

Industrielle Abwasserreinigung mit Koagulatoren

G. von HAGEL

Schlammkontaktanlagen, wie sie unter verschiedenen Markenbezeichnungen von der einschlägigen Industrie geliefert werden können, sind Hochleistungseinheiten, die zur Reinigung von Oberflächenwasser, zur Aufbereitung von Grundwasser, aber auch zur Behandlung von Abwasser, insbesondere in der Industrie, eingesetzt werden können. Aus physikalisch-chemischen Gründen kann es nicht die Aufgabe solcher Anlagen sein, zum Beispiel aus kommunalen Abwässern gezielt organische, einen biochemischen Sauerstoffbedarf verursachende, gelöste Stoffe zu entfernen. Nur in Sonderfällen, zum Beispiel in der sogenannten dritten Reinigungsstufe, wird man sich auf dem Gebiet der kommunalen Klärtechnik manchmal der verfahrenstechnischen Vorteile einer Schlammkontaktanlage bedienen.

Alle für die Reinigung des Grundwassers, Oberflächenwassers oder Abwassers maßgebenden und erforderlichen verfahrenstechnischen Arbeitsgänge wie Mischen, Umwälzen, Koagulieren und Flocken unter Chemikalienzusatz, Sedimentieren und Eindicken verlaufen in einem einzigen kompakten System nebeneinander. Dieses Merkmal unterscheidet moderne Schlammkontaktanlagen von den früher gebräuchlichen mehrstufigen Systemen zur Flockung, Sedimentation und Eindickung, die aus mehreren getrennten Becken bestanden und daher notwendigerweise einen großen Platzbedarf besaßen.

Nach wie vor werden jedoch beim Einsatz von Koagulatoren oder Flockulatoren, wie Schlammkontaktanlagen verallgemeinernd bezeichnet werden können, eine Reihe von Reaktionsmechanismen ausgenutzt, die zusammenwirkend zu einer Beseitigung von Feststoffen und Kolloiden aus verunreinigtem Wasser führen. Bei der Hydrolyse von Eisen oder Aluminiumsalzen entstehen Flocken, deren Oberfläche vortrefflich zur Adsorption von kolloidalen und feindispersen Verunreinigungen des Wassers geeignet ist, die gleichzeitig in der Lage sind, partikuläre Wasserinhaltsstoffe einzuschließen und die auf relativ einfache und billige Weise herzustellen sind.

Die Ausfällung voluminöser Hydroxyde ist jedoch nur eine der für den

Reinigungsprozeß erforderlichen Reaktionen: Die allermeisten der in der wäßrigen Phase suspendierten Verunreinigungen sind elektrisch gleichnamig aufgeladen. Diese Ladung ist im allgemeinen negativ. Sie behindert bereits bei relativ großen Partikeln eine Sedimentation entsprechend dem Stoke'schen Gesetz, weil die Teilchen sich gegenseitig abstoßen. Wenn also Abwasser über das in Absetzbecken erreichbare Maß hinaus von Verunreinigungen befreit werden soll, ist die Entladung der Wasserinhaltsstoffe erforderlich. Dieser Prozeß wird auch als Entstabilisierung bezeichnet und kann allgemein durch Zugabe solcher Ionen erreicht werden, die im Verhältnis zu den Kolloiden und feindispersen Feststoffen im Wasser entgegengesetzt aufgeladen sind. Beim Einsatz von Eisen-(III)- oder Aluminiumsalzen, deren Verwendung sich in der Wasserreinigungstechnik allgemein eingebürgert hat, findet die Entstabilisierung auf Grund der hohen positiven Ladung der beteiligten Kationen statt; daß diese Salze darüber hinaus in der Lage sind, schwerlösliche voluminöse Hydroxyde zu bilden, ist ein nützliches Nebenprodukt im Sinne des Reinigungsverfahrens. Eine Flockung ohne vorhergehende Entstabilisierung ist nicht möglich.

Das sogenannte Zetapotential ist das Maß für die Abstoßung der einzelnen Teilchen innerhalb einer Suspension. Wenn dieses an seiner Oberfläche eine negative Ladung angesammelt hat, wird es naturgemäß aus der umgebenden Lösung entgegengesetzt geladene Ionen anziehen, so daß sich die sogenannte elektrische Doppelschicht ausbildet. Das kolloidale Teilchen zieht aber nicht nur in unmittelbarer Nähe seiner Oberfläche, sondern auch in etwas größerem Abstand entgegengesetzt geladene Ionen an; die Anziehungskraft fällt dabei ab, je mehr die zugeordneten Gegenionen vom negativ geladenen Teilchen selbst entfernt sind. Das Zetapotential ist das Maß für die Entfernung zwischen dem negativen Teil der Doppelschicht an der Oberfläche des kolloidalen Teilchens und dem am weitesten davon entfernten gerade noch von der negativen Ladung angezogenen Gegenion. Es gibt, gemessen in Millivolt, die Ladung des äußeren, „diffusen“ Teils der Doppelschicht an und bestimmt damit gleichzeitig, wie weit sich zwei gleichnamig aufgeladene Teilchen einander nähern können, bevor sie sich abstoßen. Nur dann kann es also zu einer Entfernung feinverteilter, negativ geladener Feststoffe aus einer Lösung kommen, wenn kleine Primärteilchen zu größeren Komplexen zusammengelagert werden und die gleichartige, gleichgroße Ladung, wie sie das jeweilige Zetapotential angibt, beseitigt wird. Das Zetapotential beträgt meistens zwischen -15 und -25 Millivolt. Eine Flockung von Kolloidteilchen kann erst eintreten, wenn durch Zusatz zum Beispiel eines der genannten entgegengesetzt geladenen Elektrolyten, das Zetapotential neutralisiert oder nahe Null gebracht worden ist. Damit entfällt auch die gegenseitige Behinderung und Abstoßung.

Jegliche Bestrebungen, bei Flockungsversuchen mit Wasser und Abwasser im Labor oder im großtechnischen Maßstab müssen also zunächst dahingehen, das Zetapotential auf möglichst wirtschaftliche und möglichst einfache Art und Weise herabzusetzen. Dabei ist zunächst eine schnelle Durchmischung der Flockungschemikalien mit dem zu behandelnden Wasser notwendig, damit ein guter Kontakt des Elektrolyten mit möglichst vielen feindispersen oder kolloidalen Teilchen hergestellt werden kann.

Der auf diesen ersten Schritt folgende Agglomerationsprozeß, das heißt die Zusammenballung der Primärflocken zu großen sichtbaren Flocken soll jedoch durch den parallel laufenden Mischprozeß nicht beeinträchtigt werden. In modernen Schlammkontaktanlagen wird beiden Forderungen Rechnung getragen. Koagulation und Flockung können parallel verlaufen. Die Abstimmung der einzelnen, früher voneinander getrennten Verfahrensschritte aufeinander ist soweit optimiert, daß gegenüber den Verhältnissen bei Flockungsanlagen konventioneller, mehrstufiger Bauweise ein bisweilen klar definierbarer Minderaufwand an Flockungschemikalien beobachtet werden kann.

Die nach dem Schlammkontaktprinzip arbeitenden, heute auf dem Markt befindlichen Anlagentypen unterscheiden sich demzufolge auch kaum in ihrem Chemikalienverbrauch und erreichen eine optimale Behandlung des eingesperrten Wassers unter nahezu gleichen Bedingungen. Unterschiede ergeben sich nur im Hinblick auf die Ausbildung der Sedimentationsräume und die jeweils vorhandenen Möglichkeiten zur Eindickung des Schlammes in den einzelnen Systemen.

Abb. 1 gibt das Funktionsschema einer modernen Schlammkontakanlage wieder, hier des PASSAVANT-KOAGULATORS.

Abb. 2 zeigt eine derartige Anlage vor der Inbetriebnahme.

Das Rohwasser tritt durch eine Dükerzulaufleitung von unten in die Anlage ein und gelangt zunächst in die sogenannte Misch- und Aktivierungszone. Die Dükerzulaufleitung wird häufig direkt durch die Rohwasserpumpe beschickt, sie kann aber auch in einen Schacht münden, in den das Abwasser mit eigenem Gefälle eintritt und in dem die Möglichkeit besteht, eine zusätzliche schnelle Rühreinrichtung im Sinne der Vorflockung (Koagulation) einzubauen.

Nach Zugabe der Flockungschemikalien werden die Verunreinigungen des Wassers in der beschriebenen Weise umgeladen, von den gebildeten Hydroxydflocken adsorbiert und eingeschlossen und zunächst als unsichtbare Primärflocken ausgeschieden. Die darauf folgende Flockung wird nun entscheidend begünstigt und beschleunigt, wenn sie innerhalb einer Schlamm suspension verläuft und der sogenannte Schlammkontakt hergestellt wird.

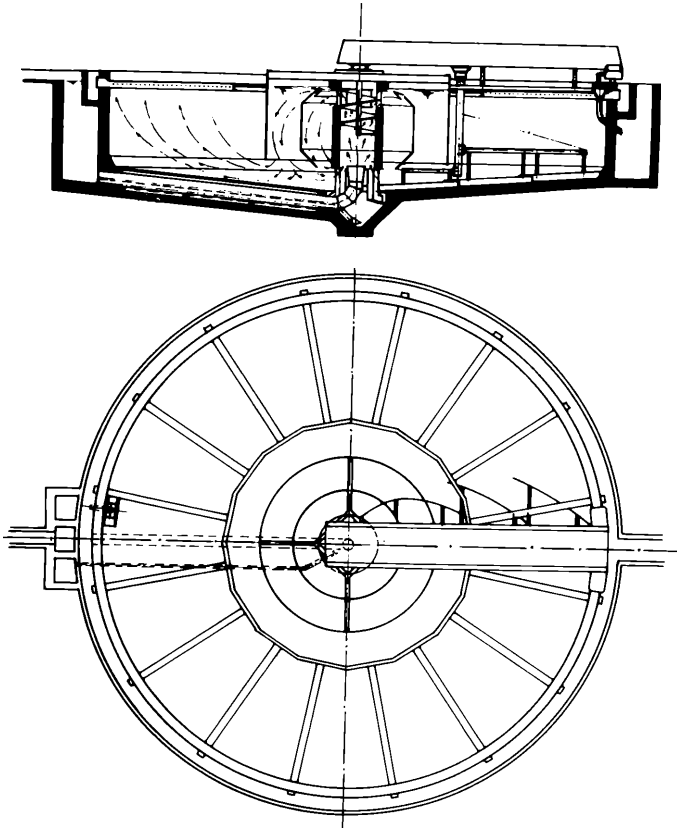


Abbildung 1

Funktionsschema des PASSAVANT-KOAGULATORS

Der Kreislaufschlamm wird beim PASSAVANT-KOAGULATOR zwischen der Misch- und Aktivierungszone und der inneren und äußeren Reaktionszone in einem vertikalen Kreislauf geführt. Die Umwälzung erfolgt mit Hilfe einer Schnecke, die eine äußerst schonende und dabei intensive Mischung und Kreislaufführung der einzelnen Komponenten gewährleistet. Einmal gebildete Flocken werden nicht weiter, als verfahrenstechnisch wünschenswert, wieder zerstört, Ablagerungen am Behälterboden werden verhindert. Optimale Bedingungen für alle Reaktionsstufen lassen sich erreichen, wenn etwa das Drei- bis Fünf-

fache der dem System zugeführten Wassermenge innerhalb der Reaktionszonen umgewälzt wird.

Von hieraus wird das Flocken-Wassergemisch in die Trenn- und Sedimentationszone des Koagulators verdrängt. Die Feststoffe sedimentieren im aufsteigenden Strom. Dabei bildet sich eine horizontale Grenzfläche zwischen Schlamm und Klarwasser aus, deren Stabilität durch den Umwälzprozeß in den Reaktionsräumen nicht nachteilig beeinflusst wird. Das Klarwasser läuft durch Sammelrinnen an der Beckenoberfläche ab. Der gesamte abgesetzte Schlamm wird durch ein umlaufendes Räumwerk kontinuierlich in das Zentrum des Gerätes zurückbefördert. Ein Teil der Flocken kehrt in noch aktivem, also anlagerungsfähigem, Zustand in den Kreislauf zurück, dessen Intensität bei nahezu allen heute gebräuchlichen Konstruktionen stufenlos regelbar ist.

Auf Grund der kontinuierlichen Räumung des Kläraggregates wird eine der gesamten Feststoffbelastung des geschlossenen Systems äquivalente Menge inaktiven Schlammes diskontinuierlich, aber in kurzen Abständen und kleinen Portionen aus dem Schlammsumpf der Anlage abgezogen.

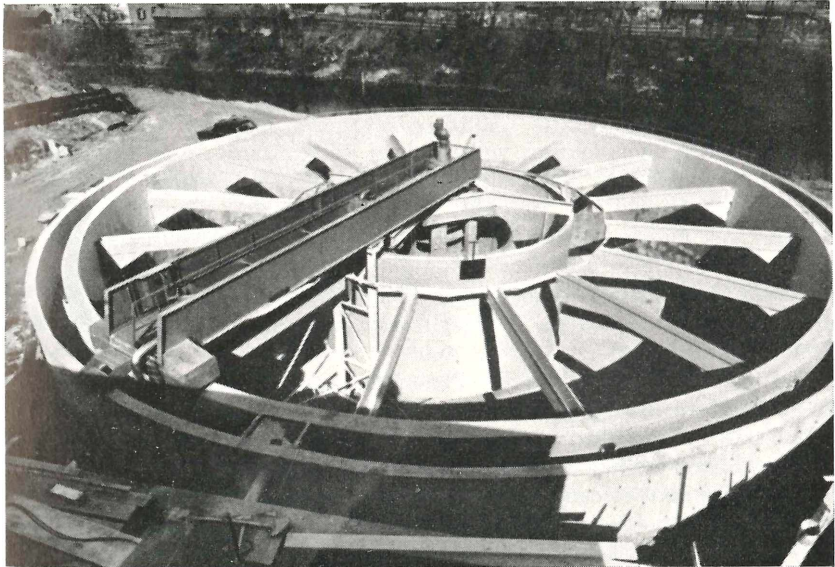


Abbildung 2
Koagulator vor der Inbetriebnahme

Der mit dem Koagulator erzielbare Reinigungs- und Kläreffekt ist zunächst abhängig von der Konzentration des im Kreislauf geführten Schlammes. Diese wiederum wird bestimmt von der Menge der zudosierten Chemikalien und der Feststoffkonzentration des Zulaufes. Gleichzeitig wird sie beeinflusst von der Intensität der Umwälzung, abhängig von der Schneckendrehzahl oder der Drehzahl eines anderen, ähnlich wirkenden Rühraggregates. Die Reinigungswirkung in einer Schlammkontakanlage ist darüber hinaus von der Sinkgeschwindigkeit der abzutrennenden Feststoffe und damit von der Aufstiegs- und Sinkgeschwindigkeit des Flocken-Wassergemisches in der Sedimentations- und Trennzone abhängig.

Mit modernen Schlammkontakanlagen werden Durchsatzleistungen bei der Behandlung von industriellen Abwässern zwischen 4 und 2000 m³/h erreicht. Eine Aufenthaltszeit in der Anlage von 70 bis 90 Minuten gilt als Normalwert. Restfeststoffgehalte im Klarwasser des Klärgerätes von weniger als 25 mg/l lassen sich in der Regel bereits bei relativ geringem, auf jeden Fall aber wirtschaftlich vertretbarem Chemikalienzusatz erreichen.

Die Eindickung des aus einer Schlammkontakanlage abgezogenen Schlammes kann sehr unterschiedlich sein, je nach dem, ob das Gerät über eine Räum- einrichtung verfügt oder nicht. Durch die zweckmäßige Ausbildung eines umlaufenden Räumwerkes kann ein Krähleffekt erzielt werden, der demjenigen ähnelt, der in Eindickern zur Konzentration der Feststoffe führt.

Der Koagulator, System PASSAVANT, bietet überdies den Vorteil der kontinuierlichen und praktisch vollständigen Rückführung des in der Sedimentationszone abgesetzten Schlammes in das Zentrum des Gerätes.

Prinzipiell besteht die Möglichkeit, daß kleine, noch aktive Flocken nach Abschluß des Räumprozesses noch einmal in den Kreislauf zurückkehren und damit auf die Dauer zu einer bestimmten optimalen Größe kommen. Die gebildeten Agglomerate werden sehr kompakt, die Sinkgeschwindigkeit im aufsteigenden Strom und die Fähigkeit des Schlammes zur Eindickung wächst ebenfalls an.

Der wichtigste Faktor für die Funktion einer Schlammkontakanlage und den erreichbaren Reinigungseffekt ist allerdings die Chemikaliendosierung. Die eingesetzten Chemikalien und damit die Betriebskosten einer Abwasserreinigungsanlage sollten in einem bestimmten, vernünftigen Verhältnis zum Verwendungszweck stehen. Der Chemikalienverbrauch kann dadurch optimiert werden, daß entsprechend den während der Koagulation und Flockung ablaufenden Reaktionen bei Mehrkomponentendosierung die einzelnen Chemikalien an verschiedenen Stellen des Systems zugesetzt werden.

Prinzipiell besteht die Möglichkeit, die Primärflockungsmittel, also zum Beispiel Aluminiumsulfat oder Eisen-(III)salze, im Dükerzulaufschacht oder

aber in der Misch- und Aktivierungszone einer Schlammkontakanlage zuzugeben. Die Zugabestelle ist immer abhängig von der Art des Abwassers und von der Zahl der zugegebenen Flockungschemikalien, die je nach Schwierigkeitsgrad der Aufgabenstellung unterschiedlich sein kann.

Es gibt bestimmte Abwässer, bei denen unter günstigen Voraussetzungen die Zugabe eines einzigen Flockungsmittels ausreicht. In vielen Fällen ist jedoch eine Mehrkomponentendosierung erforderlich, zumal bei Zusatz hydrolysierender Metallsalze der pH-Wert soweit in den sauren Bereich verschoben werden kann, daß er zur Einhaltung optimaler Flockungsbedingungen wieder angehoben werden muß. Dies geschieht in der Regel mit Kalk oder Natronlauge. Die Verwendung von Kalk hat den Vorteil, daß die in die Anlage eingebrachte Suspension einerseits eine starke positive Ladung repräsentiert, die zur Herabsetzung der Teilchenladung ausgenutzt werden kann, zum anderen bilden ungelöste Calciumhydroxydpartikelchen ideale Flockungskeime, die insbesondere bei feststoffarmem Wasser vorteilhafte Auswirkungen auf den Prozeß haben können. Nur ist die Flockengröße, die durch Zugabe konventioneller Mittel, zum Beispiel von Eisensalzen und Kalk, erreicht werden kann, begrenzt. Damit ist auch die maximal mit einer Schlammkontakanlage erreichbare Steiggeschwindigkeit des Klarwassers unter diesen Verhältnissen eingeschränkt. Die weitere Agglomeration ausgefallener Hydroxydflocken muß also durch Zugabe von Hilfsmitteln gefördert werden. Bis vor wenigen Jahren wurde zu diesem Zweck ausschließlich aktivierte Kieselsäure verwendet.

Zur Flockenvergrößerung verwendet man heute vornehmlich hochpolymere organische Stoffe, wie Polyacrylamide und Polyacrylate, deren Ladungsverhältnisse dem entsprechenden Verwendungszweck sowie dem pH-Wert und Salzgehalt des zu behandelnden Wassers angepaßt sind. Durch Zugabe dieser Chemikalien läßt sich immer eine Flockenvergrößerung und damit Steigerung der Sinkgeschwindigkeit der Teilchen herbeiführen.

Der Preis für die modernen Flockungshilfsmittel ist jedoch mit zirka 70 öS/kg noch verhältnismäßig hoch, so daß über ihren wirtschaftlichen Einsatz entweder in Laborversuchen oder aber in Versuchen mit halbtechnischen Anlagen entschieden werden muß. Im allgemeinen werden ihre stark verdünnten Lösungen in der Nähe der Sedimentationszone der Schlammkontakanlage zugesetzt. Es muß besonders darauf geachtet werden, daß bei den verwendeten Mengen in der Größenordnung zwischen 0,1 und 4 g/m³ die zudosierte Lösung intensiv mit dem bereits vorgeflockten Rohwasserzulauf vermischt wird.

Es ist zweckmäßig, durch halbtechnische Versuche, insbesondere bei größeren Anlagen, auch die Zugabestellen für Chemikalien vorher zu ermitteln.

Bezüglich der absoluten Chemikalienmengen, die bei Behandlung eines bestimmten industriellen Abwassers angewendet werden müssen, lassen sich keine allgemein gültigen verbindlichen Angaben machen. Bei den Primärflockungsmitteln wie Eisen- und Aluminiumsalzen gelten Dosiermengen von 50 bis 80 mg/l noch als vertretbar, wenn gleichzeitig zirka 40 bis 60 mg/l Kalk oder 0,2 bis 0,8 mg/l eines organischen, hochpolymeren Flockungshilfsmittels eingesetzt werden. Ein Kostenaufwand von etwa 30 Groschen pro Kubikmeter behandelten Abwassers läßt sich zum Beispiel in der Papierindustrie für die Restabwasserklärung noch ohne weiteres vertreten.

Beim Betrieb von Schwebstoffkontaktanlagen kann man beobachten, daß bei Veränderung der Wasserqualität eine sofortige Nachregulierung der erforderlichen Chemikalienmengen nicht erforderlich ist. Feststoffspitzen und kurzzeitige pH-Schwankungen werden abgepuffert, da sich bei größeren Anlagen einige Tonnen Trockensubstanz im Kreislauf befinden.

Die notwendigen Chemikalienmengen lassen sich leicht zur Konzentration im Kreislauf in Beziehung setzen. Man hat die Erfahrung gemacht, daß auch bei sprunghaftem Ansteigen der Feststoffkonzentration eine Nachregulierung der Chemikaliendosierung erst nach etwa zwei bis drei Stunden erforderlich ist. Bis zu diesem Zeitpunkt bleibt die Qualität des Klarwassers weitgehend unverändert, obwohl die Aufenthaltszeit des Abwassers in der Anlage zum Beispiel nur 90 Minuten beträgt.

Der Betrieb einer Schlammkontaktanlage ist also bei weitem nicht so kompliziert, wie er zunächst erscheint. Wenn ein installiertes System in der geeigneten Weise vom Hersteller angefahren und übergeben wird, läßt sich eine komplizierte, nahezu vollautomatisch arbeitende Einrichtung auch mit angelerntem Personal betreiben.

Die maßgebenden Parameter bei der Auslegung einer Schwebstoffkontaktanlage sind die sogenannte Oberflächenbelastung, also die Aufstiegsgeschwindigkeit des Klarwassers in m/h und die Aufenthaltszeit in den Reaktionsräumen. Die Oberflächenbelastung errechnet sich aus der Fläche der Zone aufsteigenden Wassers und der stündlichen Zulaufmenge. Sie hängt insbesondere von der Art der gebildeten Flocken und damit von der Feststoffkonzentration und Chemikaliengabe ab.

Die Aufenthaltszeit in den Reaktionsräumen einer Schlammkontaktanlage sollte 15 bis 20 Minuten nicht unterschreiten, da nur unter diesen Bedingungen das Drei- bis Fünffache des Zulaufes umgewälzt werden kann.

Die untere Einsatzgrenze des Koagulators dürfte bei einer Oberflächenbelastung von 1,5 m/h liegen. Der technische Aufwand einer Schlammkontaktanlage steht bei niedrigeren Belastungen in keinem Verhältnis zum erreichten

Effekt, in vielen Fällen ist es jedoch vorteilhaft, von vornherein eine Schlammkontaktanlage zu errichten, sie zunächst als Absetzbecken zu betreiben und bei Betriebserweiterungen durch Einsatz geeigneter Chemikalien die Oberflächenbelastung zu erhöhen.

Die Aufstiegs geschwindigkeit bei Schlammkontaktanlagen ist aber auch stark von der Konzentration der Feststoffe im Zulauf des Systems abhängig. Dies hat seinen Grund weniger darin, daß die Sinkgeschwindigkeit der gebildeten Flocken etwa zu klein wäre; vielmehr wird ja beim Zulauf großer Feststoffmengen in das Zentrum einer Anlage eine äquivalente Menge Schlamm aus den Reaktionsräumen ausgeschleust. Dies führt zu einer Verschiebung der Trennzone Schlamm-Wasser nach oben. Wenn dieser Prozeß sehr schnell abläuft, kann im ungünstigen Fall Schlamm in die Ablaufrinnen übertreten.

Bei industriellen Abwässern ist der Einfluß des Volumens der abgetrennten Feststoffe auf die Oberflächenbelastung von wesentlicher Bedeutung. Industrieabwässer mit hohen Gehalten an Hydroxyden und neutralisierte Gemische von galvanischen Abwässern stehen in diesem Zusammenhang an der Spitze. Auch die Feststoffe aus Keramikabwässern beanspruchen nach der Flockung zunächst noch erhebliche Volumina und verbieten so den Betrieb von Schlammkontaktanlagen mit hohen Oberflächenbelastungen.

Es sei darauf hingewiesen, daß grundsätzlich zwischen der Flockung mit konventionellen Chemikalien, wie Eisen-, Aluminiumsalzen und Kalk und der Flockung mit Eisen- und Aluminiumsalzen unter Zusatz von synthetischen Flockungshilfsmitteln unterschieden werden muß. Die im ersten Fall erreichbaren Oberflächenbelastungen liegen etwa um 30 Prozent niedriger als bei Verwendung von modernen Hilfsmitteln. Es ist daher bei Projektierung von Abwasseranlagen wohl zu überlegen, welche Arten von Chemikalien verwendet und ob zusätzliche Flockungshilfsmittel eingesetzt werden sollen.

Im Gegensatz zu Abwässern mit hohen Hydroxyd- und Feststoffgehalten werden geringfügig höhere Aufstiegs geschwindigkeiten bei einer anderen Gruppe industrieller Abwässer erreicht, die zwar im Durchschnitt hohe Feststoffgehalte pro Volumeneinheit besitzen, deren anorganische Inhaltsstoffe aber spezifisch schwer sind und im Anschluß an die Flockung nur einen geringen Raum beanspruchen, die Abwässer der Schwerchemikalienindustrie und Stahlindustrie.

Eine Zwischenstellung nehmen Abwässer der Papier- und Pappenindustrie ein, deren Feststoffgehalt im Normalfall 700 mg/l nicht überschreitet. Die produktionsbedingten Abwassermengen und Feststoffstöße werden bei geeigneter Auslegung eines Koagulators von dieser Anlage ohne Schwierigkeiten aufgenommen, so daß auf einen Vorlaufbehälter oder ein Speicherbecken verzichtet werden kann.

Schlammkontaktanlagen eignen sich, wie bereits teilweise erwähnt, vorzüglich für die Behandlung industrieller Abwässer in der anorganisch-chemischen Industrie, der Petrochemie und Erdölverarbeitung sowie in Hütten- und Walzwerken.

Sie sind in der Zellstoff-, Papier- und Pappenindustrie ebenso einsatzfähig wie in der Textil- und Metallindustrie. In der kommunalen Abwasserbehandlung lassen sie sich als Nachklärbecken oder zur Flockung und Fällung eutrophierender Wasserinhaltsstoffe in der dritten Reinigungsstufe verwenden. Im folgenden soll auf einige wichtige Anwendungsgebiete noch etwas näher eingegangen werden.

Die Einsatzmöglichkeiten für Koagulatoren in der Stahlindustrie sind besonders vielfältig. Sinterwasser aus Walzstraßen, das zuvor einer Grobreinigung unterworfen wurde und dessen Ölanteil größtenteils mechanisch entfernt ist, kann ebenso in Schlammkontaktanlagen behandelt werden wie Hochofengichtgaswaschwasser. Wenn Sinterwasser nicht nach dem Schlammkontaktverfahren geklärt wird, werden in den meisten Fällen geschlossene Kiesfilter hierfür eingesetzt. Das daraus anfallende Kiesfilterrückspülwasser läßt sich zusammen mit dem Hochofengichtgaswaschwasser in einer Schlammkontaktanlage behandeln.

Chemikalienkombinationen, die für diese Abwasserarten im Schlammkontaktverfahren angewendet werden können, sind relativ leicht zu ermitteln und stimmen in vielen Fällen überein. Einerseits führt die Dosierung von Eisensalzen zum Erfolg, wobei noch anionische Polyelektrolyte zugesetzt werden müssen; andererseits erzielt man befriedigende Ergebnisse, insbesondere bei der Behandlung von Gichtgaswaschwasser, durch alleinige Dosierung von aktivierter Kieselsäure, gegebenenfalls unter Zusatz von Kalkhydrat. Wenn Hochofengichtgaswaschwasser zusammen mit sinterhaltigen Konzentraten aus der Filterrückspülung geklärt werden soll und die Zulaufkonzentration zwischen 200 und 7000 mg/l an Feststoffen schwankt, lassen sich Restgehalte von weniger als 25 mg/l erreichen, wenn nicht mehr als 10 mg/l aktivierte Kieselsäure zusammen mit etwa 50 bis 80 mg/l Kalkhydrat im Koagulator zudosiert werden.

Infolge des relativ konstanten pH-Wertes bei Stahlwerksabwasser ist eine automatische Messung und Regelung des Flockungs-pH-Wertes zumeist überflüssig. Die anfallenden Klärschlämme lassen sich vorteilhaft auf Vakuumfiltern ohne Voreindickung entwässern.

In der Papierindustrie findet der Koagulator für die Abwasserbehandlung durch Koagulation und Flockung ein fast ebenso universelles Anwendungsgebiet. Abb. 3 zeigt das Fließschema einer Kläranlage für das Restabwasser

einer Papierfabrik, dessen Acidität produktionsbedingt starken Schwankungen unterworfen ist.

Das ankommende Abwasser in diesem Industriezweig besitzt in den allermeisten Fällen eine relativ konstante Zusammensetzung und einen verhältnismäßig gleichförmigen pH-Wert, der gewöhnlich unterhalb des optimalen Flockungs-pH für Aluminiumhydroxyd liegt. Die Zugabe von Neutralisationsmitteln erfolgt in diesen Fällen im Dükerzulaufschacht des Koagulators, wobei auf eine besondere Misch- und Rührvorrichtung in dieser Stufe verzichtet werden kann.

Unter besonderen Bedingungen ist es jedoch erforderlich, die Vorkammer als Neutralisationsbecken größeren Volumens auszubilden und mit einer besonderen Umwälzeinrichtung auszurüsten. Diese Maßnahmen sind erforderlich, wenn hochalkalische, jedoch nicht druckerschwärzehaltige Abwässer aus De-inking-Anlagen dem Gesamtabwasser zugemischt werden und im Koagulator behandelt werden müssen. Die Zugabe von Aluminiumsulfat erfolgt gleichzeitig mit dem Neutralisationsmittel. Der pH-Wert wird über eine automatische

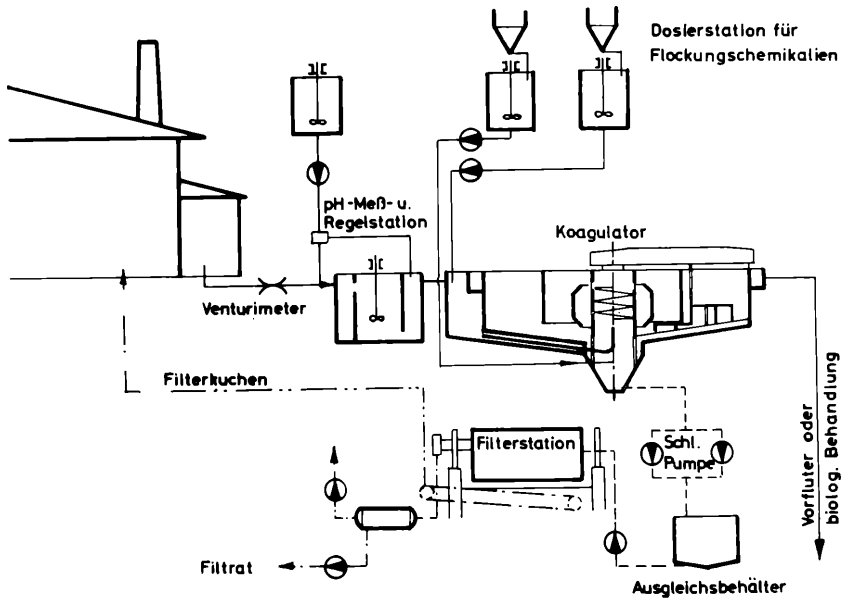


Abbildung 3
Restabwasserklärung in der Papier- und Pappenindustrie

pH-Meß- und Regelanlage konstant gehalten. Die Dosierung des Flockungshilfsmittels erfolgt in der inneren Reaktionszone des Systems und ist unerläßlich.

Durch die Behandlung des vereinigten Schmutzwassers einer Papierfabrik im PASSAVANT-KOAGULATOR lassen sich die von der Wasseraufsichtsbehörde geforderten Restfeststoffkonzentrationen von weniger als 25 mg/l weitestgehend unabhängig von der Zulaufkonzentration erreichen.

Die organische Belastung des Abwassers, ausgedrückt als Kaliumpermanganatverbrauch, wird dabei abhängig von der Einlaufkonzentration und unter Bezug auf das unfiltrierte Rohabwasser zwischen 20 und 80 Prozent gesenkt. Als Mittelwert kann mit einer durchschnittlichen Abnahme der Oxydierbarkeit um etwa 25 Prozent gerechnet werden.

Wenn gleichzeitig mit der Bestimmung des Kaliumpermanganatverbrauches Bestimmungen des biochemischen Sauerstoffbedarfes durchgeführt werden, wird festgestellt, daß bei Abwässern der Papier- und Pappenindustrie üblicherweise keine konstante Relation zwischen dem gefundenen Permanganatverbrauch und dem BSB₅ besteht. Die maximale Abnahme des BSB₅ liegt bei 20 Prozent, bezogen auf die filtrierte Rohabwasserprobe. Hieraus wird deutlich, daß eine Schlammkontakanlage in der Papier- und Pappenindustrie niemals mit dem Ziel eingesetzt werden kann, die durch gelöste organische Substanzen hervorgerufene Belastung im Sinne der wasserbehördlichen Vorschriften zu senken und damit unter Umständen eine biologische Behandlungsanlage zu ersetzen.

Bei Betrieb eines KOAGULATORS mit dem Abwasser der Papier- und Pappenindustrie steht der Schlammabzug im direkten Verhältnis zum Feststoffanfall. Es muß damit gerechnet werden, daß zwischen 0,5 und 3,5 Prozent des durchgesetzten Wasservolumens in Form von Schlamm aus dem System entfernt werden müssen. Dabei hängt die Schlammkonzentration vom Glührückstand der Trockensubstanz direkt ab. Eine Stoffdichte von kleiner als 4,5 Prozent wird im allgemeinen auch dann nicht unterschritten, wenn der Glührückstand des Feststoffes unter 30 Prozent liegt. Bei einem Glührückstand von 60 bis 70 Prozent werden bis zu 8 Prozent Stoffdichte im Unterlauf einer Koagulatoranlage erreicht. Die anfallenden Schlämme lassen sich mit Filterpressen oder auf Vakuumfiltern ohne Voreindickung entwässern.

Abb. 4 zeigt das Schema eines Verfahrens, bei dem der PASSAVANT-KOAGULATOR zur Behandlung von Raffinerieabwässern eingesetzt wird. Das mechanisch entölte Abwasser wird gegebenenfalls einer pH-Korrektur unterworfen und durch Flockung mit Eisen- oder Aluminiumsalzen unter Zusatz von Flockungshilfsmitteln geklärt. Die anfallenden Hydroxydschlämme werden einem Eindicker mit einer Aufenthaltszeit von mehreren Tagen zugeführt.

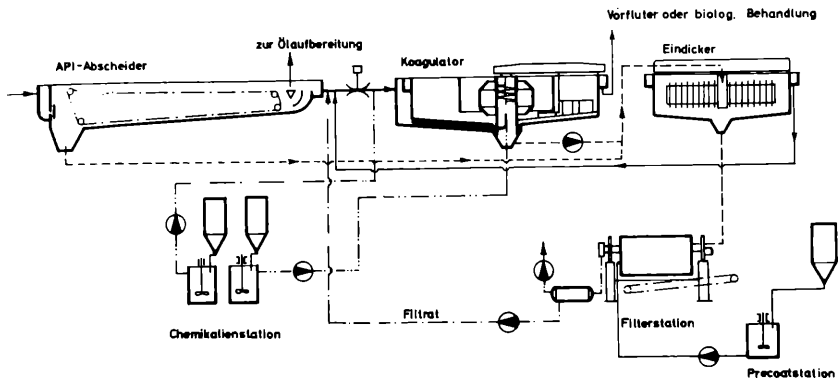


Abbildung 4

Einsatz eines Koagulators bei der Behandlung von Raffinerieabwässern

Die Entwässerung erfolgt auf Vakuumfiltern oder in Filterpressen. Eine schnelle Verschmutzung der Filtertücher kann durch Aufbringen einer Ascheschutzschicht (Precoat) verhindert werden.

Aus den genannten Daten läßt sich erkennen, daß Schlammkontaktanlagen über einige Eigenschaften verfügen, die im Sinne der möglichst wirtschaftlichen Reinigung industrieller Abwässer von wesentlicher Bedeutung sind. Unter vertretbarem Chemikalienaufwand wird eine einwandfreie mechanisch-chemische Klärung in einer einzigen Stufe durchgeführt. Im PASSAVANT-KOAGULATOR wird durch zweckmäßige Ausbildung der maschinellen Einrichtung gleichzeitig eine hohe Eindickung der anfallenden Schlämme erreicht.

Für die Aufbereitung von Oberflächenwässern lassen sich die erwähnten Vorteile jedoch ebenfalls ausnutzen. Der Anwendungsbereich ist jedoch weniger vielfältig als bei industriellen Abwässern.

Ein interessantes Anwendungsgebiet für Schlammkontaktanlagen mit Räum-einrichtung ist die Aufbereitung von Oberflächenwasser aus Gewässern, die ihre Feststoffkonzentration sprunghaft in Abhängigkeit von der Witterung verändern können. Derartige Bedingungen finden sich außer in den Alpen-ländern in den Tropen und Subtropen. Im allgemeinen werden Koagulatoren für die Vorreinigung von Oberflächenwasser eingesetzt, das entweder Kühl-zwecken dient oder in Kiesfiltern weiter behandelt wird.

Das Fließschema einer Anlage für die Aufbereitung von Oberflächenwasser unter Einsatz des Koagulators zeigt Abb. 5.

Der Koagulatoranlage sind hier offene Kiesfilter nachgeschaltet. Der anfallende Schlamm wird ohne Nacheindickung auf einer Filterpresse entwässert.

Auf die automatische Überwachung und Korrektur des pH-Wertes kann verzichtet werden, da dieser im Rohwasser nur geringfügigen Schwankungen unterliegt, die manuell ausgeglichen werden können. Das Schema zeigt eine Dosiereinrichtung für Eisen-Chlorsulfat, das als Primärflockungsmittel eingesetzt wird.

Den PASSAVANT-Werken war die Aufgabe gestellt, für die Kühlwasserreinigung einer chemischen Industrie den Koagulator unter extremen Bedingungen einzusetzen. Das Oberflächenwasser besaß unter normalen Bedingungen eine Feststoffkonzentration von 40 bis 100 mg/l. Der Koagulator wurde dabei mit einer extrem hohen Oberflächenbelastung betrieben. Der Restfeststoffgehalt im Überlauf des Gerätes belief sich bei einer Chemikaliendosierung von 15 mg/l Eisen-(III)salz und 0,15 mg/l eines anionischen Flockungshilfsmittels auf zirka 7 mg/l.

Wenn innerhalb von 15 Minuten die Feststoffkonzentration im Zulauf der Anlage sprunghaft von 50 auf 18.000 mg/l stieg, reagierte die Anlage auf diese Belastungserhöhung zunächst mit einem erhöhten Austrag von Schlamm in die Sedimentationszone, was zu einer schnelleren Verschiebung der Trennschicht Schlamm-Wasser führte. Im Überlauf wurden noch nach drei Stunden

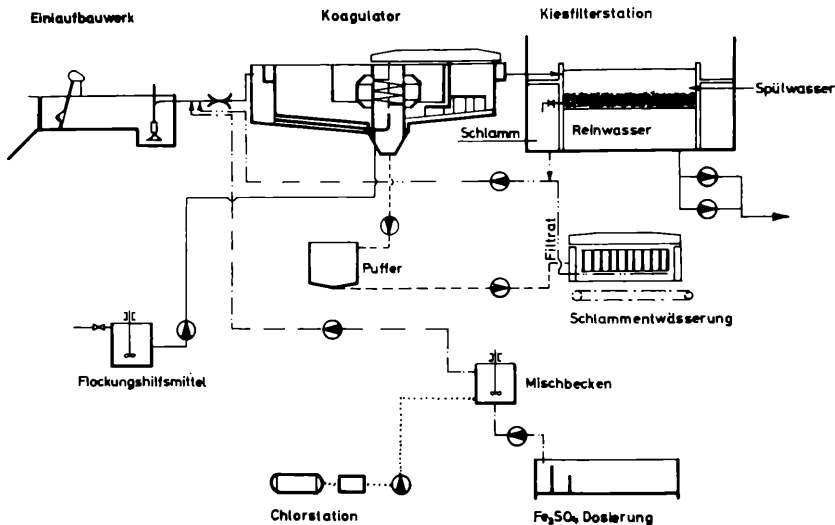


Abbildung 5

Einsatz eines Koagulators zur Aufbereitung von Oberflächenwasser

weniger als 15 mg/l ungelöste Stoffe gefunden, obwohl die Chemikalien-dosierung nicht erhöht wurde.

Wenn das dreiwertige Eisensalz durch ein kationisches Polyäthylenimin ersetzt und gleichzeitig ein anionisches Hilfsmittel zugegeben wurde, führte dies zur Ausbildung von Flocken, die eine maximale Sinkgeschwindigkeit besaßen und eine weitere Erhöhung der Oberflächenbelastung gestatteten.

Es sei darauf hingewiesen, daß insbesondere in Alpenländern der Einsatz von Schlammkontaktanlagen für die Kühlwasseraufbereitung unter diesen Bedingungen außerordentlich wirtschaftlich erfolgen kann, zumal infolge der niedrigen organischen Belastung des Rohwassers nur relativ niedrige Gaben an Flockungsmitteln erforderlich sind. Die Existenz einer Schlammkontaktanlage führt unter diesen Bedingungen zur erhöhten Unabhängigkeit eines Produktionsbetriebes von der Brauchwasserversorgung.

Die Technik der Wasser- und Abwasserbehandlung unter Einsatz von Methoden der Koagulation und Flockung hat heute einen Stand erreicht, bei dem auf dem Sektor Maschinenbau nur noch wenig getan werden kann, um die Aufbereitungsbedingungen zu optimieren. Die Ausführungen haben sicherlich gezeigt, daß vielversprechende Entwicklungen auf dem Sektor der chemischen Flockungs- und Flockungshilfsmittel noch bevorstehen. Es sei die Prognose gewagt, daß die Behandlung von industriellen Abwässern mit konventionellen anorganischen Flockungsmitteln immer mehr zu Gunsten der heute auf dem Markt befindlichen und ständig verbesserten und dabei verbilligten Flockungsreagentien auf organischer Basis in den Hintergrund treten wird. Dies wird zwangsläufig zu einer gegenüber den heutigen Verhältnissen eindeutigen Verkleinerung der notwendigen Abwasserbehandlungsanlagen in der Industrie führen. Eine derartige Entwicklung macht bestehende Abwasserbehandlungsanlagen aber auch relativ zukunftssicher; sie ermöglicht bereits heute eine beträchtliche Verkleinerung der Bauwerke für die Abwassertechnik und wird schließlich dazu führen, daß die Belastungen der Industrie durch die Auflagen zur Reinigung ihrer Abwässer und die damit verbundenen Kosten ständig reduziert werden.

DISKUSSION

LIEPOLT: Es wäre zu wünschen, daß sich die Verwendung von Koagulatoren auch in Österreich mehr durchsetze. Wir haben ja alle Sparten, die Sie genannt haben, vertreten; nur den Kohlenbergbau, der in Österreich auch eine Rolle spielt, haben Sie nicht erwähnt.

v. HAGEL: Beim Kohlenbergbau sollte man lieber bei den konventionellen Reinigungsanlagen bleiben, da die anderen Anlagen zu kostspielig sind. Man würde eine Kontaktschlammanlage nur überlasten, wollte man reines Wasser beim Kohlen-

bergbau erreichen. Solche Anlagen sollte man nur dann nehmen, wenn man mit den konventionellen Reinigungsanlagen nicht mehr weiterkommt.

SOLAR: Die Koagulatoren arbeiten normal zwischen 15 und 25 °C, die unterste Grenze liegt nach Aussage des Vortragenden bei 2 °C. Da in vielen Betrieben Abwärme anfällt, besteht die Möglichkeit, das zu reinigende Abwasser (zum Beispiel in galvanischen Betrieben) aufzuwärmen. Man erreicht dadurch je nach Temperatur Verkürzungen der Absetzzeiten bis zu 75% und Einsparung an Ausflockungsmitteln bis zu 50%.

v. HAGEL: Zweifellos ist eine gewisse Minimaltemperatur erforderlich. Man muß darauf achten, daß die Temperaturen nicht zu tief fallen; 2 °C ist Mindesttemperatur, 15 bis 25 °C Idealtemperatur.

LIEPOLT: Haben Sie die Absicht, in nächster Zeit eine dieser Anlagen, die Sie in Ihrem Referat geschildert haben, nach Österreich zu bringen?

v. HAGEL: Es sind bereits Verhandlungen im Gange, die vielleicht bald zum Abschluß gebracht werden können.

LIEPOLT: Sie müssen verstehen, daß man in Österreich nur sehr zögernd solche Anschaffungen macht, da die Anlagen ziemlich kostspielig sind. Wir sind jedoch Ihrer Firma, die solche aufwendigen Versuche durchführt, sehr dankbar, da unsere Industrie bei weitem nicht soviel experimentieren kann.

Anschrift des Verfassers: Dr.-Ing. Günter von HAGEL, D-6209 Michelbach/Nassau, Heidestraße 9.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1967

Band/Volume: [1967](#)

Autor(en)/Author(s): Hagel G. von

Artikel/Article: [Industrielle Abwasserreinigung mit Koagulatoren 57-72](#)