



Merkblatt Nr. 1.6/4

Stand: Okt. 2003

alte Nummer: 1.7-6

Ansprechpartner: Referat 25

Hausanschrift: Lazarettstraße 67
80636 München

Telefon: (089) 92 14-01

Telefax: (089) 92 14-14 35

Internet: <http://www.bayern.de/lfw>

E-Mail: poststelle@lfw.bayern.de

Trinkwasseraufbereitung;
Auslegung von Klärbehältern zur Sedimentation von schlammhaltigen
Wässern aus der Filterspülung für kleine und mittlere Wasserwerke und
Entsorgung von schlammhaltigem Wasser, Klarwasser und Schlamm

Anlage:

Klärbehälterschema (Planskizze)

1	VORBEMERKUNG	2
2	SCHLAMMHALTIGE WÄSSER BEI DER FILTERSPÜLUNG	2
3	ENTSORGUNG VON SCHLAMMHALTIGEN WÄSSERN	3
3.1	Einleitung in Gewässer	3
3.2	Einleitung in eine Sammelkanalisation	3
3.3	Andere Verfahren	3
4	KLÄRBEHÄLTERAUSLEGUNG	4
4.1	Vorbemerkung	4
4.2	Dimensionierung des Klärbehälters	4
4.2.1	Speichervolumen V_1 für das schlammhaltige Wasser	5
4.2.2	Speichervolumen V_2 für den Schlamm	6
4.2.3	Gesamtvolumen V des Klärbehälters	6
4.3	Hinweise zur Bauart	7
5	ENTSORGUNG DER SCHLÄMME	8
5.1	Verwertung	8
5.2	Ablagerung in Deponien	8
6	LITERATUR	9



1 VORBEMERKUNG

In Wasserwerken fallen bei der Filterspülung entsprechend den Filtrationsprozessen und den Filtermaterialien verschiedene schlammhaltige Wässer und Schlämme an.

Begriffe:

Schlammhaltiges Wasser - Wasser, das bei der Spülung anfällt und ungelöste Stoffe in überwiegend absetzbarer Form enthält.

Schlamm - die aus dem schlammhaltigen Wasser u.a. durch Sedimentation angereicherten ungelösten Stoffe. Der Schlamm ist noch stark wasserhaltig und fließfähig.

Entwässerter Schlamm - Schlamm, der durch natürliche oder maschinelle Verfahren entwässert wurde und im allgemeinen nicht mehr fließfähig ist.

Klarwasser - das von den absetzbaren Stoffen befreite ehemals schlammhaltige Wasser.

2 SCHLAMMHALTIGE WÄSSER BEI DER FILTERSPÜLUNG

Bei der Enteisung und Entmanganung fallen schlammhaltige Wässer an, deren Feststoffe vorwiegend aus Eisen- und Manganhydroxiden bestehen. Eine Besonderheit stellen die Eisen- und Manganschlämme dar, die bei der Aufbereitung bzw. Enteisung arsenhaltiger Wässer anfallen. Das im Rohwasser enthaltene oder zudosierte Eisen fällt Arsen aus, das sich in den Spülschlämmen anreichert.

Die Entsäuerung und Aufhärtung weicher und aggressiver Wässer wird i. d. R. durch Filtration über Jurakalk oder halbgebrannten Dolomit durchgeführt. Bei der Spülung der Entsäuerungsfilter werden Feinkorn des Filtermaterials und in geringem Maße abgelagerte Trübstoffe ausgespült.

Zur Abtrennung von Trübstoffen, kolloidalen Stoffen, Huminstoffen usw. werden Flockungsmittel und Flockungshilfsmittel eingesetzt, die über eine Filtration abgetrennt werden. Als Flockungsmittel dienen Eisen- und Aluminiumsalze, als Flockungshilfsmittel kommen in der Regel Polyacrylamide und Stärkeprodukte zum Einsatz.

Aktivkohle-Filter werden nicht regelmäßig gespült, sondern nach "Erschöpfung" regeneriert oder entsorgt. Bei Austausch bzw. Neufüllung werden die Aktivkohlefilter einmalig gespült, um Abrieb und Feinkornanteil abzutrennen.





3 ENTSORGUNG VON SCHLAMMHALTIGEN WÄSSERN

Schlammhaltiges Wasser und Klarwasser sind Abwasser im Sinne der Wassergesetze.

3.1 Einleitung in Gewässer

Das Einleiten von Spülwässern aus der Wasseraufbereitung in oberirdische Gewässer und in das Grundwasser bedarf einer behördlichen Gestattung (Erlaubnis, § 2 und § 7 WHG (1)).

Für Spülwässer aus der Wasseraufbereitung gilt der Anhang 31 (Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung) zur Abwasserverordnung (2). Dort sind u. a. Anforderungen für abfiltrierbare Stoffe und für Arsen festgelegt. Eine direkte Einleitung des gesamten unbehandelten Spülwassers in Gewässer ist nicht zulässig.

Die Wiederverwendung des Klarwassers durch Versickern in den zur Rohwassergewinnung genutzten Aquifer zur Grundwasseranreicherung ist eine wasserwirtschaftlich sinnvolle Möglichkeit.

3.2 Einleitung in eine Sammelkanalisation

Für Abwasser, für das in einem Anhang zur Abwasserverordnung (2) Anforderungen für den *Ort des Anfalls* oder vor seiner *Vermischung* nach § 7a WHG festgelegt sind, bedarf die Einleitung in eine öffentliche Abwasseranlage (Sammelkanalisation) nach Art. 41c BayWG einer Genehmigung der Kreisverwaltungsbehörde.

Hiervon unabhängig kann die Kommune im Rahmen ihrer Entwässerungssatzung Anforderungen für bestimmte Stoffe an die Einleitung in ihre Abwasseranlage stellen.

3.3 Andere Verfahren

Die Abtrennung des Klarwassers vom Spülwasser und die Rückführung in den Aufbereitungsprozess ist u. U. ein zweckmäßiges Verfahren, einmal zur Schonung der Grundwasserressourcen, zum anderen zur Minimierung des Abwasseranfalls.



4 KLÄRBEHÄLTERAUSLEGUNG

4.1 Vorbemerkung

Der Wasserbedarf für die Filterspülung liegt in der Regel bei 1 - 3 % des filtrierte Rohwassers. Eine Wiederverwendung des Spülwassers ist wasserwirtschaftlich sinnvoll und kann u. U. auch betriebswirtschaftlich erstrebenswert sein.

Wasserwerke mit geringem Spülwasseranfall (kleine Versorgungsunternehmen) werden ihre schlammhaltigen Spülwässer vorwiegend durch Sedimentation in Klärbehältern behandeln und nach 3.1 oder 3.2 entsorgen.

Die Auslegung der Klärbehälter erfolgt unter der Berücksichtigung des Volumens der anfallenden schlammhaltigen Wässer und der zur Sedimentation notwendigen Zeit bzw. Sedimentationsstrecke.

Der Absetzprozess wird durch Bau- und Betriebsweise, Flockungshilfsmittel, Form, Dichte und Abmessung der Teilchen bestimmt, so dass sehr unterschiedliche Sinkgeschwindigkeiten auftreten; in der Regel sind Sedimentationszeiten von 24 h ausreichend.

Aufgrund der Verschiedenartigkeit der Filterspülwässer müssen die Klärbehälter unterschiedlich ausgeführt werden. Es sind 2 Typen von Klärbehältern zu unterscheiden:

Klärbehälter für geringes Schlammvolumen
(z. B. Filtermaterialabrieb bei Entsäuerungsfiltern)

Klärbehälter für Filterspülwässer aus Enteisungs- und Entmanganungsanlagen und für arsenhaltige Rohwässer.

4.2 Dimensionierung des Klärbehälters

Der Klärbehälter hat zwei Funktionen zu übernehmen, erstens das schlammhaltige Wasser aufzunehmen bis die absetzbaren Stoffe sedimentiert sind und zweitens die abgesetzten Stoffe, den Schlamm, zu speichern. Dazu sind im Klärbehälter zwei Bereiche vorgesehen, im oberen Teil das Speichervolumen für das schlammhaltige Wasser (V_1), im unteren Teil das Speichervolumen für den Schlamm (V_2). Die Größe des Klärbehälters ergibt sich aus der Summe V_1 und V_2 .



4.2.1 Speichervolumen V_1 für das schlammhaltige Wasser

Das Gesamtvolumen an schlammhaltigem Wasser ergibt sich aus dem angewandten Spülprogramm und der Anzahl der zu spülenden Aggregate.

Für Quarzsand- und Jurakalkfilter hat sich das 3-phasige Filterspülprogramm bewährt:

Luft-Phase	$v_1 = 80 - 90 \text{ m/h}$	$t_1 = 5 \text{ min}$
Luft/Wasser-Phase	$v_2 = 80 - 90 / 15 \text{ m/h}$	$t_2 = 10 \text{ min}$
Wasser-Phase	$v_3 = 25 \text{ m/h}$	$t_3 = \text{ca. } 5 \text{ min}$

(bzw. bis Klarwasserablauf)

v = Filtergeschwindigkeit in m/h

t = Spüldauer in min

Danach ergibt sich das Volumen V_1 an Spülwasser aus Spülphase 2 und 3 zu:

$$V_1 = \frac{A \cdot (v_2 \cdot t_2 + v_3 \cdot t_3) \cdot n}{60}$$

V_1 = Volumen in m^3

A = Filterfläche in m^2

v = Filtergeschwindigkeit in m/h

t = Dauer der Luft- und Wasserspülung in min

n = Anzahl der zu spülenden Filter

Mit den o. a. Spülzeiten vereinfacht sich die Gleichung zu:

$$V_1 = A \cdot 4,58 \cdot n$$

Bei zwei- und mehrfiltrigen Anlagen richtet sich n nach der Betriebsweise der Anlagen. Werden die Filter wechselweise gespült ist $n = 1$; werden mehrere Filter unmittelbar nacheinander gespült, ist $n =$ Anzahl der Filter.

Die Spülwassermenge, die bei der Spülung von Oxidatoren anfällt, ist entsprechend dem Spülprogramm und der Aggregatgröße zu berechnen.

4.2.2 Speichervolumen V_2 für den Schlamm

Der Gehalt eines schlammhaltigen Wassers an absetzbaren Stoffen lässt sich allgemein nicht angeben, da er von der Zusammensetzung des Rohwassers abhängt. Zur Bestimmung des Volumens der absetzbaren Stoffe wäre eine Bilanzierung der Einzelstoffe erforderlich. Untersuchungen an Enteisungsanlagen haben gezeigt, dass das Volumen der absetzbaren Stoffe im Bereich von 0,5 % bis 1 % des Volumens des schlammhaltigen Wassers liegt.

Bei der Annahme von 50 Spülungen (Anzahl der Spülungen pro Jahr bei wöchentlicher Spülung) haben die Erfahrungen gezeigt, dass eine ausreichende Sicherheitsspanne für das Speichervolumen des Schlammes V_2 gegeben ist, wenn V_2 bemessen wird nach:

$$V_2 = 0,33 \cdot V_1$$

4.2.3 Gesamtvolumen V des Klärbehälters

4.2.3.1 Klärbehälter zur Enteisung und Entmanganung und für arsenhaltige Rohwässer

Das Gesamtvolumen des Klärbehälters V für Enteisungs- und Entmanganungsanlagen sowie für arsenhaltige Spülwässer ergibt sich aus der Summe des Speichervolumens für das schlammhaltige Wasser V_1 und dem des Speichervolumens für den Schlamm V_2 zu

$$V = V_1 + V_2$$

4.2.3.2 Klärbehälter für geringes Schlammvolumen (z. B. Filtermaterialabrieb bei Entsäuerungsfilter)

Bei Spülwässern mit geringem Schlammanteil ist ein Auffangen der gesamten Spülwassermenge nicht notwendig, das gilt besonders für die Phase 3 des Filterspülprogramms. Untersuchungen haben ergeben, dass ein Auffangen und Absetzen von 80 % der Spülwassermenge V_1 meist ausreichend ist. Danach ergibt sich das Gesamtvolumen des Klärbehälters V zu $V = 0,8 \cdot V_1 + V_2$



4.3 Hinweise zur Bauart

Bei dem im Anhang aufgeführten Klärbehälterschema werden grundsätzliche Anhaltspunkte für eine Ausführung gegeben. Die wesentlichen Bestandteile des Klärbehälters sind die Zulaufgestaltung, die Klarwasserentnahmevorrichtung, die Gestaltung des Schlammspeicherraumes und die bauliche Ausbildung des Behälters. Modifikationen liegen im Ermessensbereich des Planers.

Wand-, Decken- und Sohlenstärke bzw. -aufbau sind entsprechend den statischen Erfordernissen bzw. den bautechnischen Ansprüchen zu bemessen. Um kostensparende Lösungen zu ermöglichen - insbesondere bei Klärbehältern für größere Anlagen - sind auch Klärbehälter in offener Bauweise möglich. Dabei sind die ortsspezifischen Randbedingungen zu beachten.

Der Klärbehälter ist mit einem Zulauf z. B. durch ein T-Stück oder dergleichen zu versehen. In der Praxis haben sich zwei hintereinander liegende T-Stücke bewährt, die sicherstellen, dass das gesamte Spülwasser in den Behälter gelangt und nicht teilweise über das erste T-Stück hinaus abläuft. Diese Anordnung erfüllt gleichzeitig die Funktion eines Übereiches.

Müssen mehrere Filter unmittelbar hintereinander gespült werden und muss nicht die gesamte Spülwassermenge aufgefangen werden (z. B. nur 80 %), ist die Ableitung des überschüssigen Spülwassers zu gewährleisten. Das kann z. B. durch Einbau einer Umgehungsleitung mit Absperrarmatur erfolgen. Die Steuerung der Armatur kann durch Einbindung in das Spülprogramm oder durch Trübungsmessung oder manuell verbunden mit visueller Beobachtung erfolgen.

Zur Minimierung des Spülwassereinsatzes kann es zweckmäßig sein, Trübungsmessgeräte zu installieren, die erlauben, den Spülvorgang der Luft/Wasser-Phase und der Wasser-Phase entsprechend den Trübungswerten des Spülwassers zu steuern. Eine zweite Einsatzmöglichkeit für Trübungsmesser kann die Überwachung des Sedimentationsvorganges im Klärbehälter sein, um sicherzustellen, dass der Klarwasserablauf den Einleiterbedingungen entspricht bzw. der Sedimentationsprozess abgeschlossen ist.

Beim Abzug des Klarwassers können Turbulenzen auftreten, die zum Austrag von Schlammpartikeln führen. Die Entnahmevorrichtung ist so zu konzipieren, dass derartige hydraulische Verhältnisse vermieden werden. Empfehlenswert ist die Entnahmevorrichtung in Form eines selbstschwimmenden, höhenvariablen Auslegers auszubilden. Dabei ist sicherzustellen, dass die Wasserspiegelsenkung nicht bis in den Schlammspeicherraum V_2 erfolgt.

Auslaufseitig der Entnahmevorrichtung ist eine geeignete Absperrarmatur vorzusehen. Die Steuerung der Armatur ist wahlweise elektrisch oder mechanisch/manuell möglich. Im letzteren Fall soll die Bedienung außerhalb des Kontrollschachtes erfolgen.

Der untere Teil des Schlammauffangraumes ist mit einem ausreichenden Gefälle zu versehen (ca. $45^\circ - 60^\circ$), um ein Abfließen des Schlammes in den Pumpensumpf zu gewährleisten.

Zu Wartungs- und Prüfzwecken sind der Zugang und die Begehbarkeit von Klärraum und Kontrollschacht sicherzustellen. Die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften sind zu beachten. Die Begehbarkeit kann zweckmäßig durch Steigeisen gemäß DIN 1211 Teil 1 - 3 oder DIN 1212 Teil 1 - 3 erfolgen.

Für die amtliche Überwachung ist eine geeignete Probenahmemöglichkeit vorzusehen.

5 ENTSORGUNG DER SCHLÄMME

5.1 Verwertung

Die bei der Trinkwasseraufbereitung anfallenden Schlämme unterliegen den Bestimmungen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG) (3). Der Vermeidung und der Verwertung wird vor der Deponierung Priorität eingeräumt. Eine Verwertung ist deshalb vorab zu prüfen.

Eine landwirtschaftliche Verwertung der Wasserwerkschlämme ist möglich. Die Wasserwerksschlämme müssen den Anforderungen der Klärschlammverordnung vom 15. April 1992 (4) entsprechen. Es sind die §§ 3 - 8 für Wasserwerksschlämme entsprechend den Festlegungen für Klärschlämme anzuwenden. Zusätzlich sind auch die wasserwerkspezifischen Eigenheiten (z. B. Arsenbelastung) der Schlämme zu berücksichtigen.

5.2 Ablagerung in Deponien

Die Inhaltsstoffe der Schlämme sind entscheidend für deren Zuordnung zu den verschiedenen Deponietypen.

Im allgemeinen wird für die Entsorgung von Wasserwerksschlämmen die TA Siedlungsabfall (5) zu beachten sein. Sie unterscheidet Deponieklasse I, Deponieklasse II und Monodeponie. Die Zuordnungskriterien der Abfälle zum jeweiligen Deponietyp werden in Anhang B beschrieben.

Nur in besonderen Fällen dürfte eine Entsorgung nach der TA Abfall (6) und damit eine Ablagerung auf einer Sondermülldeponie in Frage kommen. Die für die Zuordnung notwendigen Parameter sind im Anhang D der TA Abfall aufgeführt.

Soweit Schlämme aus Wasserwerken auf Inertabfalldeponien abgelagert werden sollen, ist das LfW-Merkblatt Nr. 3.6/3 vom 15. Juli 2003 „Umsetzung der Deponieverordnung für Errichtung, Betrieb und Überwachung von Deponien der DK 0 - Inertabfalldeponien zu beachten. Für Schlämme, die bei der Entarsenierung und sonstiger Aufbereitung arsenhaltiger Rohwässer anfallen, sind die Zuordnungswerte für Arsen zu beachten.

Um die Gefahr einer Mobilisierung von Arsen durch chemische oder biologische Reduktionsprozesse zu verhindern bzw. zu verringern, dürfen arsenhaltige Schlämme nicht zusammen mit Abfällen mit organischen Anteilen, z. B. Hausmüll, abgelagert werden. Die Schlämme können jedoch auf Schlackedeponien (Reststoffdeponien) oder in separaten Bereichen (Kassetten) von Hausmülldeponien abgelagert werden. Die Ablagerung von Arsenschlämmen ist jeweils mit dem LfU abzustimmen.

Zur (maschinellen) Entwässerung muss der Schlamm u. U. konditioniert werden, um die Entwässerungseigenschaften zu verbessern und damit die Anforderungen an die Deponierbarkeit zu er-





füllen. Das abgepresste Wasser ist an eine geeignete Stelle in die Spülwasserbehandlung zurückzuführen.

Die nicht regenerierfähige und damit zu entsorgende Aktivkohle ist generell in abgedichteten Deponien abzulagern, da je nach adsorbierten Bestandteilen (z. B. PSM, CKW) eine Gefährdung des Grundwassers zu befürchten ist.

6 LITERATUR

- (1) Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) in der Fassung vom 25.06.2002
- (2) Abwasserverordnung (AbwV) vom 15.10.2002, BGBl. I, S. 4047
- (3) Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz - KrW-/AbfG) in der Fassung vom 03.05.2000 (BGBl. I, S. 632)
- (4) Klärschlammverordnung (AbflärV) vom 15.04.1992 (BGBl. I S. 912)
- (5) Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Siedlungsabfall) vom 14.05.1993
- (6) Zweite allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz (TA Abfall), Teil 1: Technische Anleitung zur Lagerung, chemisch/physikalischen, biologischen Behandlung, Verbrennung und Ablagerung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen vom 12.03.1991 (GMBL. S. 139)

DVGW Arbeitsblatt W 221

Rückstände und Nebenprodukte aus Wasseraufbereitungsanlagen;
Teil 1: Grundsätze und Planungsgrundlagen, Bonn September 1999
Teil 2: Behandlung, Februar 2000
Teil 3: Vermeidung, Verwertung und Beseitigung, Februar 2000

DVGW Merkblatt W 222

Einleiten und Einbringen von Rückständen aus Anlagen der Wasserversorgung in Abwasseranlagen, Bonn August 1999

DVGW-Schriftenreihe Wasser Nr. 68

Entsorgung von Wasserwerkschlämmen, Eschborn 1991

