

## Die Wirkung von Industrieschlammern auf Vorfluter und die Rückhaltungsmöglichkeiten im Betrieb

K. Stundl

Industrielle und gewerbliche Abwässer enthalten oft beträchtliche Mengen von Feststoffen, welche je nach ihrer Art das Vorflutwasser und die Gewässerbiocoenosen verschieden beeinflussen.

Da zahlreiche derartige Abwassereinleitungen aus unterschiedlichsten Betrieben in der Steiermark im Laufe der letzten Jahre von uns untersucht wurden, können die dabei gewonnenen und im folgenden dargestellten Ergebnisse und Erfahrungen einen Beitrag zu diesen Problemen liefern.

Die in den Abwässern vorkommenden Feststoffe können in drei Gruppen zusammengefaßt werden.

1. Anorganische und weitgehend unlösliche,
2. Vorwiegend anorganische, aber teilweise lösliche.
3. Organische, mehr oder minder leicht faulfähige Substanzen.

Zunächst sollen die Zusammensetzung und schädliche Wirkung jener Abwässer behandelt werden, welche vorwiegend unlösliche Feststoffe enthalten, die im Vorfluter Trübungen hervorrufen und Schlammdecken bilden. Es sind dies u. a. die Abwässer der Kohlen- und Erzwäschen, des Talkumbergbaues und der Porzellanfabriken, granuliertes Hochofenschlacke und Zundermaterial aus Walzwerken.

Über einige Fälle der Gewässerbelastung durch die angeführten Feststoffe und betriebliche Maßnahmen zur Rückhaltung dieser Anteile soll an ausgewählten Beispielen eigener Untersuchungen berichtet werden.

### Kohlenwaschwässer

Die bei der Aufbereitung der Kohle durch den Waschprozeß anfallenden Abwässer enthalten reichliche Feststoffmengen, die zwischen 30—50 g/l (= 30.000—50.000 mg/l) betragen können. Diese suspendierten Trübstoffe sind zwar weitgehend unlöslich, bewirken aber im Vorfluter wegen des meist hohen Anteils an feindispersen Material von geringer Korngröße, das sich nur langsam absetzt, starke Wassertrübungen über längere Gewässerstrecken hin.

Diese Abwässer trüben den Vorfluter oft so stark, daß die Sichttiefe praktisch gleich Null wird, in derart abwasserbelasteten Gewässern

wurden von uns Schwebstoffmengen von mehr als 800 mg/l gefunden.

Die Ablagerungen der gröberen und feineren Schwebstoffanteile dieser Abwässer überziehen die Uferbereiche und den Gewässergrund mit einer Schlammschicht, die den Fischnährtieren keine Ansiedlungsmöglichkeit mehr bietet. Dies ist die Ursache für den in solchen Gewässern zu beobachtenden Rückgang der Fauna und Flora, die auch eine Abnahme des Fischbestandes bewirkt, der bei derartigen Gewässerbelastungen meist völlig verschwindet.

Völlig abweichend von diesen Erfahrungen war das Ergebnis einer Elektroabfischung in der damals noch durch Kohlenwaschwässer stark belasteten Teigtitsch. In dem stark getrübbten, völlig undurchsichtigen Wasser konnte ein beträchtlicher Fischbestand festgestellt werden. Die gefangenen Fische, fast ausschließlich Äschen und Forellen, wiesen durchwegs einen guten Ernährungszustand auf.

Eine Erklärung dieser überraschenden Feststellung gab die erst später erfolgte Beobachtung, daß die Abwässer aus der Braunkohlenwäsche nur fallweise in den Fluß eingeleitet wurden. Die Fische zogen nach Aufhören der Abwassereinleitung in die klar werdende Gewässerstrecke ein und blieben hier noch einige Zeit nach Wiedereinsetzen der Abwasserzuflüsse. In dauernd durch derartige Abwässer getrübbten Strecken war aber kein Fischbestand zu finden. Einzelne Fische sollen sich aber nach Schiemenz auch in stark getrübbten Gewässerstrecken halten, wobei sie aber stark abmagern. Der gute Ernährungszustand der Fische bei unserem Abfischungsversuch entspricht diesen Beobachtungen, weil hier nur zeitweise Gewässertrübungen auftraten.

Die Errichtung von Klärteichen für die Kohlenwaschwässer und die Rücknahme der geklärten Wässer in den Waschprozeß hat in den steirischen Braunkohlenrevieren eine wesentliche Besserung des Gewässerzustandes in allen Vorflutern gebracht, die früher durch die Abwassereinleitungen betroffen wurden.

Sehr eindrucksvoll zeigt sich der Rückgang der Schwebstoffmengen an der Mündung der Pöls nach Errichtung der Klärteiche für die Abwässer des Braunkohlenbergbaues Fohnsdorf.

Entnahmedatum 10. 3. 54 25. 9. 56 29. 10. 59 13. 7. 60 27. 11. 62 17. 12. 63

Schwebstoffmenge mg/l	720	410	450	468	437	8—30 <sup>1</sup>
--------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-------------------

<sup>1</sup> Minimum und Maximum einer Tagesganguntersuchung.

Vor Errichtung dieser Klärteiche führten wir zahlreiche Versuche durch, um die Geschwindigkeit der Sedimentation der Feststoffe und damit die erforderliche Größe der Absitzteiche zu ermitteln.

Das Abwasser der Kohlenwäsche wies neben einer Schwebstoffmenge bis 35 g/l noch einen hohen Gehalt an organischen Substanzen (KMnO<sub>4</sub>-Verbrauchswerte bis 13.000 mg/l) auf, da das zur Kohlenwäsche verwendete Wasser einem Vorfluter mit hoher organischer Belastung, die durch Sulfitzellstoffabwasser hervorgerufen ist, entnommen wurde.

Die größeren Anteile des Kohlenwaschwassers setzten sich ziemlich rasch ab, die feindispersen Trübungsstoffe hingegen nur sehr langsam, wie aus der Zusammenstellung in Tab. 1 ersichtlich ist. Somit hätte das Teichvolumen bei einem Abwasseranfall von 1,6 bis 3,8 m<sup>3</sup>/min sehr groß sein müssen, um eine ausreichende Sedimentation zu ermöglichen.

Versuche mit einer Mischung von Kohlenwaschwasser und Schlacke aus dem Kesselhaus, die bis dahin in gesonderten Teichen absitzen gelassen wurde, ergaben eine wesentliche Beschleunigung des Absitzvorganges. Nach einer Stunde war die Schwebstoffmenge auf  $\frac{1}{8}$ , nach fünf Stunden bereits auf etwa  $\frac{1}{80}$  der ursprünglichen Menge zurückgegangen (Tab. 1).

Tabelle 1

Absitzzeit	Feststoffmenge in mg/l im	
	Kohlenwaschwasser allein	Kohlenwaschwasser mit Kesselschlacke gemischt
sofort	26.000	33.400
nach 1 Stunde	20.000	4.100
nach 5 Stunden	15.000	415
nach 1 Tag	2.400	115
nach 5 Tagen	490	47

Bei weiteren Versuchen konnte nach Zusatz der Kesselschlacke und Absitzenlassen meist schon nach einigen Stunden eine Verringerung der Schwebstoffmenge auf weniger als 100 mg/l erreicht werden.

Messungen nach Errichtung der Absitzteiche ergaben einen Feststoffgehalt am Teichablauf zwischen 10 und 116 mg/l und einen KMnO<sub>4</sub>-Verbrauch zwischen 31 und 78 mg/l.

Da Befürchtungen bestanden, daß bei der Sedimentation in den Teichen auch Abwasseranteile in den Untergrund versickern und hier wegen der immerhin hohen organischen Anteile das Grundwasser un-

günstig beeinflussen könnten, wurden auch darüber eingehende Versuche angestellt.

In einer gemeinsam mit Herrn OBR Dr. Bernhart entwickelten halbtechnischen Versuchsanlage wurde die chemische Zusammensetzung der Sickerwässer und der abfließenden geklärten Abwässer untersucht.

In der Anlage wurde die Absitzgeschwindigkeit der Feststoffe aus dem Gemisch von Kohlenwaschwasser und Kesselhausschlacke geprüft und weiters die Rückhaltung der Schwebestoffe und der organischen Substanzen beim Durchsickern einer 1 m starken Bodenschicht. Aus der Zusammenstellung einiger ausgewählter Untersuchungswerte des über drei Wochen erstreckten Versuches (Tabelle 2) ist die starke Abnahme des Feststoffgehaltes und der organischen Substanzen zu erkennen.

Tabelle 2

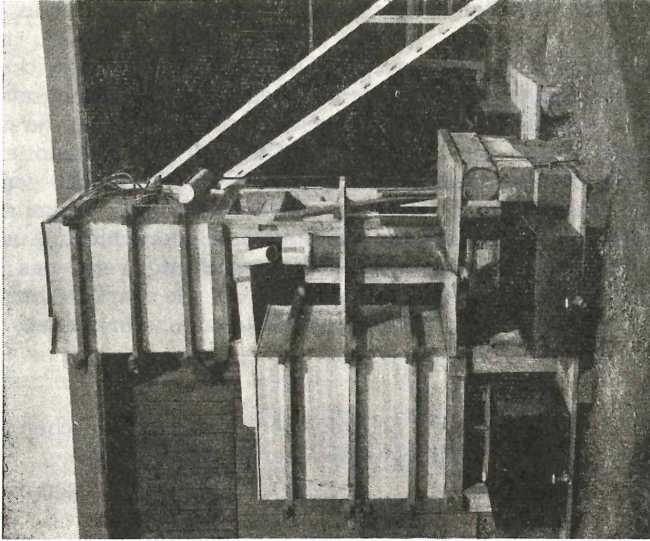
Gesamthärte sowie Gehalt an Schwebestoffen und organischen Substanzen im Zulaufwasser (Kohlenwaschwasser + Kesselschlacke)

Untersuchungs- zeitraum	Schwebestoffe mg/l	KMnO <sub>4</sub> -Verbr. mg/l	Gesamthärte d. Gr.
1. Tag	30.700	10.850	11,1
5. Tag	31.700	11.500	13,7
10. Tag	29.800	10.500	14,6
15. Tag	31.300	8.820	11,4
20. Tag	30.200	9.850	11,8

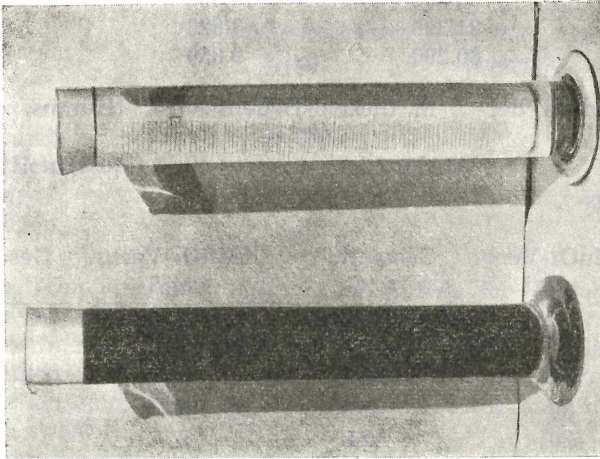
Ausläufe nach der 1 m dicken Bodenschicht. (Humus, darunter Schotter.)

Untersuchungs- zeitraum	Auslauf I		Auslauf II	
	KMnO <sub>4</sub> -Verbr. mg/l	Gesamthärte d. Gr.	KMnO <sub>4</sub> -Verbr. mg/l	Gesamthärte d. Gr.
1. Tag	17,1	17,8	48,1	16,6
5. Tag	30	17,0	172	17,2
10. Tag	16	40,4	35	32,2
15. Tag	37	40,8	37	34,4
20. Tag	20	42,8	27	36,6

Die Schwebestoffmengen lagen an allen Untersuchungstagen in beiden Ausläufen unter 2 mg/l.



Versuchsanlage im halbtechnischen Maßstab zur Prüfung der Sedimentationsleistung und Geschwindigkeit bei Kohlenwaschwässern.



Die Reinigungswirkung bei Sedimentation und Versickerung im Boden, links Zulaufwasser, rechts geklärtes Sickerwasser.

Auffällig war die starke Zunahme der Gesamthärte in den Bodenabläufen gegen Ende des Versuchszeitraumes.

In ähnlicher Weise wie hier werden auch in den anderen steirischen Braunkohlenrevieren die Kohlenwaschwässer durch Absitzenlassen in Klärteichen oder in ausgekohlten Tagbauen behandelt und das vom Großteil der Feststoffe befreite abfließende Wasser wieder in die Kohlenwäsche zurückgenommen. Durch diesen Wasserkreislauf ist eine merkliche Verbesserung der Vorflutverhältnisse eingetreten, worauf bereits hingewiesen wurde.

In westfälischen Kohlenbergbaugebieten wird nach Müller-Neuhaus und Möller durch Zusatz von Fällungschemikalien oder auch Fälligungsbeschleunigern, wie Separan und Sedipur, eine schnellere und verbesserte Sedimentation erreicht.

#### Erzwaschwässer

Auch bei der Trennung des Erzes vom tauben Gestein in der Schwebeflüssigkeitsaufbereitung am Erzberg fallen Abwässer mit einem hohen Schwebestoffgehalt an, die früher nur in Sedimentationsteichen geklärt wurden. Seit einigen Jahren erfolgt in Eindickieranlagen, über deren Bau und Wirkungsweise im nachfolgenden Beitrag von Bernhart nähere Angaben gemacht werden, die Abscheidung der Hauptmenge der Feststoffe, das überstehende Klarwasser wird in die Aufbereitungsanlage rückgenommen.

Zusätze des Fällungsbeschleunigers Separan haben sich übrigens nach Mitteilung der Betriebsleitung hier nicht bewährt, weil die Feststoffe sich zu rasch absetzten und am Grund der Eindicker so dicht ablagerten, daß die Schlammkratzer und die Schlampumpen außer Funktion gesetzt wurden.

In den Eindickern fallen große Mengen von Schlamm an, da die Feststoffmenge in den Erzwaschwässern mehr als 25.000 mg/l beträgt. Fallweise Überläufe der Eindickieranlage erhöhten die Schwebestoffmenge im Vorfluter (Erzbach) von 2 mg auf rund 300 mg/l. Nach einer etwa 6 km langen Laufstrecke hatte sich aber der Großteil der Schwebestoffe bereits abgesetzt, und es war im Bach nur noch eine Menge von rund 60 mg/l vorhanden.

Vor der Errichtung der Eindickieranlage am Erzberg war die Belastung des Erzbaches durch Schwebestoffe sehr hoch, und auch bei gelegentlichen Abschwemmungen des in großen Schlammteichen abgelagerten Materials traten stärkere Wassertrübungen im Gewässer auf.

Trotz der Schlammablagerungen und der noch sehr deutlichen Trübung in der von Schwebestoffen belasteten Gewässerstrecke im Erzbach waren hier reichlich Köcherfliegenlarven vorhanden, Ecdyonuriden- und Ephemeridenlarven aber nur vereinzelt.

Meist betragen die Schwebestoffmengen im Vorfluter in dieser Strecke 8—34 mg/l, stiegen aber, wie schon erwähnt, gelegentlich auch auf mehr als 300 mg/l an. Der Fischbestand in diesem im allgemeinen nur wenig getrübten Bach war nach Angabe einiger Fischereiberechtigter nicht merkbar beeinträchtigt.

Da aber in einzelnen Bachstrecken wieder Schädigungen des Fischbestandes durch Gewässertrübungen behauptet wurden, führten wir Aquarienversuche zur Feststellung der Wirkung dieser Abwässer auf Fische aus.

Wassertrübungen können die Fische verschrecken oder den Fischfang erschweren, weil der Köder vom Fisch wegen der Wassertrübung nicht mehr wahrgenommen werden kann.

Es wurden aber auch direkte Schädigungen der Fische durch die feingewirkten Feststoffe von seiten der Fischereiberechtigten behauptet.

Die neuesten Literaturangaben im Handbuch für Frischwasser- und Abwasserbiologie von Liebmann behandeln die Wirkung von Braunkohlenschlamm, Sägemehl, Zellulosefasern, suspendiertem Holzschliff sowie Lehm- und Bodensuspensionen auf Fische. Nach diesen Angaben werden Schwebstoffmengen von 20 g/l ohne Änderung der Verhaltensweise von den Fischen ertragen. Sogar Konzentrationen von 100 g/l sollen nach diesen Angaben von vielen Fischarten über eine Woche lang ertragen werden.

Nach eigenen Untersuchungen schädigten mehrtägige Aufenthalte in Aufschwemmungen des feindispersen Schlammes der Erzaufbereitung, die bei Versuchsbeginn 2000—3000 mg/l Feststoffe enthielten, die Versuchsfische (einjährige Regenbogenforellen) nicht merkbar. In dem durch die Belüftung durchmischten Wasser der Versuchsbecken waren während der ganzen Versuchsdauer Schwebstoffmengen von 600 bis 1000 mg/l als feine Suspension im Wasser vorhanden.

Nach Umsetzen in Reinwasser zeigten die Versuchsfische auch nach wochenlanger Beobachtung keine erkennbaren Schädigungen. Nach Mitteilung von Prof. Liepolt werden jedoch durch starke Wassertrübungen bei länger dauernder Einwirkung Schädigungen der Kiemenschleimhaut hervorgerufen, die aber nur bei mikroskopischer Untersuchung feststellbar sind.

Bei unseren Untersuchungen war, wie schon erwähnt, keine äußerlich erkennbare Schädigung der Versuchstiere zu beobachten.

#### Abwässer des Talkumbergbaues

Bei der Talkumgewinnung fallen größere Mengen von Abfallstaub an, der technisch derzeit nicht oder nur in ganz geringen Mengen verwertet werden kann. Da diese Stäube nur wenig lösliche Bestandteile enthalten und chemisch fast inaktiv sind, wurde von seiten der Betriebsleitung überlegt, diese Stäube in den Vorfluter abzuführen. Dabei kam es zu Ablagerungen an ruhigen Stellen der Flüsse, wo das leicht bewegliche feinkörnige Material die Ansiedlung von Wasserpflanzen und -tieren hemmte.

Während Aquarienversuche zeigten, daß Fische auch durch größere Mengen von Talkumstaub nicht merkbar geschädigt werden, sollen nach Mitteilung der Fischereiberechtigten in Gewässern, in welche solche Stäube eingeleitet wurden, vor allem die Krebsbestände rapid abnehmen oder ganz verschwinden. Auch ein Rückgang der Fischbestände wird behauptet.

#### Abwässer von Porzellanfabriken

Durch diese Abwässer werden ebenfalls starke Gewässertrübungen hervorgerufen. Es sind vor allem dafür die Anteile aus der Massemühle ausschlaggebend, ein überaus feinkörniges Material, das sich nur sehr langsam absetzt und bei der geringsten Wasserbewegung wieder aufgewirbelt wird. In einem von uns untersuchten Fall betrug der Schwebstoffanteil dieser Abwässer 5000 mg/l.

Im Vorfluter entstehen durch diese Einleitungen oft ausgedehnte Trübungen, die vor allem den Fischfang behindern. Wenn sich auch die Fische in solchen getrübten Gewässerstrecken noch aufhalten, so ist nach Mitteilung der Fischereiberechtigten der Fischfang im getrübten Wasser stark behindert oder unmöglich, weil die Fische den Köder nicht bemerken.

Da das Feststoffmaterial in diesen Abwässern sehr feinkörnig ist, sich schlecht absetzt und bei geringsten Wasserbewegungen wieder hochgewirbelt wird, kann eine Sedimentation nur in sehr großen Absitzbecken in ausreichendem Maß erfolgen. Für die Abwasserbehandlung haben sich große Absitzteiche, von denen möglichst zwei vorhanden sein sollen, bewährt, die hintereinander geschaltet sind und gestatten, einen der Teiche zu räumen, während der andere inzwischen als Absitzbecken



für die Gesamtabwassermenge dient. Diese Absitzteiche haben sich besonders bei den bayrischen Porzellanfabriken mit gutem Erfolg zur Abwasserreinigung verwenden lassen. Aus Abwassermenge und Feststoffgehalt läßt sich das erforderliche Teichareal mit einer einfachen Formel berechnen. Zu geringe Volumen von Absitzteichen sind unwirksam, weil der Absitzvorgang nicht in ausreichendem Maß erfolgt oder bei zu raschem Durchfluß überhaupt nicht eintritt. Eine Verbesserung des Absitzerfolges kann durch Kalkzusatz erreicht werden.

### Hochofenschlacke

Eine sehr starke Beeinträchtigung der Vorfluter stellt die Einleitung von granulierter Hochofenschlacke dar, die nach alten Wasserberechtigungen vom Hochofen direkt in das benachbarte Gewässer abgeleitet werden durfte. Die feinen Schlackenteilchen werden von der Strömung über weite Gewässerstrecken mitgeführt und in Uferbereichen abgelagert. Sie bilden dort sterile Schichten, welche das Wachstum der Fischnährtiere behindern und damit auch den Fischbestand schädigen. Die Schlackenmengen können in manchen Vorflutern sehr hoch sein, in einzelnen Fällen konnten wir bis 350 mg/l nachweisen.

In stark mit schlackenhaltigen Abwässern belasteten Vorflutern scheinen nach unseren Erfahrungen und Mitteilungen von Fischereiberechtigten keine Fische vorhanden zu sein.

Die Verwendung von Schlacke als Baustoff hat die Einleitung in die Vorfluter wesentlich verringert, wie die folgende Gegenüberstellung einiger Schwebstoffwerte von der Vordernbergerbachmündung aus verschiedenen Jahren zeigt.

Schwebstoffgehalte im Vordernbergerbach vor Mündung in die Mur:

Entnahmetag	26. 3. 1954	23./24. 6. 1958	13. 7. 1960	7. 8. 1961
Schwebstoffe mg/l	850	103—245*	124	128

### Zunderhältige Abwässer aus Walzwerken

Bei der Formung von Walzstücken wird der unter der Walzstrecke in sehr beträchtlichen Mengen anfallende Walzzunder mit Wasser weggespült. Die großen Zunderstücke setzen sich rasch ab und sammeln sich in Absitzgruben, aus denen sie mit Baggern herausgenommen und wieder

\* Minimal- und Maximalwert einer Tagesganguntersuchung.

im Ofenprozeß eingesetzt werden. Feinmaterial setzt sich nur schwer ab, wird mit den abfließenden Wässern in den Vorfluter gespült und oft über längere Gewässerstrecken mitgeführt. Der Schwebestoffanteil aus Feinmaterial in Abwässern eines Walzwerkes wurde von uns mit 440 bis 590 mg/l ermittelt, gelöstes Eisen war in diesen Abwässern hingegen nicht nachweisbar.

Nach Untersuchungen, die wir in einem Walzwerk durchführten, besteht ein verhältnismäßig großer Anteil des Walzzunders aus solchem Feinmaterial. In den von uns untersuchten Abwässern hatten 9% des Gesamtzundergewichtes eine Korngröße unter 0,16 mm. Da bei den Walzwerken der Zunderanfall sehr bedeutend sein kann, in dem von uns untersuchten Werk betrug er 8 t im Tag, ist auch die Menge der Feinanteile beträchtlich.

Ogleich Schäden durch die im Vorfluter abgelagerten Feinzunderanteile nicht beobachtet wurden, erschien es nötig, eine möglichst große Menge auch dieser feinen Anteile durch geeignete Verfahren zurückzuhalten.

Um hier die beste Möglichkeit zu finden, erstellte der Betrieb Modellanlagen im halbtechnischen Ausmaß, in denen zahlreiche Versuche durchgeführt wurden.

Da die Entfernung des Zunders mit den Spülwässern im Werk nicht kontinuierlich, sondern stoßweise erfolgt, werden in den Absitzbecken bei diesen Wasserstößen die abgesetzten Zundermengen aufgewirbelt, und es besteht die Gefahr, daß dann größere Mengen von Feinmaterial aus der Absitzanlage in den Vorfluter gelangen. Um dies weitgehend auszuschalten, wurden in der Modellanlage strömungsvernichtende Einbauten gemacht und der Ablauf nicht aus den Absitzbecken direkt, sondern aus einer nachgeschalteten Pumpenkammer durchgeführt. In der Modellanlage wurden in den einzelnen Beckenabschnitten die Schwebestoffmengen vor und während der Spülungen bestimmt. Es gelang so eine geeignete Form der Absitzbecken zu finden, welche auch die Feinzunderanteile weitgehend zum Absitzen brachte, so daß im Auslauf nur ein Feststoffgehalt zwischen 20 und 40 mg/l vorhanden war, während der Zulauf Feststoffmengen zwischen 2000—10.000 mg/l enthält.

Die Messungen am Auslauf der inzwischen fertiggestellten Zunderfanganlage ergaben nach Mitteilung der Betriebsleitung ähnliche Werte, die Feststoffmengen betragen rund 20 mg/l.

Anorganische Feststoffe, die lösliche Anteile enthalten und beim Einbringen in den Vorfluter den Chemismus verändern können, sind u. a.

für die Gesamtabwassermenge dient. Diese Absitzteiche haben sich besonders bei den bayrischen Porzellanfabriken mit gutem Erfolg zur Abwasserreinigung verwenden lassen. Aus Abwassermenge und Feststoffgehalt läßt sich das erforderliche Teichareal mit einer einfachen Formel berechnen. Zu geringe Volumen von Absitzteichen sind unwirksam, weil der Absitzvorgang nicht in ausreichendem Maß erfolgt oder bei zu raschem Durchfluß überhaupt nicht eintritt. Eine Verbesserung des Absitzerfolges kann durch Kalkzusatz erreicht werden.

### Hochofenschlacke

Eine sehr starke Beeinträchtigung der Vorfluter stellt die Einleitung von granulierter Hochofenschlacke dar, die nach alten Wasserberechtigungen vom Hochofen direkt in das benachbarte Gewässer abgeleitet werden durfte. Die feinen Schlackenteilchen werden von der Strömung über weite Gewässerstrecken mitgeführt und in Uferbereichen abgelagert. Sie bilden dort sterile Schichten, welche das Wachstum der Fischnährtiere behindern und damit auch den Fischbestand schädigen. Die Schlackenmengen können in manchen Vorflutern sehr hoch sein, in einzelnen Fällen konnten wir bis 350 mg/l nachweisen.

In stark mit schlackenhältigen Abwässern belasteten Vorflutern scheinen nach unseren Erfahrungen und Mitteilungen von Fischereiberechtigten keine Fische vorhanden zu sein.

Die Verwendung von Schlacke als Baustoff hat die Einleitung in die Vorfluter wesentlich verringert, wie die folgende Gegenüberstellung einiger Schwebstoffwerte von der Vordernbergerbachmündung aus verschiedenen Jahren zeigt.

Schwebstoffgehalte im Vordernbergerbach vor Mündung in die Mur:

Entnahmetag	26. 3. 1954	23./24. 6. 1958	13. 7. 1960	7. 8. 1961
Schwebstoffe mg/l	850	103—245*	124	128

### Zunderhältige Abwässer aus Walzwerken

Bei der Formung von Walzstücken wird der unter der Walzstrecke in sehr beträchtlichen Mengen anfallende Walzzunder mit Wasser weggespült. Die großen Zunderstücke setzen sich rasch ab und sammeln sich in Absitzgruben, aus denen sie mit Baggern herausgenommen und wieder

\* Minimal- und Maximalwert einer Tagesganguntersuchung.

im Ofenprozeß eingesetzt werden. Feinmaterial setzt sich nur schwer ab, wird mit den abfließenden Wässern in den Vorfluter gespült und oft über längere Gewässerstrecken mitgeführt. Der Schwebestoffanteil aus Feinmaterial in Abwässern eines Walzwerkes wurde von uns mit 440 bis 590 mg/l ermittelt, gelöstes Eisen war in diesen Abwässern hingegen nicht nachweisbar.

Nach Untersuchungen, die wir in einem Walzwerk durchführten, besteht ein verhältnismäßig großer Anteil des Walzzunders aus solchem Feinmaterial. In den von uns untersuchten Abwässern hatten 9% des Gesamtzundergewichtes eine Korngröße unter 0,16 mm. Da bei den Walzwerken der Zunderanfall sehr bedeutend sein kann, in dem von uns untersuchten Werk betrug er 8 t im Tag, ist auch die Menge der Feinanteile beträchtlich.

Ogleich Schäden durch die im Vorfluter abgelagerten Feinzunderanteile nicht beobachtet wurden, erschien es nötig, eine möglichst große Menge auch dieser feinen Anteile durch geeignete Verfahren zurückzuhalten.

Um hier die beste Möglichkeit zu finden, erstellte der Betrieb Modellanlagen im halbtechnischen Ausmaß, in denen zahlreiche Versuche durchgeführt wurden.

Da die Entfernung des Zunders mit den Spülwässern im Werk nicht kontinuierlich, sondern stoßweise erfolgt, werden in den Absitzbecken bei diesen Wasserstößen die abgesetzten Zundermengen aufgewirbelt, und es besteht die Gefahr, daß dann größere Mengen von Feinmaterial aus der Absitzanlage in den Vorfluter gelangen. Um dies weitgehend auszuschalten, wurden in der Modellanlage strömungsvernichtende Einbauten gemacht und der Ablauf nicht aus den Absitzbecken direkt, sondern aus einer nachgeschalteten Pumpenkammer durchgeführt. In der Modellanlage wurden in den einzelnen Beckenabschnitten die Schwebestoffmengen vor und während der Spülungen bestimmt. Es gelang so eine geeignete Form der Absitzbecken zu finden, welche auch die Feinzunderanteile weitgehend zum Absitzen brachte, so daß im Auslauf nur ein Feststoffgehalt zwischen 20 und 40 mg/l vorhanden war, während der Zulauf Feststoffmengen zwischen 2000—10.000 mg/l enthält.

Die Messungen am Auslauf der inzwischen fertiggestellten Zunderfanganlage ergaben nach Mitteilung der Betriebsleitung ähnliche Werte, die Feststoffmengen betragen rund 20 mg/l.

Anorganische Feststoffe, die lösliche Anteile enthalten und beim Einbringen in den Vorfluter den Chemismus verändern können, sind u. a.

die Abfallstäube der Magnesitaufbereitung und -verarbeitung.

In einer Veröffentlichung über die toxische Wirkung von Flotationsmitteln der Magnesitgewinnung auf Fische hatte Weber festgestellt, daß Rohmagnesit keine Schädigung hervorrief und sogar die toxische Wirkung der Flotationsmittel milderte oder aufhob.

Hingegen wirken Abfallstäube, die aus der Behandlung des Magnesits und der Herstellung feuerfester Steine stammen und totgebranntes Material enthalten, sehr schädlich auf Vorfluter, und es soll deshalb kurz über einen solchen Fall berichtet werden.

In einem steirischen Magnesitwerk wurde das unbrauchbare, totgebrannte Material auf einer Halde gelagert. In dieser Halde traten Rutschungen auf, das abgleitende Haldenmaterial sperrte einen kleinen Wasserlauf und staute diesen. Das aufgestaute Wasser durchbrach die Stauung und floß, große Mengen des Haldengutes mit sich reißend, in einen größeren Bach mit einem sehr guten Fischbestand, der durch die aus den Haldenstaub gelösten, stark alkalisch reagierenden Anteile restlos vernichtet wurde.

Es kam im Bach zu Ablagerungen des mitgeführten Staubes an Wasserpflanzen, die danach wie mit einer Betonschicht überzogen aussahen und bei denen eine harte Kruste Blätter und Stengel bedeckte. Das Bachbett war ebenfalls mit einer mehrere Millimeter dicken festen Schicht ausgekleidet, wodurch auch die niedere Fauna restlos vernichtet wurde.

Weitgehende Sicherungen der Halden und die Aufnahme der anfallenden Schlämme in großen Absitzteichen wurden hier als Schutzmaßnahmen inzwischen eingerichtet.

### Abfallstaub aus Dampfkraftwerken

In mit Kohle beheizten Dampfkraftwerken und in Heizanlagen von Großbetrieben wird Flugasche und Kesselhausschlacke mit Wasser gemischt weggespült. Diese Abwässer enthalten große Feststoffmengen mit einem beträchtlichen Anteil löslicher Bestandteile. Ob nun diese Abwässer in Vorfluter eingeleitet oder, wie es nunmehr fast überall geschieht, auf Halden gelagert werden, immer erfolgt eine Auslaugung der löslichen Stoffe entweder durch das Vorflutwasser oder durch die Niederschläge.

Versuche mit Flugaschen ergaben einen hohen Anteil löslicher Stoffe, vor allem an Sulfaten. Mehrfache Auslaugungen von Flugaschen mit Regenwasser zeigten neben der starken Zunahme des Sulfatgehaltes

auch eine beträchtliche Erhöhung der Alkalität und der Gesamthärte, wie einige ausgewählte Zahlen aus diesen Versuchsreihen erkennen lassen.

Tabelle 3

Zunahme von Sulfat, Alkalität und Gesamthärte in Wasser nach Durchgang durch Flugasche:

	Sulfat mg/l SO <sub>4</sub>	Alkalität	Ges. Härte d. Gr.
Regenwasser (zur Durchspülung verwendet)	10,0	0,32	0,9
1. Durchspülung*	6174,0	3,96	62,1
2. Durchspülung	2520,0	1,44	18,6
3. Durchspülung	1184,0	1,32	18,1

Im Grundwasser unter solchen Aschenablagerungen können daher unerwünschte Veränderungen der Wasserzusammensetzung auftreten, und es muß dies bei der Wahl der Abladeplätze rechtzeitig beachtet werden.

### Beizereischlämme

Die Behandlung der bei Oberflächenbearbeitung von Blechen und Drähten durch Säurebäder entstehenden säure- und eisenhaltigen Beizereiabwässer wird eingehend im nachfolgenden Aufsatz von Oberrosler erläutert. Die Unterbringung der bei Neutralisation und Eisenausfällung entstehenden wasserreichen und stark eisenhaltigen Hydroxydschlämme ist ein schwieriges Betriebsproblem.

Die Entwässerung dieser Schlämme bei Lagerung auf Halden erfolgt sehr langsam, und ihre Unterbringung in dieser Weise ist nur dann ohne Schwierigkeiten möglich, wenn die Ausfällung so erfolgt, daß nachträgliches Herauslösen von Eisen durch die Niederschlagswasser nicht oder nur in geringem Maße erfolgen kann.

Es soll deshalb hier über einen Versuch berichtet werden, in dem die Möglichkeit der Zumischung von neutralisiertem Beizereischlamm zu Gartenerde geprüft wurde.

\* Es wurden jeweils 5 l Regenwasser zur Durchspülung von 1 dm<sup>3</sup> Flugasche verwendet.

Die in den unterschiedlichen Mischungen von Beizereischlamm und Erde gezogenen Pflanzen (Salat und Kartoffel) zeigten äußerlich im Wuchs keine Unterschiede, auch die Menge der gebildeten Kartoffelknollen war ungefähr gleich. Wenn es sich dabei auch nur um einen orientierenden Versuch handelt, der unter exakten Versuchsbedingungen wiederholt werden muß, um endgültige und beweiskräftige Aussagen machen zu können, so sollen die Ergebnisse doch mitgeteilt werden, schon um zur Stellungnahme anzuregen.

Beizereischlamm- zugabe in % zur Erdprobe	Eisengehalt in mg Eisen in 1 g Trockensubstanz in	
	Kartoffelknollen	Salatblättern
0 (Kontrollprobe)	0,004	—
5	0,083	0,09
10	0,11	0,34
15	0,14	0,37
20	0,15	0,46

Die Erhöhung des Eisengehaltes in den Pflanzen weist auf die Löslichkeit des Eisens in den Schlämmen hin und damit auch auf die Möglichkeit, daß gelöstes Eisen in das Grundwasser gelangen und hier unerwünschtes Wachstum von Eisenbakterien in Brunnen hervorrufen oder fördern könnte. Schon deshalb scheint die Weiterführung solcher Versuche wichtig, weil die Lagerung von Hydroxydschlämmen nicht nur bei der Behandlung von Beizereiabwässern ein wichtiges Betriebsproblem darstellt.

Nach G o c k e l ist allerdings eine Verringerung des Wassergehaltes durch Zugabe von Sedimentationsbeschleunigern und besonderen Impfstoffen möglich, wodurch die Auslaugung löslicher Stoffe aus den Schlämmen auf ein Minimum herabgesetzt wird und ihre Unterbringung auf Halden keine Schwierigkeit mehr bieten soll.

#### Abwässer der Kohlentrocknung

Ein sehr feststoffreiches Abwasser fällt bei der Entwässerung von Braunkohlen an. Der hohe Wassergehalt der steirischen Braunkohlen machte aus wirtschaftlichen Erwägungen eine Entwässerung nötig, durch welche der Heizwert erhöht und das Gewicht der Kohle, die als „Trockenkohle“ in den Handel kommt, verringert wird. Die Abwässer der Kohlentrocknung enthalten neben Feststoffen noch reichlich gelöste

Anteile, in denen auch Substanzen vorkommen, die eine Phenolreaktion geben. Allerdings wirken sie, wie Fischversuche zeigten, bei weitem nicht so giftig wie Phenole (Kresol u. a.) gleicher Konzentration. Diese wesentlich geringere Giftwirkung wurde auch bei der Feststellung der Bestände von Vorflutorganismen im Gewässer bestätigt.

Die Behandlung der Abwässer erfolgte nach zahlreichen Vorversuchen durch Zusatz von Kalkmilch, welche eine rasche Ausfällung der Trübungsstoffe bewirkt.

Abnahme der Schwebestoffe durch Zusatz von Kalkmilch:

	vor	nach Zusatz v. Kalkhydrat
Schwebestoffgehalt	rund 6000 mg/l	140—200 mg/l

Nach Errichtung einer Behandlungsanlage, in welcher durch Kalkzugabe der Hauptteil der Feststoffe abgeschieden wurde, enthielt das abfließende Abwasser nur relativ wenig Feststoffe, allerdings noch erhebliche Mengen gelöster Anteile, die aus der Kohle beim Trocknungsprozeß freigemacht worden waren.

Der Ablauf der Abwasserbehandlungsanlage enthielt die in der folgenden Zusammenstellung angegebenen Mengen löslicher Anteile, die Werte sind aus einer größeren Zahl von Bestimmungen, die zu verschiedenen Zeiten erfolgten, ausgewählt.

Gehalt löslicher Anteile im Ablauf der Abwasserbehandlungsanlage:

Schwebestoffe mg/l	20—150
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch mg/l	100—800
Bromierbare Substanzen nur zum Teil Phenole mg/l	20—150

Diese gelösten Substanzen bewirkten auch Veränderungen im Chemismus des Vorfluters, es waren gelegentlich bis zu einigen Milligrammen der nur zum Teil aus Phenolen bestehenden Verbindungen im Vorfluter nachzuweisen, die sich aber, wie bereits erwähnt, auf den Fischbestand keineswegs so auswirkten, wie die manchmal im gleichen Vorfluter früher festgestellten Einleitungen phenolhaltiger Abwässer aus Generatoranlagen, die Fischsterben bewirkt hatten.

Neuerdings werden auch diese vorbehandelten Abwässer der Kohlentrocknung nicht mehr in den Vorfluter eingelassen, sondern in einen stillgelegten Tagbau eingeleitet.



Organische faulfähige Feststoffe, wie sie bei den verschiedensten Herstellungsverfahren anfallen, bereiten oft große Schwierigkeiten in den Gewässern.

#### Abwässer der Papier-, Pappen- und Kartonherstellung

Die beträchtlichen Faseranteile dieser Abwässer bewirken zusammen mit den ebenfalls oft reichlich vorhandenen Füllstoffen Ablagerungen in den Vorflutern. Sie können, da sie wenigstens zum Teil bakteriell abbaufähig sind, den Sauerstoffgehalt des Gewässers verringern und so Störungen der Lebensvorgänge bewirken.

Deutliche Beeinflussungen der Biocoenen eines Baches durch die Einleitung der Abwässer einer Pappenfabrik stellte *Peschek* fest.

Der biologische Abbau der abgelagerten Sedimente dieser feststoffreichen Abwässer mit Schwebestoffgehalten bis 500 mg/l begann erst mehrere Kilometer unterhalb der Abwassereinleitung, die auch eine deutliche Verringerung der Gewässerfauna und eine Abnahme des Fischbestandes hervorrief.

Ähnliches gilt auch für die Abwässer der Papiererzeugung, die ebenfalls hohe Feststoffmengen, vornehmlich Fasern und Füllmaterial, enthalten.

Auffällig ist dabei die unterschiedliche Wirkung dieser Abwässer bei Aquarienversuchen und Beobachtungen im Gewässer. Während nach eigenen Untersuchungen junge Regenbogenforellen nur in konzentrierten oder wenig verdünnten Papierfabriksabwässern Anzeichen einer Schädigung zeigen, sind im Vorfluter bei wesentlich geringeren Abwasserkonzentrationen schon deutliche Wirkungen festzustellen, die wasserbewohnenden Insektenlarven und die sonstige Uferfauna nehmen merkbar ab, ebenso der Fischbestand, weil die Fische aus solchen Gewässerbereichen abwandern. Dies gilt allerdings nur für kleine Gewässer, in größeren konnte eine derartige Beeinflussung nicht festgestellt werden oder beschränkte sich auf die unmittelbare Umgebung des Einlaufs der Abwässer.

Die Feststoffmengen aus den Abwässern aus Papier- und Pappfabriken haben mit der fortschreitenden Verbesserung der Faserrückgewinnungsanlagen deutlich abgenommen.

Besonders die Flotationseinrichtungen bewährten sich dabei und sind, da sie große Mengen verwertbaren Fasermaterials wieder der Produktion zuführen, überaus wirtschaftliche Anlagen.

Die Zusammenstellung einiger Werte des Faserstoffgehaltes im Zu- und Ablauf einer Flotationsanlage zeigt deutlich, welche Fasermengen dabei wiedergewonnen werden.

**Faserrückgewinnung im Flotationsstoffempfänger:**

Fasermenge in mg/l		Rückhalteeffekt in %
Zulauf	Ablauf	
2286	49	98
1261	59	95
2767	84	97
1892	99	95
3975	63	98

In einer Kartonfabrik wurde eine wesentliche Verringerung der im Abwasser vorhandenen Feststoffe, deren Menge rund 600 mg/l ausmachte, durch Sedimentation derselben mit einem Fällungsverfahren (System Reaktivator) erreicht. Dadurch läßt sich, wie die folgende Zusammenstellung zeigt, der Großteil der Schwebestoffe abtrennen.

**Schwebestoffrückhaltung im Reaktivator**

Schwebestoffmengen in mg/l	
im Zulauf	im Ablauf
245	5,3
595	13,8
425	17,0
304	14,0
882	22,5
1368	44,5

Die bei dieser Behandlung abgeschiedenen und sedimentierten Schwebestoffe werden zusammen mit den ausgefällten Chemikalien in den Betrieb zurückgenommen und in der Mittelschicht des Kartons als Füllstoff verarbeitet.

**Gerbereiabwässer**

Sie enthalten reichliche Mengen faulfähiger Feststoffe und können, besonders in kleineren Gewässern, sehr gefährliche Belastungen bewirken.

Die Behandlung der Abwässer der Ledererzeugung erfolgt oft so, daß durch Mischung der Tagesabwässer der Hauptteil der Feststoffe und gelöster Anteile aus den sehr unterschiedlich zusammengesetzten Abwässern ausgefällt wird.

Die Schwebstoffmengen sind oft sehr groß, nach eigenen Messungen zwischen 250 und 950 mg/l (Trockensubstanz), und außerdem voluminös wegen ihres hohen Wassergehaltes. Das Schlammvolumen kann 200 bis 250 cm<sup>3</sup>/l betragen. In älteren Reinigungsanlagen werden diese Schlämme absitzen gelassen und die schlammgefüllten Kammern fallweise durch Ausschaufeln gereinigt. Die gelösten Anteile gelangen in den Vorfluter.

Auch diese können, besonders in kleinen Gewässern, noch schwere Störungen bewirken, vor allem durch die intensiven Faulvorgänge, welche den Sauerstoffgehalt des Wassers verringern.

Neuere Verfahren scheiden die festen und die kolloidal gelösten Anteile durch Fällungsmittel und besondere Behandlungsverfahren aus den Abwässern ab, wobei Eisensalze, Rauchgaseinleitung und Belüftung als zusätzliche Einrichtungen verwendet werden.

Nach Trennung der festen und flüssigen Anteile der Abwässer erfolgt die Abscheidung der ersteren in geeigneter Form als schlammiges Sediment. Schwierig ist die Behandlung dieses Gerbereischlammes, wenn er von der mineralischen Gerbung her größere Chrommengen enthält, welche die Kompostierung und Verwendung in der Landwirtschaft erschweren.

Es bestehen auch Einrichtungen zur Trocknung dieser Schlämme, um sie zu verbrennen, wenn ihre landwirtschaftliche Verwertung nicht möglich ist.

Schwierig zu behandeln sind auch die Abwässer der Pelzgerberei, die zwar im allgemeinen weniger Feststoffe als die Abwässer der Ledererzeugung enthalten, vielfach Schwebstoffmengen unter 100 mg/l, dafür aber reichliche Anteile an Eiweißstoffen mit einem hohen KMnO<sub>4</sub>-Verbrauch zwischen 2500 und 5000 mg/l. Der Abbau dieser Eiweißkörper erfolgt auch in Gemischen mit häuslichen Abwässern nur langsam, im Vorfluter werden sie aber doch bakteriell abgebaut und verringern den Sauerstoffgehalt des Gewässers sehr stark.

Bei eigenen Untersuchungen wurde eine Verringerung des anfänglichen Sauerstoffgehaltes von 6,1 mg/l auf 0,2 mg/l innerhalb 48 Stunden noch in einer tausendfachen Verdünnung des Abwassers festgestellt.

Werden diese Abwässer direkt in den Vorfluter abgelassen, so wird durch die Sauerstoffzehrung und den sich absetzenden faulenden Schlamm der Gewässerzustand sehr ungünstig beeinflusst. In kleineren

Gewässern treten als Folge solcher Einleitungen häufig Fischsterben auf.

Eine landwirtschaftliche Verwertung der im Brauerei betrieb anfallenden Feststoffe, Hefe und Eiweißrückstände und Hopfenreste ist hingegen ohne Schwierigkeiten möglich. Auch Brenneriabfälle lassen sich eventuell nach Kalkzusatz kompostieren.

Umständlicher ist die Behandlung der nur teilweise sehr leicht faulfähigen Schlachthausabfälle, weil die stets vorhandenen Fettreste den raschen Ablauf des Zersetzungsvorganges hemmen.

Die genannten faulfähigen Feststoffe können, wenn sie mit unbehandelten Abwässern in die Vorfluter kommen, dort sehr starke Beeinträchtigungen, vor allem durch Sauerstoffentzug, hervorrufen. In einem Fall der Ableitung von Brauereiabwässern lagerten sich die Feststoffe als Schlammبانke im Gewässer ab, die bakterielle Zersetzung an der Oberfläche der Ablagerungen kam zu einem vorläufigen Endpunkt, doch bei Hochwasser, als die Schlammبانke aufgerissen und vom Wasser mitgeführt wurden, erfolgte eine schlagartige Sauerstoffzehrung, die zu einem ausgedehnten Fischsterben führte. Auch hier war der Vorfluter klein und die Wirkung der Abwassereinbringung entsprechend stark. Bei Brauereien an größeren Gewässern, und dies trifft für die beiden Großbetriebe in der Steiermark zu, waren auch ehe noch die Rückhaltung der Schwebestoffe erfolgte, größere Sauerstoffabnahmen nur im unmittelbaren Bereich der Abwassereinleitung nachzuweisen.

Wo immer eine gemeinsame Behandlung solcher faulfähiger Abwässer mit häuslichem Abwasser möglich ist, wird diesem Weg der Vorzug zu geben sein. Dabei ist allerdings wesentlich, in welchem Verhältnis die einzelnen Abwassermengen zur Menge der häuslichen Abwässer stehen.

Dieser Aufzählung von Beispielen der Behandlung feststoffhaltiger Abwässer und der Möglichkeiten der Rückhaltung der Schlammteile im Betrieb seien noch einige allgemeine Bemerkungen zur Frage der Schlammabscheidung angefügt.

Die Unterbringung der Schlämme, soweit nicht wie bei der Papier-, Pappen- und Kartonherstellung die Wiederverwendung des sedimentierten Materials im Produktionsprozeß möglich ist, stößt vielfach auf Schwierigkeiten, weil das geeignete Gelände fehlt.

Während anorganische Schlämme, wie etwa die Feststoffe aus den Kohlenwaschwässern, zu den leicht entwässerbaren gehören und zum Versatz von aufgelassenen Tagbauen oder Gruben verwendbar sind, bereiten die Schlämme, die lösliche Anteile enthalten, ebenso wie die

schwer entwässerbaren bei der Unterbringung auf Halden oft Schwierigkeiten.

Möller hat in einer ausführlichen Darstellung dieses Problem behandelt und drei Gruppen von Schlämmen unterschieden. Die gut entwässerbaren, die je kg Trockensubstanz bis 9 Liter Schlammwasser enthalten, die mittelmäßig entwässerbaren mit bis 19 kg Schlammwasser je kg Trockensubstanz und die schlecht entwässerbaren mit einem Schlammwassergehalt bis 99 kg je kg Trockensubstanz. Zur dritten Gruppe gehören auch die Hydroxydschlämme, für deren Entwässerung wirtschaftlich tragbare Verfahren gesucht werden.

Bei organischen Schlämmen wird vielfach die Entwässerung durch Pressen versucht, um den weitgehend wasserfrei gemachten Schlamm verbrennen und so beseitigen zu können.

Die Abscheidung und schadlose Verwertung oder Beseitigung der industriellen Feststoffanteile ist besonders wegen der Möglichkeit der Gefährdung von Grund- und Oberflächenwässern durch diese Stoffe ein sehr wichtiges Problem, das noch eingehende Forschungsarbeit erfordert.

#### Literaturnachweis

- Gockel H. Entgiftungsanlagen für gewerbliche Abwässer und daraus resultierende Schlammprobleme. „Galvanotechnik“, Jg. 54, 259, 1963.
- Husmann W. Die Abwässer der metallverarbeitenden Industrien. Aus „Beseitigung und Reinigung industrieller Abwässer“. R. Oldenbourg Verlag, München 1959.
- Liebmann H. Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie, Bd. II. R. Oldenbourg Verlag, München 1960.
- Möller U. Zur Frage der Entwässerung gewerblicher und industrieller Schlämme. „Industrieabwässer.“ Deutscher Kommunalverlag, Düsseldorf 1963.
- Müller-Neuhaus G. Industrielle Abwasserprobleme unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse im rheinisch-westfälischen Kohlenrevier. „Glückauf“, Jg. 93, 684, 1957.
- Die Abwässer der Bergbaubetriebe. Verlag für Gas- und Wasser-Verwendung, Frankfurt/Main 1961.
- Peschek E. Abwässer von Pappefabriken und Vorfluter. Wasser und Abwasser. „Beiträge zur Gewässerforschung“, Bd. II, Verlag Winkler & Co., Wien 1960.

- Schiemenz F.* Der Forelle Standorttreue bis zum Tode. „Fischwaid“, 1952, Heft 7.
- Stundl K.* Die Auswirkungen der Abwässer aus Eisenindustrie- und Bergbaubetrieben auf steirische Gewässer. Österr. Wasserwirtschaft. Jg. 7, 75, 1955.
- Versuche über die Wirkung von Abwässern holzverarbeitender Industrien auf Vorflutorganismen. Verh. d. Int. Vereinigung f. theor. u. angew. Limnologie. Jg. XIII, 507, 1958.
- Weber E.* Die toxische Wirkung der bei der Magnesitgewinnung verwendeten Flotationsmittel auf Fische. Wasser und Abwasser. „Beiträge zur Gewässerforschung“, Bd. II, Verlag Winkler & Co., Wien 1960.

D I S K U S S I O N  
zum Vortrag Prof. Stundl

K n i e :

Da Sie hauptsächlich anorganische Schlämme haben, möchte ich anfragen, ob von Ihnen schon Flockungsmittel verwendet wurden?

S t u n d l :

Ja, mit gutem Erfolg; nur vereinzelt wurde eine Übersedimentation beobachtet, wobei das Sediment so zusammenpackte, daß die Rührwerke nicht mehr arbeiten konnten, wie bei dem erwähnten Fall der Dorreindicker am Erzberg.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1963

Band/Volume: [1963](#)

Autor(en)/Author(s): Stundl Karl

Artikel/Article: [Die Wirkung von Industrieschlämmen auf Vorfluter und die Rückhaltungsmöglichkeiten im Betrieb 170-189](#)