnung an ASTM D 4189)	%/min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“
 Studie zu Enthärtungsmöglichkeiten im Versorgungsgebiet des Zweckverbandes
 „Germersheimer Nordgruppe“

Zeisklamm-Rohwasser Rohwasser Brunnen 5	Einheit	GW	BG	1971	1973	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Neuer Brunnen5 ->	
																				Apr 15	Nov 15
Gesamthärte	°dH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,8	13,9
Gesamthärte	mmol/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,45	2,49
Calcitösekapazität als CaCO ₃	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	7,3
Hydrogencarbonat	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	316	327
pH-Wert bei Temperatur=... °C	-	6,5-9,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,12	7,14
Calcium	mg/l	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76,8	80
Magnesium	mg/l	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,9	12
Natrium	mg/l	200	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,9	7
Kallium	mg/l	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	0,9
Säurekapazität bis pH 4,3 (m-Wert)	mmol/l	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,23	5,36
Basekapazität bis pH 8,2 (K _{s,2})	mmol/l	-	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	1,2
Chlorid	mg/l	250	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,1	4,2
Sulfat	mg/l	250	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,2	5,3
Nitrat	mg/l	50	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,5	<1,0
Wassertemperatur bei Probenahme	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,1	14,4
Sauerstoff	mg/l	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,05	0,18
Elektr. Leitfähigkeit bei 20°	µS/cm	2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	495	514
Elektr. Leitfähigkeit bei 25°	µS/cm	2790	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,58	0,42
gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm (SAK-254)	mg/l	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	-
Ammonium	mg/l	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-
Gesamt-Phosphat als PO ₄	mg/l	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31	0,31
Trübung	FNU	1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,1	-
Eisen (II)	mg/l	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eisen (gesamt)	mg/l	0,2	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,49	1,55
Mangan	mg/l	0,05	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,113	0,11
B) erweiterter Parameterumfang (für Membranverfahren)	mg/l	0,05	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aluminium	mg/l	0,2	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,002	<0,005
Strontium	mg/l	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Berium	mg/l	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silikat	mg/l	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluorid	mg/l	1,5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18	0,16
Kolloid-Index (SDI, in Anlehnung an ASTM D 4189)	%/min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

II. Anlagen

Anlage 3: Zeitreihen Reinwasser Weingarten und Zeiskam

Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“
 Studie zu Enthärtungsmöglichkeiten im Versorgungsgebiet des Zweckverbandes
 „Germersheimer Nordgruppe“

Grundsichere Zeitskorn	Einheit	GW	BG	1971	1973	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Neue Aufbereitung* →				
																			2013	2014	2015	2016	
Gesamthärte	°dH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,06	16,2	15,5	15,3	14,8	15	14,6	15,5	15,8	
Gesamthärte	mmol/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,88	2,8	3,05	2,89	2,76	2,73	2,64	2,7	2,6	2,7	2,7	2,8	
Calcitabschneidekapazität als CaCO ₃	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	13,4	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
Calcitabschneidekapazität	mg/l	5	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
Hydrogencarbonat	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
pH-Wert bei Temperatur=... °C	-	6,5-9,5	-	-	-	-	-	-	-	-	7,62	7,95	7,89	7,77	7,51	7,93	7,82	7,86	7,73	7,8	7,8	7,58	7,58
Calcium	mg/l	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	92,3	87,8	95,7	91,5	86,5	85	82,7	83,4	84,4	86,9	88	88	88
Magnesium	mg/l	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	14,1	14,8	16	14,8	14,7	14,9	14	14,1	12,1	14,6	15	15	15
Natrium	mg/l	200	0,3	-	-	-	-	-	-	-	8,1	8,5	7	8,2	8,4	8,1	7,9	7,1	8,4	8,2	8,2	8,2	8,2
Kalium	mg/l	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1	1,1	1,1	1,3	1,3	1,4	1,1	1,1	1,3	1,1	1,1	1,1
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	5,56	5,5	5,53	5,82	5,58	5,56	5,53	5,38	5,52	5,52	5,52	5,56	5,56
Basekapazität bis pH 8,2 (K _{8,2})	mmol/l	-	0,005	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,59	0,14	0,2	0,4	0,1	0,17	0,18	0,24	~	~	~	~
Chlorid	mg/l	<250	1,0	-	-	-	-	-	-	-	11	10	11	11	10	11	10	11	11	11	10,5	8,9	8,9
Sulfat	mg/l	<250	1,0	-	-	-	-	-	-	-	8	9	9	10	9	9	10	9,1	8,6	9,2	8,2	8,2	8,2
Nitrat	mg/l	<0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Wassertemperatur bei Probenahme	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,9	13	11,7	10,5	12,9	14,4	13,7	13,1	15,1	22,6	14,3	14,3	14,3
Sauerstoff	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,4	10,2	9,4	10,7	10	10,2	10,6	10,5	11,29	~	9,9	9,9	9,9
Elektr. Leitfähigkeit bei 20°	µS/cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	480	485	458	430	490	489	546	548	554	545	533	533	533
gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	mg/l	2500	-	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	<1	1,2	0,7	0,7	1,4	0,81	1,2	~	~	~	~
spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm (SAK-254)	1/m	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
Ammonium	mg/l	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,03	<0,03	<0,03	<0,05	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	~	~	<0,02	~	~
Gesamt-Phosphat	mg/l	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
Trübung	FNU	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,07	0,11	<0,1	0,44	0,15	0,3	~	~	<0,1	~	~	~
Eisen (gesamt)	mg/l	0,2	0,005	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	~	~	<0,02	~	~	~
Mangan	mg/l	0,2	0,005	-	-	-	-	-	-	-	<0,005	0,007	<0,005	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
B) erweiterter Parameterumfang (für Membranverfahren)	mg/l	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,005	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,005
Aluminium	mg/l	0,2	0,005	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,001	<0,001	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Strontium	mg/l	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
Barium	mg/l	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
Silikat	mg/l	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
Fluorid	mg/l	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	0,15	<0,2	0,2	~	0,17	0,17	0,17	0,15	<0,005	0,16	~	~
Kolloid-Index (SDI, in Anlehnung an ASTM D 4189)	1/min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
Elektr. Leitfähigkeit bei 25°, GW 2790	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
Trübung NTU, GW 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~

* Neue Aufbereitung WW Weing →

Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“
 Studie zu Enthärtungsmöglichkeiten im Versorgungsgebiet des Zweckverbandes
 „Germersheimer Nordgruppe“

Grundschule Weingarten	Einheit	GW	BG	1971	1973	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Neue Aufbereitung* ->			Netz
																		2012	2013	2014	
Gesamthärte	*°dH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,3	15,3	15,3	-	-	15,8
Gesamthärte	mmol/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,73	2,73	2,73	-	-	2,8
Calciumabscheidkapazität als CaCO ₃	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	-	-	~
Calciumabscheidkapazität	mg/l	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,0	41,0	41,0	-	-	34,0
Hydrogencarbonat	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	-	-	334
pH-Wert bei Temperatur.....°C	-	6,5-9,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,58	7,87	7,87	-	-	7,66
Calcium	mg/l	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85,1	85,4	85,4	-	-	88
Magnesium	mg/l	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,7	14,5	14,5	-	-	15
Natrium	mg/l	200	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,5	8,2	8,2	-	-	7,9
Kalium	mg/l	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3	1,4	1,4	-	-	1,3
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,61	5,59	5,59	-	-	5,52
Basekapazität bis pH 8,2 (K ₁₊₂)	mmol/l	-	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,2	0,2	-	-	0,45
Chlorid	mg/l	< 250	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	11	11	-	-	11
Sulfat	mg/l	< 250	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	9	9	-	-	13
Nitrat	mg/l	< 0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	<0,5	<0,5	-	-	< 1
Wassertemperatur bei Probenahme	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	-	-	~
Sauerstoff	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,1	16,2	15,4	-	-	15,4
Elektr. Leitfähigkeit bei 20°	µS/cm	2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,1	9,9	9,9	-	-	9,8
Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	490	492	492	-	-	544
Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm (SAK-254)	l/m	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,6	0,6	-	-	0,8
Ammonium	mg/l	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	< 0,03
Gesamt-Phosphat	mg/l	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	-	-	~
Trübung	PNU	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,24	0,16	0,16	-	-	~
Eisen	mg/l	0,2	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	~
Eisen (gesamt)	mg/l	0,2	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	-	-	< 0,005
Mangan	mg/l	0,0500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	< 0,005
B) erweiterter Parameterumfang (für Membranverfahren)																					
Aluminium	mg/l	0,2	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	< 0,005
Strontium	mg/l	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	-	-	~
Barium	mg/l	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	-	-	~
Silikat	mg/l	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	-	-	~
Fluorid	mg/l	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	~	~	-	-	~
Kolloid-Index (SDI, in Anlehnung an ASTM D 4189)	1/min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“
 Studie zu Enthärtungsmöglichkeiten im Versorgungsgebiet des Zweckverbandes
 „Germersheimer Nordgruppe“

Grundschule Lingenfeld	Einheit	GW	BG	1971	1973	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Neue Aufbereitung* ->		
																			2013	2014	2015
Gesamthärte	°dH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	14,2	-	-	15,8
Gesamthärte	mmol/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,32	-	-	-	-	-	-	2,54	-	-	2,8
Calcitabschädelkapazität als CaCO ₃	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,6	-	-	-	-	-	-	22	-	-	34
Calcitlösekapazität	mg/l	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	334
Hydrogencarbonat	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,65	-	-	7,66
pH-Wert bei Temperatur=... °C	-	6,5-9	-	-	-	-	-	-	-	-	7,72	-	-	-	-	-	-	80,7	-	-	88
Calcium	mg/l	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	75,1	-	-	-	-	-	-	12,7	-	-	15
Magnesium	mg/l	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	10,9	-	-	-	-	-	-	7,6	-	-	7,9
Natrium	mg/l	200	0,3	-	-	-	-	-	-	-	6,8	-	-	-	-	-	-	1,7	-	-	1,3
Kalium	mg/l	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	1,3	-	-	-	-	-	-	4,87	-	-	5,52
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	4,74	-	-	-	-	-	-	0,24	-	-	0,45
Basiskapazität bis pH 8,2 (K _{sp,2})	mmol/l	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	0,19	-	-	-	-	-	-	12	-	-	11
Chlorid	mg/l	< 250	1,0	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	26	-	-	13
Sulfat	mg/l	< 250	1,0	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	< 1
Nitrat	mg/l	< 0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	14,7	-	-	15,4
Wassertemperatur bei Probenahme	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,8	-	-	-	-	-	-	10	-	-	9,8
Sauerstoff	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,6	-	-	-	-	-	-	539	-	-	544
Elektr. Leitfähigkeit bei 20°	µS/cm	2500	-	-	-	-	-	-	-	-	435	-	-	-	-	-	-	2,4	-	-	0,8
Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm (SAK-254)	l/m	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ammonium	mg/l	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,03	-	-	-	-	-	-	< 0,02	-	-	-
Gesamt-Phosphat	mg/l	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trübung	FNU	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,23	-	-	-
Eisen	mg/l	0,2	0,01	-	-	-	-	-	-	-	0,006	-	-	-	-	-	-	< 0,005	-	-	< 0,005
Eisen (gesamt)	mg/l	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mangan	mg/l	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,005	-	-	-	-	-	-	< 0,005	-	-	< 0,005
B) erweiterter Parameterumfang (für Membranverfahren)																					
Aluminium	mg/l	0,2	0,01	-	-	-	-	-	-	-	0,023	-	-	-	-	-	-	< 0,005	-	-	< 0,005
Strontium	mg/l	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barium	mg/l	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silikat	mg/l	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluorid	mg/l	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0,015	-	-	-	-	-	-	< 0,15	-	-	0,15
Kolloid-Index (SDI, in Anlehnung an ASTM D 4189)	1/min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elektr. Leitfähigkeit bei 25°, GW 2790	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trübung NTU, GW 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Neue Aufbereitung WW Weing. ->

Zweckverband für Wasserversorgung „Germersheimer Nordgruppe“
 Studie zu Enthärtungsmöglichkeiten im Versorgungsgebiet des Zweckverbandes
 „Germersheimer Nordgruppe“

Lustadt Grundschule-Reinwasser	Einheit	GW	BG	1971	1973	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Neue Aufbereitung* ->		
																			2013	2014	2015
Gesamthärte	°dH	-	-													16,1	15,8		15,5	15,8	
Gesamthärte	mmol/l	-	-													2,87	2,82		2,8	2,89	
Calcitabscheidkapazität als CaCO ₃	mg/l	-	-													~	~		~	~	
Calcitlösekapazität	mg/l	5	-													33	34		34	35,1	
Hydrogencarbonat	mg/l	-	-													~	~		~	331,2	
pH-Wert bei Temperatur=...°C	-	6,5-9,5	-													~	~		~	~	
Calcium	mg/l	-	0,5													7,69	7,73		7,77	7,77	
Magnesium	mg/l	-	0,5													93,2	87,8		86,5	88,5	
Natrium	mg/l	200	0,3													13,3	15,3		14,4	19,1	
Kalium	mg/l	-	0,3													9,3	8,9		8,2	7,7	
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	-	0,01													1,3	1,3		1,3	1	
Basekapazität bis pH 8,2 (K _{sp,2})	mmol/l	-	0,005													5,51	5,63		5,54	5,48	
Chlorid	mg/l	< 250	1,0													0,3	0,2		0,24	0,25	
Sulfat	mg/l	< 250	1,0													11	13		11	15	
Nitrat	mg/l	< 0,5	0,5													1,0	1,0		8,8	18	
Wasser Temperatur bei Probenahme	°C	-	-													<1,0	<0,5		<0,5	0,6	
Sauerstoff	mg/l	-	-													12,1	12		12,6	12,6	
Elektr. Leitfähigkeit bei 20°	µS/cm	2500	-													10,2	0,1		10,1	8,9	
gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	mg/l	-	-													488	487		559	573	
spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm (SAK-254)	l/m	0,5	-													<1,0	0,6		0,66	0,87	
Ammonium	mg/l	0,5	-													~	~		~	~	
Gesamt-Phosphat	mg/l	-	0,01													<0,05	<0,02		<0,02	<0,06	
Trübung	FNU	1	-													~	~		~	~	
Eisen	mg/l	0,2	0,005													ohne	ohne		~	~	
Eisen (gesamt)	mg/l	0,2	-													<0,005	<0,005		~	~	
Mangan	mg/l	0,05	-													~	~		0,004	0,002	
B) erweiterter Parameterumfang (für Membranverfahren)	mg/l	-	-													<0,001	<0,005		<0,001	<0,001	
Aluminium	mg/l	-	-													<0,01	<0,005		0,003	0,002	
Strontium	mg/l	-	0,01													~	~		~	~	
Barium	mg/l	-	0,01													~	~		~	~	
Silikat	mg/l	-	0,2													~	~		~	~	
Silicium	mg/l	-	0,1													~	~		~	~	
Fluorid	mg/l	-	-													<0,2	0,16		0,16	0,16	
Kolloid-index (SDI, in Anlehnung an ASTM D 4189)	1/min	-	-													~	~		~	~	
Elektr. Leitfähigkeit bei 25°; GW 2790		-	-																		
Trübung NTU; GW 1		-	-																		
* Neue Aufbereitung WW Weing.->		-	-																		