TECHNOLOGIE

Einsatz von inerten granulierten Filtermaterialien bei Getränken

Dr.-Ing. Gerhard Hörner

Filteranlage zur ENTGASUNG.

Fotos und Grafiken: Chriwa.

Die Festbett-Filtration über körnige Filtermaterialien ist eines der ältesten Verfahren in der Wasseraufbereitungstechnik und wird auch in Zukunft immer zumindest einen Teilschritt in der Wasserreinigung darstellen. Die Auswahl des jeweils optimalen Filtermaterials ist abhängig von den abzutrennenden Wasserinhaltsstoffen, deren Konsistenz und dem Verwendungszweck des aufbereiteten Wassers.

Das Ziel einer jeglichen Filtration ist vor allem die Abscheidung partikulärer Substanzen aus dem Wasser. Um ein maximales Aufnahmevermögen zu erreichen, setzt man Schüttungen aus körnigen Filtermaterialien ein, deren Zwischenkorn-Porendurchmesser größer sind als die Partikeldurchmesser der abzufiltrierenden Stoffe. Innerhalb der Filterschicht sind die vorhandenen Poren nicht geradlinig, sondern gekrümmt und verwinkelt; es wechseln sich Bereiche mit unterschiedlich großen Porendurchmessern ab, und die Fließrichtung der Fluids wird oft geändert. Hier können nun die kleineren Partikeln in das Filtrationsmedium eindringen und werden dann in dessen tieferen Schichten zurückgehalten. Diese »Tiefenfiltration« hat den Vorteil, dass sehr große Mengen an Partikeln und anderen abzufiltrierenden Stoffen im Inneren des Filtermediums aufgenommen werden können.

Als Filtermaterialien werden chemisch inaktive (inerte) Stoffe wie Quarzsand, Basalt, Aluminiumsilikate, Kohlen (Anthrazit) und andere besondere Tiefenfiltrations-Materialien (ChriwaFilt*) eingesetzt, die die Mineralisation des Wassers in ihren Hauptbestandteilen nicht verändern. Zur weiteren Verbesserung der Aufnahmekapazität oder der Filtrationsschärfe können auch verschiedene Körnungen und verschiedene Filtermaterialien in so genannten Mehrschichtfiltern kombiniert werden. Die ChriwaFilt*-Materialien filtrieren weitgehend selektiv und sind ebenfalls inert. Lebensmittelrechtliche Gutachten liegen vor beziehungsweise sind in Arbeit.

Bei gelösten Wasserinhaltsstoffen wie zum Beispiel Eisen und Mangan muss der Filterstufe ein Prozess (beispielsweise Oxidation durch Sauerstoff oder Ozon) vorgeschaltet werden, in dem diese Substanzen zunächst in eine unlösliche Form (»Oxidhydrate«) überführt werden, die unter Flockenbildung ausfallen und dadurch über traditionellen gekörnten Filtermaterialien wie Quarzsand oder Basalt erst abfiltrierbar werden.

Traditionelle mechanische Filtrationsverfahren

Bei Mangan, H_2S (Schwefelwasserstoff), Arsen und Uran wird die Oxidation durch sich im Laufe der Zeit auf dem Filtermaterial bildende Beläge von MnO_2 (Braunstein) katalytisch unterstützt und beschleunigt, wobei die Oxidationsprodukte aufgrund von besonderen Affinitäten in die Eisenoxidhydratflocken eingebunden (»mitgefällt«) und anschließend mit abfiltriert werden.

Autor:
Dr.-Ing. Gerhard Hörner
Leiter der Abteilung Projektierung und Vertrieb Inland
Chriwa Wasser-Aufbereitungstechnik GmbH
29313 Hambühren
Kontakt: www.chriwa.de

Alternativ können zur Entfernung dieser Wasserinhaltsstoffe anstatt der oben genannten Filtermaterialien auch geogen vorkommende MnO_2-Erze eingesetzt werden, die bergmännisch abgebaut, gemahlen, gewaschen und gesiebt ebenfalls als Filtermedium eingesetzt werden (beispielsweise »ChriwaFilt MN«). Diese wirken spontan katalytisch und filtrativ und müssen nicht erst auf der Filtermaterialoberfläche angereichert werden. Die auch hier entstehenden Oxidhydratflocken werden in der Regel gleich am Ort ihrer Entstehung an das Filterkorn angelagert und zurückgehalten. Die Reinigung und »Reaktivierung« derartiger Tiefenfilter mit körnigen Filtermaterialien erfolgt durch intensives Rückspülen im Gegenstrom unter Ausschleusung der abfiltrierten Flocken über das Schlammwasser.

Durch Einsatz spezieller Tiefenfiltrations-Materialien (sowohl aus natürlichen Tuff-Gesteinen als auch synthetischen Ursprungs auf Basis von speziell aktivierten Eisen- oder Aluminiumoxiden wie beispielsweise »ChriwaFilt A«, »ChriwaFilt F«, »ChriwaFilt AP«, »ChriwaFilt U«, »ChriwaFilt RA«) mit besonderen Oberflächen- und Materialeigenschaften (zum Beispiel innere Porosität) können gelöste Wasserinhaltsstoffe abfiltriert werden, die nicht durch einfache Oxidation mit Luft oder Ozon vor der Filtration in die notwendige makropartikuläre Form überführt werden können.

Bei diesen Filtermaterialien, mit denen zum Beispiel Arsen, Fluorid, Uran und Radium sowie teilweise Nickel und Bor entfernt werden können, erfolgt die Rückhaltung offensichtlich teils durch irreversiblen Einschluss im Kristallgitter, teils durch Immobilisierung durch besondere Affinitäten zur Materialoberfläche.

In diesen Fällen sind die aus dem Wasser entfernten Substanzen in der Regel nicht mehr durch reine Wasserrückspülungen entfernbar, so dass diese Filtermaterialien sich im Laufe der Zeit erschöpfen und dann komplett gegen neues Material ausgetauscht werden müssen.

Bei Arsen und Fluorid ist auch eine Regeneration (Wiederablösung von der Oberfläche) durch Verschiebung des pH-Wertes möglich (Auswaschung mit Lauge).

Grundsätzlich sind die Aufnahmekapazitäten von »ChriwaFilt*« in natürlichen Wässern vom pH-Wert, der Mineralisation sowie der Temperatur abhängig.

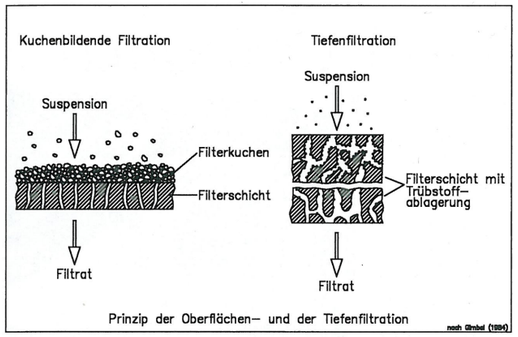

Abb. 1: Schematische Darstellung Filtration.

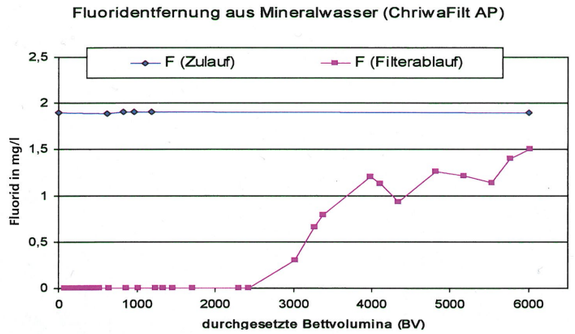

Abb. 2: Fluorid – Durchbruchskurve.

Solange die Filtermaterialien noch nicht erschöpft sind, ist in der Regel eine Entfernung bis an oder unter die Nachweisgrenze möglich. Die mit einer bestimmten Menge Filtermaterial behandelbare Wassermenge hängt jedoch ganz stark auch von der Konzentration der zu entfernenden Wasserinhaltsstoffe ab. So können bei vergleichbaren Kapazitäten zirka 3000 bis 5000 BV (Bettvolumina) an fluoridhaltigem Wasser (zirka zwei Milligramm pro Liter im Zulauf) behandelt werden (siehe Abb. 2), bei Arsen sogar die zehnfache Menge, da hier die Zulaufkonzentration in der Regel 0,1 bis 0,2 Milligramm pro Liter nicht übersteigt, und damit um eine Zehnerpotenz niedriger liegt.

Bei Beginn des »Durchbruchs« (= Anstieg der Reinwasserwerte) ist die Kapazität des Filtermaterials noch lange nicht erschöpft. Daher empfiehlt es sich – insbesondere bei nicht regenerierbaren Medien –, zwei oder mehrere Filter in Reihe zu schalten. So kann der beziehungsweise können die ersten Filter bis zur vollständigen Erschöpfung gefahren werden. Erst wenn der letzte Filter beginnt durchzubrechen, oder wenn man erkennt, dass der erste Filter voll beladen ist, wird das Filtermaterial in diesem gegen neues ausgetauscht und der Filter verfahrenstechnisch an das Ende der Aufbereitung gesetzt. Wie Abbildung 2 am Beispiel Uran zeigt, kann dadurch die Konzentration der störenden Substanz kontinuierlich an der Nachweisgrenze gehalten werden. Der geplante Grenzwert von zehn Mikrogramm pro Liter wurde in diesem Beispiel ständig und sicher eingehalten.

Eine Besonderheit zeigt die Entfernung von radioaktivem Radium mit Hilfe des basaltischen Zeolits »ChriwaFilt RA«: Nach den bisherigen Erfahrungen scheint dessen Aufnahmekapazität so hoch zu sein, dass auch Strahlungsgrenzwerte im Filtermaterial überschritten werden können. Hier wird daher vorsorglich ein rechtzeitiger Austausch in regelmäßigen Zeitabständen empfohlen, ohne dass das Material vollständig erschöpft ist.

Unter den hier beschriebenen Bedingungen sind die aus dem Wasser selektiv entfernten Substanzen so fest an oder in den Filtermedien fixiert, dass diese nach dem Austausch in der Regel auf normalen Deponien abgelagert werden dürfen.

»ChriwaFilt« wird in Festbettfiltern eingesetzt. Die wesentliche Voraussetzung für eine effektive Aufbereitung ist die gleichmäßige Durchströmung des Filterbettes. Diese wird durch konstruktive Maßnahmen am und im Filter sowie durch gelegentliches Spülen des Filtermaterials (nach Differenzdruckanstieg) gewährleistet.

Voraussetzungen für die Filtration über granulierte Filtermedien

Die konstruktiven Merkmale der Filteranlagen sind:

- Ausrüstung mit Düsenboden und Filterdüsen.
- Die speziell auf das Filtermaterial abgestimmte Aufgabe des Rohwassers über ein entsprechendes Wasser-Verteilungssystem.
- Die Filter sind rückspülbar. Die Spülwassergeschwindigkeit muss so groß sein, dass das Filtermaterialbett expandiert und das Schlammwasser muss rückstaufrei abgeführt werden können. Die Dimensionierung der Schlammwasserleitung und des Spülwasserkanals sind darauf abzustimmen.
- Ausrüstung mit Filtermaterialentnahmevorrichtung im Mantel über dem Düsenboden.

Bei Anlagen mit mehreren Filtern werden alle Filter einzeln gespült. Nachgeschaltete Filter werden möglichst nur bei Bedarf gespült.

Die Inbetriebnahme einer Filteranlage besteht aus den Maßnahmen: Einbringen des ChriwaFilt (bei manueller Befüllung möglichst in entkeimtes Wasser), Einbauspülung (kann entfallen bei manueller Befüllung), Einbaudesinfektion und Betriebsspülung. Diese Maßnahmen sind auch bei einem Austausch des Filtermaterials stets durchzuführen. Die Einbaudesinfektion und die anschließende Betriebsspülung sind obligatorisch bei der Behandlung von Trinkwasser und Wasser für die Getränkeproduktion. Im Anschluss an die Desinfektion wird der Filter nochmals mit reinem Wasser bis zur Trübstofffreiheit gespült. Die Filteranlage ist danach betriebsbereit und entwickelt sofort ihre volle Leistungsfähigkeit. »ChriwaFilt«-Anlagen erfordern keine Betreuung und keine regelmäßige Überwachung. Die Anlagen müssen lediglich gelegentlich gespült und beprobt werden. Weitere Wartungsarbeiten fallen nicht an.

Nach Erschöpfung der Aufnahmekapazität wird »ChriwaFilt« aus dem Filter entfernt und durch neues Material ersetzt. Das Ausbringen kann durch Absaugen aus dem Stutzen in Höhe der Oberkante der Stützschicht erfolgen. Bei gleichzeitiger Rückspülung mit zwei bis fünf Kubikmeter pro Quadratmeter pro Stunde und geöffnetem Entleerungsstutzen und geschlossenem Schlammwasseraustritt fließt das Filtermaterial bis zur Höhe des Stutzens selbständig heraus und kann direkt zum Beispiel in einem Entwässerungscontainer aufgefangen werden. Die Restmenge zwischen Düsenboden und Entleerungsstutzen muss dann nach Öffnen des Mannloches manuell ausgeräumt werden – für eine sichere Wiederinbetriebnahme nach Neubefüllung möglichst vollständig.

Sollte die manuelle Restentleerung ausnahmsweise nicht möglich sein, kann gegebenenfalls ersatzweise die Rückspülgeschwindigkeit soweit erhöht werden, dass das noch im Filter verbliebene Material hoch wirbelt und so über den Entleerungsstutzen mit ausgespült werden kann. Erschöpftes Filtermaterial ist entsprechend der geltenden abfallrechtlichen Bestimmungen zu entsorgen (zum Beispiel Abfallschlüssel 51309, Eisenhydroxid für »ChriwaFilt A/F/U«) oder einer Verwertung zuzuführen.

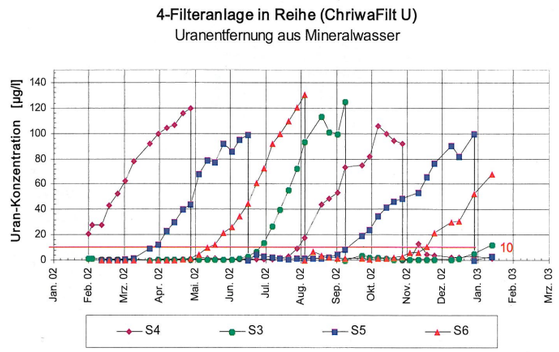

Abb. 3: Uran – Durchbruchskurven und Reinwasser-Ablaufwerte in mehrstufigen Anlagen.