

Aktuelle Probleme des Schlammanfalls und der Schlammabeseitigung

W. Bucksteeg

Im Rahmen meines Vortrags möchte ich den Versuch unternehmen, an Hand von Auswertungen umfangreichen Untersuchungsmaterials, das während einer Zeit von vielen Jahren bei Überwachungen von Kläranlagen, Vorflutern, Stauseen und Talsperren gewonnen wurde, Probleme des Schlammanfalls und der Schlammabeseitigung in Kläranlagen und Vorflutern zu diskutieren. Genauer gesagt beziehen sich meine Ausführungen auf den Fragenkomplex über die Auswirkungen von Industrieabwässern auf die Beschaffenheit von Kläranlagen- und Vorflutschlämmen unter besonderer Berücksichtigung der mit der Wirkung der Flußstauseen zusammenhängenden Fragen.

Es geht, wie Sie alle wissen, nicht darum, die Abwässer zu behandeln, d. h. Kläranlagen bzw. Entgiftungsanlagen zu bauen. Damit allein ist uns nicht mehr gedient. Das schwierigste Problem der Abwasserreinigungstechnik besteht darin, den Klärschlamm aus gemeindlichen Kläranlagen oder aus den werkseigenen Neutralisations- und Entgiftungsanlagen schadlos zu beseitigen. Dabei sind die Forderungen des Gewässer- und Grundwasserschutzes, der Hygiene und Ästhetik sowie des Landschaftsschutzes zu erfüllen. Wenn eben möglich, sollten die Schlämme wieder in den natürlichen Stoffkreislauf zurückgeführt werden. Diese erstrebenswerte Lösung des Problems ist bisher leider nicht immer möglich. Dies gilt vor allem für solche Schlämme, die wegen ihres hohen Gehaltes an schädlichen gewerblichen oder industriellen Inhaltsstoffen nicht so ohne weiteres in einen bestimmten Kreislauf der belebten oder unbelebten Materie einzufügen sind.

Bei allen Überlegungen zur Frage der Schlammabeseitigung sollte zunächst die Möglichkeit einer sinnvollen Verwertung geprüft werden. Die Alternativen sind hierbei äußerst beschränkt bzw. sind weithin problematisch, andererseits aber machen die fehlenden Unterbringungsmöglichkeiten entweder eine Mineralisierung der Stoffe durch mikrobiologische Zersetzung oder thermische Behandlung (Verbrennung) notwendig. Die Lösung des Problems kann letztlich doch nur darin bestehen, die in jeder Hinsicht bedenklichen Schlämme umzuwandeln in solche Stoffe, denen die Bedenklichkeit nicht mehr anhaftet. Damit wäre auch die Frage der Unterbringung gelöst.

Schwierige Probleme bestehen, wie an den folgenden Beispielen gezeigt werden soll, in der Beseitigung bestimmter gewerblicher und industrieller Abwasserschlämme, da sie Substanzen enthalten, die eine Aufbereitung und damit ihre Unterbringung schwer oder vorläufig noch unmöglich machen, weil die giftigen Schlamminhaltsstoffe die Mineralisierung der organischen Schlammstoffe beeinträchtigen und dadurch die sinnvolle Verwertung der in den Schlämmen vorhandenen organischen Substanz sowie der mineralischen Pflanzennährstoffe einschränken oder sogar unmöglich machen. Somit kann die Aufgabe der schadlosen Schlamm- und Abfallbeseitigung nur auf Grund intensiven Studiums der speziellen örtlichen Verhältnisse einer befriedigenden Lösung nähergebracht werden. In diesem Sinne ist das umfangreiche Untersuchungsmaterial, das bei der Beantwortung von Einzelfragen im Laufe der Jahre gewonnen wurde, zur Koordinierung herangezogen worden. Es steht hier, wie anfangs bereits erwähnt, die Auswirkung von Industrieabwässern auf die Beschaffenheit von Kläranlagen- und Vorfluterschlämmen zur Diskussion.

Die starke Ausweitung der Industrie sowie die Errichtung neuartiger Produktionsstätten mit zum Teil stark giftigen Werksabwässern haben in starkem Maße zu dem Problem des Schlammmanfalls und der Schlammabeseitigung beigetragen. Bild 1 zeigt den Anteil, den die Industrie am Gesamtwasserverbrauch hat.

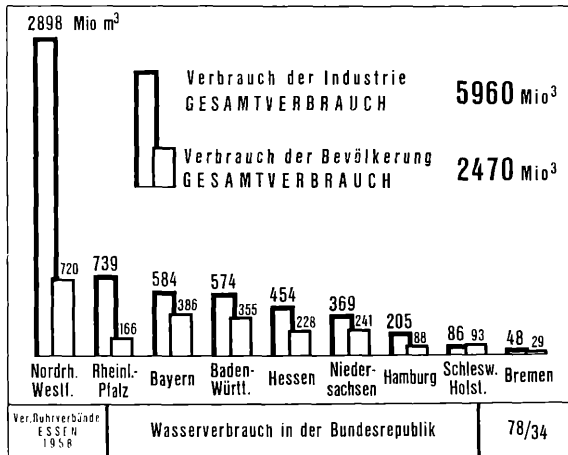


Bild 1

Er beträgt danach etwa zweieinhalbmal so viel wie der Wasserverbrauch durch die Bevölkerung.

Besonders schwierig gestaltet sich die Lösung der Schlammfrage, wenn die Industrie auf verhältnismäßig engem Raum zusammengeballt ist. In derartigen Fällen summiert sich die Wirkung aus einer Vielzahl von Betrieben. Das kann zu ungewöhnlichen Mißständen führen, wenn das Verhältnis der industriellen und gewerblichen Abwässer zum städtischen Abwasser ein bestimmtes Maß übersteigt.

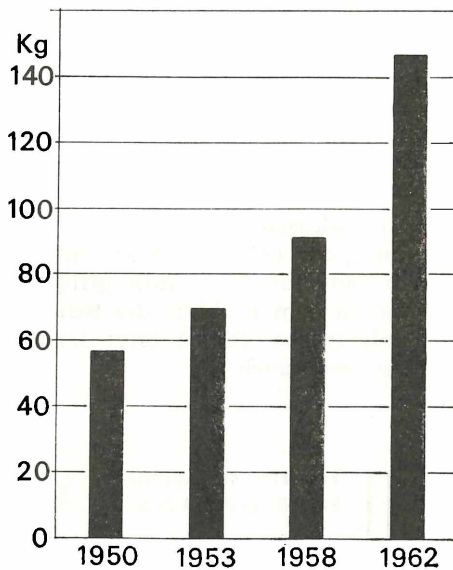


Bild 2

Selbst dann, wenn eine Vorbehandlung der Abwässer am Ort des Anfalls, das heißt im Betrieb, erfolgt, so darf man nur in den wenigsten Fällen mit einer restlosen Entgiftung rechnen. Besondere Schäden sind besonders dann zu befürchten, wenn giftige Abwässer aus Galvanisierungsbetrieben, Buntmetallbeizereien, Erzgruben und Aufbereitungsanlagen der chemischen Industrie und anderen gewerblichen Anlagen abgeleitet werden. Der immer größer werdende Anteil an gewerblichen und industriellen Abwässern zwingt in vielen Fällen zu einer chemischen Vorbehandlung des Abwassers am Ort des Anfalls oder des gesamten auf der Kläranlage ankommenden Abwassers.

Diese chemische Vorbehandlung des Abwassers auf der Kläranlage führt zu einer Anreicherung der Giftstoffe im Klärschlamm. Die Giftstoffe liegen dann in einer Konzentration vor, die zu einer starken Beeinträchtigung der Schlammfäulung führt. Unvorbehandeltes Abwasser enthält die gesamten Giftstoffe und muß Störungen der biologischen Stufe zur Folge haben.

Besonders stark hat sich die galvanische Industrie ausgeweitet, und demzufolge hat entsprechend stark der Abwasseranfall dieses Betriebszweiges zugenommen. Bild 2 verdeutlicht Ihnen das Wachstum der galvanischen Industrie nach dem zweiten Weltkrieg.

Entsprechend haben auch die mit diesen Abwässern abgeführten giftigen Abwasserinhaltsstoffe zugenommen. Das Bild 3 zeigt Ihnen die Entwicklung seit den dreißiger Jahren. Sie sehen, wie im Verlauf der Jahre der Gehalt des Kläranlagenschlammes an Kupfer, Nickel, Chrom und Zink wechseln kann. Für diese Auftragung wurden die aus jeweils fünf Jahren gesammelten Untersuchungsergebnisse benutzt. Während in den Jahren vor dem zweiten Weltkrieg eine erhebliche Zunahme der Metallkonzentration festzustellen ist, gehen die Werte für die Jahre 1940—1950 infolge des Zusammenbruchs und der zwangs-

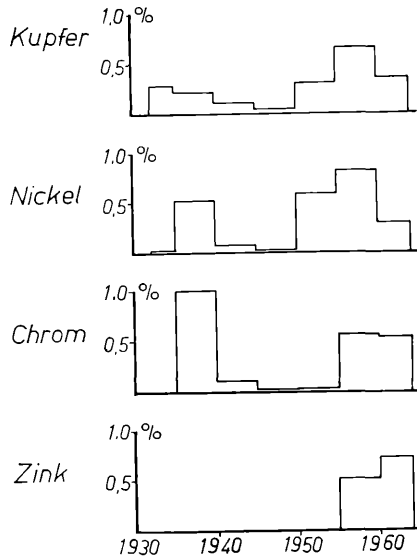


Bild 3

läufig sehr geringen Industrieproduktion stark zurück, um dann jedoch nach 1950 wieder bedeutend anzusteigen. Der Darstellung ist ferner zu entnehmen, daß auch die Konzentration dieser Metallverbindungen untereinander im Laufe der Zeit Veränderungen erfahren hat. So ist in den letzten Jahren der Anteil des Nickels deutlich zurückgegangen.

Direkte Schlüsse auf die Höhe der Industrieproduktion lassen diese Ergebnisse jedoch nicht zu, da die werksseitige Reinigung dieser Abwässer sowohl zeitlich als auch bei Vergleich der einzelnen Betriebe untereinander sehr stark verschieden ist. Sie sehen weiterhin auch die starke Abhängigkeit von der Wirtschaftsstruktur. Diese ist in bezug auf die einzelnen Nichteisenmetalle örtlich zwar stark verschieden. Die Abhängigkeit der Schlammzusammensetzung von der Wirtschaftsstruktur wird durch das nächste Bild (4) verdeutlicht. Hier ist der Kupfergehalt in der Trockensubstanz des Klärschlammes aufgetragen.

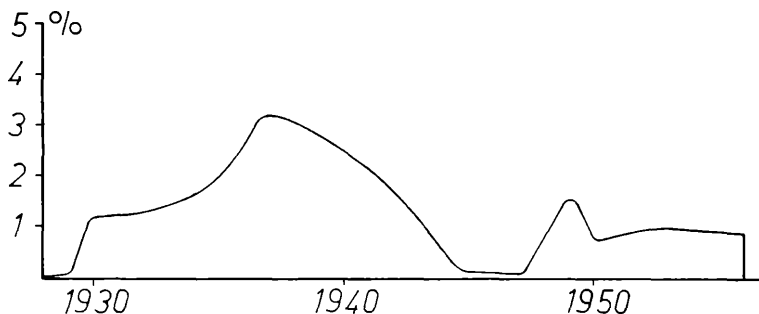


Bild 4

Ende der zwanziger Jahre stieg infolge der Inbetriebnahme von Kupferbeizereien der Kupfergehalt des Kläranlagenschlammes sehr stark an. Dieser Einfluß verstärkte sich noch in den nachfolgenden Jahren, vor allem durch die Rüstungsproduktion. Zeitweise lag der Gehalt des Schlammes an Kupfer über 3%, so daß der Schlamm praktisch steril und daher einer anaeroben Zersetzung nicht mehr zugänglich war. Auch in den Jahren zu Beginn des zweiten Weltkrieges hatte der Schlamm noch einen sehr hohen Kupfergehalt, während in den Jahren 1945—1948 nur noch geringe Kupfermengen nachweisbar waren. Anschließend nahm der Kupfergehalt wieder stark zu, jedoch erreichte er im Laufe der nächsten Jahre infolge der Umschichtung der Industrie durch Zurückgehen des Anteils der Buntmetallbeizen und der zunehmenden Zahl von Galvanisierungsbetrieben nicht mehr die alte Höhe.

Die Zersetzung dieses Schlammes machte ebenfalls erhebliche Schwierigkeiten. Die betreffende Kläranlage mußte seinerzeit, nicht zuletzt aus diesem Grunde, aufgegeben werden; das Abwasser wird nunmehr von einer Großkläranlage übernommen.

Die hier vorliegenden zahlreichen Untersuchungen, sowohl von Abwasser als auch von Kläranlagenschlamm, geben die Möglichkeit, durch vergleichende Prüfung dieses Materials die Anreicherung dieser Stoffe im Klärschlamm festzustellen. Für die Auswertung standen Untersuchungsergebnisse von 13 Kläranlagen zur Verfügung, die auf Grund der Abwasserzusammensetzung infolge des Zuflusses von kupfer-, nickel-, chrom- und zinkhaltigen Industrieabwässern besonders geeignet erschienen. Hierbei wurde das Verhältnis zwischen der Konzentration des Elementes im Kläranlagenschlamm und seiner Abnahme im Abwasser infolge der Reinigungswirkung der Kläranlage festgestellt. Da der Gehalt der Nichteisenmetalle im Abwasser großen Schwankungen unterliegt und auch die Durchführung einer korrespondierenden Entnahme von Schlammproben praktisch nicht durchführbar ist, wurde das gesamte, im Laufe der Jahre gesammelte Material statistisch ausgewertet. Hierzu wurde nach der im Bild 5 angegebenen einfachen mathematischen Formel verfahren, indem für jede der Kläranlagen der Mittelwert des Gehaltes des Schlammes an dem zu untersuchenden Element errechnet wurde.

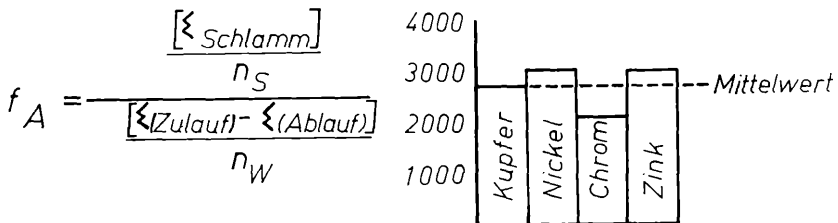


Bild 5

Weiterhin wurde für den gleichen Untersuchungszeitraum der Mittelwert der durchschnittlich aus dem Abwasser entfernten Inhaltsstoffe errechnet. Das Verhältnis dieser beiden Größen ergibt den sogenannten Anreicherungsfaktor. Aus den so erhaltenen Mittelwerten für jede einzelne Kläranlage wurde dann ein Durchschnittswert errechnet, der für die Elemente in der Darstellung zu ersehen ist. Da bei diesem statistischen Verfahren die unterschiedlichen chemischen Eigenschaften der Elemente ohne Bedeutung sind, ergaben sich somit angenäherte, gleich

große Werte, deren geringe Abweichungen auf die in diesem Falle nicht ausreichende Zahl von Untersuchungen dieses Materials für eine statistische Auswertung zurückgeführt werden müssen. Als Mittelwert für die einzelnen Elemente ergab sich ein Anreicherungsfaktor von rund 2700, das heißt, wenn aus 1 l Abwasser, das praktisch ein Gewicht von 1 kg hat, 1 mg eines Elementes entfernt wird und in den Schlamm übergeht, so ergibt sich ein Gehalt von 2700 mg dieses Elementes in 1 kg Schlammrockensubstanz, das heißt, der Gehalt des Schlammes an diesem Stoff beträgt 0,27%. Dieses Verhältnis stellt naturgemäß nur einen mittleren Wert dar. Abweichungen hiervon ergeben sich durch den stark wechselnden Gehalt des Abwassers sowohl an absetzbaren Stoffen, falls es sich um eine mechanische Kläranlage handelt, oder durch den unterschiedlichen Gehalt der Abwässer an feinstdispersen, kolloidalen und echt gelösten organischen Stoffen im Falle einer biologischen Reinigungsmaßnahme. Um diese durch die unterschiedliche Abwasserzusammensetzung hervorgerufene Streuung der Werte für den Anreicherungsfaktor darzustellen, wurde in einer weiteren Auswertung eine Klassifizierung der Anreicherungsfaktoren durchgeführt und die Häufigkeit der auftretenden Klassen festgestellt, wie dies aus Bild 6 hervorgeht. Die Auswertung der durchschnittlichen Analysen-

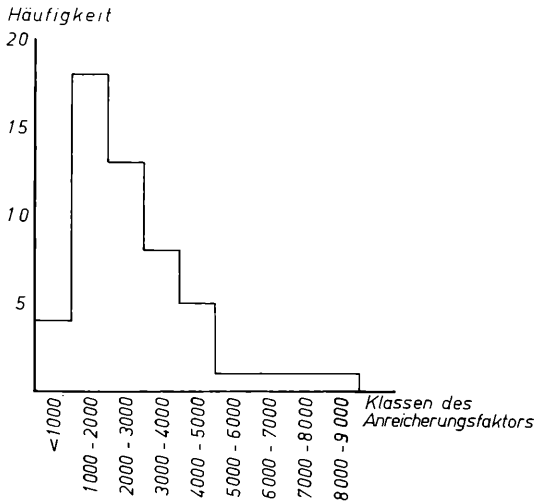


Bild 6

zahlen für Wasser und Schlamm von 13 Kläranlagen ergab für die vier untersuchten Elemente Kupfer, Nickel, Chrom und Zink insgesamt 52 Werte, die für die Klassifizierung zur Verfügung standen. Das Ergebnis zeigt, daß eine relativ gute Häufigkeitsverteilung festzustellen ist, obgleich für eine derartige statistische Untersuchung ungleich viel mehr Zahlenmaterial zur Verfügung stehen müßte.

Während sich bei der Bildung des arithmetischen Mittelwertes ein Anreicherungsfaktor von 2700 ergab, liegt bei dieser Häufigkeitsverteilung das wahrscheinliche Mittel zwischen einem Wert von 1000—2000 für den Anreicherungsfaktor. Dieser Versuch der Auswertung eines zwar relativ umfangreichen Materials, dessen Einzelwerte aber keine Vergleichbarkeit besitzen, zeigt jedoch, daß die aus dem Abwasser entfernten geringen Konzentrationen an giftig wirkenden Stoffen im Schlamm eine erhebliche Anreicherung erfahren.

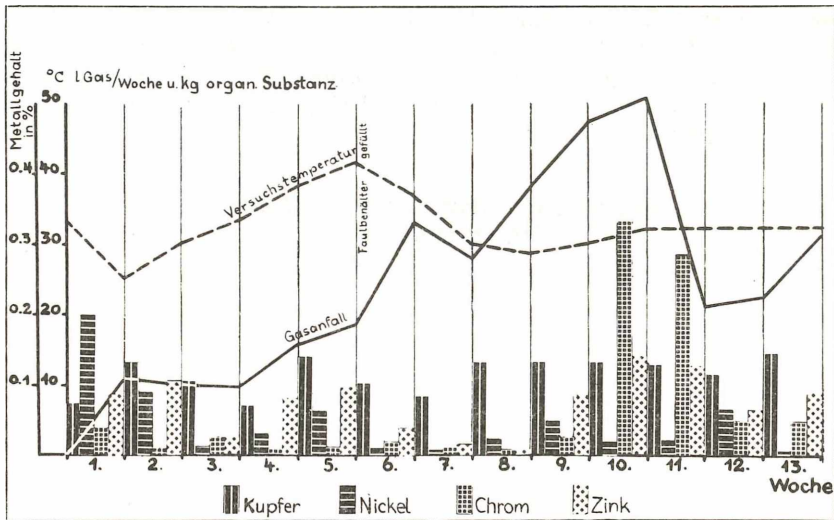


Bild 7

So mußte es an einigen Stellen in den Schlammfaulräumen zu einer praktisch vollkommenen Lahmlegung der anaeroben Schlammzersetzung kommen. Der aus solchen Faulräumen abgelassene Faulschlamm unterscheidet sich nicht nur in seiner äußeren Beschaffenheit, wie Farbe und Konsistenz, von normalem Faulschlamm, sondern ist auch durch eine schlechte Entwässerfähigkeit und stinkende Fäulnis ge-

kennzeichnet. Diese Tatsachen spielen für die schadlose Unterbringung des Schlammes eine ausschlaggebende Rolle. Wir haben daher die Möglichkeit der Faulung des Kläranlagenschlammes unter besonderer Berücksichtigung der im Schlamm enthaltenen Buntmetalle geprüft. In den folgenden Bildern ist das Ergebnis dieser Versuche graphisch aufgetragen. Der Kurvenverlauf für den Gasanfall zeigt deutlich den Einfluß der Buntmetalle in Abhängigkeit ihrer Konzentration auf die anaeroben Faulprozesse.

Wenn auch die Schädlichkeit buntmetallsalzhaltiger Abwässer für die anaeroben und aeroben biologischen Vorgänge durch Erfahrungstatsachen bekannt ist, so fehlen doch im allgemeinen noch eindeutige Zahlenangaben über die Schädlichkeit der einzelnen Buntmetalle. Für die Praxis, d. h. für den störungsfreien Betrieb einer biologischen Kläranlage bzw. eines Schlammfauerraums ist es sehr wichtig, die toxische Grenze eines Giftes zu kennen. Um ein klares Bild von der Giftwirkung der verschiedenen Buntmetalle zu gewinnen, sind von uns umfangreiche Untersuchungen durchgeführt worden. Die Versuchsergebnisse über den Einfluß von Nickel, Chrom und Kupfer auf die Schlammfauernprozesse zeigen die Bilder 8, 9 und 10.

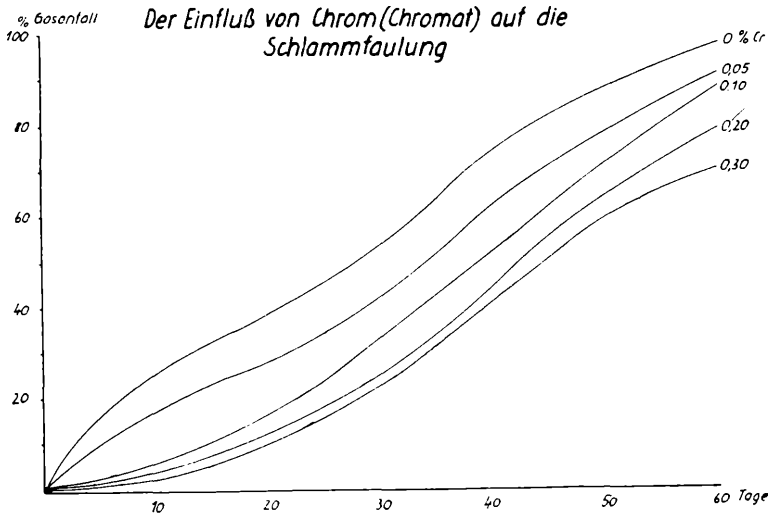


Bild 8

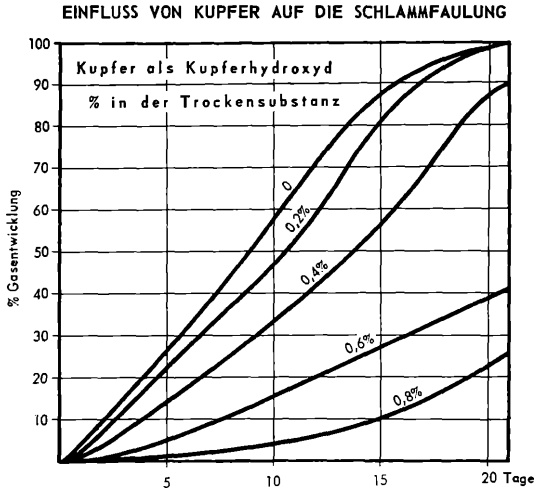


Bild 9

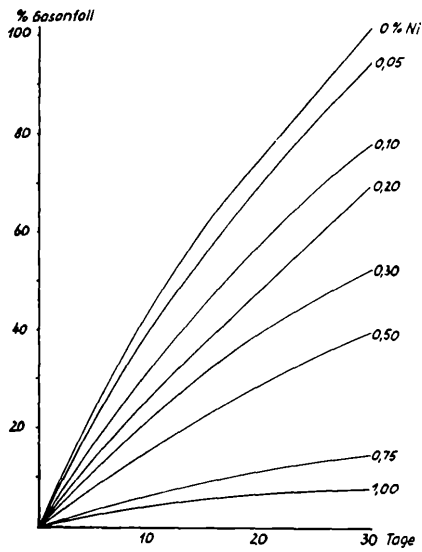


Bild 10

Der Verlauf der Faulprozesse, der auch hier an Hand der Gasbildung verfolgt wurde, zeigt, daß bereits 1% der Buntmetalle in der Trockensubstanz zu einer praktisch vollkommenen Fäulnisunfähigkeit führt. Nachteilige Einflüsse werden aber schon bei viel geringeren Konzentrationen verursacht, wie das aus den Bildern hervorgeht.

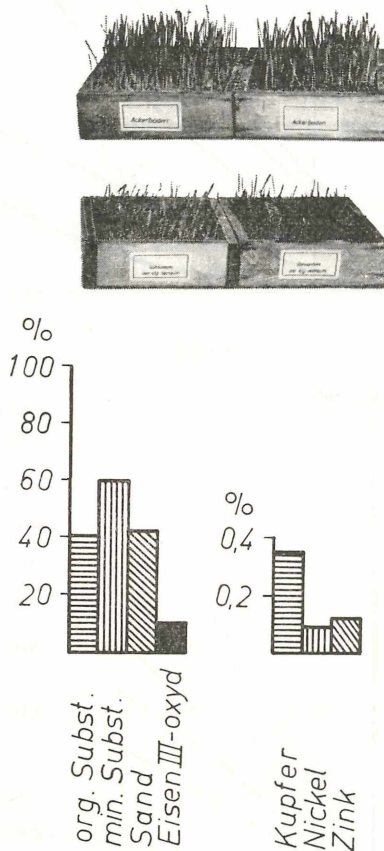


Bild 11

Schlämme derartiger Zusammensetzung sind demnach der biologischen Zersetzung schlecht zugänglich, und demzufolge kann der seu-

chen-hygienisch bedenkliche Klärschlamm auch nicht einer geregelten und gesteuerten Kompostierung zugeführt werden. Der Schlamm erfüllt also nicht die Voraussetzung zur Erzeugung eines hygienisch einwandfreien Abfallproduktes.

Die Anwesenheit von Nichteisenmetallen im Schlamm übt aber nicht nur einen nachteiligen Einfluß auf die am Faulprozeß beteiligten Mikroorganismen aus, sondern auch die Pflanzen werden bei dessen landwirtschaftlicher Verwertung unmittelbar durch Gehalte an solchen Stoffen geschädigt, wie Kulturversuche mit Roggen ergaben. Bei der vergleichenden Prüfung der Keimung und des Wachstums zeigte sich deutlich die hemmende Wirkung der im Klärschlamm enthaltenen Nichteisenmetalle, wie dies aus der Abbildung 11 hervorgeht. Die Struktur des Klärschlammes war gegenüber der des Vergleichsbodens, eines Ackerbodens, ungünstig. Während bei ersterem die Bodenpartikel verklebt waren und dadurch eine relativ schlechte Durchlüftung des Bodens die Folge war, zeigte der Ackerboden eine gute krümelige Struktur. Die Keimung erfolgte auf beiden Bodenproben nach vier Tagen. Die Saat war bei dem Schlamm rund zur Hälfte, bei dem Ackerboden zu rund 90% aufgegangen. In der Folgezeit war ein deutlich besseres Wachstum auf dem Ackerboden festzustellen. So erreichten die Pflanzen auf diesem eine Höhe von 13—14 cm, während auf dem Schlamm die Keimpflanzen nur 7—8 cm groß waren. Anschließend mußte festgestellt werden, daß auf dem Schlamm eine starke Vergilbung der Pflanzen eintrat, eine Chlorose, die in der Folgezeit immer weiter fortschritt. Damit einher ging eine starke Welkung der Pflanzen. Ein derartiger Schlamm kann daher nur begrenzt und in starker Verdünnung bzw. Mischung mit gutem Mutterboden auf landwirtschaftlichen Nutzflächen Anwendung finden.

Die Anreicherung von Giftstoffen in Klärschlämmen gab Veranlassung, auch die Gewässerschlämme auf ihren Gehalt an Kupfer, Nickel, Chrom und Zink zu prüfen. Diese Untersuchungen beanspruchten auch deswegen ein besonderes Interesse, weil der Gehalt des Flußwassers an diesen, durch industrielle Abwässer eingeleiteten Stoffen insgesamt gesehen außerordentlich gering ist. Zum Vergleich wurden für diese Untersuchungen Gewässerschlämme von Talsperrenausläufen mit herangezogen, da diese durch derartige gewerbliche Einleitungen nicht beeinträchtigt sind. Der in den Talsperrenschlämmen festgestellte Gehalt an Nichteisenmetallen muß also als deren natürlicher Gehalt an Nichteisenmetallen angesehen werden. Diese Mengen liegen in der

Größenordnung, wie sie auch für Böden angegeben werden. Die Konzentrationen schwanken je nach Bodenart. Bönig und Heigener¹ geben für

| | |
|-------------|-------------------|
| Kupfer (Cu) | 0,009 — 0,0001% |
| Zink (Zn) | 0,014 — 0,0015% |
| Nickel (Ni) | 0,0005 — 0,00002% |

an.

Gehalt des Gewässerschlammes an NE-Metallen

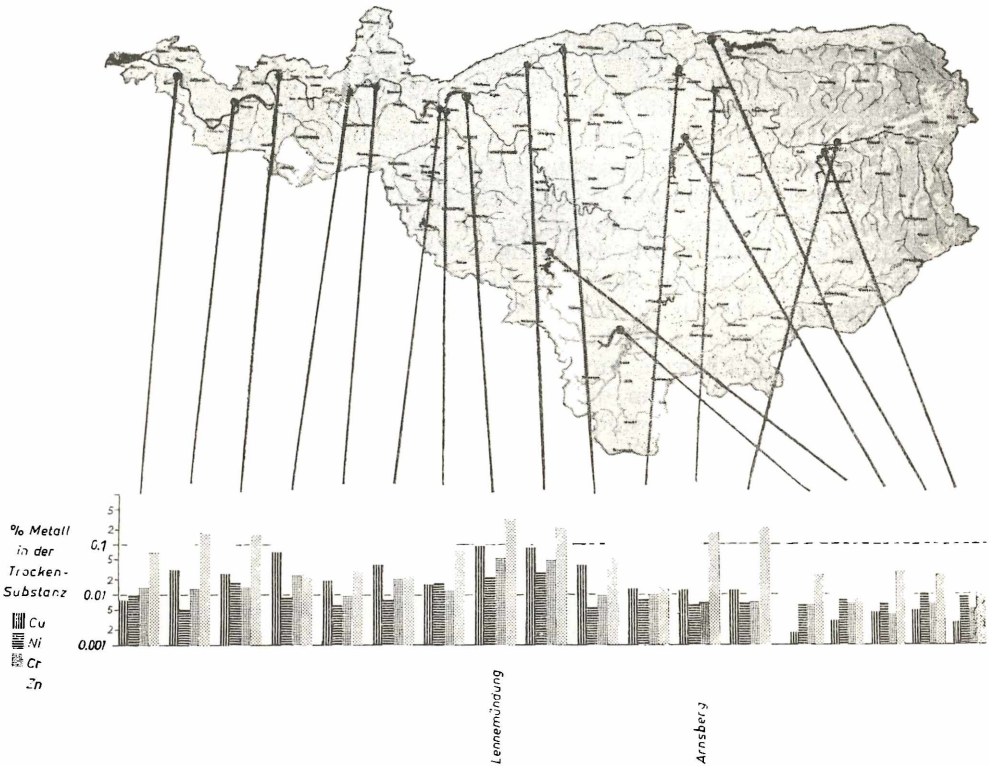


Bild 12

¹ Bönig und Heigener: Mikronährstoffe in verschiedenen Böden. — Zeitschrift für Pflanzennährstoffe, Düngung und Bodenkunde, Bd. 32 (1956), S. 194.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen, daß im Talsperrenschlamm der Gehalt an diesen Stoffen eindeutig sehr viel niedriger liegt und daß somit der Flußschlamm durch die mit den Industrieabwässern eingeleiteten Stoffe eine deutliche Anreicherung erfahren hat (Bild 12). Interessant ist es auch festzustellen, daß der Gehalt der Talsperrenschlamm an Zink bedeutend höher liegt als der an den übrigen Elementen. Dies findet seine Erklärung in der allgemein weiten Verbreitung des Zinks. Relativ hohe Zinkkonzentrationen sind bereits im Schlamm der oberen Ruhr nachzuweisen. Ursache hierfür sind der natürliche Zinkgehalt des Wassers sowie die Ausbeutung der Zinkervorkommen im Einzugsgebiet der Valme, eines Nebenflusses der Ruhr. An der mittleren Ruhr ist eine deutliche Erhöhung der Konzentration an Giftstoffen im Gewässerschlamm festzustellen, die durch die Abwässer der galvanischen Industrie im Raume Iserlohn, die mit dem Baarbach trotz intensiver Reinigungsmaßnahmen in die Ruhr gelangen, verursacht wird.

Besonders auch durch die Lenne werden der Ruhr erhebliche Zinkmengen zugeführt, die aus dem Erzbergbau im Raume Meggen stammen. Der mittlere Ruhrbereich ist also durch diese Stoffe besonders belastet, während zur Ruhrmündung hin eine merkliche Abnahme des Gehaltes des Flußschlammes an Nichteisenmetallen zu verzeichnen ist. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen, daß bereits durch die Einleitung auch relativ geringer Konzentrationen an diesen Stoffen eine Anreicherung im Schlamm stattfindet, die zu einer Schädigung des biologischen Gewässerzustandes führen kann. In diesem Zusammenhang sollen hier insbesondere die Ursachen der Schlammabseitung sowie die Beschaffenheit des Schlammes in den Ruhrstauseen erörtert werden. Die vom Ruhrverband gebauten großen Stauseen sollen die vom Ruhrwasser mitgeführten Schlammstoffe, die sonst auf der ganzen Länge des Flußlaufs zur Ablagerung kämen und zu Schwierigkeiten bei den Wasserwerken führen würden, an bestimmten Stellen durch Absetzen festhalten (Bilder 13, 14, 15, 16).

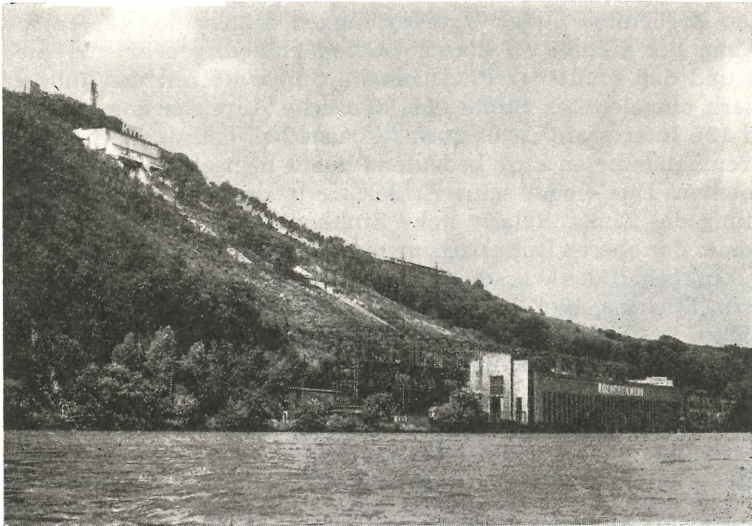


Bild 13. Hengstey-See bei Hagen

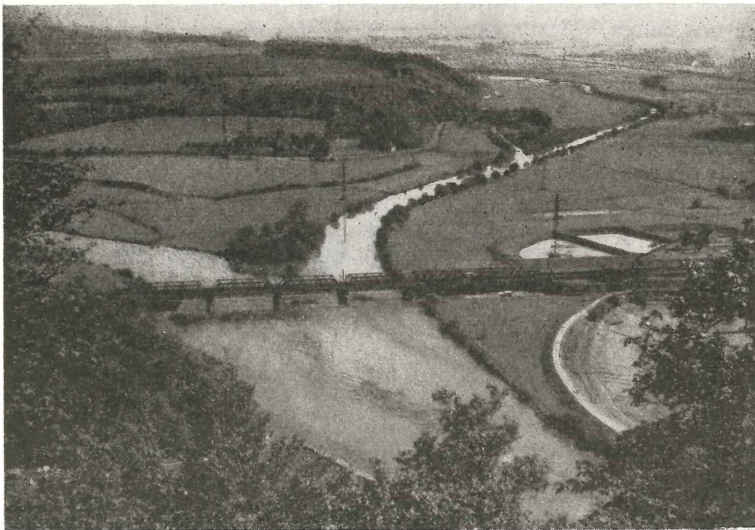


Bild 14. Mündung der Lenne in die Ruhr

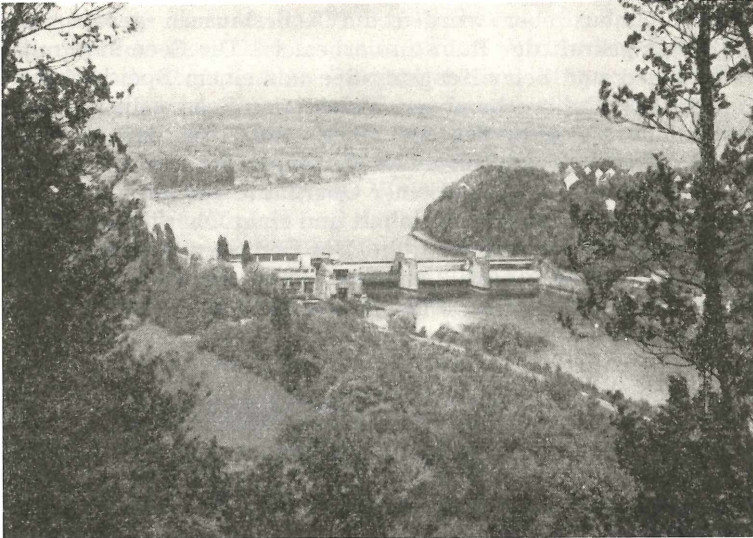


Bild 15. Baldeney-See bei Essen

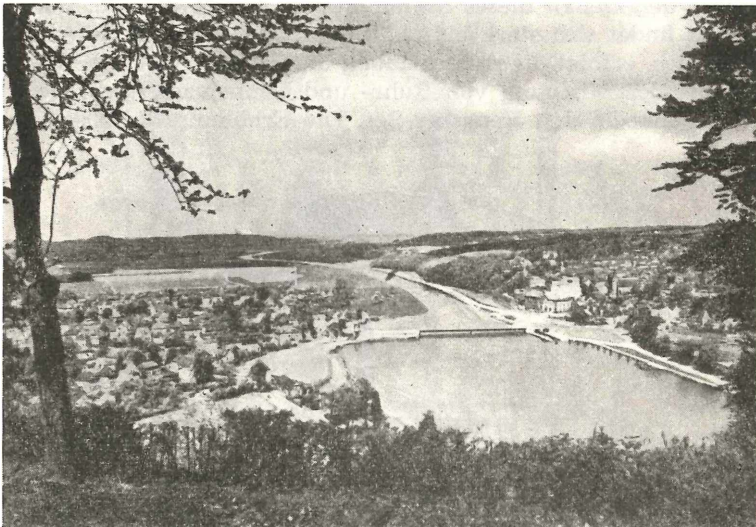


Bild 16. Kettwiger See

Darüber hinaus aber wurden die Ruhrstauseen gebaut, um die Selbstreinigungskraft der Ruhr zu verbessern. Die Seen sind mit Wasserkraftanlagen und beim Hengstey-See mit einem Speicherkraftwerk verbunden. Der Ruhrverband hat bisher vier Seen gebaut, und zwar als ersten den Hengstey-See im Jahre 1929, 1931 den Harkort-See, 1933 den Baldeney-See und 1944 den Kettwiger-See, den kleinsten Stausee mit 1,4 Mill. m³ Inhalt und einer Oberfläche von 0,55 qkm. Der Baldeney-See ist mit 9 Mill. m³ Stauinhalt und einer Oberfläche von 2,6 qkm der größte der Stauseen an der Ruhr. Der Hengstey-See liegt mit einem Stauinhalt von rund 3,3 Mill. m³ und einer Oberfläche von 1,7 qkm unterhalb der Mündung der Lenne in die Ruhr. Die Mischung des sauren, eisenhaltigen Lennewassers mit dem vorwiegend alkalisch reagierenden Ruhrwasser begünstigt die Reinigungswirkung durch erhöhte Schlammausfällung. Außerdem dient der See als Unterbecken für eine Pumpspeicheranlage. Der Harkort-See, von gleicher Größe wie der Hengstey-See, schließt sich letzterem nach Einmündung der Volme in die Ruhr an. Er hat unter anderem die Aufgabe, den vom Hengstey-See nicht vollständig zurückgehaltenen Eisenschlamm festzuhalten.

Zahlreiche Schlammproben aus dem Hengstey-See geben ein Bild auch über den Gehalt dieses Schlammes an Eisenhydroxyd. Bereits im Lennebett findet sich stark eisenhaltiger Bodenschlamm. Wie aus Bild 17 ersichtlich, erfolgt die Ausscheidung der Flocken von Eisenhydroxyd bereits bei der Mischung von Ruhr- und Lennewasser, vor dem Einfluß der Lenne in den Hengstey-See. Die Erhöhung des Eisengehaltes

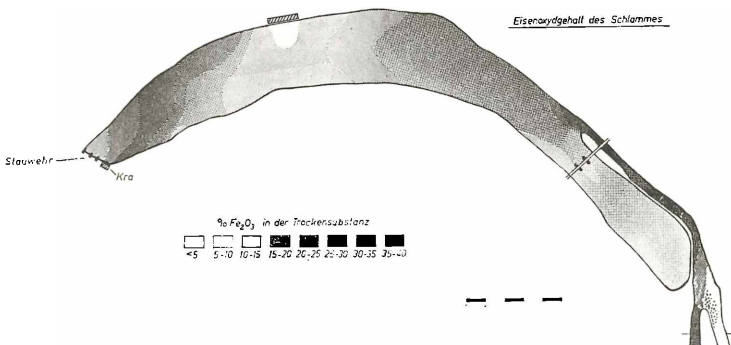


Bild 17

des Schlammes im Einlauf des Flußschlauches macht diese Vorgänge besonders deutlich. Dem Bild ist weiterhin zu entnehmen, daß in dem vom Flußschlauch abgetrennten Rückhaltebecken hingegen der Eisengehalt viel niedriger ist, da hier das Wasser stagniert und wenig bewegt wird. In der Mitte des Sees nimmt der Eisengehalt des Schlammes stark ab. Dies erklärt sich aus der Arbeitsweise des Speicherkraftwerks, das mit billigem Nachtstrom große Wassermengen in das höher gelegene Speicherbecken befördert und dann am Tag zu Zeiten des Spitzenstrombedarfs in kurzer Zeit abläßt und hierbei den Schlamm fortspült. Dieser Schlamm setzt sich weiter unterhalb wieder ab, so daß hier eine erhebliche Erhöhung des Eisenoxydgehaltes im Schlamm zu beobachten

Kulturversuch mit Roggen

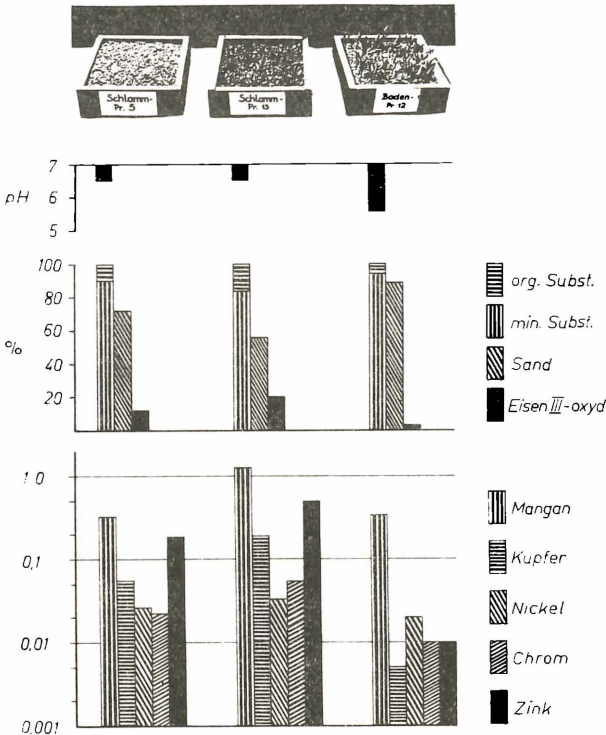


Bild 18

ist. Die Darstellung zeigt, daß durch die Einleitung der Abwässer der metallverarbeitenden Industrie die natürliche Beschaffenheit des Stauseeschlammes völlig einseitig verändert worden ist.

Die Frage nach der Wirkung des ausgebaggerten Schlammes derartiger Zusammensetzung im Hinblick auf seine Verwendungsmöglichkeit wurde experimentell geprüft (Bild 18). Dabei galt es, im Vergleich mit einem normalen Boden seinen Einfluß auf die Keimung und das Wachstum von Roggen zu prüfen. Der Schlamm des Hengstey-Sees ist nach den Kulturversuchen nicht ohne weiteres landwirtschaftlich verwertbar. Während die Saat auf dem Vergleichsboden am vierten Tag aufging, zeigten sich beim Schlamm erst nach 16 Tagen einzelne Keimlinge. Bei einer zweiten, aus einem anderen Teil herrührenden Schlammprobe konnten auch nach 27 Tagen noch keine Keimlinge festgestellt werden. Erst nach Mischung mit gesundem Boden ist eine Anpflanzung weniger empfindlicher Pflanzen möglich. Das mit dem ausgebaggerten Schlamm beschickte Gelände wurde nach Rigolen mit Pappelkulturen bepflanzt, die bisher ohne sichtbaren Schaden blieben.

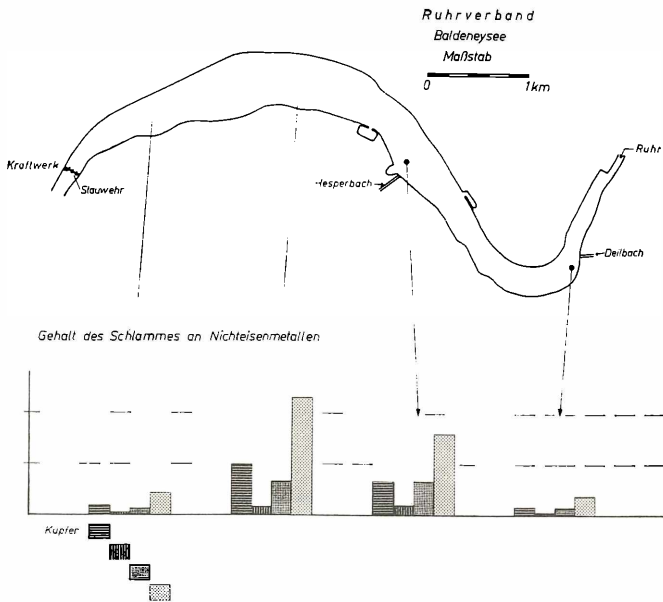


Bild 19

Untersuchungen des Schlammes des Baldeney-Sees ergaben ebenfalls den starken Einfluß gewerblicher Abwässer auf seine Zusammensetzung. Im Baldeney-See wird durch Zufluß des Hesperbaches, der die Abwässer galvanischer Betriebe aufnehmen muß, der Gehalt des Schlammes vor allem an Zink, aber auch an Kupfer und Chrom deutlich erhöht. Durch Mischung des Wassers des Hesperbaches mit dem Ruhrwasser tritt eine teilweise Ausscheidung dieser Stoffe ein, die in der Erhöhung der Konzentration dieser Stoffe im Seeschlamm auch weit unterhalb der Einleitung in den Baldeney-See deutlich wird, wie das im Bild 19 erkennbar ist. Erst gegen Ende des Sees zu geht der Gehalt des Schlammes an diesen Stoffen auf seinen vorherigen Wert zurück.

Ein sehr wesentlicher, nützlicher Effekt der Stauseen ist die Zurückhaltung des Schlammes bei Hochwässern, wie dies durch zahlreiche Untersuchungen anlässlich der verschiedenen starken Hochwässer in der Ruhr festgestellt wurde. Das nächste Bild (20) zeigt Ihnen die entschlammende Wirkung des Baldeney-Sees bei einem mittleren Hochwasser. Die maximale Wasserführung lag bei dieser Untersuchung bei $550 \text{ m}^3/\text{sec}$, entsprechend dem neunfachen Wert der mittleren Wasserführung von $63 \text{ m}^3/\text{sec}$.

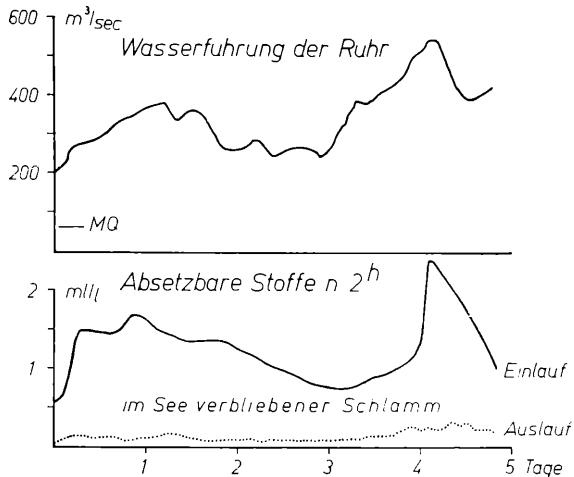


Bild 20

Die untere Kurve für den Gehalt des Ein- und Auslaufs an absetzbaren Stoffen zeigt, daß der weitaus größte Teil dieses Materials im See zurückgehalten wird. Dies ist für die unterhalb liegenden Wasserwerke wegen der Gefahr der Verschlammung ihrer Filter von besonderer Wichtigkeit. Das Bild läßt weiterhin die starke Zunahme des Gehaltes an absetzbaren Stoffen im Zufluß beim Ansteigen der Wasserführung über 400—500 m³/sec infolge der dann in größerem Umfang einsetzenden Abschwemmungen der spezifisch leichteren Schlammteile erkennen.

Das nächste Bild (21) zeigt den prinzipiellen Verlauf eines Katastrophenhochwassers, das sehr selten vorkommt. Die Wasserführung der Ruhr, die in ihrem oberen Teil den Charakter eines Gebirgsflusses aufweist, kann bei anhaltendem Regen sehr schnell ansteigen und liegt im Unterlauf der Ruhr im Maximum bei rund 1300 m³/sec. Dieses Hochwasser hatten wir im Jahre 1940.

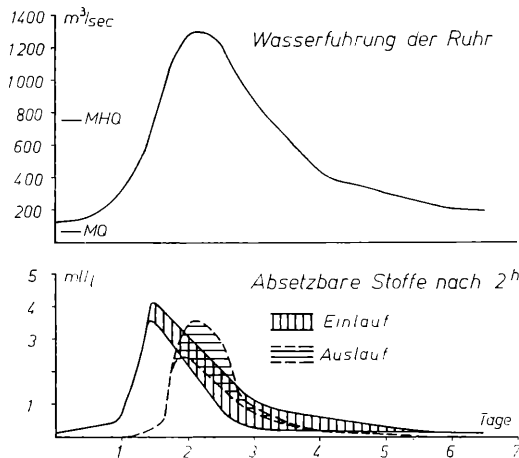


Bild 21

Die stärkste beobachtete Wasserführung lag bei 2200 m³/sec im Jahre 1890. Der Kurve für den Gehalt des zufließenden Wassers an absetzbaren Stoffen ist zu entnehmen, daß bereits vor Erreichen der maximalen Wasserführung der Schlammgehalt einen Maximalwert erreicht, der naturgemäß größeren Schwankungen unterliegt. Die Schmutzwasserwelle läuft also der Hochwasserwelle voraus. Sowohl Wasserführung als auch Schwebstoffgehalt des Wassers sinken im weiteren Verlauf des

Hochwassers relativ schnell wieder ab. Während die als Folge der Stauseen eintretende zeitliche Verschiebung des Maximums der Wasserführung nur sehr gering ist, erfährt der Gehalt des Stauseeauslaufs an absetzbaren Stoffen eine stärkere zeitliche Verschiebung bzw. Verteilung. Bei extremer Wasserführung hält der See nur noch einen Teil der absetzbaren Stoffe infolge der kurzen Aufenthaltszeit zurück. Sobald jedoch die Wasserführung auf 400—500 m³/sec abgesunken ist, ist der Schlammgehalt im Ablauf des Sees nur noch gering, und das Flußwasser weist trotz der noch relativ hohen Wasserführung bereits wieder eine ziemlich gute Beschaffenheit auf.

Die angeführten Beispiele haben Ihnen die Probleme des Schlammmanfalls und seiner Beseitigung einmal aus einer anderen Sicht, als es sonst üblich ist, und zwar unter dem Aspekt des Einflusses industrieller Abwässer auf die Zusammensetzung von Klär- und Flußschlamm vor Augen geführt. Es sind nicht so sehr die aus dem häuslichen Abwasser herrührenden Schlämme, die uns Probleme aufgeben, sondern die aus den gewerblichen und industriellen Abwässern stammenden giftig wirkenden Rückstände bereiten bei der Beseitigung Schwierigkeiten. Während die gewerblichen und industriellen Schlämme ständig zunehmen, werden die Unterbringungsmöglichkeiten immer geringer. Die schadlose Unterbringung bedarf dringend einer Lösung. Die Lösung muß aber für alle Beteiligten tragbar und annehmbar sein. Es geht hier um die Lösung ernster Fragenkomplexe, die nicht nur den Behörden, sondern auch der Industrie immer größere Sorgen bereiten. Immer mehr Werke suchen eine Möglichkeit für eine wirtschaftlich tragbare Beseitigung ihrer Abwasserschlämme und Abfälle. Es gibt beispielsweise Werke und Betriebe, deren Wirtschaftlichkeit wegen der Abfallprobleme in Frage gestellt ist. Die derzeitige Situation drängt daher nach einer endgültigen Lösung der Schlammbeseitigung. Im Interesse des Schutzes unserer Grund- und Oberflächenwässer müssen bis zum Zeitpunkt besserer Möglichkeiten Zwischenlösungen gefunden werden; was nützen uns sonst die Gesetze, die im Hinblick auf den Schutz von Oberflächen- und Grundwasser die Behandlung des Abwassers fordern, wenn nicht zugleich bekanntgegeben wird, was mit dem so sorgfältig und auf kostspielige Weise abgeschiedenen Abwasserschlamm zu geschehen hat. Gesetze erfüllen nur dann ihren Sinn, wenn für das Verbotene eine vernünftige andere Lösung vorgeschlagen werden kann.

Die Werke können aber der Forderung nach schadloser Beseitigung der gewerblichen und industriellen Schlämme nicht nachkommen, da

die Gemeinden, Kreisverwaltungen und Städte keine Lagerstätten für den gewerblichen Schlamm zur Verfügung stellen oder aber die Benutzung bestehender Kippstellen von der ungiftigen Beschaffenheit abhängig machen. Die Folge davon ist entweder eine unkontrollierte Ablagerung der Schlämme oder aber unter Hinweis auf die fehlende Unterbringungsmöglichkeit die Unterlassung der Entschlammung der Absatzbecken oder gar die Weigerung der Errichtung von Entgiftungsanlagen. Es bleibt daher für die nahe Zukunft vorerst nichts anderes übrig als ausreichenden Unterbringungsraum zu schaffen, selbst wenn dort keine vollkommene Garantie gegeben werden kann. Die kontrollierte Unterbringung bedenklicher Schlämme ist in jedem Fall der Beseitigung an vielen unkontrollierbaren Stellen oder gar der Ableitung nicht entgifteter Abwässer vorzuziehen. In der Summierung aller fachbehördlichen Wünsche werden an die Ablagerungsstellen leider vielfach Anforderungen gestellt, die sich nicht erfüllen lassen.

DISKUSSION

Liepolt:

Haben Sie bei Ihren Untersuchungen eine schädliche Einwirkung der Buntmetalle sowohl auf Makro- als auch auf Mikroorganismen feststellen können?

Bucksteeg

Außer unseren Flußuntersuchungen, die in bakteriologischer, biologischer und chemischer Hinsicht durchgeführt werden, haben wir auch Talsperren untersucht. An einigen Stellen haben sich die genannten Giftstoffe auch auf größere Organismen nachteilig ausgewirkt. Zahlenmaterial kann ich nicht angeben. Doch haben wir durch unsere BSB-Untersuchungen festgestellt, daß sich bereits geringe Mengen dieser Stoffe auf Mikroorganismen, die am Abbau organischer Substanzen beteiligt sind, nachteilig auswirken. Dies wurde auch experimentell im Labor bestätigt.

Bucksch

Wir haben Stauräume mit ähnlichen Verhältnissen an der Mur. Wenn sie auch seinerzeit zu anderen Zwecken geschaffen wurden, so müssen wir uns auch hier mit der Frage der Beeinflussung durch industrielle Abwässer und Schlämme befassen. Hierüber liegen genaue Untersuchungen von Prof. Stundl vor.

Wie, Herr Dr. Bucksteeg, bringen Sie die abgesetzten Schlämme wieder aus den Stauräumen heraus?

Bucksteeg

Der Schlamm wird ausgebaggert bzw. durch starke Hochwässer ausgespült.

Bucksch

Und was sagen die Unterlieger dazu?

Bucksteeg

Es läßt sich in einigen Fällen nicht verhindern, daß die Filter der Wasserwerke, die — wie Sie wissen — im Vorgelände der Ruhr liegen, unter Umständen beeinträchtigt werden. Andere Möglichkeiten wie baggern und Hochwassereinwirkungen gibt es in diesem Falle meines Erachtens nicht.

B u c k s c h

Bei uns spielen Wasserwerke keine Rolle, sondern die Unterlieger. Die Mur geht direkt nach Jugoslawien. Man hat sich daher zu einem möglichst gleichmäßigen Durchtransport des Schlammes entschlossen und vermeidet Spülungen größeren Ausmaßes. Ein Baggern des Schlammes kommt wegen dessen Unterbringung nicht in Frage. Die Unterbringung des Schlammes dürfte auch für Sie einigermaßen schwierig sein.

O b e r r o s l e r :

Sind die Wässer neutralisiert beim Zusammenfluß Ruhr—Lenne?

B u c k s t e e g

In die Lenne werden unter anderem saure Beizereiabwässer und die anderer Industrien, wie z. B. Grubenwässer vom Erzbergbau, eingeleitet. Sie enthalten unter anderem auch sehr viel gelöstes Eisen als Eisensulfat. Dieses wird durch Hydrolyse einerseits und den Zufluß des alkalischen Ruhrwassers andererseits im Hengsteysee als Eisenoxydhydrat ausgefällt.

K r e t s c h m e r :

In welcher Größenordnung liegen die vier vorgeführten Stauräume? Länge in km, Breite in 100 m.

Wie groß sind die Schlammengen im Jahr, je nach Industrie, Kläranlagen und aus der Erosion des Einzugsgebietes?

B u c k s t e e g

Der Baldeneysee ist der größte, etwa 9 Mill. m³, mit einer Fläche von etwa 2,6 km². Der kleinste ist der Kettwigersee mit etwa 0,6 km² und 1,5 Mill. m³. Die beiden anderen, der Hengsteysee und der Harkortsee, haben insgesamt etwa 3,2 km² Fläche und etwa 6,5 Mill. m³.

Wie viele m³ Schlamm eingeschwemmt werden, kann ich nicht sagen, da bin ich überfragt.

Anschrift des Verfassers: Dr. Wilhelm B u c k s t e e g , Ruhrverband — Essen, Kronprinzstraße 37.

ZOBODAT - 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): Bucksteeg W.

Artikel/Article: [Aktuelle Probleme des Schlammanfalls und der Schlammabeseitigung
22-45](#)