

## DIE NEUE SCHNELLENTCARBONISIERUNG ZUR ZENTRALEN ENTHÄRTUNG BEI DER WASSERVERSORGUNG ULMER ALB - VON DER MACHBARKEITSSTUDIE BIS ZUR INBETRIEBNAHME

MARCEL HÖRMANN (M.SC.), RAINER BRAIG (BÜRGERMEISTER UND VERBANDSVORSITZENDER ZV WV ULMER ALB)

### Vorwort

Der Zweckverband Ulmer Alb ging aus den Albwasserversorgungsgruppen XII und IV hervor. Im Jahr 1873, als die Albgruppe IV gegründet und die zentrale öffentliche Wasserversorgung aufgebaut wurde, war es das Ziel „Wasser in jedwedem Bürgers Haus“ zu liefern. So standen am Anfang die technischen Aufgaben, die mit der Erschließung der Wasserressourcen, dem Bau der Pumpstationen und der Leitungen zur Verteilung bis hin zu den Mitgliedsgemeinden verbunden waren, im Mittelpunkt.

Einen weiteren Meilenstein markiert die Fusion der Albgruppen XII und IV zum heutigen Zweckverband Wasserversorgung Ulmer Alb im Jahr 1975 im Zuge der Gemeindereform. In den folgenden Jahren war es die Aufgabe, den neuen, größeren Verband zu konsolidieren. Eine weitere wichtige Entscheidung, diesmal zur Sicherung der hohen Trinkwasserqualität, war der Bau der Filteranlage im Pumpwerk Ehrenstein im Jahr 2000. Heute beliefert die „Ulmer Alb“ ca. 47.000 Einwohner im Verbandsgebiet zuverlässig mit Trinkwasser, 2,9 Millionen Kubikmeter im Jahr mit maximal 12.000 m<sup>3</sup> an Spitzentagen.

Der nächste Entwicklungsschritt des Zweckverbandes wurde jetzt mit dem Bau und der Inbetriebnahme der Schnellentcarbonisierungsanlage (SEC-Anlage) zur Grundwasserenthärtung getan.

Das Rohwasser ist grundsätzlich von guter Qualität und bedarf deshalb nur einer geringfügigen Aufbereitung, um Trinkwasserqualität zu erreichen. Nachdem es aber ausschließlich über Brunnen aus dem Grundwasser gewonnen wird, weist es aufgrund seiner Herkunft aus dem Tiefen Karst der Schwäbischen Alb einen vergleichsweise hohen Kalkgehalt mit einem Härtegrad von 18 bis 19 Grad deutscher Härte (3,2 - 3,4 mmol Calciumcarbonat pro Liter) auf. Um dem Wunsch der Bürgerinnen und Bürger nach weicherem Trinkwasser mit noch besseren Gebrauchseigenschaften im Haushalt und in der Industrie gerecht zu werden, wurde in der Verbandsversammlung des Zweckverbandes am 16. März 2016 beschlossen, eine zentrale SEC-Anlage im Wasserwerk Ehrenstein zu errichten. Den damit verbundenen Investitionskosten in Höhe von 4,2 Millionen Euro stehen erhebliche Einsparungen bei den Wasserkunden gegenüber. So hat das DVGW-Technologiezentrum Wasser in Karlsruhe errechnet, dass der Sprung von „hartem“ Wasser mit 18 bis 20 °dH in den Bereich von 10 bis 14 °dH in den Haushalten eine Einsparung von 0,30 bis 0,50 € je Kubikmeter ausmacht. Und zwar einfach dadurch, dass beispielsweise Haushaltsgeräte weniger verkalken, dadurch länger leben und zudem weniger Waschmittel und Spülmaschinensalze benötigt werden. Die zentrale Enthärtung ist somit auch ein Beitrag zum Umwelt- und Gewässerschutz, weil dadurch weniger Salze und Waschmittel in die Gewässer gelangen.

Die Bauarbeiten starteten Ende des Jahres 2018 und die Inbetriebnahmephase begann bereits am 1. Juni 2020. Der Zweckverband Wasserversorgung Ulmer Alb kann jetzt Trinkwasser bester Qualität mit vorteilhaften 12 °dH sicher, nachhaltig und preisgünstig an seine Verbandsmitglieder liefern. Es hat sich an diesem Projekt einmal mehr gezeigt, dass die Wasserversorgung in kommunaler Hand Leistungsfähigkeit, Innovationsfähigkeit, eine hohe Versorgungssicherheit und Gemeinwohlorientierung zu verbinden vermag.

Der vorliegende Beitrag dokumentiert die technische und betriebliche Umsetzung des Projektes, das auch für andere Wasserversorgungsgruppen von Interesse sein kann. Mein Dank geht an alle, die zum Gelingen des Projektes beigetragen haben, insbesondere den Verbandsmitgliedern und Vertretern in der Verbandsversammlung für die mutige Entscheidung, dann aber auch allen an Planung, Bau und Betrieb Beteiligten. Insbesondere geht mein Dank an die Ingenieurbüros und die ausführenden Firmen, die das Werk geplant und erbaut haben. Weiterhin an die Landeswasserversorgung, die das Projekt von der ersten Vorstudie bis zur erfolgreichen Inbetriebnahme und der Betriebsoptimierung partnerschaftlich und kompetent begleitet hat.

Dornstadt, im Mai 2021



Rainer Braig  
Verbandsvorsitzender

### Zusammenfassung

Der Zweckverband Wasserversorgung Ulmer Alb hatte die Überlegung, seine Verbandsmitglieder durch den Bau einer Enthärtungsanlage mit weicherem Trinkwasser zu versorgen. Dazu wurde die Landeswasserversorgung zur Erstellung einer Vorstudie beauftragt, um die technische Machbarkeit und die Kosten zu prüfen. Im Jahr 2016 entschied sich die Verbandsversammlung mehrheitlich für den Bau einer zentralen Enthärtungsanlage im Wasserwerk Ehrenstein. In diesem Beitrag soll der Ablauf des Projektes von den ersten Überlegungen über die Vorstudie, die Diskussionen in den Verwaltungsgremien, den Entschluss, die Planung, den Bau, die Inbetriebnahme und die anschließenden Optimierungen dargestellt werden. Abschließend wird eine Validierung der Konzeption und der Kosten laut der Studie im Abgleich mit der tatsächlichen Umsetzung durchgeführt.

### THE NEW RAPID DECARBONISATION FOR CENTRAL WATER SOFTENING AT THE ULMER ALB WATER SUPPLY – FROM THE FEASIBILITY STUDY TO COMMISSIONING

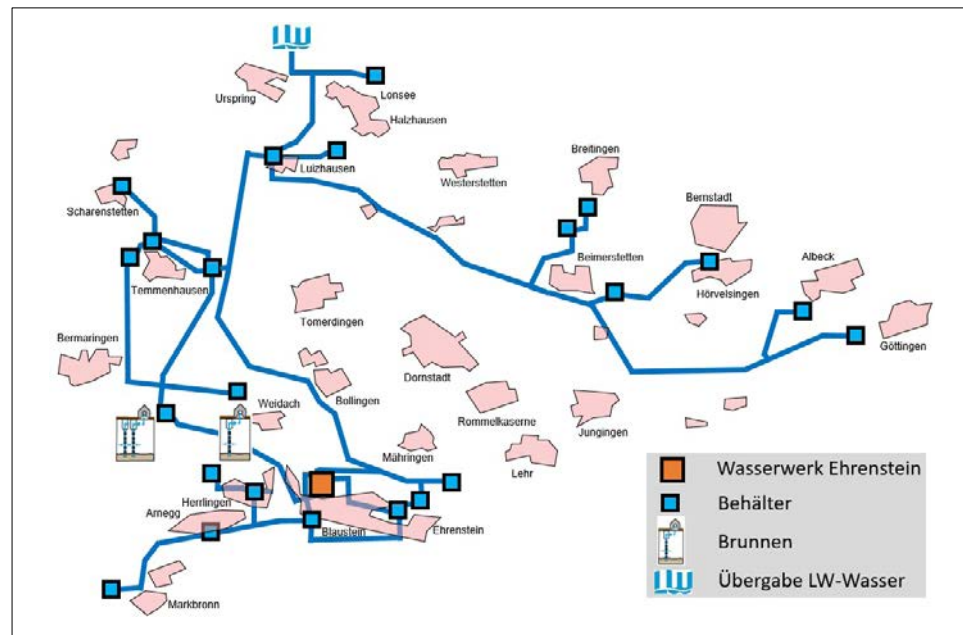
The Zweckverband Wasserversorgung Ulmer Alb was considering supplying its members with softer water by building a softening plant. For this purpose, the Landeswasserversorgung was commissioned to prepare a preliminary study to examine the technical feasibility and the costs. In 2016, the majority of the association's assembly decided in favor of the construction of a central softening plant at the Ehrenstein waterworks. In this paper, the development of the project from the first considerations, the preliminary study,

the discussions in the administrative bodies, the decision, the planning, the construction, the commissioning and the subsequent optimizations will be presented. Finally, a validation of conception and costs according to the study will be made in comparison with the actual implementation.

## 1. Einleitung

Der Zweckverband Wasserversorgung Ulmer Alb (ZV WV Ulmer Alb; Abbildung 1) versorgt seine Einwohner zu ca. 99 % mit Eigenwasser, wobei das Rohwasser mit ca. 18,5 °dH dem Härtebereich „hart“ zuzuordnen ist. Als zweites Standbein kann Fernwasser von der Landeswasserversorgung bezogen werden, welches mit ca. 13 °dH dem Härtebereich „mittel“ entspricht. In den Mitgliedsgemeinden gab es immer wieder Diskussionen um die Wasserhärte und der Ruf nach weicherem Wasser war zu hören. Entsprechend wurde am 6. April 2011 in der öffentlichen Sitzung der Verbandsversammlung einstimmig die Erstellung einer Vorstudie bzgl. technischer Machbarkeit sowie Kosten einer zentralen Enthärtung beschlossen.

Abbildung 1: Karte mit dem Leitungsnetz (nur teilweise dargestellt), den Behältern und der Wasserwerke des ZV WV Ulmer Alb. Der ZV gibt jährlich ca. 2,9 Mio. m<sup>3</sup> Trinkwasser mit einer mittleren Tagesabgabe von ca. 7.950 m<sup>3</sup> ab. Das Leitungsnetz ist ca. 150 km lang und verfügt über 23 Hochbehälter mit insgesamt 18.440 m<sup>3</sup> Speichervolumen. Die Bilanzsumme lag im Jahr 2019 bei ca. 17,7 Mio. € und die vorläufige Betriebskostenumlage im Jahr 2021 beträgt 1,00 €/m<sup>3</sup>. Die technische und kaufmännische Betriebsführung erfolgt durch die LW.



## 2 Schritt 1: Machbarkeitsstudie

### 2.1 Strukturanalyse

Die Ergebnisse der Vorstudie wurden erstmals am 5. Juli 2012 dem Verwaltungsrat präsentiert. Im ersten Teil der Enthärtungsstudie wurde untersucht, wie eine zentrale Enthärtung im Kontext der bestehenden Versorgungsstruktur optimal umgesetzt werden kann. Es wurden die vier verschiedenen Varianten A bis D erarbeitet, auf deren Basis diskutiert und abgewogen werden konnte. Am Ende fiel die Entscheidung auf die vom Gutachten empfohlene Variante A, bei der im Normalbetrieb die Rohwasserressourcen des Tiefbrunnens Lautertal und Brunnens IV / V Lautern zentral im Wasserwerk Ehrenstein aufbereitet werden sollten (Abbildung 2). Wesentliche Gründe für die Entscheidung waren, dass in diesem Wasserwerk bereits eine Filteranlage vorhanden war und mit der Lösung eine einheitliche Wasserhärte im Versorgungsgebiet ermöglicht wird, wobei der Standort Lautern als redundante Noteinspeisemöglichkeit aufrechterhalten werden konnte [1].

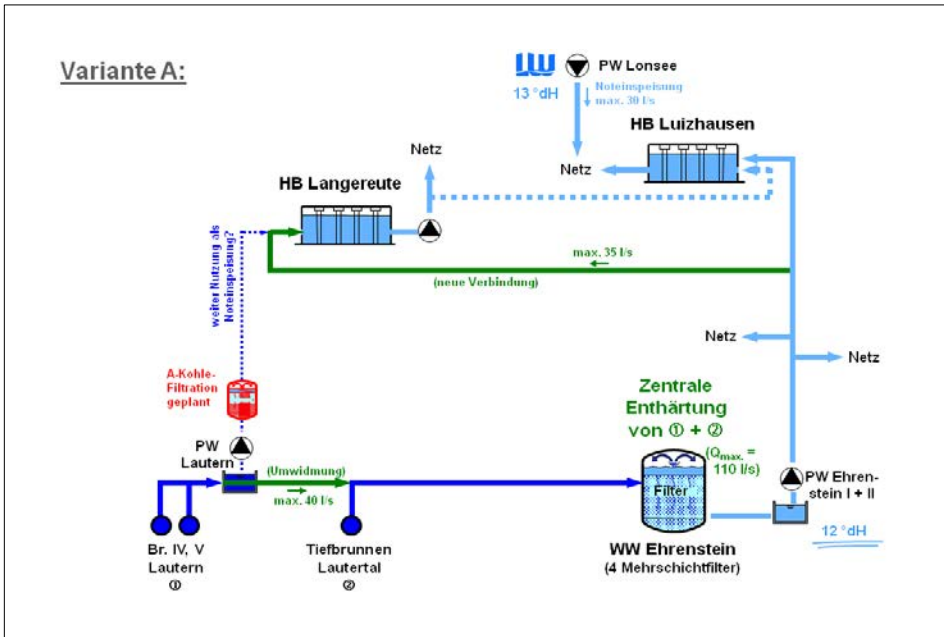


Abbildung 2: Die Variante A aus der Vorstudie, welche eine zentrale Enthärtung des Grundwassers aus den Brunnen IV, V und Lautertal im Wasserwerk Ehrenstein vorschlug. (Bildquelle [1])

## 2.2 Verfahrens- und Kostenanalyse

Im zweiten Teil der Studie musste ein geeignetes Enthärtungsverfahren gefunden werden, mit dem das Wasser auf eine empfohlene Zielhärte von 12 °dH enthärtet werden kann. Nach der Prüfung der Rohwasserbeschaffenheit wurden für die Enthärtung folgende drei Verfahren näher untersucht: Die Kalkfällung mittels einer SEC-Anlage unter Calciumhydroxid-Zugabe, der CARIX-Ionenaustauschprozess und die Membranfiltration. In Tabelle 1 sind die Vor- und Nachteile der drei verschiedenen Verfahren vergleichend dargestellt. Eine Membranfiltration schied aus Kostengründen aus, für den Auftraggeber blieb folglich die Wahl zwischen dem Fällungs- und dem Ionenaustausch-Verfahren. Die für diese beiden Verfahren verbundenen Mehrkosten für das Trinkwasser wurden mit ca. 15 Ct./m<sup>3</sup> prognostiziert.

Auswahlkriterium	Fällung		Ionenaustausch CARIX	Membranverfahren NF/UF
	SEC/Ca(OH) <sub>2</sub>	SEC/NaOH ( $\text{Na}^+ \uparrow  D_{90} \cdot c_f$ )		
Aufbereitungsziel	●		●	●
Korrosion (S <sub>r</sub> )	● ... ●	●	●	●
Platzbedarf	●	●	●	●
Aufbereitungsstoffe		●	●	●
Betriebsaufwand	● ... ●	● ... ●	● ... ●	● ... ●
Energiebedarf	~0,04 ... 0,06 kWh/m <sup>3</sup>		~0,2 ... 0,3 kWh/m <sup>3</sup>	~0,3 ... 0,4 kWh/m <sup>3</sup>
Rückstandsverwertung/-entsorgung	●	●	●	● ... ●

Tabelle 1: Vergleich von drei möglichen Enthärtungsverfahren anhand unterschiedlicher Auswahlkriterien.

## 3 Schritt 2: Diskussion, Information und Beschlussfassung

### 3.1 Vor- und Nachteile einer zentralen Enthärtung

Der wesentliche Nachteil der geplanten Enthärtungsanlage war die Kostensteigerung von ca. 15 Ct./m<sup>3</sup>. Zudem musste berücksichtigt werden, dass einzelne Bevölkerungsgruppen, wie beispielsweise die Landwirte nur wenig Nutzen

von weicherem Wasser haben. Das Projekt war daher von Anfang an umstritten. Zur sachlichen Abwägung musste herausgearbeitet werden, ob eine zentrale Enthärtung des Wassers von 18 °dH auf 12 °dH ökologisch sinnvoll und der Aufwand versus Nutzen darstellbar ist. Zur Veranschaulichung wurde eine fallspezifische und vereinfachte ökologische Betrachtung vorgenommen. Dazu wurden Energie- und Aufbereitungsstoffeinsatz bei der zentralen Enthärtung dem typischen Haushaltsverbrauch an Energie-, Waschmittel- und Regeneriersalzeinsatz gegenübergestellt. In der Machbarkeitsstudie wurde bereits gezeigt, dass durch die Enthärtung auf 12 °dH die Calcitabscheidungskapazität bei Erwärmung deutlich gesenkt wird. Dadurch vermindert sich die Kesselsteinbildung, was beispielsweise der Wärmeübertragung bei der Warmwasserbereitung zu Gute kommt und die Nutzungsdauer solcher Anlagen erhöht. Weiterhin werden bei der Versorgung mit weicherem Wasser Waschmittel, Regeneriersalze und Putzmittel eingespart. Zusammenfassend ergaben die Berechnungen im vorliegenden Fall eine positive Ökobilanz. Für einen durchschnittlichen Haushalt kann hier von einem wirtschaftlichen Nutzen um die 30 Ct./m<sup>3</sup> ausgegangen werden, der die prognostizierten Kosten von 15 Ct./m<sup>3</sup> klar überwiegt [2].

### 3.2 Information und mehrheitlicher Entschluss pro zentrale Enthärtung

Den Verwaltungsorganen war wichtig, dass die Öffentlichkeit an der Entscheidung über den Bau einer zentralen Enthärtungsanlage von Anfang an beteiligt ist. Die genaue Umsetzung wurde intensiv diskutiert und erforderte Fingerspitzengefühl sowie ein geeignetes Vermittlungsmedium. Von anderen Wasserversorgern war bekannt, dass Abstimmungen mittels Flyer teils sehr niedrige Rückläufe zur Folge hatten und Entscheidungen äußerst knapp ausfallen können. Ein knapper Abstimmungsausgang kann polarisierend wirken und sich schnell zum Politikum entwickeln. Für die Gremienmitglieder des ZV WV Ulmer Alb wurde daher am 24. November 2015 eine zentrale Informationsveranstaltung durchgeführt, die transparent die Vor- und Nachteile einer zentralen Enthärtung auf Basis der Vorstudie aufarbeitete und eine sachlich fundierte Diskussion ermöglichte. Die einzelnen Mitglieder konnten sich daraufhin intern beraten und das Vorhaben individuell mit den Bürgern kommunizieren. Am 16. März 2016 lag der Verbandsversammlung schließlich ein beschlussfähiger Vorschlag zum Bau einer zentralen Enthärtungsanlage beim Wasserwerk Ehrenstein nach Variante A vor, der mehrheitlich beschlossen wurde. Als Verfahren wurde die SEC gewählt, da Filter bereits vorhanden waren und eine gute Verwertung der Pellets in Aussicht stand.

## 4 Schritt 3: Planung und Bau der Enthärtungsanlage

### 4.1 Gründung eines Projektteams und Vorarbeiten

Für die Planung der Enthärtungsanlage wurde ein Projektteam von Fachingenieuren unter Berücksichtigung der Empfehlung der Landeswasserversorgung zusammengestellt. Die Gesamtkoordination übernahm das Ingenieurbüro Wassermüller Ulm GmbH. Für die Verfahrenstechnik war das Ingenieurbüro Eppler verantwortlich. Vor dem eigentlichen Bau musste noch die Leistungsfähigkeit des Pumpwerks Ehrenstein 1 erhöht, ein zweites Absetzbecken gebaut und Druckstoßkessel installiert werden. Außerdem wurde Ende 2017 ein Grundstück neben dem bestehenden Wasserwerk erworben.



## 4.2 Beginn und Verlauf der Bauarbeiten

Der erste Spatenstich für den Bau des Gebäudes fand am 04. Dezember 2018 statt (Abbildung 3), sodass bereits im Frühjahr 2019 die ca. 6 m und ca. 10 m hohen Impfkorn- und Weißkalkhydrat-Silos in die Baustelle eingehoben werden konnten. Die zwei ca. 10 m hohen Pellet-Reaktoren wurden erst im Juli 2019 mittels Schwertransporter angeliefert, als der Rohbau des neuen Gebäudes schon fertig war (Abbildung 4, 5, 6 und 7). Die Inbetriebnahme der SEC-Anlage fand am 01. Juni 2020 statt, knapp 1,5 Jahre nach dem Spatenstich. Zur Information der Öffentlichkeit ging vorab ein Flyer an jeden einzelnen Haushalt im Versorgungsgebiet, der über die Umstellung bei der Wasserhärte aufklärte.



Abbildung 3: Der erste Spatenstich für die neue SEC-Anlage beim Wasserwerk Ehrenstein am 04.12.2018

Abbildung 4: Das Manövrieren der Reaktoren durch die Luke im Dach in das Gebäude erforderte viel Fingerspitzengefühl.

Abbildung 5: Der Blick auf die zwei SEC-Reaktoren. Die Reaktoren sind ca. 10 m hoch und haben einen Durchmesser von 1,6 m im zylindrischen Teil sowie einen Glockendüsenboden mit einem Durchmesser von 1 m.

Abbildung 6: Auf dem Glockendüsenboden befinden sich insgesamt 20 Glocken, durch die bis zu 42 l/s Wasser von unten durch den nur 2 mm breiten Ringspalt (mit rotem Pfeil markiert) in den Reaktor gedrückt werden.

Abbildung 7: Entladung der ersten Quarzsand-Lieferung am 24.05.2020 vor dem neuen SEC-Gebäude (Grundfläche 200 m<sup>2</sup>, Höhe 12 m)



### 4.3 So funktioniert die neue Enthärtungsanlage

Bei der SEC-Anlage der „Ulmer Alb“ werden ca. 60 % des Rohwassers von unten nach oben durch die beiden Reaktoren geschickt und in der Ablaufrinne mit den verbleibenden 40 % wieder verschnitten (Abbildung 8). In die Reaktoren wird Calciumhydroxid ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) in Form einer Kalkmilch mit ca. 4 Gew.-% Wirkstoffgehalt dosiert, sodass der pH-Wert angehoben wird und gelöstes Calcium als Calciumcarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) ausfällt. Im Reaktor befinden sich viele kleine Kalk-Pellets, die durch die aufwärts gerichtete Strömung in Schwebelage gehalten werden und ein sogenanntes Pellets-Schwebebett bilden. An der Oberfläche dieser Pellets lagert sich das aus dem Wasser entfernte  $\text{CaCO}_3$  schichtenartig ab. Wenn die Pellets auf eine Größe von ca. 1,1 mm angewachsen sind, werden sie über drei Entnahmeleitungen im Glockendüsenboden abgesaugt und in ein Entwässerungssilo gepumpt. Damit im Reaktor wieder neue Pellets aufwachsen können, ist die regelmäßige Zugabe von kleinen Impfkörnern (z. B. Quarz- oder Kalksand) erforderlich.

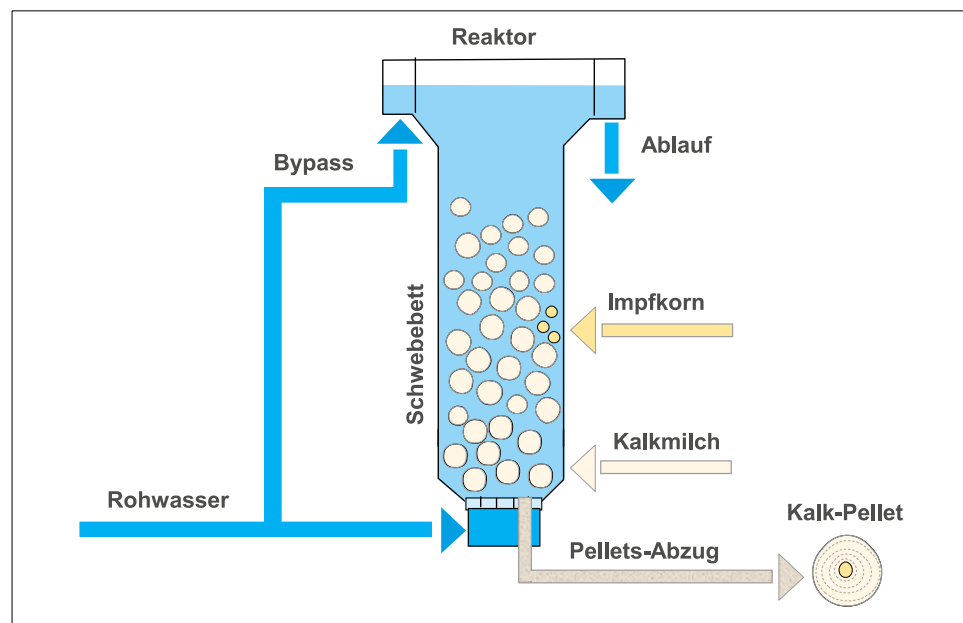


Abbildung 8: Schematische Darstellung des Verfahrens eines SEC-Reaktors

## 5 Schritt 4: Inbetriebnahme und Optimierungen

### 5.1 Anpassungen und Herausforderungen

In den ersten Wochen nach der Inbetriebnahme waren verfahrenstechnische Anpassungen zu bewältigen, was z. B. die Steuer- und Regelungstechnik betraf sowie die Kontrolle der Wasserhärte auf der Basis einer möglichst robusten Messtechnik (via kontinuierliche Leitfähigkeitsmessung, siehe Abbildung 9). Herausfordernd waren insbesondere hohe Ablauftrübungen aus den Reaktoren, die anfangs im Bereich von 40 FNU bis 60 FNU lagen. Üblich ist lediglich eine gewisse Ablauftrübung um 20 FNU, da der Kalk nie zu 100 % auf den Pellets ausfallen kann - bei typischen SEC-Anlagen werden zwischen 1,1 % bis 2,2 % des ausgefallenen Kalks in Form von feinen Trübstoffen aus den Reaktoren ausgetragen [3]. Eine gute Hilfestellung zur Erreichung besserer Betriebsbedingungen war das sogenannte Reh-Diagramm. Dieses beschreibt die Abhängigkeit des Wirbel- bzw. Schwebebettbetriebes von den physikalischen Einflussparametern und bietet Anhaltspunkte für das Finden eines optimalen Betriebsbereichs [4].

Die Erfahrungen der ersten Betriebswochen und eine Systemanalyse (Abbildung 10) zeigten, dass gerade in Folge der erhöhten SEC-Ablauftrübungen die vier Schnellfilter der Flaschenhals des Gesamtsystems wurden. Je größer nebst Durchfluss die Trübungsbelastung im Zulauf der Filter ist, desto früher muss ein Filter rückgespült werden. Die Herausforderung bestand darin, die Trübungen aus der SEC-Anlage zu senken und den Filterbetrieb zu optimieren, d. h. zu längeren Filterlaufzeiten zu kommen.

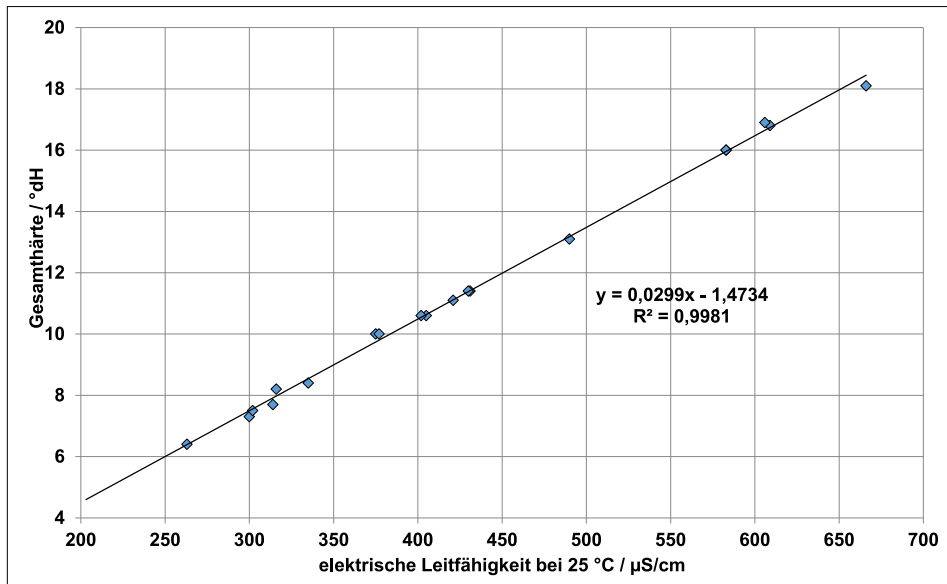


Abbildung 9: Einstellung der Wasserhärte durch eine Korrelation zwischen der Gesamthärte und der elektrischen Leitfähigkeit. Durch die Entfernung des Härtebildners Ca<sup>2+</sup> aus dem Wasser sinkt die elektrische Leitfähigkeit.

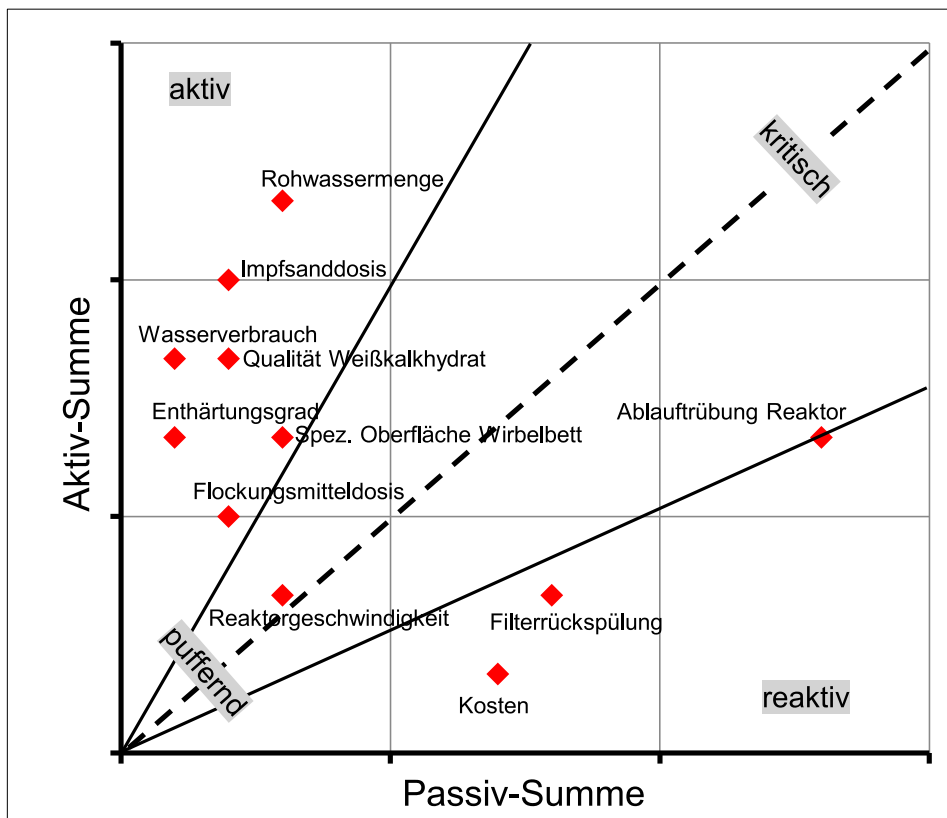


Abbildung 10: Über die Definition verschiedener Systemelemente und einer Einflussmatrix konnten die Aktiv- und Passivsummen ermittelt und in einem Koordinatensystem aufgetragen werden. Die Rohwassermenge und die Impfsanddosis haben den stärksten Systemeinfluss (= höchste Aktivsumme). Die Systemvariablen mit hohen Aktivsummen beeinflussen den Gesamtprozess stark, indem sie viele Veränderungen verursachen. Sie dienen als Stellgrößen bzw. Ansatzpunkte, welche für die Optimierungen verwendet werden können. Als quantitative Zielgröße für die Validierung der Optimierungen eignen sich die reaktiven Systemvariablen, die stark auf Veränderungen im System reagieren.



## 5.2 Untersuchungen und Verbesserungen

Im Betrieb wurden verschiedene Stellgrößen variiert und anhand der Ablauftrübungen bewertet. Untersucht wurden:

- drei verschiedene Weißkalkhydratprodukte
- Impfkörner verschiedener Körnung und Material
- Impfkorndosis und -zugabeintervall
- Einsatz eines Flockungsmittels

In der Summe konnten durch diese Maßnahmen die Ablauftrübungen auf ca. 15 FNU bis 25 FNU gesenkt und die Leistung der Schnellfilter verbessert werden. Durch das Höherlegen der Kalkmilch-Dosierstellen bei der ersten Revision in den zylindrischen Teil des Reaktors konnten zudem Verbackungen am Glockendüsenboden stark reduziert werden.

## 6 Schritt 5: Controlling

### 6.1 Wasserbedarfsplanung

In der Vorstudie wurde für die Wasserbedarfsplanung auf Basis der Daten bis zum Jahr 2011 von einem jährlichen Wasserbedarf von ca. 2,6 Millionen m<sup>3</sup> und einem maximalen Tagesbedarf von 9.500 m<sup>3</sup> (= 110 l/s) ausgegangen. Rückblickend ist der jährliche Wasserbedarf seit dem Jahr 2011 von ca. 2,58 Millionen m<sup>3</sup> bis zum Jahr 2019 um ca. 13 % auf ca. 2,92 Millionen m<sup>3</sup> und bis zum Jahr 2020 sogar um rund 26 % auf 3,26 Millionen m<sup>3</sup> gestiegen (Abbildung 11). Die steigende Tendenz kann unter anderem auf eine stetig wachsende Anzahl an Einwohnern im Versorgungsgebiet und auf den Klimawandel zurückgeführt werden. Für die „Ulmer Alb“ bedeuten diese Entwicklungen, dass zukünftig an Spitzenverbrauchstagen wahrscheinlich mit einer Aufbereitungskapazität von 130 l/s bis 140 l/s zu rechnen ist.

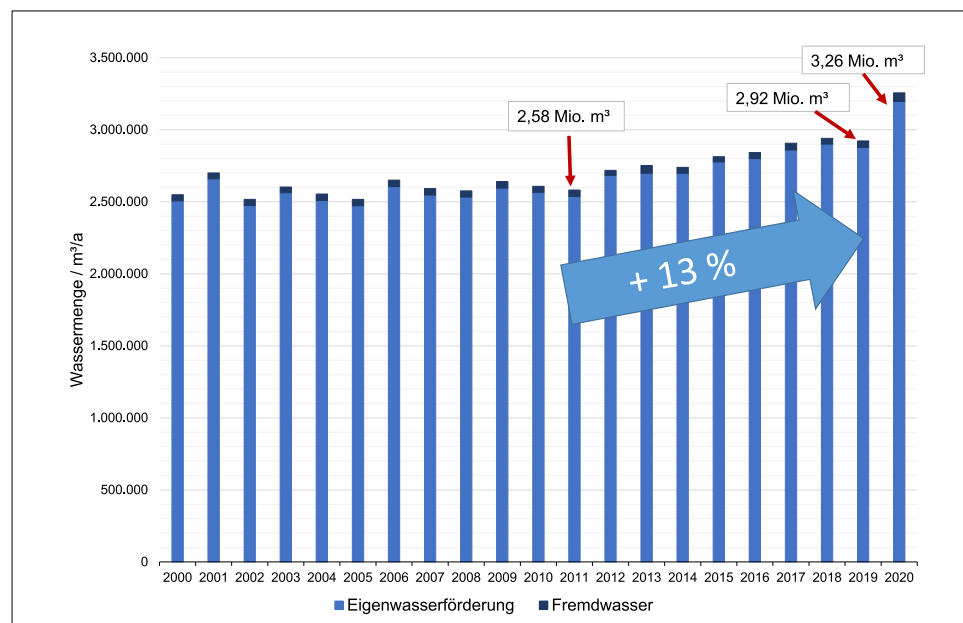


Abbildung 11: Entwicklung der von der „Ulmer Alb“ abgegebenen Wassermenge in den letzten 20 Jahren. Zwischen dem Jahr 2011 und 2019 war eine Zunahme von 13 % zu verzeichnen. Mit 3,26 Mio. m<sup>3</sup> war die Wasserabgabe im Jahr 2020 besonders hoch.

## 6.2 Konzeption und Betrieb

Die Versorgungsstruktur wurde wie in der vorgeschlagenen Variante A aus der Vorstudie umgesetzt, sodass nun das Wasser aus den Brunnen Lautertal und den Brunnen IV und V zentral im Wasserwerk Ehrenstein enthärtet wird (Abbildung 2). In der Vorstudie wurden zwei Reaktoren mit ca. 1,5 m Durchmesser geplant, bei denen der enthärtete Teilstrom 43 % beträgt. Tatsächlich umgesetzt wurden zwei Reaktoren mit einem Durchmesser von 1,6 m und einem enthärteten Teilstrom von 60 %. Ein Jahr nach der Inbetriebnahme sind zwischen dem 1. Juni 2020 und 2021 insgesamt 386 t Weißkalkhydrat und 40 t Impfkorn verbraucht sowie 820 t Pellets produziert worden (siehe Abbildung 12). In der Studie aus dem Jahr 2012 wurde mit jährlich ca. 850 t Pellets kalkuliert.

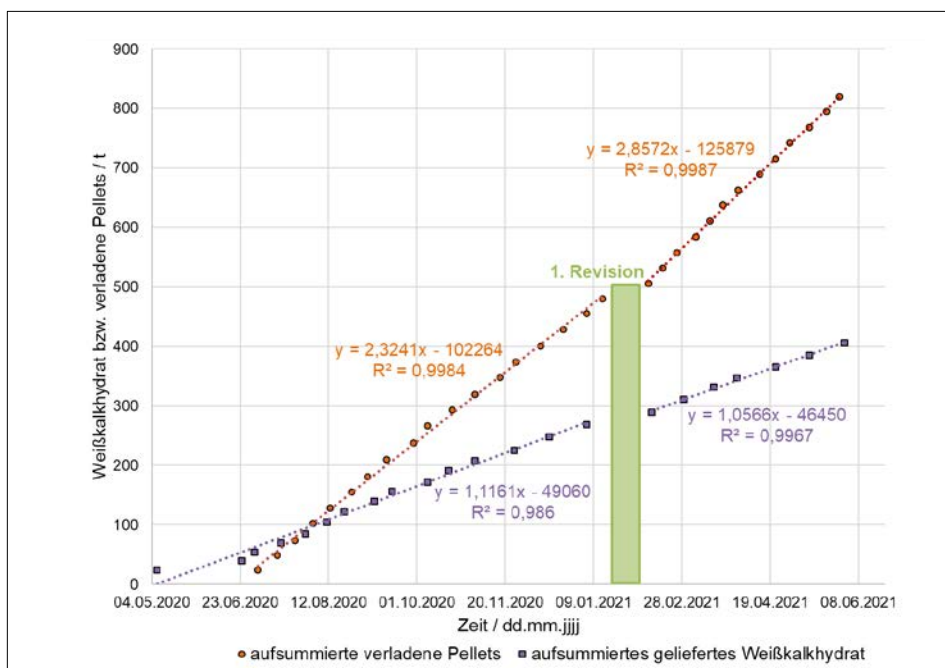


Abbildung 12: Aufsummierte verladene Pellets und Weißkalkhydratlieferungen seit der Inbetriebnahme. Pro Tag fallen zwischen 2,3 t bis 2,9 t Pellets an.

## 6.3 Kosten

In der Vorstudie aus dem Jahr 2012 wurde anhand einer Kostenschätzung von einem Betrag von 3,2 Millionen € ausgegangen, der zu einer Erhöhung der Betriebskostenumlage von 15 Ct./m<sup>3</sup> führt. Als Ende 2018 mit dem Bau begonnen wurde, sind die Gesamtkosten mit 4,2 Millionen € um ca. 31 % höher beziffert worden. Für die Kostensteigerung gab es nachvollziehbare Gründe, insbesondere die allgemeine Baupreissteigerung um ca. 14 % seit dem Jahr 2012. Zudem wurden zusätzliche Elemente wie eine Wendeplatte, ein Absetzbecken und ein Verbindungsgang errichtet, die in der ursprünglichen Planung nicht berücksichtigt waren. Hervorzuheben ist, dass trotz der Mehrkosten beim Bau die Erhöhung der Betriebskostenumlage durch die Enthärtungsanlage mit 15 Ct./m<sup>3</sup> eingehalten werden konnte.

## 7 Zusammenfassung

Der Beitrag gibt einen praxisnahen Überblick über die verschiedenen Schritte von der Beschlussfassung, dem Bau, der Inbetriebnahme bis hin zum Regelbetrieb einer zentralen Enthärtungsanlage, für deren Gelingen das Fachwissen verschiedenster Ingenieurbüros und Firmen notwendig war. Von Anfang an

begleitete die Landeswasserversorgung das Projekt und unterstützte es mit der notwendigen Expertise und Innovation aus der eigenen betrieblichen Praxis. Es ist erkennbar, dass die Entscheidung über eine zentrale Enthärtungsanlage gut überlegt, geplant und breit diskutiert werden muss. Anhand der Inbetriebnahme ist ersichtlich, dass auch für weitgehend automatisierte Anlagen kompetentes Personal erforderlich ist, welches gewillt ist, sich mit der Technik auseinanderzusetzen; denn am Ende ist jede SEC-Anlage ein Prototyp, so dass der zuverlässige und sichere Betrieb immer eine Optimierungsphase ab der Inbetriebnahme erfordert. Im Hinblick auf einen steigenden Wasserbedarf in der Zukunft werden derzeit weitere Optimierungsmaßnahmen geprüft.

#### Literatur

- [1] Zweckverband Landeswasserversorgung: Studie zur Bereitstellung weicheeren Trinkwassers im Versorgungsgebiet Zweckverband Wasserversorgung Ulmer Alb; LW-Bericht Nr. 2012-08; Eigenverlag, unveröffentlicht.
- [2] Aktennotiz: Studie zur zentralen Enthärtung beim ZV Wasserversorgung Ulmer Alb – ökologische Bewertung und Variantenauswahl/Machbarkeitsvergleich. 26.07.2013, unveröffentlicht.
- [3] Hahn S.: Die Schnellentcarbonisierung zur zentralen Enthärtung von Trinkwasser – ein Praxisvergleich, Stefan Hahn, Dr. Dieter Stetter, Prof. Dr. Ing. Stefan Panglisch, in Energie-Wasser-Praxis 01/2021.
- [4] Haakh, F. Holmer F.: Pelletreaktoren zur Schnellentcarbonisierung mit Kalkwasser. Teil 1: Hydromechanische Grundlagen, in: gwf Wasser + Abwasser, Ausgabe 07/08 2018, S. 69 – 81.