

# Quellwasseraufbereitung mit moderner Ozon-Kompaktanlagentechnik

*Die Stadtwerke Baden-Baden setzten beim Bau der neuen Quellwasseraufbereitungsanlage Grobbach auf Flockungsfiltration mit leistungsfähiger Steuer- und Regeltechnik. Zum Einsatz kamen moderne und leistungsfähige Ozon-Kompaktanlagen, die optimal auf die stark schwankenden Rohwasserqualitäten eingestellt wurden.*

Die Grundzüge der zentralen Wasserversorgung der Stadt Baden-Baden wurden im ausgehenden 19. Jahrhundert gelegt. Zunächst begnügte man sich wie auch an anderen Orten, einzelne Quellen in Stadtnähe zu fassen und das Wasser in Brunnen an verschiedenen Stellen ausfließen zu lassen. Erst 1875 wurde der Bau größerer Quellwasserfassungsanlagen beschlossen. Diese Quellwasserversorgungsanlagen sind heute noch in Betrieb und zählen zu den größten in Deutschland. Um dem weiter steigenden Wasserbedarf gerecht zu werden, wurden bis 1905 sukzessive weitere Quellen gefasst. Alle Quellen wurden über zentrale Quellwassersammelleitungen zusammengeführt. Der ca. 15 km lange Quellhorizont liegt am Westhang des Schwarzwaldmassives.

Auf Grund der stark wachsenden Bevölkerung wurde bald sichtbar, dass der kontinuierlich steigende Bedarf allein durch die Quellwasserfassungsanlagen nicht gedeckt werden konnte, zumal die Quellschüttungen in den verbrauchsstarken Sommermonaten stark zurückgingen. Aus diesem Grunde wurde in der Rheinebene ein Grundwasserwerk erstellt. Ab 1915 war die Wasserversorgung Baden-Badens so auf zwei gesunde Beine gestellt.

Im Regelfall wird der Wasserbedarf bis zu 50 Prozent mit Quellwasser abgedeckt. Die durchschnittliche Schüttung beträgt rund 6.000 m<sup>3</sup>/d. Die jährlichen Entnahmemengen liegen bei beachtlichen 2,5 Mio. m<sup>3</sup>. Zunehmende Güteanforderungen verlangten Anfang 1970 den Bau mehrerer Ent-

säuerungsanlagen für die Quellwasseraufbereitung. Zur Desinfektion wurden UV-Anlagen installiert.

## Orkan „Lothar“ wütet im Quellgebiet

Eine massive Beeinflussung der Quellwasserqualität verursachte der Orkan „Lothar“ Weihnachten 1999. Im Zentrum des Wirbelsturms wurden nahezu alle Bäume entwurzelt. Betroffen hiervon war die Hälfte des Quelleinzugsgebietes (**Abb. 1**).

Auf Grund des großflächigen Aufbruchs des Oberbodens kam es insbesondere zu Regenzeiten und bei der Schneeschmelze zu einer enormen Verschlechterung der Wasserqualität in den betroffenen Quellen. Die weitere Nutzung dieser Quellen wäre ohne eine weiter gehende Aufbereitung nicht möglich. Hauptprobleme waren starke Zunahmen bei der Trübung (bis 5 FNU) und der Farbe (gemessen als SAK 254 bis ca. 14 m<sup>-1</sup>) sowie eine deutliche Verschlechterung in mikrobiologischer Hinsicht parallel zur stark schwankenden Wassermenge (**Abb. 2**).

Die Stadtwerke Baden-Baden als Betreiber der Wasserversorgung waren daraufhin gezwungen, entsprechende Vorplanungen zum Bau von Wasseraufbereitungsanlagen einzuleiten. Zielvorgabe für die neue Anlagentechnik war die sichere Entfernung von Trübstoffen und Mikroorganismen, die Reduzierung der Farbe sowie eine jederzeit einwandfreie Desinfektion. Zudem sollte besonderes Augenmerk auf die Umweltverträglichkeit des Verfahrens gelegt werden, da die Ableitung der Spülabwässer als problematisch eingestuft wurde. Letztlich sollte die Anlagentechnik in der Lage sein, auf die stark schwankenden Quellschüttungen flexibel zu reagieren und einen vollautomatischen Betrieb zu ermöglichen.



Abb. 1: Der von Orkan „Lothar“ verursachte Kahlschlag hatte im Quellgebiet eine Verschlechterung der Rohwasserqualität zur Folge.

Quelle: Stadtwerke Baden-Baden

## Ozonung und Flockungsfiltration

Im Rahmen einer Vorstudie wurde vom DVGW Technologiezentrum Wasser (TZW) Karlsruhe der Einsatz der Verfahrenskombination Ozonung/Flockungsfiltration vorgeschlagen. Im nächsten Schritt wurde von Seiten der Stadtwerke Baden-Baden neben der Systemintegration in das vorhandene Freispiegelleitungsnetz auch die Anwendung von Mikro- und Ultrafiltration geprüft.

Gegen die Membranverfahren sprachen die mit diesen Verfahren kaum mögliche Reduzierung der Färbung sowie die problematische Entsorgung der Spül- und Regenerierabwässer. Auch waren die prognostizierten Betriebskosten bei den Membranverfahren deutlich höher als bei der konventionellen Technik. Auf der anderen Seite gab es wenig sichere Erfahrungen, ob und wie die schwach sauren und sehr weichen, ungepufferten Rohwässer mit der klassischen Ozonung und nachfolgender Flockungsfiltration sicher aufbereitet werden können.

Die Stadtwerke entschlossen sich deshalb zur Ausschreibung der neuen Wasseraufbereitungstechnik auf Basis der konventionellen Technik in zwei Ausbaustufen. Als erstes Wasserwerk sollte die größte Anlage – die Fassung Grobbach (200 m<sup>3</sup>/h) – realisiert werden. In einem großtechnischen Pilotversuch sollte vom Auftragnehmer zunächst der Funktionsnachweis erbracht werden. Erst nach Auswertung der Messergebnisse und positiver Entscheidung sollte der Endausbau erfolgen.



Abb. 3: Aufstellung der Filteranlage und des Reinwasserbehälters im neuen Wasserwerk

Quelle: Hydro-Elektrik GmbH

Es war der Wille der Stadtwerke, eine unter Kosten- und Nutzungspunkten wirtschaftliche, zweckgebundene Lösung zu finden. Den Zuschlag erhielt die Ravensburger Firma Hydro-Elektrik GmbH. Die Ausschreibung beinhaltete im Wesentlichen vier parallel betriebene Filteranlagen und einen 50 m<sup>3</sup> fassenden Edelstahlbehälter zur Bevorratung des Rückspülwassers.

Die neue Anlage wurde zwischen Rohwassersammelbehälter und der bestehenden Entsäuerungsanlage angeordnet. Der Standort für das neue Gebäude wurde so gewählt, dass die Anlage mit dem aus der

Quellzulaufleitung zur Verfügung stehenden Druck ohne zusätzliche Pumpen betrieben werden kann.

### Pilotbetrieb

Der erste Ausbaubereich mit einer HYDROZON®-Kompakt-Filteranlage, dem Zwischenbehälter und der erforderlichen Messtechnik wurde im Jahre 2003 installiert (Abb. 3). Im Winterhalbjahr 2003/2004 erfolgten durch das TZW betriebsbegleitende Untersuchungsreihen zur Ermittlung geeigneter Prozessbedingungen bei sich ändernder Rohwasserbeschaffenheit.

Um die Versuchsphase abkürzen zu können, wurde zunächst versucht, Schlechtwetterphasen für Flockungsversuche zu simulieren. Hierzu nutzte man stark huminstoffhaltiges Bachwasser aus dem neben der Anlage vorbeifließenden Grobbach. Diese Versuche wurden aber bald abgebrochen, da die damit erreichbare Wasserqualität nicht mit einem belasteten Quellwasser vergleichbar war. So mussten die Untersuchungen der Wetterentwicklung angepasst werden, was die Untersuchungsperiode verlängerte, dafür aber zu aussagekräftigen Werten führte. Überraschend war hierbei die Feststellung, dass bei einer Quelle sich die Färbung und damit die organische Belastung anders als die Trübung verhielten. Im Endeffekt führte dies zu getrennten Regelkreisen für die Ozonung und die Flockungsmitteldosierung. Insbesondere wurden geeignete Dosierfunktionen für die Zugabe von Ozon und Flockungsmittel festgelegt, die einen

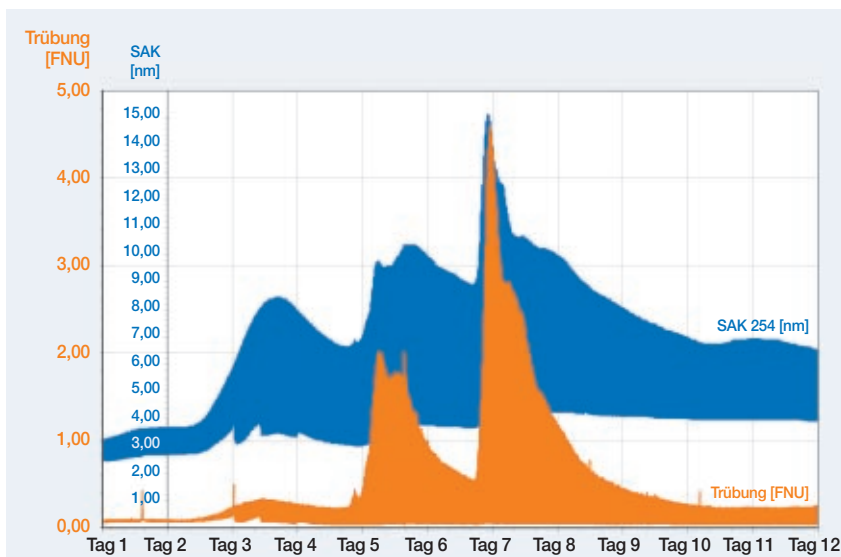


Abb. 2: Typischer Verlauf der organischen Belastung und der Trübung bei Starkregen. Die oberen Werte zeigen jeweils das Rohwasser, die unteren Werte zeigen das Reinwasser nach der neuen Aufbereitungsanlage.

Quelle: Stadtwerke Baden-Baden

## Trinkwasser

vollautomatischen Betrieb der Anlage ermöglichen. Die hierbei gewonnenen Ergebnisse werden in Kürze in einer TZW-Publikation veröffentlicht.

Mitte Januar 2004 kam es zu einem extremen Niederschlag im Quellgebiet. Auf Grund der installierten Messtechnik konnten kontinuierlich sowohl wichtige Rohwasser- als auch Reinwasserwerte aufgezeichnet werden. Trotz dieser Extrembelastung mit schlechter und stark schwankender Rohwasserbeschaffenheit lieferte die Anlage zu jedem Zeitpunkt eine gleich bleibende Reinwasserqualität mit einem Wert, der deutlich unter 0,1 FNU liegt (**Tab. 1**).

### Endausbau

Im Sommer 2004 wurde die Anlage um drei weitere Kompaktfilteranlagen erweitert (**Abb. 4**).

Die maximal mögliche Aufbereitungsleistung beträgt rund 200 m<sup>3</sup>/h. Installiert sind ferner vier elektronisch gesteuerte Ozonerzeuger mit integriertem Mischsystem. Die HYDROZON®-Kompaktanlagen sind anschlussfertige Wasseraufbereitungsanlagen, bei denen Ozonerzeuger, Vermischungseinrichtung, Filter und mikroprozessorbestückte Steuerung für vollautomatischen Betrieb zu einer Funktionseinheit zusammengefasst sind. Jede Anlage arbeitet vollständig unabhän-



Abb. 4: HYDROZON®-Kompaktanlagen mit angebauten Ozonerzeugern und Kontaktkolonnen

Quelle: Hydro-Elektrik GmbH

Tabelle 1: Anforderungen an die Aufbereitungsanlage

		Rohwasserwerte		Reinwasserwerte	
		Mittel	Max.	Mittel	Max.
Trübung	FNU	0,3	20	< 0,1	0,1
SAK (254)	m <sup>-1</sup>	1	20	< 1,0	2
SAK (436)	m <sup>-1</sup>	0,1	0,5	< 0,1	0,2
E.coli	in 100 ml	< 1	50	< 1	< 1
Coliforme	in 100 ml	1	200	< 1	< 1
Enterokokken	in 100 ml	< 1	50	< 1	< 1
Clostridien	in 100 ml	< 1	10	< 1	< 1

Quelle: Stadtwerke Baden-Baden

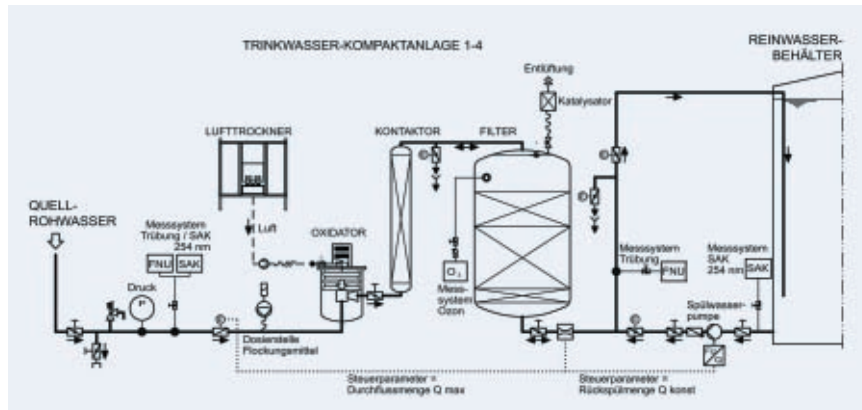


Abb. 5: Verfahrensschema der HYDROZON®-Kompaktanlagen. 4 Anlagen sind im Wasserwerk Grobbach parallelgeschaltet.

Quelle: Hydro-Elektrik GmbH

gig, wodurch sich ein Höchstmaß an Redundanz ergibt (**Abb. 5**).

Die Anlagen sind modular aufgebaut und ermöglichen somit die Anpassung an verschiedene Rohwasserqualitäten. Sämtliche Betriebsaggregate einer Kompaktanlage sind auf die Anlagengröße bzw. Filterleistung abgestimmt. Alle medienberührten Teile sind aus hochwertigem Edelstahl 1.4571 gefertigt. Über eine Zentralsteuerung werden die einzelnen Anlagen – je nach Wasserdargebot – zu- oder abgeschaltet. Die ganze Anlage wird außerdem fernüberwacht.

### Kosten

Die Investitionskosten für die komplette Verfahrenstechnik beliefen sich auf rund 780.000 €. Dazu kommen die Kosten für die Erstellung des Bauwerks und der Rohrleitungsbauarbeiten in der Höhe von rund 320.000 € sowie eine Stromanbindung für rund 300.000 €. Die Gesamtmaßnahme belief sich damit auf rund 1,4 Mio. €. Die laufenden Betriebskosten der Ozon-Kompaktanlagen liegen im Vergleich zu Membrananlagen um ca. 60 Prozent niedriger.

### Fazit

Zwischenzeitlich liegen Erfahrungen aus dem Betrieb der Quellwasseraufberei-

tungsanlage über die Dauer von rund zwei Jahren vor. Die Ergebnisse zeigen, dass mittels automatisierter Flockungsfiltration auch bei schwierigen und stark schwankenden Rohwasserhältnissen eine effektive Trübstoffelimination erreicht werden kann. Die für die Trinkwasserversorgung geforderte hygienische Sicherheit ist mit Filtratwerten um < 0,05 FNU und mit Partikelgehalten < 50/ml (1-100 µm) immer gegeben.

### Autoren:

Peter Riedinger  
Stadtwerke Baden-Baden  
Waldseestr. 24  
76532 Baden-Baden  
Tel.: 07221 277-267  
Fax: 07221 277-433  
E-Mail: peter.riedinger@swbad.de  
Internet: www.swbad.de

Manfred Brugger  
Hydro-Elektrik GmbH  
Angelestr. 48/50  
88214 Ravensburg  
Tel.: 0751 6009-47  
Fax: 0751 6009-33  
E-Mail: manfred.brugger@hydro-elektrik.de  
Internet: www.hydro-elektrik.de