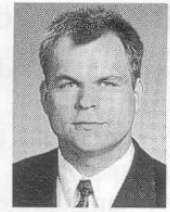


# Eine neuartige Flockungsanlage zur Aufbereitung von Talsperrenwasser

## Planung und Bau



Dr. Frank Urban,  
WETZEL+PARTNER  
Ingenieur-  
gesellschaft mbH,  
Moers



Derk Buchsteiner,  
Wasserversor-  
gungszweckver-  
band Perlenbach,  
Monschau-  
Imgenbroich

*Auch konventionelle, längst etablierte Verfahrenstechniken bieten noch Optimierungspotenzial. Einige Ideen im Rahmen der Flockenfiltration zeigen, wie durch einfache Konstruktionen eine Veränderung der hydraulischen Randbedingungen für den Funktionsablauf des Aufbereitungsschrittes herbeizuführen ist. Diese Beispiele betreffen die Flockung, die Beschickung langgestreckter, großflächiger Filter mit geflocktem Wasser, aber auch die Verteilung von Spülwasser und den Abzug von Schlammwasser. Besonders beim Herstellen von scherempfindlichen Flocken beeinflusst die Strömung direkt die Filtrationsqualität und -variabilität.*

### 1. Einführung zur Flockung von Wasserinhaltsstoffen

Die Flockung von Wasser zum Zwecke der Reduzierung unerwünschter Inhaltsstoffe ist in der Wasseraufbereitung zu Trinkwasser und auch der Abwasserbehandlung ein gängiges Verfahren. Flockungsanlagen werden bei der Reinigung von Wasser benötigt, um unerwünschte Fremdstoffe in Größen zu überführen, die das Absondern ermöglichen. Dazu gibt man dem Wasser ein Flockungsmittel bei, welches die elektrische Ladung des auszufällenden Fremdstoffes neutralisiert, so dass sich größere Aggregate bilden können.

Trotz einer Vielzahl von Anwendungsfällen und umfangreichen langwierigen Untersuchungsarbeiten auf diesem Gebiet besteht immer noch Verbesserungs- und Forschungspotenzial (siehe auch [1]).

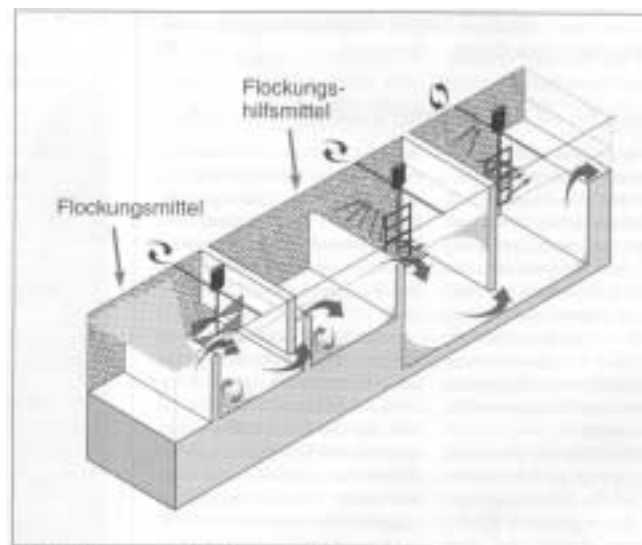


Bild 1: Prinzip konventioneller mechanischer Flockungsanlagen

Für die Flockung besteht das Erfordernis, einen fein einstellbaren Energieeintrag zu erreichen, der frei bewegliche Partikel in Bewegung versetzt und sie zu einer Kollision mit anderen veranlasst. Bei der Kollision sollen diese Partikel eine kinetische Energie besitzen, die nicht größer als die Anziehungskräfte zwischen den Partikeln ist, damit eine Anlagerung und keine Zerstörung geschieht. Der Energieeintrag muss darauf abgestimmt sein, dass mit erhöhtem Fluiddurchsatz die Turbulenz steigt. Hervorgerufen durch Wandreibungen sowie Widerstände von Einbauten und durch Umlenkungen wird der benötigte Anteil zusätzlich einzutragender Energie geringer. Damit die statisch hervorgerufenen Energieeinträge lokal nicht das zulässige Maximum überschreiten und das Spektrum fahrbarer Durchströmungen recht groß ist, soll der Anteil solcher Energieeinträge gering gehalten werden.

## 2. Zu konventionellen Flockungsanlagen

Den bisher bekannten Flockungsverfahren haftet der Mangel an, dass ein beachtlicher Teil suspendierter Stoffe in Kleinstpartikelgröße die Flockungsanlage passiert und damit dem nachfolgenden Abtrennverfahren entgeht.

Es sind vielgestaltige Anlagen auch kompakter Bauformen bekannt, die aber in der Regel folgende Gemeinsamkeiten aufweisen, siehe Bild 1. Sie bestehen aus einer Flockungsmitteldosierstelle, nachfolgenden Behältern rechteckigen oder kreisrunden Grundrisses für die Realisierung einer Reaktionszeit und eines Energieeintrages und einem sich daran anschließenden Absetzbehälter oder Filter.

Entweder verringern Kurzschlussströmungen und ungleichmäßige Fließgeschwindigkeitsprofile die Reaktionszeit, um genügend große Flocken zu erzeugen, oder die Flocken werden auf ihrem Weg wieder zerschlagen. Zu hohe Energieeinträge scheren an Flocken haftende Teilchen wieder ab [2]. In der Regel findet man Mehrkammerflockungsanlagen mit über- sowie unterströmten Wänden, die der Strömungslenkung dienen und dadurch Turbulenzen eintragen. Sie verursachen eine besonders ungünstige Durchströmung des Beckens, so dass das Volumen schlecht genutzt wird und neben Zonen mit Fließgeschwindigkeitsspitzen sogar »Totzonen« entstehen.

Sowohl die ungleichmäßige Durchströmung des Flockungsapparates als auch die Erzeugung flockenzerstörender Scherkräfte beruhen auf der Nutzung von Mehrkammeranlagen. Langsam drehende Rührorgane bewirken einen definierten Energieeintrag, prägen aber auch eine Geschwindigkeitskomponente auf den Wasserkörper. Bei einer mehrstufigen Aggregation nimmt der Energieeintrag in Fließrichtung ab. Die meist rechteckigen Kammern haben Rührer mit vertikalen Drehachsen und werden horizontal durchströmt. Bei großflächigen und/oder scharfkantigen Rührwerken spielen die Störung der gleichmäßigen Durchströmung sowie Scherkräfte an den Kanten eine wichtige Rolle.

Die Anordnung und Gestaltung der energieeintragenden Organe bestimmen mit die Qualität der erzeugten Flocken. Ein zentral sitzendes Rührwerk mit vertikaler Achse beeinflusst die Fließgeschwindigkeitsverteilung negativ, da das Rührwerk die Durchströmgeschwindigkeit einer Beckenhälfte erhöht, die der anderen aber verringert. Die Aufgabe des Rührwerkes, gesteuert Energie über den gesamten Wasserkörper gleichmäßig verteilt einzutragen, kann in vielen Fällen nicht oder nur unzureichend erreicht werden.

## 3. Optimierungsanforderungen zur Flockenfiltration nach Bernhardt

Die geforderten physikalischen Eigenschaften und Funktionen lassen sich in 3 Bereiche aufteilen. Sie sind inhaltlich in [3] nachzulesen und beziehen sich auf:

- A) die Ausbildung von Flocken zum Zwecke der Flockenfiltration
- B) die Beschickung der nachgeschalteten Filter mit dem flockenbeinhaltenden Wasser
- C) die Gestaltung des Filters als Gewähr einer guten Wiederherstellung der Filterwirksamkeit.

Stichpunktartig aufgeführt, lauteten die Anforderungen:

### Zu A)

1. Geringstmögliches statisches Schergefälle in der Flockungsanlage, d. h.
  - geringstmögliche Turbulenzen
  - die Vermeidung von Fließrichtungsänderungen
  - keine Beschleunigungen des Volumenstromes.

2. Eintrag der notwendigen Mischenergie dynamisch als Funktion des Volumenstromes
  - unter Verwendung eines dynamischen Mixers für Entstabilisierung mit sehr
  - hohem Schergefälle von ca.  $G = 2000 \text{ l/s}$
  - bei einer Einmischzeit des Flockungsmittels von  $t < 1/s$ .
3. Energieeintrag in der Flockung
  - dynamisch mit einem Schergradienten von  $G = 100 \dots 10 \text{ l/s}$
  - möglichst gleichmäßig über den gesamten Wasserkörper verteilt
  - in Fließrichtung abnehmend, da die Scherempfindlichkeit mit dem Wachstum der Flocken steigt unter
  - senkrecht zentrierter Anströmung von Rührern, um möglichst den gesamten Wasserkörper zu erfassen und eine gleichmäßige Durchströmung des Beckens zu erreichen, und unter
  - Vorsehen der Option des Flockungshilfsmittelintrages mit Einmischung.
4. Fließgeschwindigkeiten und Aufenthaltszeiten
  - in  $t_A = 15 \dots 25 \text{ min}$  Aufenthaltszeit in der Flockung (inkl. Überstau Filter  $t_A$  ca. 30 min).

### **Zu B)**

1. Transport zu den Filtern
  - Jeder Filter soll möglichst Flocken erhalten, die gleiche Reifezeit erfahren, d.h., die Aufenthaltszeiten des Wassers in den Transportwegen sollen gering sein.
  - Geflecktes Wasser nur mit  $v < 0,4 \text{ m/s}$  transportieren, um nachträgliche Zerstörung der Makroflocken zu vermeiden.
  - Analog zur Flockungsanlage soll beim Transport zum Filter unnötiger Scherkräfteintrag, verursacht durch scharfe Fließrichtungsänderungen und erhebliche Beschleunigungen, aber auch durch allzu große Wandreibungen vermieden werden.
2. Verteilung über dem Filterbett
  - In den Filter eintretendes, flockenbeinhaltendes Wasser soll möglichst gleichmäßig auf die zur Verfügung stehende Filterfläche verteilt werden. Das Absetzen besonders großer Flocken sofort nach einem punktuellen Einlass auf einer temporär besonders belasteten Filterfläche mit dem Resultat der vorzeitigen Verschmutzung dieser und dadurch verursachter erhöhter Filtergeschwindigkeit durch die verbleibende funktionierende Filterfläche soll verhindert werden.
  - Der übliche Einsatz von Überfallkanten zur Verteilung des Wassers soll vermieden werden, da sie Scherkräfte eintragen und flockenzerstörend wirken.

### **Zu C)**

1. Zuführung des Spülwassers
  - soll über die gesamte Länge des Filters gleichmäßig erfolgen und
  - die Ausrichtung jeglicher scharfer Strahlen zum Zwischenboden ist zu vermeiden.
2. Ableitung des Schlammwassers
  - Kürzeste Schmutztransportwege sind zu bewerkstelligen und
  - die Spülwassermengen sollen im Betrieb optimierbar sein.

#### 4. Die neuartige Flockungsanlage

Aus der strikten Beachtung der hydraulischen Randbedingungen zur scherkraftarmen Flockung entstand die neuartige Flockungsanlage »IWP-Uniflock« [4], siehe Bild 2. Folgende Hauptmerkmale charakterisieren den Aufbau:

##### **Flockungsmittleinmischung**

Die Flockungsmittleinmischung geschieht in einem Rohrsprung. Dort befindet sich auch ein dynamischer Mischer. Der Rohrsprung realisiert einen Grundanteil an Mischenergie. Mit dem dynamischen Mischer wird sie bis zum gewünschten Schergradienten ergänzt. Die Rohrleitung ist relativ klein im Durchmesser.

Das Wasser fließt mit ca.  $v = 3$  m/s. Die recht hohe Geschwindigkeit erlaubt das Einmischen des Flockungsmittels und die Passage des dynamischen Mixers innerhalb von  $t = 1/s$ . Je nach Größe des Volumenstromes ist der Ausbildung der Dosierstelle besondere Bedeutung beizumessen.

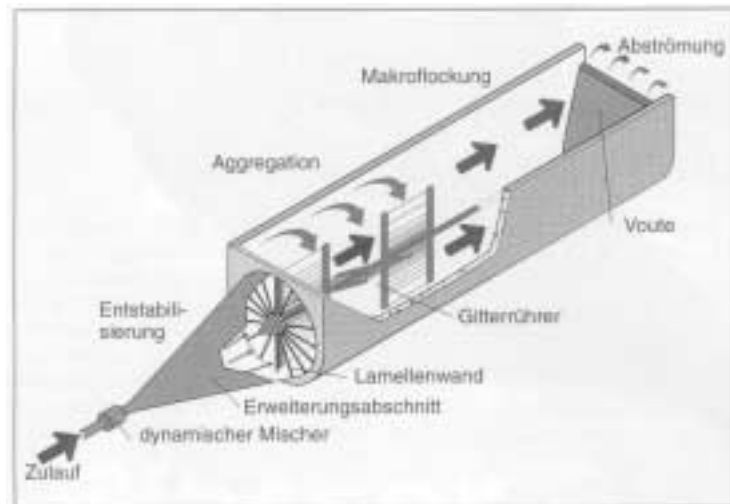


Bild 2: Die Flockungsanlage »IWP-Uniflock«

##### **Entstabilisierungsbereich**

Hier erfährt die Wasserströmung eine Beruhigung. Ausgehend von der Einlaufleitung erweitert ein Konus gleichmäßig die durchströmte Fläche. Der Abschnitt schließt mit einem kreisförmigen Querschnitt an den Flockungsbehälter an. Der Erweiterungsabschnitt endet mit einer Lamellenwand. Sie bewirkt eine radiale Vergleichmäßigung der Strömung und besteht aus sternförmig angeordneten Lamellen geringer Breite. Dadurch lässt sich die zentrische Fließgeschwindigkeitsspitze abflachen. Die geringe Breite und abgerundete Form der Lamellen verhindern abstromseitige Turbulenzen.

##### **Aggregationskammer**

Der Flockungsbehälter ist eine wannenförmige, oben geöffnete Konstruktion. Die wassergefüllte Tiefe entspricht der Breite des länglichen Behälters. Die Aggregationskammer unterteilt sich in Mikro- und Makroflockungsbereich. Das Volumen des Mikroflokkungsbereichs verursacht in der Summe mit dem Einlauftrichtervolumen eine Aufenthaltszeit von etwa  $t_{Amin} = 7$  min bei maximalem Durchsatz.

Im Mikroflokkungsbereich befindet sich ein Gitterrührwerk. Dessen Achse verläuft in Strömungsrichtung. Diese Anordnung erbringt mehrere Vorteile:

1. Der geringstmögliche Energieeintrag entsteht bei Stillstand des Rührwerkes. Dem Wasser ist in Strömungsrichtung durch die äußerst schlanken Rührelemente nur wenig Widerstand entgegengesetzt.
2. Die Rotation des Rührwerkes zwingt der Strömung eine Bewegungskomponente in einer Ebene senkrecht zur Fließrichtung auf. Aus der Addition der Strömungsvektoren ergibt sich dann eine schraubenförmige Bewegung der Suspension.
3. Das Auftreten einer Kurzschlussströmung ist ausgeschlossen, weil die axiale Geschwindigkeitskomponente des Fluids im Wesentlichen unverändert bleibt und nur durch Reibungsverluste vermindert wird.

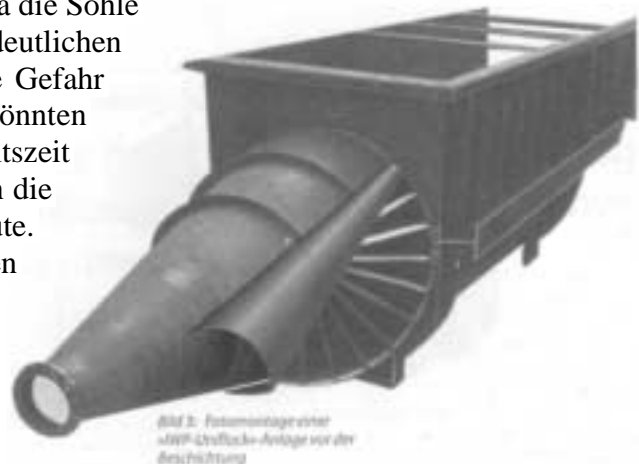
4. Über eine umgekehrt mengenproportionale Drehzahlsteuerung erfolgt ein gezielter stufenlos regelbarer Energieumsatz.
5. Durch die Ausbildung von mehreren Segmenten auf einer gemeinsamen Drehachse, die unterschiedlich bestückt sind, ist es möglich, mit fortschreitender Flockenausbildung abnehmende spezifische Energie einzutragen. Die Bestückung der Rührsegmente ist sowohl in der Anzahl, dem Abstand und auch der Größe der Sprossen variabel und kann aus Standardrohren bestehen. Es gibt keine Abrisskanten. Der Sprossenabstand nimmt mit zunehmender Entfernung zur Drehachse ab. Dadurch kompensiert sich der Effekt, dass die Umlaufgeschwindigkeit und damit der Energieeintrag mit dem Radius zunimmt.
6. Die Konstruktion ist einfach, leicht herstellbar und dadurch kostengünstig. Nachträgliche Optimierungen sind mit geringem Anpassungsaufwand möglich. Die Schraubenbewegung des Wassers vermeidet Ablagerungen auf der Sohle der Anlage. Solche wären aber auch ablassbar.

### Flockungshilfsmittel-Einmischzone

Die optionale Einmischung des Flockungshilfsmittels wird vor jedem Segment des Rührers erprobt, um die zeitlich richtige Anordnung herauszufinden. Eine Injektion soll aus mehreren Dosierlanzen geschehen. Wegen des großen Strömungsquerschnittes ist es ratsam, die Dosierlanzen mit mehreren Bohrungen zu versehen, so dass sie an vielen Stellen injizieren.

### Makroflockungsbereich

Aus dem Volumen dieses Behälterabschnittes resultiert eine minimale Aufenthaltszeit bei Volllast von  $t_{\text{Amin}} = 7$  min. Ohne weiteren Energieeintrag bilden sich große Flocken aus. Sie sind recht empfindlich gegen Turbulenzen und würden durch diese wieder zerstört werden. Daher ist eine ruhige Strömung erwünscht. Da die Sohle von der Flockung zum Gerinne eines deutlichen Niveausprunges bedarf, birgt diese Ecke die Gefahr einer Strömungstotzone. Darin könnten Makroflocken einer zu langen Aufenthaltszeit ausgesetzt werden. Dem begegnet man durch die Ausrundung der Ecke in Form einer Voute. Durch das in axialer Richtung über den gesamten Querschnitt gleichmäßig verteilte Strömungsprofil entsteht eine günstige Raumausnutzung für die erforderliche Reaktionszeit der Flocken. Die Makroflockungszone kann entfallen, wenn die nachfolgenden Filter einen genügend großen Überstau aufweisen. Über die gesamte Breite der Flockungsanlage, aber reduzierter Wassertiefe, fließt das flockenbehaftete Rohwasser in die zugehörigen Filter.



Das Bild 3 zeigt eine Fotomontage einer »IWP-Uniflock«-Anlage vor der Beschichtung.

## 5. Einbindung in das Gesamtsystem der Wasseraufbereitungsanlage Perlenbach

### 5.1 Veranlassung

In einer Begutachtung der Wasseraufbereitung empfahl das Technologiezentrum Wasser des DVGW, Karlsruhe, dem Wasserversorgungszweckverband Perlenbach im Dezember 1997 die Neugestaltung einer Flockenfiltrationsanlage unter optimalen Verfahrensbedingungen und stellte dafür wesentliche technologische Vorgaben bereit [5].

Sie lauten:

1. Anhebung des pH-Wertes des Rohwassers auf ca.  $\text{pH} = 9,5$  mit Kalkmilch zum Zwecke der Manganoxidation und Aufhärtung.
2. Absenkung des pH-Wertes vor der Flockung auf ca.  $\text{pH} = 6,5$  mit Kohlendioxid.
3. Realisierung einer Flockenfiltration mit optimierter Flockung unter Verwendung von Eisen(III)Chlorid.
4. Benutzung von 6 Filtern, deren Filterfläche insgesamt  $A = 180 \text{ m}^2$  groß ist, damit 5 Filter bei  $Q_{\text{max}} = 600 \text{ nrVh}$  mit einer Filtergeschwindigkeit von  $v_{\text{max}} = 4 \text{ m/h}$  arbeiten, während der 6. Filter evtl. gespült wird.

#### Filteraufbau:

Überstau bei der Filtration: 2,5 m

obere Filterschicht: 1,4 m Hydroanthrazit  
1,4... 2,50mm

untere Filterschicht: 0,6 m Quarzsand  
0,7 ... 1,25 mm.

5. Transport des Zwischenfiltrats zur »Alt«-Filteranlage.
6. Entsäuerungsfiltration über Calciumcarbonat unter Nutzung der kompletten existenten Druck- und offenen Filterstufe.

## 5.2 Planung der Gesamtanlage

Während der Bearbeitung des Vorentwurfes erhielt die vorgegebene Verfahrensabfolge noch eine Komplettierung durch zwei Reaktionskammern für die Manganoxidation und eine UV-Desinfektionsstufe im Zwischenfiltrat. Die UV-Desinfektion soll evtl. im Zwischenfiltrat befindliche Viren, Bakterien und Parasiten für den menschlichen Organismus unschädlich machen. Jüngere Veröffentlichungen beschreiben eine bedeutende Wirkung auf Cryptosporidien und Giardien [6].

Außerdem beschloss man, in die unteren Stufen der vorhandenen Filter ein aktiviertes Calcit einzufüllen. Unter ungünstigen Bedingungen (geringe Temperaturen, maximaler Volumenstrom) reicht der zur Verfügung stehende Reaktionsraum für natürliches Calciumcarbonat nicht aus.

Ein besonderes Anliegen des Betreibers ist die bessere Ausnutzung des recht kleinen Talsperreninhaltes von ca.  $V = 750000 \text{ m}^3$ , da es nach längeren Trockenperioden zu Wasserknappheit kommen kann. Demzufolge suchte man nach einer vorteilhaften hydraulischen Anordnung der neuen Verfahrensstufen. Das hydraulische Profil ist in Bild 4 dargestellt.

Es verdeutlicht, dass die zwei Reaktionskammern unter Talsperrendruck stehen. Erst die Regelventile der Flockungsanlagenzuläufe drosseln ihn ab. Sie produzieren somit eine der Einmischung des Flockungsmittels förderliche Turbulenz.

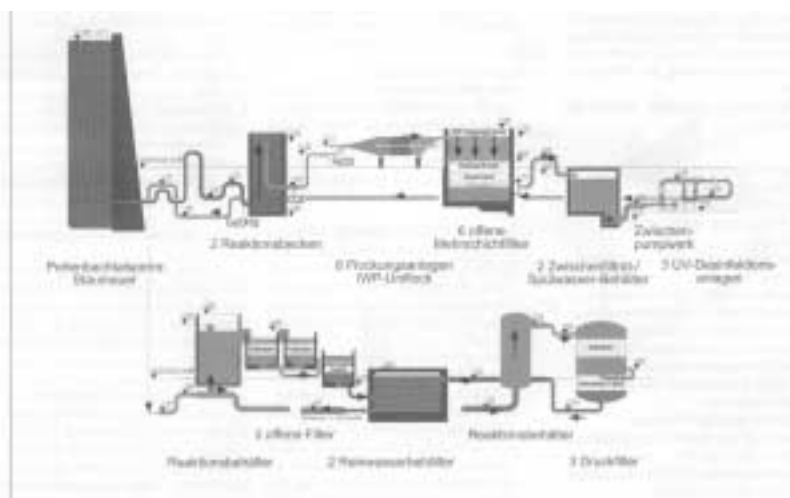


Bild 4: Hydraulisches Profil einer vorgeschalteten Wasseraufbereitungsanlage (Pfeil nach rechts)

Ein Ergebnis eines Kostenvergleiches innerhalb des Vorentwurfes erstaunte so manchen. Positioniert man je einen Flocker vor jedem Filter, kostet das, gesamtheitlich gesehen, nicht mehr, als zwei Flocker für 6 Filter zu bauen. Während nämlich 2 Flockungsanlagen eine unvorteilhafte Raumbeanspruchung zeigen, fügen sich sechs galant über dem Rohrinstallationsgang der Filter in das Bauwerk ein (siehe Bilder 5 und 6).

Die Existenz von komplett autarken Flockungsstraßen ermöglicht folgende Vorteile:

1. Geringe Ausfallkapazität.
2. Abschaltungen eines Filters ziehen immer auch die Außerbetriebnahme der vorgeschalteten Flockung nach sich.
3. Es sind keine Verschlussorgane zwischen Flockungsanlagen und Filtern erforderlich.
4. Nur an den Zulaufen der Flockungsanlagen befinden sich Volumenstromregelungen. Die Ablaufarmaturen der Filter halten die zugehörigen Wasserstände konstant. Dadurch besteht die Möglichkeit, die planmäßige Außerbetriebnahme eines Filters mit einer Wasserspiegelabsenkung enden zu lassen. So ist dieses Wasser dem Trinkwasser zuzuordnen.
5. Der beanspruchte Raum wird durch die straßenweise Schaltung von Flockung und Filtration positiv beeinflusst, da sich die Länge der Flockungsanlagen reduziert und Dimensionen annimmt, die ohnehin für die umfangreiche Rohrinstallation benötigt werden.

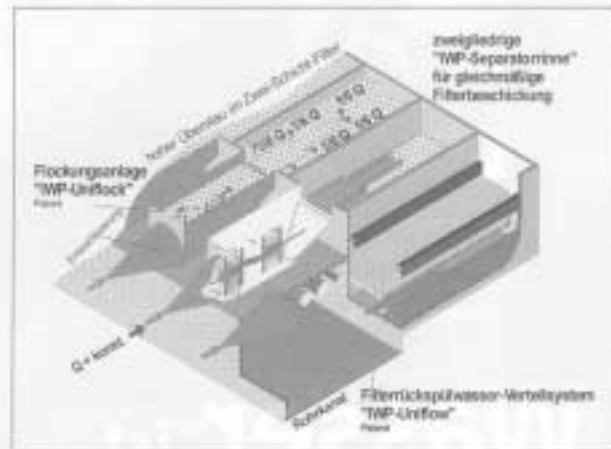


Bild 5: Systembeispiel für 6 Flockungsstraßen



Bild 6: Blick in die Bauweise

Eine spezielle, zweiteilige Rinne splittet den in den Filter eintretenden Wasserstrom in 5 Teilströme und leitet sie zu äquivalenten Filterflächen (siehe Bild 7). Sie hat die Höhe des Wasserstandes im Übergangsbereich und verläuft sohlgleich zur Oberkante der Voute im Ausströmbereich der Flockungsanlage. Dadurch, dass sie zentrisch in der Wandöffnung beginnt und  $\frac{2}{3}$  der Öffnungsbreite aufweist, lässt sie je ein Sechstel der ankommenden Menge beidseitig sofort in den Filter eintreten. Die am Filterzulaufbeginnende Rinne ist  $\frac{1}{3}$  Filterlänge lang. Der offene Querschnitt ihres Endes wird zur Hälfte von der zweiten Rinne verlegt. Wiederum kann je  $\frac{1}{6}$  des Filterzulauf-Volumenstromes am Ende der vorderen Rinne in beide Filterseiten gelangen. Die hintere Rinne ist ebenso hoch und lang sowie auf dem gleichen Niveau angebracht wie die vordere. Jedoch ist sie halb so breit und erfasst so die Hälfte des Volumenstromes, der durch die vordere Rinne fließt, und

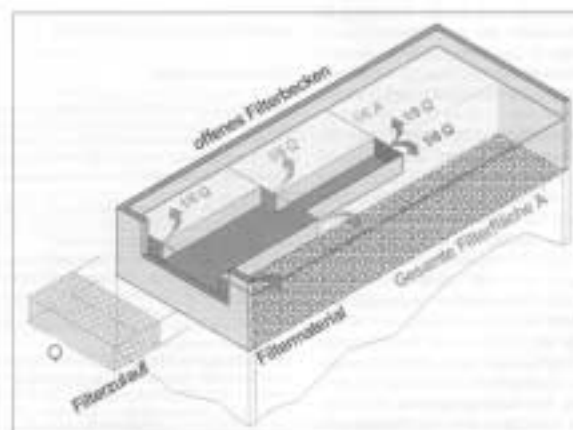


Bild 7: Wirkung des geflochtenen Rohrwertes mit der WP-Separationsrinne

leitet ihn weiter bis zu  $\frac{2}{3}$  Filterlänge. Beide Rinnen unterliegen nur einer statischen Belastung durch ihr Eigengewicht und sind deshalb aus dünnem Edelstahlblech herstellbar.

#### **Ein zweikammeriger Zwischenfiltratbehälter sorgt für zwei Funktionen:**

- Er stellt einen Spülwasservorrat zur Verfügung und
- ermöglicht die sanfte Inbetriebnahme der Filter.

Basierend auf der Erkenntnis, dass hydraulische Stoßbeanspruchung (dazu gehört vor allem das Anfahren) auf vorbelastete Filter Partikelablösungen und damit Trübstoffdurchbrüche provoziert, soll eine ausgeklügelte Steuerung Verbesserungen bringen. Während der Zwischenfiltratabgabe findet über dem Zwischenfiltratbehälter eine Dämpfung des Gradienten der Volumenstromerhöhung statt. Da 5 Flockungsstraßen den Maximalvolumenstrom von  $Q = 600 \text{ m}^3/\text{h}$  behandeln können, arbeitet unter angeforderter Vollast temporär die sechste Straße, um das Fehlvolumen des Zwischenfiltratbehälters auszugleichen.

Auch bei der Filterspülung wollten alle Beteiligten optimale Verhältnisse schaffen. So erlauben zukünftig volumenstromgeregelte Spülpumpen Filterspülgeschwindigkeiten bis zu  $V = 75 \text{ m/h}$ .

Das Spülwasser verteilt sich über eine »IWP-Uniflow«-Verteilkonstruktion [7] über die Länge des Filters. Dazu wird es zunächst im Filterboden bis zum Mittelpunkt der Filterbodenfläche geführt und von dort in zwei gleich lange Rohrschenkel umgelenkt. Weil die auf dem Filterboden montierten Rohrschenkel genau auf der Filterlängsachse liegen und das Spülwasser durch Bohrungen an der Unterseite entlässt, ergibt sich eine symmetrische Verteilung. Damit aus jeder Bohrung annähernd gleich viel Wasser ausströmt, sind sie so dimensioniert, dass sie einen deutlichen Druckverlust erzeugen.

Das Spülwasser tritt durch das Filtermaterial von unten nach oben, hebt es bis zur Fluidisierung an und trägt die Schmutzpartikel heraus. Weil die Bettausdehnung viel geringer ist als der geforderte Überstau bei Filtration, liegen die beidseitigen Schlammwasserrinnen auch deutlich tiefer als der Filtrationswasserspiegel. Sie sind dann völlig untergetaucht.

Für die Ableitung von  $Q = 37,5 \text{ m}^3/\text{min}$  (oder  $300 \text{ m}^3/8 \text{ min}$ ) Schlammwasser im hydraulisch freien Gefälle sind Sonderkonstruktionen der Rinnen ausgedacht. Zu breite Rinnen würden die Filterhydraulik nachteilig beeinträchtigen. Deshalb sind sie recht schlank konstruiert und zusätzlich auf einem Wandvorsprung aufgesetzt. Soll in den schmalen Rinnen das Wasser schnell zu den Auslassöffnungen strömen, muss ein Trick angewendet werden, siehe auch [8]. Die Schlammwasser führende Rohrleitung erlaubt einen so zügigen Abfluss und ist so geplant, dass sie an der Abflussöffnung der Rinne etwas saugt.

Ebenfalls zwei in das Gebäude integrierte Betonbehälter fangen je eine Schlammwassercharge auf. Nach vollendeter Spülung ist ausreichend Zeit für eine Schlammwasserbehandlung mit geringem Volumenstrom.

### **5.3 Auflagen und Umsetzung der Schlammwasserbehandlung**

Der Standort der Aufbereitungsanlage befindet sich im Einzugsgebiet des Obersees der Rurtalsperre. Eine direkte Einleitung des Schlammwassers aus der Wasseraufbereitungsanlage in den Perlenbach ist demnach ausgeschlossen; ein Anschluss an die öffentliche Kanalisation (Außenbereich) besteht nicht.

Nach reichlichen Überlegungen und Prüfungen beantragte man, das anfallende Schlammwasser kontinuierlich über Dyna-Sandfilter in die Fraktionen Dünnschlammwasser und Klarwasser zu teilen. Das Dünnschlammwasser gelangt in ein Sedimentationsbecken, der abgesetzte Schlamm wird abgezogen und auf landwirtschaftliche Flächen im Einzugsgebiet verbracht. Eine Pumpe hebt das Klarwasser aus der Absetzanlage in ein vorhandenes Versickerungsbe-



cken, welches noch um ein hydraulisch ausgebautes Trockenbeet (Erdbecken) ergänzt wird. Von dort kann es schadlos in den Untergrund versickern, was eine Direkteinleitung in das Gewässer ausschließt. Aus dem Dyna-Sandfilter stammendes Filtrat fließt direkt zur Versickerung.

Betreiber und Planer erwarten die Einhaltung der von der Unteren Wasserbehörde vorgegebenen Grenzwerte für Eisen (Fe), Aluminium (Al), Mangan (Mn), chemischen und biologischen Sauerstoffbedarf (CSB, BSB5) und pH-Wert.

## 5.4 Elektrotechnik

Die zusätzliche Aufbereitungsanlage erhält moderne Steuerungen und Regelungen. Sie wird sich mit den ebenfalls elektrotechnisch erneuerten existenten Filteranlagen zukünftig zentral bedienen lassen. Auch die Fernbedienung aus der Verwaltung ist dann möglich.

## 5.5 Bauwerk

Das neue Bauwerk steht recht nahe am Fuß des Staudammes. Für die tiefstmögliche Anordnung muss es in den Hang zur Straße hineinragen. Dann findet die Gebäudesohle auf dem gewachsenen Fels Grund.

## 5.6 Ausblick

Die Inbetriebnahme ist für April 2001 vorgesehen. Der Betreiber erwartet, dass dann mit der optimierten Flockenfiltration das Reinwasser vor der abschließenden Desinfektion indikatorkeimfrei sein wird. Ferner beugen die vergrößerte Filterfläche und dadurch verlangsamte Filtergeschwindigkeit Trübungsdurchbrüchen vor und stabilisieren somit den Aufbereitungsprozess. Das Technologiezentrum Wasser des DVGW, Karlsruhe, begleitet die Inbetriebnahme und führt eine wissenschaftliche Optimierung der Flockenfiltration durch.

*Alle Abbildungen: WETZEL + PARTNER*

## Literaturhinweise

- [ 1 ] IVES, K. J. und HOYER, O.: Strömungstechnische Untersuchungen zur Konzeption einer neuen Flockungsstufe. Probleme der Trinkwasserversorgung aus Talsperren, Schriften des Wahnbachtalsperrenverbandes, Academia Verlag, Sankt Augustin, 4/1996.
- [ 2 ] JEKEL, M.: Flockung, Sedimentation, Flotation. Vortrag zur Intensivschulung »Kurs 6 Wasseraufbereitungstechnik für Ingenieure« 9/1996.
- [ 3 ] BERNHARDT, H.: Trinkwasseraufbereitung. Aus dem Manuskript für die Vorlesung Trinkwasseraufbereitung II im Wintersemester 1995/96 an der Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften, Fachrichtung Wasserwesen der TU Dresden. Wahnbachtalsperrenverband, 1996.
- [ 4 ] URBAN, F., WETZEL + PARTNER Ingenieurgesellschaft mbH: Urkunde über die Erteilung des Patents Nr. 19521 835, Flockungsanlage. Deutsche Patentschriften, Bundesdruckerei, München, 1998.
- [ 5 ] BALDAUF, G. und LIPP, P: Bericht über die Untersuchungen zur Beurteilung der Aufbereitungswirksamkeit der Wasseraufbereitungsanlage beim Wasserversorgungszweckverband Perlenbach und den sich daraus ergebenden Konsequenzen für eine Nachrüstung der vorhandenen Anlagentechnik. Unveröffentlicht, Technologiezentrum Wasser des DVGW, Karlsruhe 12/1997.
- [ 6 ] CAIRNS, W. und WRIGHT, H. B.: Is UV Desinfection the best available technology? IWA Yearbook 2000 IWA, London.
- [ 7 ] URBAN, F., WETZEL + PARTNER Ingenieurgesellschaft mbH: Urkunde über die Erteilung des Patents Nr. 19520861, Vorrichtung zum Spülen großflächiger Filter. Deutsche Patentschriften, Bundesdruckerei, München, 1997.
- [ 8 ] URBAN, F.: Hydraulische Optimierung der Rückspülung von offenen Doppelkammerfiltern großer Länge und mit einseitiger Ablaufrinne, gwf Das Gas- und Wasserfach, Verlag R. Oldenbourg, München, S. 617, 12/1997.