

Gewinnung von Eisen-III-Oxyhydrat aus den Grubenabwässern der Lausitz¹⁾

Von Chem.-Ing. WERNER RUMMEL, Berlin

DK 543.3

Der im Lausitzer Spreegebiet vorliegende Wasserbedarf macht es in Zukunft notwendig, daß täglich 385000 m³ Grubenabwasser mit einem geschätzten Fe-Gehalt von 150 mg/l, also stündlich rd. 16 000 m³, zu Brauchwasser aufbereitet werden müssen. Hierbei werden täglich 58 t gelöstes Eisen-II-Ion in Form von Fe(OH)₃ aus dem Wasser abgeschieden. Auf Grund seiner zur Hydratation neigenden Eigenschaften erweist sich das Fe-III-Oxyhydrat nach zweistündiger Alterung als Suspension mit 99,8% Wasser angereichert. Diese Schlammkonzentration bedeutet, daß nach zweistündiger Klärung etwa 10 Vol-% der aufzubereitenden Grubenabwassermenge als eisenhaltiges Schlammwasser vorliegen. Dem Wasserwirkschaffler wird damit die Aufgabe gestellt, täglich fast 40000 m³ Schlammwasser zu reinigen, wobei zu beachten ist, auf möglichst wirtschaftliche Verfahrensweise das Eisen-III-Oxyhydrat zu gewinnen.

Wie sich aus Untersuchungsergebnissen des Institutes für Energetik ergeben hat, sind die aus Braunkohlen-Grubenabwässern in halbtechnischen Versuchen gewonnenen Fe-III-Oxyhydrate in ihrer H₂S-Aufnahmefähigkeit durchschnittlich den Lux- oder Lautamassen qualitativ gleichwertig. Ein Teil der zu erwartenden Fe-III-Oxyhydratmengen sind dafür vorgesehen, den ständig wachsenden Bedarf der gaserzeugenden Industrie an Gasreinigungsmasse zu decken. Daher muß darauf verzichtet werden, das stark voluminöse Eisen-III-Oxyhydrat auf chemischem Wege, zum Beispiel durch Begasung mit H₂S oder durch Zusatz von Beschwerungsmitteln in einen physikalisch dichteren Stoff umzusetzen. Neben der Gewinnung von Gasreinigungsmasse kommen auch eine Verwendung des Oxyhydrates bei der Herstellung von Pigmentfarben oder seine Verhüttung in Frage.

Bereits in Heft 5/1957 dieser Zeitschrift wurde vom Verfasser bei der Beschreibung der Ausfällung von Fe-III-Oxyhydrat aus eisenhaltigen Braunkohlegrubenabwässern darauf hingewiesen, daß die Eisenhydroxyde in diesem Falle keine kristalline Struktur besitzen [1]. Selbst der aus Fe-III-Oxyhydrat bestehende „Ocker“, der sich ohne Kalkung in saurem Medium in den Gefüldern der Braunkohlegruben der Lausitz langsam abscheidet, ist amorph.

Jeder Chemiker kennt aus der Laborpraxis die Schwierigkeiten zur Erzielung einer schnellen und guten Abtrennung von Suspensionen amorpher Stoffe. Hinzu kommt der Umstand, daß das Dichte-Verhältnis von Wasser zu Fe(OH)₃ im anfallenden Schlammwasser der Grubenabwasseraufbereitung nach zwei Stunden Alterung nur bei 1 : 1,003 liegt.

Die großen Schlammwassermengen, die Voluminösität des frisch gefällten Oxyhydrates und nicht zuletzt der geringe Dichte-Unterschied zwischen Wasser und Oxyhydrat machen in ihrer Gesamtheit die technische Gewinnung gebrauchsfähiger Gasreinigungsmasse zu einem schwierigen Problem.

Die Trocknung der Eisen-III-Oxyhydratmasse auf einen Wassergehalt von maximal 50%, wie er von der gaserzeugenden Industrie verlangt wird, ist in technischer Hinsicht nur eine Frage der Wirtschaftlichkeit, da zahlreiche Typen von Trocknungsaggregaten entwickelt sind, mit denen stichfeste Massen von hohem Wassergehalt auf jeden gewünschten Trocknungsgrad gebracht werden können. Die Gewinnung von stichfesten Fe-III-Oxyhydrat aus seinen wässrigen Suspensionen kann auf verschiedenen Wegen geschehen.

Schlammreicherungsmethoden

Die einfachste Abtrocknung dieser Suspensionen im technischen Maßstabe kann in offenen Erdbecken vorgenommen werden. Hierbei versickert ein großer Teil

des Wassers in den Boden; ein geringerer Teil verdunstet an der Oberfläche. Diese Methode der Stapelung und Trocknung wird von einer Anzahl von Wasserwerken der Lausitz, die einen hohen Fe-Gehalt in ihren Rohwässern vorliegen haben, durchgeführt. Wie aus Ergebnissen von Beobachtungen, die hierüber besonders von der VHZ Schrott- und Industrierückstände gemacht wurden, bekannt ist, dauert die Trocknungszeit in derartigen Erdbecken bei einer Beflutung von rd. 0,5 m Schlammhöhe etwa 4 bis 6 Monate. Der Wassergehalt beträgt nach dieser Zeit, je nach chemischer Zusammensetzung der Masse, 60 bis 75%. Entscheidend für den Trocknungsereignis sind hierbei ferner Jahreszeit und die Niederschlagsmengen der Gegend, in der sich die Stapelbecken befinden.

Diese Methode ist bei den täglich anfallenden großen Schlammengen, wie sie im Spreegebiet vorliegen werden, nicht anwendbar. Auch Beflutungsversuche auf Raseneisenerz-Schüttungen zeigten unbefriedigende Werte, wenn auch die Entwässerung anfangs schneller verlief als bei Sandbecken.

Wesentlich günstigere Anreicherungserfolge erzielt man bei der Ausfrierung von Schlammwässern. Hier ist es gelungen, eine Fe(OH)₃-Suspension schnell von 99,4% auf rd. 92,5% Wasser einzudicken. Die Anwendung dieses Verfahrens im technischen Maßstabe ist jedoch zu kostspielig. Auch das Erhitzen der Schlammuspension bietet keine wesentliche Beschleunigung der Entwässerung und damit eine Steigerung des Feststoffgehaltes der Suspension.

Behandlungen des Schlammwassers mit Ultraschall von 50 Hertz mit dem Ziel einer Zerschlagung der Hydrathülle des Fe-III-Oxyhydrat-Moleküls blieben erfolglos, ebenso das Prinzip der Elektrophorese, das zur Eindickung des Schlammes versuchsweise herangezogen wurde. Die Leitfähigkeit des Schlammwassers, bedingt durch das Vorhandensein von Ionen wie Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, Mn⁺⁺, SO₄⁻⁻, HCO₃⁻, Cl⁻ und andere mehr, gestattete keine Aufladung der Oxyhydrat-Partikel, so daß das erwartete Wandern dieser Teilchen zu einer Elektrode nicht eintrat. Außerhalb des Schlammes angelegter hochgespannter Gleichstrom bis zu 25 000 V sowie starke elektromagnetische Felder verringerten in keiner Weise die Struktur, und damit den Wassergehalt des Schlammes.

Wie schon erwähnt, beträgt die Dichte des frisch gefällten Oxyhydrates nur 1,003. Aus diesem Grunde ist zu erklären, daß hochtourige Zentrifugen bei Trennungsversuchen versagten. Auch die in der Klärtechnik in ständig steigendem Maße zur Anwendung gelangenden Hydrozyklone erwiesen sich zur Anreicherung von Schlammwässern dieser Art als nicht anwendbar. An diesen Versuchsaggregaten können zwar die verschiedensten Veränderungen vorgenommen werden, zum Beispiel Durchmesser von Eintrags- und Austragsdüsen, Eintrags-Volumen sowie Eintragsdruck, jedoch zeigte bei allen

¹⁾ Arbeit aus dem Institut für Wasserwirtschaft der Deutschen Demokratischen Republik.

Versuchen der Feststoffgehalt im Austrag der Überlaufdüse im Vergleich zur Eintragskonzentration einen nur geringen Anstieg.

Druckfilter

Nachdem eine Anzahl von Möglichkeiten der technischen Eindickung von Fe-III-Oxydhydrat-Schlamm, die das Problem nicht lösen können, mitgeteilt worden sind, soll nun auf die Untersuchungen der Filtrierfähigkeit dieser Suspensionen näher eingegangen werden. In der Technik der Filter unterscheidet man zwischen „mit Druck“ und „mit Vakuum“, also mit Unterdruck, betriebene Filteraggregate. Der grundsätzliche Unterschied beider Filtermethoden besteht darin, daß die Druckdifferenz bei Vakuumfiltern im Gegensatz zu Druckfiltern, auf höchstens 1 at begrenzt ist.

Für Druckfiltrationen werden häufig die Filterpresse, das Kellyfilter und einige andere teils diskontinuierlich und teils kontinuierlich arbeitende Filteraggregate verwendet. Die beiden ersten Filter sind auf ihre Verwendbarkeit für Fe-III-Oxydhydratsuspensionen untersucht worden. Die Bespannung der einzelnen Filterkammern kann mit PC- und Perlon-Gewebe oder Baumwolle-Körper u. a. m. erfolgen. Das Filtertuch übernimmt bei der Filtration die Funktion einer Stützschicht für die eigentliche Filtermasse, die in diesem Falle das Oxydhydrat ist. Hat sich ein Oxydhydratfilm auf dem Filtertuch gebildet, beginnt das Filtratwasser aus dem Filteraggregat klar abzufließen. Daher spielt die Wahl des Filtertuches bei Druckfiltern keine allzu große Rolle. Jedoch soll die Maschenzahl je Flächeneinheit nicht zu klein sein, da sonst die Filterfilmbildung erschwert wird. Das Flächengewicht des Tuches soll nicht zu hoch gewählt werden, da bei dickfadigen Geweben die Reinigung der Tücher von amorphem Oxydhydrat nach dem Filtrierprozeß erschwert wird. Der zweistündig gealterte Schlamm wird großen Absetzbecken zugeführt, in denen er innerhalb von etwa 14 Tagen auf 98,8% Wassergehalt eindickt. Dieser Schlamm kann, wie sich bei zahlreichen Versuchen herausgestellt hat, für die Filtration ohne jede besondere Anreicherung, zum Beispiel durch Rücknahme von bereits eingedicktem Schlamm, verwendet werden.

Die in Bild 1 gezeigte Versuchsfilterspresse ist mit 14 Kammern zu insgesamt 2 m^2 Filterfläche ausgestattet. Eine kleine Pumpe kann das Schlammwasser bis zu einem Druck von 3,5 at in das Filter drücken. Mit der Stärke des sich bildenden Filterkuchens nimmt die filtrierte Schlamm-Menge in der Zeiteinheit ab. Diese Tatsache erklärt sich durch die äußerst geringe Porosität des am Filtertuch haftenden Oxydhydrates. Aus Erfahrungen läßt sich sagen, daß nach spätestens zwei Stunden Betriebszeit der Filtrationsprozeß zu unterbrechen ist, da die Leistung nach dieser Zeit auf ein

Minimum absinkt. Unter Filterleistung (L) ist diejenige Menge an Schlammwasser zu verstehen, die je Filterflächeneinheit in der Zeiteinheit (t) filtriert werden konnte. Aus dieser Definition ergibt sich für die Filterleistung bei der Filtration von Fe-III-Oxydhydrat-Suspensionen die Dimension: $L = h \cdot l/m^2$.

Bekanntlich nimmt die Filterleistung eines Druckfilters vom Beginn der Filtration mit zunehmender Filterzeit infolge Verstärkung der Filterkuchenschicht ständig ab. Tafel 1 sei als Beispiel aufgeführt.

Tafel 1. Versuch bei 1,6 at Überdruck

nach 2 min Filtration:	122,4 h \cdot l/m 2	Filtrat fast klar
nach 5 min Filtration:	64,5 h \cdot l/m 2	klares Filtrat
nach 15 min Filtration:	39,5 h \cdot l/m 2	klares Filtrat
nach 40 min Filtration:	22,5 h \cdot l/m 2	klares Filtrat
nach 60 min Filtration:	16,3 h \cdot l/m 2	klares Filtrat
nach 75 min Filtration:	15,3 h \cdot l/m 2	klares Filtrat
nach 120 min Filtration:	9,7 h \cdot l/m 2	klares Filtrat

Kuchenstärke: 1,5 cm, H₂O-Gehalt: 72%

Gesamtleistung: In 2 h = 150 l bei 2 m 2 : 37,5 h \cdot l/m 2

Laut Tafel 1 geht die Leistung von 122,4 auf 9,7 h \cdot l/m 2 zurück. Im Durchschnitt erhält man nach zweistündiger Betriebszeit eine Leistung von nur 37,5 h \cdot l/m 2 . Selbst das Unterbrechen der Filtration nach etwa 60 min würde keine wesentliche Leistungssteigerung mit sich bringen, da einmal der Filterkuchen nicht stark genug wäre und zum anderen die Dauer der Filtertuchwäsche und des Bespannungsrahmens praktisch die Leistung weiter herabsetzen würde. Zur Leistungssteigerung kann der Druck bei Beginn der Filtration langsam auf 3,5 at gesteigert werden. Auch hierbei ist allerdings die Leistungssteigerung nur unwesentlich. Sie beträgt zum Beispiel nur 45 l/m 2 h. Die Konzentration des Schlammes ist insofern von Einfluß, daß die Filterkammern entsprechend weniger oder mehr oft entleert werden müssen. Der Feuchtigkeitsgehalt des Filterkuchens liegt je nach Bedingungen der Filtration zwischen 70 und 80%. Für die geschilderte Filterpresse wie auch für das im folgenden Abschnitt beschriebene Kelly-Filter (Bild 2) ist die Bedienungsweise unbefriedigend, wenn auch die Anschaffungskosten im Gegensatz zu anderen Filteraggregaten niedriger liegen. Schließlich sind die Filterleistungen bei weitem nicht ausreichend, daß man derartige Filter für die Filtration von großen Schlamm-Mengen empfehlen kann.

Das Kelly-Filter arbeitet nach dem gleichen Prinzip wie die Filterpresse. Drei hohle, mit Filtertuch bespannte Kammern werden mit Schlammwasser unter Druck gesetzt. Das Filtratwasser fließt in der Kammer nach außen ab. Auch hier ist ein Leistungsabfall während des

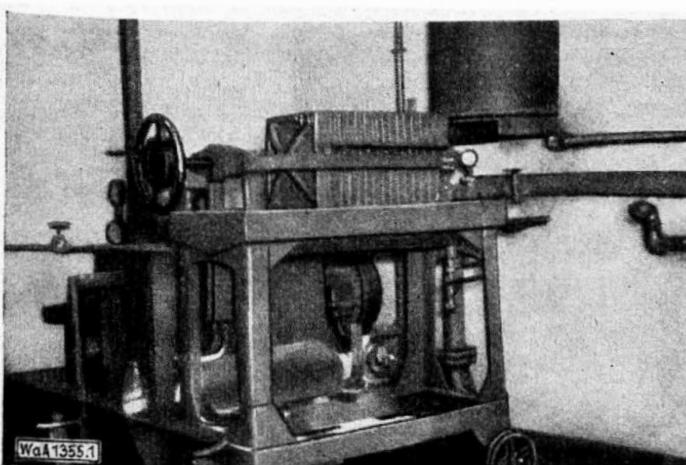


Bild 1. Filterpresse

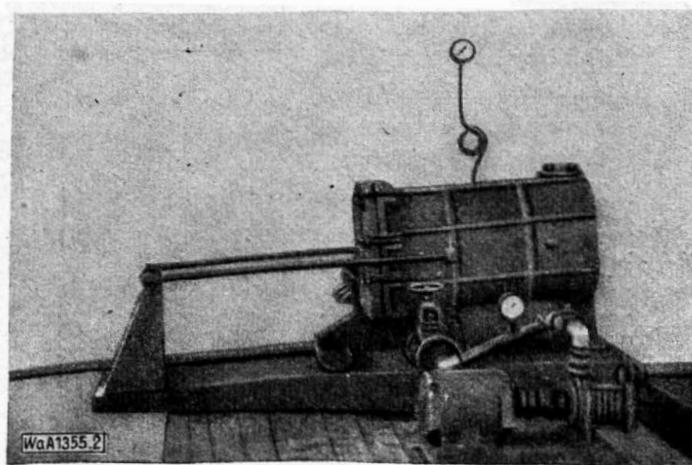


Bild 2. Kelly-Filter

Filtrierprozesses zu beobachten. Tafel 2 veranschaulicht unter Angabe der beim Versuch verflossenen Filterzeit die entsprechende Filterleistung:

Tafel 2

	Betriebsdruck atü	Filterleistung h · l/m²
nach 3 min	3,0	200
nach 6 min	4,0	200
nach 9 min	4,0	200
nach 12 min	4,0	200
nach 15 min	4,0	200
nach 21 min	4,2	100
nach 27 min	4,2	100
nach 34 min	4,2	86
nach 41 min	4,2	86
nach 60 min	4,2	86
nach 90 min	4,2	80
nach 105 min	4,2	50

Aus Tafel 2 ist ersichtlich, daß trotz Drucksteigerung, infolge Verdichtung des Fe-III-Oxydhydratkuchens am Filtertuch, die Leistung abfällt. Bei dieser Versuchsreihe wurden 190 l Schlammwasser in 105 Minuten filtriert. Damit ergibt sich durchschnittlich ein Wert von 109 h · l/m², obwohl nach 15 Minuten Filtration Werte von 200 h · l/m² angezeigt werden. Der Wassergehalt des Filterkuchens nimmt, im Querschnitt der Schicht, in Richtung zum Filtertuch ab. Obwohl außen am Kuchen eine schwämige Oxydhydratmasse von rd. 85% H₂O-Gehalt haftet, ist der Kuchen am Filtertuch auf etwa 70% eingedickt.

Die ermittelte Durchschnittsleistung für die Filtration von Fe-III-Oxydhydratsuspensionen liegt bei 150 h · l/m² und ist damit höher als die der Filterpresse.

Saugzellenfilter

Während bei der Druckfiltration nur drei Faktoren für die Beeinflussung der Filterleistung: 1. Schlammkonzentration, 2. Druck und 3. — in untergeordnetem Maße — die Bespannung in Betracht zu ziehen sind, erhöht sich die Anzahl der Faktoren bei der Anwendung von Saugzellenfiltern.

Einige Wissenschaftler des In- und Auslandes beschäftigen sich theoretisch mit der Formulierung einer mathematischen Gleichung, um an Hand der Struktur des zu filtrierenden Stoffes mit dieser Formel die Leistung eines Filteraggregates zu errechnen [3], [4], [5], [6]. Hierbei sind berücksichtigt: Viskosität der Flüssigkeit, Zahl, Radius und Länge der Kapillaren des Filterkuchens sowie der Druck vor und hinter dem Filtertuch. Das Gesetz von *Hagen* und *Poiseuille* [2] für den Durchsatz einer flüssigen Phase durch einen kapillaren Filterkuchen lautet:

$$\frac{dV}{dA} = K \cdot \frac{r^4 \cdot N \cdot \Delta p}{L \cdot \eta}$$

Hierin sind:

- r Radius der Kapillaren,
- N Anzahl der Kapillaren,
- p Druckdifferenz vor und hinter dem Filter,
- L Länge der Kapillaren,
- η Viskosität der Flüssigkeit.

Teilweise werden die Filterleistungen im Ausland nach der Gewichtsmenge und dem Feuchtigkeitsgehalt des gewonnenen Filterkuchens je Filter und Flächeninhalt bestimmt. Die Vielzahl der Grundgedanken und der zu berücksichtigenden Faktoren haben zur Folge, daß hierfür die verschiedensten Gleichungen aufgestellt worden sind. Die Bedingungen, die eine gute Arbeitsweise des Saugzellenfilters garantieren, sind auf Grund der Konstruktion dieser Aggregate viel umfassender. Die Güte der gewählten Bespannung der Saugzellenfiltertrommel ist im Gegensatz zu Drucksfilteraggregaten von ent-

scheidender Bedeutung, da praktisch nach jeder Umdrehung der evakuierten Trommel innerhalb des Schlammtröges ein neuer Filtrierprozeß beginnt. Wie schon unter dem Abschnitt Druckfiltration besprochen ist, muß bei Schlämmen amorpher Stoffe ein möglichst feinmaschiges Filtergewebe angewendet werden, damit innerhalb weniger Sekunden sich auf dem Tuch ein Filterfilm niederschlagen kann, der den Reinheitsgrad des Filtratwassers erhöht. Zu diesen Momenten gehört natürlich die Bestimmung der optimalen Konzentration des zu filtrierenden Schlammes, die je nach Struktur der einzelnen Stoffe unterschiedlich ist.

Zu den wichtigen Filterbedingungen sind neben Filtertuchbeschaffenheit und Schlammkonzentration auch die Umdrehungszahl, die Eintauchtiefe und der Trockenweg sowie der Umfang der Trommel und nicht zuletzt das Vakuum wichtige Faktoren, die die Leistungssteigerung eines Zellenfilters stark beeinflussen. In diesem Zusammenhang muß auch die Möglichkeit der Anwendung eines Gebläses erläutert werden.

Die Geschwindigkeit der Rotation einer evakuierten Trommel ist mitbestimmend bei der Aufnahmemenge an Filterkuchen und außerdem für dessen Trocknungsgrad. Die Trommel eines Saugzellenfilters, die durch einen etwa zur Hälfte mit Schlamm gefüllten Trog rotiert, wird bei gleicher Eintauchtiefe mit steigender Umdrehungszahl (*U*) eine geringere Berührungszeit mit dem Schlammwasser und eine kürzere Trocknungszeit haben. Bei einem kleineren Versuchsaugzellenfilter von 3,2 m² Filterfläche zeigen die Eintauch- und Trockenzeiten die in Tafel 3 angegebenen Werte.

Tafel 3

U/min	Eintauchdauer	Trockendauer	Durchschnitt H₂O-Gehalt %
2	13,5	16,8	76—78
1	27	33,6	75—77
½	54	66,8	73—75

Die Verlängerung des Eintauchweges durch Vergrößerung der Eintauchtiefe einer Trommel bedingt eine größere Filterleistung; allerdings verringert sich damit der Trocknungsgrad des Filterkuchens. Eintauchtiefen bis zu 70% sind möglich. Jedoch ist ihre Anwendbarkeit stark von der Struktur der zu filtrierenden Substanz abhängig, da hierbei die Trocknungszeit stark verkürzt ist. In diesem Zusammenhang muß erwähnt werden, daß zwischen Eintauchtiefe und Filterleistung keine völlige Proportionalität besteht. In Tafel 3 sind die durchschnittlich ermittelten Wassergehalte bei den entsprechenden Trocknungszeiten angeführt. Hierzu ist zu bemerken, daß mit zweifacher Umdrehung der Trommel je Minute eine wirtschaftlich optimale Entwässerung des Eisen-III-Oxydhydratkuchens erzielt wird. Eine Verdoppelung der Trocknungszeiten zur Gewinnung eines trockenen Filterkuchens ergibt nur eine Steigerung des Trockenheitsgrades um rd. 3%. Betrachtet man gleichzeitig bei Herabsetzung der Umdrehungsgeschwindigkeit von 2 auf 1 U/min die Filterleistung unter Einhaltung gleicher Filterbedingungen, so wird ersichtlich, daß die Leistung von 80 auf 57 h · l/m² absinkt (Tafel 4).

Tafel 4

U/min	Filterleistung (h · l/m²)
2	80
1	57
½	46

An Hand solcher Vorstudien, die hier am Beispiel des Eisen-III-Oxydhydratschlammwassers aufgezeichnet sind, werden dem Verfahrenstechniker bei Bearbeitung gleichartiger Probleme der Abwasserschlammfiltration wichtige Hinweise gegeben, welche Maßnahmen im wei-

teren Verlauf der Untersuchungen zu treffen sind. Filtertrommeln mit großen Flächen haben selbstverständlich einen größeren Umfang und somit einen längeren Eintauchweg und dementsprechend auch eine längere Trocknungszeit. Eine Trommel von 1200 mm Dmr. hat zum Beispiel im Verhältnis zu einer Trommel von 600 mm Dmr. bei 33% Eintauchtiefe den doppelten Eintauchweg. Auch hier ist im Verhältnis zu kleineren Filtertrommeln kein proportionaler Leistungsanstieg zu erwarten, da der Filterwiderstand mit zunehmender Schichtstärke — dies trifft besonders für amorphe Stoffe wie das Eisen-III-Oxydhydrat zu — wächst. Der statische Druck wird bei erweitertem Umfang der Trommel durch die damit verbundene Vergrößerung der Eintauchtiefe erhöht.

Das Betriebsvakuum einer Filtertrommel ist bei den verschiedenen zu filtrierenden Substanzen in den optimalen Grenzen zu steuern. Falsch wäre es zu sagen, daß grundsätzlich höchst erreichbares Vakuum auch höchste Filterleistungen ergeben muß. Gerade am Beispiel des schwer filtrierbaren Eisen-III-Oxydhydrates läßt sich zeigen, daß hoher Unterdruck die Filtrierbarkeit dieser Suspension infolge Verringerung der Porösität des Filterkuchens verschlechtert. Starkes Vakuum und, wie bereits abgehandelt, geringe Umdrehungsgeschwindigkeit der Filtertrommel sorgen außerdem auf dem Trockenwege für eine derart starke Abtrocknung des Filterkuchens, daß dieser auf dem Filtertuch zu einer festen Schicht verbackt und daher an zahlreichen Stellen der Filtertrommel mittels einer Weichgummiwalze nicht mehr abgelöst werden kann. An diesen verschmierten Stellen sind natürlich auch die Filtertuchporen verstopft und gewährleisten daher keine einwandfreie Filtration. Das Vakuum ist so zu steuern, daß einmal keine Verschmierung des Filtertuches durch nicht ablösbaren Filterkuchen entsteht und zum anderen eine günstigste Filterleistung erzielt wird. Die jeweils besten Unterdruckbedingungen werden auch hier wieder von der Struktur des zu filtrierenden Stoffes abhängig sein.

Eine Hilfsmaßnahme, um trotz der Gefahr einer Verschmierung des Filtertuches ein starkes Vakuum zu benutzen, ist die Anwendung von Gebläseluft. Bekanntlich sind die modernen Saugzellenfilter in Kammerin unterteilt. Durch eine besondere Konstruktion des Steuerkopfes des Filters läßt sich in das Innere der kurz vor der Abnahmewalze befindlichen Kammer Luft einblasen. Die Luft drückt von innen gegen die Filterkuchenschicht und lockert den Filterkuchen vom Filtertuch. Im Abstand von etwa 5 cm ist das Filtertuch mit einem V2A-Draht zu bespannen, um das Filtertuch vor verstärktem Verschleiß durch Druckluft zu schützen. Die Anwendung von Gebläseluft bei der Filtration von Eisen-III-Oxydhydratsuspensionen als Hilfsmittel führte zu einer nicht unerheblichen Leistungssteigerung des Filters.

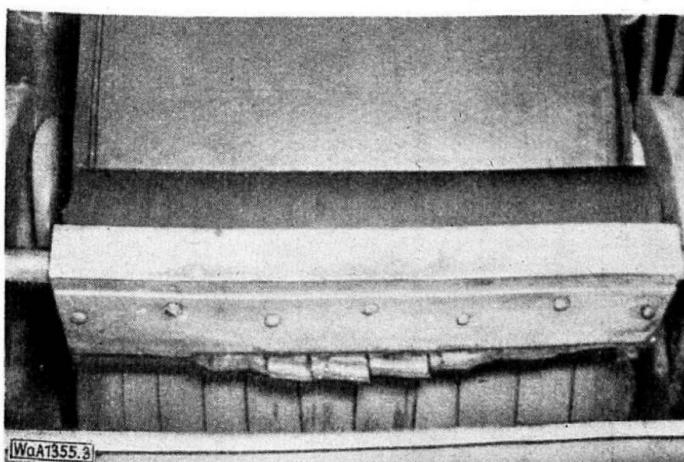


Bild 3. Saugzellenfilter in Tätigkeit

Ein Saugzellenfilter setzt sich zusammen aus dem Filter, einer Vakuumpumpe, einer Schlammpumpe, einem Filtratwasserbehälter, einer Filtratpumpe und, wenn erforderlich, aus einem Gebläseaggregat. Ein steuerbares Getriebe dient zur notwendigen Einhaltung der Umdrehungszahlen der Filtertrommel, während Manometer eine genaue Kontrolle der Arbeitsweise des Filters gestatten. Durch kontinuierlichen Schlammtzufluß kann die maximale Eintauchtiefe der Trommel eingehalten werden, während eine Weichgummiabnahmewalze den Filterkuchen vom Filtertuch abhebt, der schließlich von der Walze mittels eines Schabers abgenommen wird. Wegen der geringen Schichtstärken des Filterkuchens (etwa 2 mm) kann an die Filtertrommel direkt kein Schaber für die Kuchenabnahme angelegt werden. Bild 3 zeigt ein in Tätigkeit befindliches Saugzellenfilter. Hier ist deutlich der von der Gummiwalze abgeschabte Eisen-III-Oxydhydrat-Filterkuchen mit einem durchschnittlichen Wassergehalt von 75% erkennbar.

Für die Filtration der Fe-III-Oxydhydrat-Schlämme, die im Spreegebiet anfallen werden, haben sich unter Berücksichtigung aller der für die Anwendung von Saugzellenfiltern in Frage kommenden Faktoren folgende Bedingungen ergeben:

Etwa 14-tägig gealterter Eisen-III-Oxydhydrat-Schlamm kann mit etwa 98,8% Wassergehalt filtriert werden. Als Filtertuchqualität ist das Baumwollgewebe 1681 A (lieferbar durch DHZ Industrietextilien Weißenfels) anwendbar. PC- und Perlon-Tücher gleicher Webart und Stärke wären wegen ihrer größeren Haltbarkeit dem Baumwollgewebe vorzuziehen. Die Trockendauer soll die Zeit von 20 s nicht überschreiten. Für große Filter ist entsprechend die Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommeln festzulegen. Ein Vakuum von 0,6 at Unterdruck bietet eine maximale Filterleistung von 210 l/m² h, wie sie aus dem Bild 4 ersichtlich ist. (Zur Ermittlung dieser Werte wurde ein Saugzellenfilter mit einer Fläche von 3,2 m² verwendet.)

Zur Lockerung des Filterkuchens werden je Stunde und Quadratmeter Filterfläche 2 m³ Luft benötigt. Bei Einhaltung dieser Arbeitsbedingungen des Saugzellenfilters werden am Tage rd. 5 m³ Schlammwasser je Quadratmeter Filterfläche im Gegensatz zu 1,1 m³ bei der Filterpresse und zu 3,6 m³/m² beim Kelly-Filter filtriert. Abgesehen von der Filterleistung ist das Saugzellenfilter mit seiner kontinuierlichen und sauberen Arbeitsweise den beiden beschriebenen Druckfiltern überlegen. Lediglich die hohen Anschaffungskosten des Trommelfilters sind die Ursachen dafür, daß manche Betriebe davor zurückstehen, derartige Aggregate aufzustellen. Bei Großaufbereitungsanlagen ist es nicht allein eine Frage der Wirtschaftlichkeit, ob sich der Aufbau einer großen Filteranlage lohnt; zweifellos ist aber ein nicht unerheblicher Gewinn mit der Erfassung des Eisen-III-Oxydhydrates verbunden. Es handelt sich doch immerhin um rd. 120 000 jato 25%iges Eisen-III-Oxydhydrat, die der Industrie eine zusätzliche Menge von jährlich 80000 t 50%ige gebrauchsfertige und qualitativ gute Gasreinigungsmasse bringen. Damit ist nicht nur gelungen, das Verfahren für die Aufbereitung der Brau-

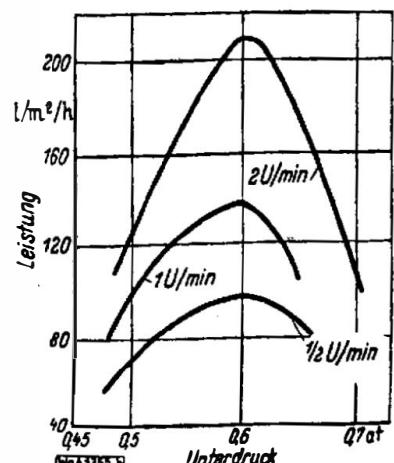


Bild 4. Leistungsdiagramm eines Saugzellenfilters

kohlengruben-Abwässer der Lausitz nach wissenschaftlichen Erkenntnissen auf einen modernen Stand zu bringen, sondern darüber hinaus können in der Perspektive große Mengen eines wertvollen Rohstoffes für unsere chemische Industrie zusätzlich bereitgestellt werden.

Zusammenfassung

Die Erfassung des bei der Aufbereitung stark Fe-haltiger Lausitzer Braunkohlengruben-Abwässer auffallenden Fe-III-Oxyhydrates in kompakter Form ist äußerst schwierig. Nach Aufzählung verschiedener Eindickungsmöglichkeiten von Schlamm wird eingehend die Druck-

und Vakuumfiltration behandelt. Bei gleicher Flächen-einheit ist die Leistungsfähigkeit des kontinuierlich arbeitenden Saugzellenfilters am größten. WaA 1355

Literatur

- [1] Rummel, W.: Wasserwirtschaft-Wasserwissenschaft, 7. Jg. (1957) H. 5.
- [2] Greber: „Erdöl und Kohle“, 1956, S. 616 bis 620.
- [3] Coakley, P. und Jones, B. R. S.: Sewage and industrial wastes, H. 8 (1956), S. 963 bis 976.
- [4] Jones, B. R. S.: Sewage and industrial wastes, H. 9 (1956), S. 1103 bis 1115.
- [5] Mick Kerwin, L. und Linstey Scott, E.: Water and sewage works, 7. Jg. (1956), S. 320 bis 323.
- [6] Batel, W.: Chemie-Ingenieur-Technik, 12. Jg. (1955), S. 743 bis 745.

Wie sind aus Kunststoffen hergestellte Rohre und Armaturen vom Standpunkt der Trinkwasserhygiene aus zu beurteilen?

Von Prof. Dr. med. WALTHER AHRENS, Dresden

DK 691.33: 628.15

Die Frage einer Verwendung von Kunststoffrohren und -armaturen in Anlagen, die der Trinkwasser-versorgung dienen, hat in neuester Zeit die Aufmerksamkeit der Hygiene auf sich gelenkt. Auf Grund der Veröffentlichung von Zimmermann sowie persönlicher Mitteilungen aus beiden Teilen Deutschlands wie schließlich auch auf Grund von Untersuchungen des Verfassers bestehen berechtigte Gründe für die Annahme, daß eine Verwendung von Kunststoffen im Leitungsnetz, die auf der Polyäthylen- bzw. Polyvinylchloridbasis aufgebaut sind, zu einer Verschlechterung der bakteriologischen Beschaffenheit des damit in Berührung kommenden Trinkwassers führt¹⁾.

Bei der folgenden Erörterung dieses Fragenkomplexes darf zunächst von Untersuchungsbefunden ausgegangen werden, die von Zimmermann (Trier) in der Städtehygiene mitgeteilt wurden [1]. „Durch — ihrem Ursprung nach unkontrollierbare — Gerüchte aufmerksam gemacht, daß es durch Kunststoffrohre zu Keimsteigerungen im Wasser kommen könne“, wurden von dem Autor folgende laboratoriumsmäßige Versuche durchgeführt:

Methodik: Als Untersuchungsmaterial dienten von den Polyäthylenprodukten die Fabrikate „Draka-Tileen“ und „Dynalen“, vom Polyvinylchloridprodukt das Fabrikat „Dynadur“. Von diesen wurden kleinere Stücke bei 100°C im Dampftopf bzw. bei 120°C im Autoklaven sterilisiert. Unterschiede wurden dabei nicht gefunden; um aber dem Einwand zu begegnen, daß es durch die Temperaturen zur teilweisen Zersetzung der Hochpolymeren mit Bildung wachstumsfördernder kleinerer Bruchstücke kommen könnte, wurden die Probestücke bei den späteren Versuchen kalt durch 24 stündiges Einlegen in 1%ige Zephirollösung entkeimt und danach in praktisch keimfreiem Leitungswasser 1 bis 6 Tage gewässert. Die Kunststoffstückchen wurden in verschiedene Flaschen, die zuvor mit natürlich verschmutztem Wasser beschickt waren, eingebracht. Als Kontrolle dienten mit Wasser gleicher Herkunft beschickte Flaschen, denen keine Kunststoffstückchen zugegeben wurden. Alle Proben wurden dann bei + 5°C bzw. bei Zimmertemperatur bzw. bei 37°C drei bis sechs Tage bebrütet und die Veränderungen der Keimzahlen bestimmt.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist kurz zusammengefaßt folgendes. Bei 35 — von insgesamt 36 — mit Kunststoffstückchen angesetzten Wasserproben konnte unabhängig von der Temperatur eine Keimvermehrung festgestellt werden, die deutlich bzw. beträchtlich höher lag als bei den Kontrollproben (Wasser ohne Kunststoffstückchen); lediglich in einem Falle, und zwar bei einem Polyvinylchloridpräparat und niedriger Temperatur (+ 5°C), waren die Keimzahlen geringer als bei der Kontrolle. Besonders eindrucksvoll sind die Keimsteigerungen verständlicherweise bei höheren Temperaturen (37°C), worüber Tafel 1 rasch orientiert.

Die Keimsteigerungen bei den Wasserproben mit den Kunststoffstückchen liegen also c. p. um Zehnerpotenzen höher als bei den Wasserproben ohne Zugabe entsprechender Werkstoffe.

Weiterhin wurden in den Sommermonaten (höhere Temperaturen!) Versuche in der Praxis wie folgt durchgeführt: In einem zum Wasserwerk gehörenden Nebenwerk und an Endsträngen in einem Vorort von Trier, der von diesem Nebenwerk versorgt wird, wurden Proben entnommen. Dabei bestand in dem einen Falle die Leitung bis zur Zapfstelle ausschließlich aus Eisenrohren; in zwei anderen Fällen waren dagegen die letzten Teile der Endstränge aus Polyäthylenrohren montiert. Die Proben wurden des Morgens, nachdem das Wasser über Nacht in den Rohren gestanden hatte, entnommen. Bei den aus den Kunststoffendsträngen entnommenen Wasserproben konnte im Vergleich mit den aus dem Eisenrohrendstrang bzw. den im Wasserwerk entnommenen Proben ebenfalls eine geringe Keimerhöhung festgestellt werden. — Soweit die Ergebnisse der Zimmermannschen Untersuchungen.

Unabhängig von den Untersuchungen Zimmermanns, deren Ergebnisse erst später bekannt wurden, waren auch im hiesigen Institut Untersuchungen angelaufen, die sich gleichfalls mit der Fragestellung befaßten, ob und gegebenenfalls in welchem Ausmaß Kunststofferzeugnisse (Polyamid) das Wachstum von Bakterien zu begünstigen vermögen.

Methodik: Als Untersuchungsmaterial dienten Polyamid-trinkbecher (Kaprolaktam) von verschiedener Farbe (grau, blau, schwarz). Von diesen wurden schmale, ringförmige Stückchen abgetrennt, diese im Dampftopf bei 100°C eine

Tafel 1

Fabrikat	Ausgangskeimzahl	Keimzahl nach 3 bzw. 6 Tagen
Draka-Tileen.....	370	18000
Dynalen	730	10000
Dynadur	130	3300
Kontrollproben (ohne Werkstoffstückchen)	300	1000

¹⁾ Arbeit aus dem Hygiene-Institut der Technischen Hochschule Dresden und dem Hygiene-Institut der Medizinischen Akademie Dresden „Carl Gustav Carus“ (Direktor: Prof. Dr. med. W. Ahrens).