als Leistungsumsatz hinzukommt. Mit 16,5 m/sec würde er aber nicht fliegen können, sondern erst mit 18,9 m/sec, d. h. mit einer Leistung, die dem 8 fachen Grundumsatz entspricht. Der Gesamtumsatz des Kondors müßte also das 9 fache des Grundumsatzes betragen, wenn er in 7000 m Meereshöhe als Ruderflieger sich nur gerade in der Luft halten wollte.

Eine solche Steigerung ist nun tatsächlich in dieser Höhe nicht mehr möglich. Ist im Meeresniveau die *absolute* — nur für Minuten durchführbare — Leistungsgrenze des Energieumsatzes erreicht, wenn der Leistungsumsatz das 10 fache des Ruhestoffwechsels, also der Gesamtumsatz das 11 fache des Grundumsatzes beträgt, so ist dieselbe Grenze in 7000 m Höhe schon erreicht, wenn der Gesamtumsatz das 4,5 fache des Grundumsatzes, also der Leistungsumsatz nur das 3,5 fache beträgt. Mit dieser Leistung wäre am Boden eine Geschwindigkeit von 10,6 m/sec zu erreichen, in der besagten Höhe eine solche von 16,6 m/sec. Diese Geschwindigkeit dürfte kaum die Schwebegeschwindigkeit für 310 mm Druck darstellen und erfordert bereits eine Leistung, die nur auf Minuten vollbracht werden kann. Tatsächlich hält sich der Kondor stundenlang in solchen oder ähnlichen Höhen auf, und zwar — darin stimmen die Beobachtungen so hervorragender Forscher wie *Alexander von Humboldt* und *Darwin* überein — ohne mehr an sichtbarer Flugarbeit zu leisten, als daß er etwa alle halbe Stunde einmal einen Flügelschlag ausführt.

Wir kommen also — wie beim Albatros — zu dem Resultat: der Kondor ist nicht imstande, sich mit Hilfe der Leistung seiner Flugmuskulatur in der stark verdünnten Luft der gewaltigen Höhen zu halten, in denen er oft beobachtet wird, er muß vielmehr eine äußere Energiequelle ausnutzen. Daß eine solche im Winde gegeben ist, wurde schon mehrfach erwähnt. Gerade in und über dem Gebirge ist niemals Mangel an aufsteigenden Luftströmen, die bei einer Größenordnung von 1 bis 2 m/sec, wie sie im Ballon nicht selten zur Beobachtung kommen, völlig hinreichen, den Gleitflug des Kondors, der etwa in einem Sinkverhältnis von 1 : 15 schräg abwärts führen würde, horizontal zu machen, oder den Vogel sogar ohne jede Muskelleistung Höhe gewinnen zu lassen.

Die Selbstreinigung der Gewässer.

Von Dr. E. Neresheimer, Wien.

Beständig mehrten sich in fast allen Kulturstaaten die Klagen über die Verschmutzung der Wasserläufe durch industrielle und städtische Abwässer. Vom hygienischen, ästhetischen, landwirtschaftlichen und fischereilichen Standpunkte aus wird immer dringender die Reinhaltung der Flüsse gefordert. Mögen auch manche Klagen übertrieben sein, mag auch in manchen Fällen der

durch die Verunreinigung vernichtete Wert, z. B. eines Fischwassers, in keinem Verhältnisse stehen zu den Kosten, die zur Vermeidung der Verunreinigung aufgewendet werden müßten — sicher ist es jedenfalls, daß zahlreiche, früher klare und fischreiche Flüsse und Bäche jetzt trübe, stinkende und schlammige Jaucheströme geworden sind, die keine Fische mehr beherbergen, die zum Waschen, Baden, Viehtränken, Wiesenwässern usw. nicht mehr zu gebrauchen sind. Sicher ist es, daß wir unhaltbaren und unwürdigen Zuständen uns nähern, und daß in kürzester Zeit energische Maßregeln zur Bekämpfung des Übels getroffen werden müssen. Schon mehrten sich die Stimmen der Industriellen, die Klage darüber führen, daß ihnen das Gebrauchswasser verdorben wird. Papier- und Zuckerfabriken, die selbst große Mengen ungemein schädlicher Abwässer den Flüssen zuführen, beschwerten sich in jüngster Zeit energisch über die Schädigung durch die Abwässer aus andern industriellen Betrieben, wie z. B. den Kaliwerken. Bisher wurde auf diese Klagen und auf die Forderung nach Reinhaltung der Flüsse stets wieder mit einem bequemen, viel mißbrauchten Schlagwort erwidert: „Aber die Flüsse besitzen ja das Selbstreinigungsvermögen!“

Ein Blick in eine der in letzter Zeit sich mehrenden Zusammenstellungen der Abwasserschäden in Deutschland, oder, noch besser, ein Blick in einen stark verschmutzten Wasserlauf, etwa im westdeutschen Industriegebiete, wird aber auch das naivste Gemüt darüber belehren, daß diese so bequeme Gabe der Flüsse, sich selbst zu reinigen, doch wohl nicht in so hohem Maße vorausgesetzt werden darf, wie es im Interesse der Abwasserproduzenten erwünscht wäre. Gewiß, ein Selbstreinigungsvermögen des Wassers existiert wirklich, selbst stark verschmutzte Flüsse erscheinen nach längerem Laufe wieder rein und klar; aber unbegrenzt ist dieses Vermögen nicht. Vielfach ist im Vertrauen darauf sehr gesündigt worden, und die Folge ist ein Zustand des Wassers, der sämtliche Anrainer aufs schwerste schädigt und jeglichen Gemeingebrauch des Wassers ausschließt.

Die Anschauungen über die Natur des Selbstreinigungsvermögens haben sich in der letzten Zeit wesentlich geändert. Noch vor verhältnismäßig kurzer Zeit suchte man den Vorgang der Selbstreinigung hauptsächlich mechanisch zu verstehen, indem man als die wichtigsten Faktoren die Sedimentierung und die Verdünnung in Betracht zog. Es ist selbstverständlich, daß ein wesentlicher Effekt durch diese beiden Vorgänge erzielt werden kann. Aber eine wirkliche Selbstreinigung, d. h. die völlige Unschädlichmachung der fäulnis- und gärungsfähigen, dem Flusse zugeführten Substanzen kann durch sie allein kaum jemals zustande gebracht werden. Namentlich die Sedimentierung fester Stoffe kann wohl nur eine scheinbare Reinigung bewirken, indem sie die trübenden Bestandteile dem Blicke des Be-

obachters entzieht, sie aber dafür am Grunde des Wassers anhäuft, wo sie der Fäulnis anheimfallen und eine weitreichende Verpestung des Flusses verursachen können. Natürlich kann die reichliche Verdünnung durch einen großen Vorfluter bei der Überwindung der gelösten organischen Substanzen eine sehr wesentliche Rolle spielen; bei dem außerordentlich aggressiven Charakter dieser Stoffe ist sie jedoch meist nicht imstande, sie allein schon unschädlich zu machen, sondern sie spielt nur eine die eigentliche Selbstreinigung vorbereitende Rolle. Kennen wir doch kaum in ganz Europa einen Strom, der wasserreich genug wäre, um die Abwässer einer sehr großen Sulfitcellulosefabrik ohne Schaden zu verdauen! Wenn trotzdem auch verhältnismäßig kleine Vorfluter eine anfangs erhebliche Verschmutzung im weiteren Verlaufe oft völlig zu überwinden vermögen, so müssen noch andere Kräfte hier tätig sein. Als solche, der eigentlichen Selbstreinigung dienende Vorgänge stellte man sich früher rein chemische Prozesse vor, wie hauptsächlich die Oxydation der Eiweißkörper durch den im Wasser gelösten Sauerstoff der Luft. Jedoch lassen sich derartige Vorgänge nicht in der freien Natur nachweisen, ja selbst unter den wesentlich günstiger zu gestaltenden Bedingungen des Experimentes kaum.

Schon in das Gebiet der Biologie schlägt die Tätigkeit der Bakterien, die auch heute noch vielfach als der wichtigste Faktor der Selbstreinigung gewertet wird. Durch diesen „Mineralisierungs“-Prozeß sollen die stickstoffhaltigen Substanzen zerlegt werden, unter Bildung von Salpetersäure und Ammoniak. Jedoch ist die Bedeutung dieses Mineralisierungsprozesses wesentlich überschätzt worden; es ist Hofers Verdienst, diese Übertreibung auf ihr richtiges Maß zurückgeführt zu haben. Während nämlich bei Untersuchung der Wasserproben im Laboratorium (nach längerem Stehen im warmen Raume!) sich regelmäßig reichliche Mengen von Salpetersäure nachweisen lassen, gelingt dieser Nachweis am freien kühlen Wasser an Ort und Stelle nicht. Es ist auf fehlerhafte Untersuchungsmethoden zurückzuführen, wenn heute noch vielfach der Tätigkeit der Bakterien eine ausschlaggebende Bedeutung bei der Selbstreinigung zugeschrieben wird. Freilich läßt sich z. B. kurz unterhalb der Einmündung der städtischen Sielwässer in einen Fluß eine enorme Bakterienziffer nachweisen, während nach verhältnismäßig kurzem Lauf diese Zahl schon erheblich abnimmt. Es ist jedoch ganz verfehlt, daraus zu schließen, daß diese Abnahme zurückgeführt werden könne auf die Abnahme der gelösten organischen Stoffe, als der Nährsubstanz für die Spaltpilze. Die Abnahme der Bakterienziffer beruht auf ganz anderen Ursachen: die Bakterien haben nicht schon weiter oberhalb den größten Teil der ihnen zur Verfügung stehenden Nahrung verbraucht, sondern sie befinden sich im rasch fließenden, kalten Flußwasser unter ungünstigen, ihre Assi-

milationsfähigkeit wie ihre Vermehrung hemmenden Bedingungen, sie werden durch den Einfluß des Lichtes geschädigt und abgetötet und durch die Sedimentation der im Wasser treibenden Partikelchen zu Boden gerissen. So konnte Hofer bestätigen, daß bei Freising, ca. 30 km unterhalb der Einleitung der Münchener Kanalwässer in die Isar, der Bakteriengehalt des Wassers bereits ungeheuer viel geringer ist als kurz nach der Einleitungsstelle. Der Gehalt an gelösten organischen Substanzen dagegen ist bei Freising sogar höher als kurz unterhalb Münchens, wegen der Auslaugung der im Strome mechanisch zerkleinerten festen Bestandteile. Der Bakteriengehalt des Wassers bildet also keinen Anhaltspunkt für die Beurteilung des Fortschrittes in der Selbstreinigung. Einen überwiegenden Anteil an der Selbstreinigung hat die Arbeit der Bakterien dann, wenn die Vernichtung der organischen Substanzen durch einfaches Ausfaulen des verunreinigten Wassers erreicht wird. In den meisten Fällen jedoch bildet sie nur ein Glied in einer sehr komplizierten Kette biologischer Vorgänge, die im wesentlichen als eine Umsetzung der toten organischen Substanz in lebende aufzufassen ist. Schematisch dargestellt, besteht der Prozeß in der Aufnahme der gelösten organischen Substanzen durch niedere Pflanzen, d. i. Bakterien, Pilze, Algen, die ihrerseits wieder zunächst den niedersten tierischen Organismen, wie Protozoen, mikroskopischen Würmern usw. zur Nahrung dienen, und auf dem Umwege über diese auch den höheren Tieren, Crustaceen, Insekten und deren Larven, Fischen. Eine wesentliche Rolle spielt ferner die direkte Aufnahme der ungelösten Schmutzstoffe durch niedere Tiere, unter denen namentlich die Schlammwürmer (Tubifex, Phreoryctes, Dero, Nais, usw.) und Crustaceen (besonders die Wasserassel) sowie Mollusken (Schnecken und Muscheln) hervorzuheben sind. In der Natur stellt sich der Ablauf dieses Vorganges wesentlich komplizierter dar. So wird er z. B. unter gewissen Bedingungen durch die Anwesenheit gelöster gärfähiger Zuckerarten, wie sie in vielen Abwässern in großer Menge vorhanden sind, in andere, ungünstigere Bahnen gelenkt. Als Zuckerzehrer kennen wir unter den niedrigen Pflanzenformen gewisse Pilze, so namentlich Sphaerotilus natans, die also, da sie die gelöste organische Substanz dem Wasser entnehmen und verarbeiten, theoretisch als an der Selbstreinigung beteiligte Organismen zu betrachten wären. Der Effekt ihres massenhaften Auftretens ist aber für den Gesamtablauf der Vorgänge höchst ungünstig. Die Pilzfäden überziehen alle am Grunde und am Ufer befindlichen festen Körper mit dichten Büscheln, wuchern sehr schnell und reichlich, sterben aber bald ab und treiben als Flocken und Fladen in solcher Menge im Wasser, daß sie dessen Gemeingebrauch auf das empfindlichste stören. Die an ruhigen Stellen zu großen Schlammhängen angesammelten Pilzleiber

gehen hier in Zersetzung über, verbrauchen reichlich Sauerstoff und verpesten das Wasser weithin. Der Prozeß muß also aufs neue beginnen: Zersetzung der Pilze durch Bakterientätigkeit, Aufzehrung der Bakterien durch niedrige Tiere.

Es ist klar, daß die gesamte Arbeit der Selbstreinigung im rasch fließenden, kalten Wasser fast ausschließlich am und im Boden vor sich gehen kann; denn die fließende Welle bietet den kleinen und kleinsten Organismen keine Wohnstätte und keine günstigen Lebensbedingungen. Sie ist daher in verunreinigten Flüssen nahezu leer von Tieren und Pflanzen, während der Boden ein um so reicheres Tier- und Pflanzenleben beherbergt. So konnte *Hofer* in der Isar, 10 km unterhalb München, aus einem Schlammzylinder von 600 cm² Oberfläche, der aus dem Grunde gehoben wurde, ca. 2 000 000 Exemplare des Schlammwurmes *Tubifex tubifex* nachweisen.

Wo dagegen das Wasser weniger reißend fließt und durch seine höhere Erwärmung die Fortpflanzung und die vegetativen Funktionen der Organismen rascher ablaufen läßt, finden wir auch die freie Welle reichlich bevölkert von tierischen und pflanzlichen Planktonten, die in nicht zu unterschätzendem Maße an der Selbstreinigung mitwirken. So im Unterlaufe der Flüsse, die, wie z. B. die Elbe unterhalb Hamburgs, eine geradezu fabelhaft reiche Flora und Fauna pelagischer und bodenbewohnender Organismen beherbergen. Der langsam fließende, sich ausgiebig erwärmende Strom besitzt demnach eine außerordentlich viel höhere selbstreinigende Kraft als der rasch fließende, kalte Gebirgsfluß. Dem äußeren Anschein nach wird sich allerdings dieser schneller und gründlicher reinigen; im wesentlichen trägt er aber nur die Schmutzstoffe schneller talabwärts, bis sie an geeigneter Stelle deponiert werden und nun erst der Einwirkung der wirklichen Selbstreinigungsvorgänge unterliegen. Aus dem gleichen Grunde, weil eben die Tier- und Pflanzenwelt sich weniger gut ansiedeln und ihre Tätigkeit entfalten könnte, sind die regulierten, zwischen geradlinige Steindämme eingezwängten Flüsse in weit geringerem Maße der Selbstreinigung fähig, als Ströme, die noch ihre natürliche Uferkonfiguration mit stillen Buchten, ausgedehnten Altwässern u. dgl. bewahrt haben. Gerade an diesen Stellen findet im wesentlichen die Reinigung statt, und es ist daher keineswegs erstaunlich, wenn Flüsse nach der Regulierung plötzlich viel stärker unter der Verschmutzung durch Abwässer leiden als vorher.

Wo die Selbstreinigung ungestört und naturgemäß vor sich geht, da wird der große Reichtum an tierischen Organismen schließlich durch die Fischfauna ausgenützt und führt zu einem besonders guten Wachstum und reichlicher Vermehrung der Fische. *Hofer* hat als erster diese fundamentale Erkenntnis ausgesprochen, daß die Fischproduktion eines Wassers direkt proportional seiner Selbstreinigungskraft ist. Sehr deutlich spricht sich diese Tatsache z. B. aus in dem gewaltigen

Fischreichtum der von den Sielwässern der Städte Hamburg-Altona und Harburg verunreinigten Unterelbe. Allerdings herrschen hier ganz exzeptionelle Verhältnisse, da die Vorgänge wesentlich durch Ebbe und Flut beeinflusst werden.

Auf jeden Fall stimmen die beiden Erfahrungen vorzüglich zusammen: das Fischproduktionsvermögen stehender und langsam fließender Gewässer ist erheblich größer als das rasch fließender; und die Selbstreinigungskraft der ersten übertrifft die der letzten bei weitem.

Ist es auf Grund der angeführten biologischen Tatsachen nun möglich, die Selbstreinigungskraft eines Gewässers im konkreten Falle bis zu einem gewissen Grade im voraus abzuschätzen, so gelingt es auch, durch biologische Untersuchung den Grad der wirklich stattgehabten Verunreinigung festzustellen. Im reinen Wasser treffen wir eine ganz anders zusammengesetzte Fauna und Flora an, als in dem durch organische Stoffe verunreinigten. Eben die an den Selbstreinigungsvorgängen beteiligten Organismen sind charakteristisch für das letztgenannte Wasser; hier finden sie ihre günstigsten Lebensbedingungen. So läßt z. B. das massenhafte Auftreten gewisser Pilze, der schon genannten Schlammwürmer, der Wasseraschel, verschiedener Protozoenarten, mit Sicherheit auf Fäulnisvorgänge in dem betreffenden Wasser schließen. *Kolkwitz* und *Marsson* („Ökologie der pflanzlichen Saprobien“, Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 26 a, 1908, und „Ökologie der tierischen Saprobien“, Internat. Revue der ges. Hydrobiologie und Hydrographie Bd. 2, 1909) haben versucht, die Saprobien, d. i. die Schmutzwasserformen (im Gegensatz zu den Katharobien, den typischen Reinwasserformen) in ein System zu bringen.

Sie unterscheiden im verunreinigten Fluß oder Bach folgende Zonen: 1. die polysaprobe Zone, charakterisiert durch die stärkste Verunreinigung, Überwiegen der Reduktions- und Spaltungsprozesse, daher Mangel an Sauerstoff, Reichtum an Kohlensäure und stickstoffhaltigen, zersetzungs-fähigen Substanzen, hohen Bakteriengehalt, meist viel Schlamm, der reich an Schwefeleisen ist, Vorkommen von Schwefelwasserstoff; 2. die mesosaprobe Zone, die wieder in eine stark (α -)mesosaprobe und eine schwach (β -)mesosaprobe Zone zerfällt. In dieser Zone ist die Selbstreinigung in vollem Gang. Abbau- und Oxydationsstufen der Eiweißstoffe (in der β -Zone stärker verdünnt), höherer Sauerstoffgehalt, der dem Reichtum an Kohlensäure assimilierenden, durchlüftenden Pflanzen zu danken ist, Abnahme der Bakterienziffern, ein reich entwickeltes Tierleben charakterisieren diese Zone; Nitrate und Nitrite treten eventuell auf.

In der oligosaprogen Zone ist der Selbstreinigungsprozeß im wesentlichen beendet. Die Bakterienziffern sind niedrig, ebenso der Gehalt an organischem Stickstoff; der Sauerstoffgehalt hoch.

Im abgelagerten Schlamm (Detritus) finden Reduktionsprozesse in größerem Ausmaße nicht statt.

Entsprechend diesen Zonen teilen *Kolkwitz* und *Marsson* die Tiere und Pflanzen des Süßwassers in Polysaprobien, α - und β -Mesosaprobien und Oligosaprobien ein. Diese letzte Gruppe umfaßt schon die in praktisch reinem Wasser, im Mittel- und Unterlauf normaler Flüsse, in Seen usw. vorkommenden Organismen; als eigentliche Katharobien bezeichnen sie die Bewohner reiner Gebirgsbäche und ähnlicher Wässer, für die also außer der Reinheit auch noch die Kälte und der besonders hohe Sauerstoffgehalt des Wassers charakteristisch ist.

Selbstverständlich geht es bei der Einreihung einer bestimmten Tier- und Pflanzenart nicht ohne einen gewissen Schematismus ab; in der Natur lassen sich eben die einzelnen Zonen nicht so scharf voneinander abgrenzen, wie man dies auf dem Papier notgedrungen tun muß. Auch kann natürlich das Auffinden eines bestimmten, von *Kolkwitz* und *Marsson* unter die Saprobien eingeordneten Tieres noch kein Kriterium für die Verunreinigung des betreffenden Wassers sein. Der Schlammwurm *Tubifex* z. B. findet sich gelegentlich in einzelnen Exemplaren selbst in ganz reinem Wasser, z. B. in Gletscherseen. Man kann also nur bei reichlichem Auftreten einer ganzen Vergesellschaftung saprober Organismen einen gültigen Schluß auf den Grad der Verschmutzung ihres Wohngewässers ziehen.

Die von *Kolkwitz* und *Marsson* als Saprobien zusammengefaßten Organismen finden wir nun in allen biologischen Abwasserreinigungsanlagen vor. Sie sind es, die hier die gelösten organischen Stoffe aufnehmen und in lebende Substanz umwandeln (pflanzliche Organismen), oder von den ungelösten Stoffen, sowie von Algen, Bakterien u. dgl. leben (tierische Organismen). Rieselfelder, Tropfkörper, Füllkörper, Fischteiche¹⁾, sie alle sind belebt von einer mehr oder minder reichen saproben Fauna und Flora. Überlegen wir nun, welche von diesen Anlagen die günstigsten Bedingungen für eine Massenentwicklung möglichst vieler Mitglieder dieser charakteristischen Tier- und Pflanzengesellschaft bietet, so werden wir unbedingt den von *Hofer* in die Abwasserreinigungstechnik eingeführten Fischteichen den Vorzug geben. Neben all den Formen, die im Boden und an den Schlacken oder dem sonstigen Material der biologischen Körper sich festsetzen und massenhaft entwickeln können, kann im Teich auch Pflanze und Tier in ungeheuren Scharen die freie Welle erfüllen und teilnehmen an der Reinigungsarbeit. Und tatsächlich bringt auch in einem gut betriebenen Abwasserteich jeder Zug mit dem Planktonnetz einen förmlichen Brei mikroskopischer und etwas größerer Formen zutage. Die Reinigung des Wassers in diesen Teichen ist denn auch in jeder Hinsicht befriedigend: das Abfluß-

wasser der von *Hofer* angelegten Straßburger Versuchsteiche unterscheidet sich weder chemisch noch biologisch von reinem Bachwasser. Außerdem aber leistet diese Methode, die die natürliche Selbstreinigungskraft des Wassers voll ausnützt, was keine andere biologische Methode leistet: die Produktion von Fischfleisch in den nahrungsreichen Teichen ist so groß, daß nicht nur die Anlagekosten verzinst, sondern obendrein noch eine erhebliche Rente erzielt werden kann. Die organischen Substanzen des Abwassers werden nicht, wie in anderen Reinigungsanlagen, nur zerstört und unschädlich gemacht, sondern sie werden in Nahrungsmittel umgesetzt, schädliche Abfallstoffe werden in nutzbare Werte zurückverwandelt.

Untersuchungen über die relative Häufigkeit der Metalle in der Erdkruste.

Von Albert Bencke, München.

In den letzten 20 Jahren sind ab und zu Veröffentlichungen über die vom Laboratorium der Geologischen Abteilung in Washington vorgenommenen Untersuchungen über die relative Häufigkeit verschiedener Metalle erschienen, die allgemeines Interesse beanspruchen dürften¹⁾. Immerhin handelte es sich bei diesen Untersuchungen im großen und ganzen doch nur um präzisere Ziffern, wie man sie gewöhnlich bei jeder genauen Analyse erhält und die bisher kaum auf die Geltung, wirkliche Durchschnittswerte zu sein, Anspruch machen konnten; außerdem betrafen diese Untersuchungen meist auch die weniger wichtigen Elemente, wie Barium, Strontium, Chrom, Vanadin, Zirkon usw., während für unsere gebräuchlichen Metalle wie Kupfer, Blei, Zink und Arsenik bisher noch nicht in entsprechender Weise Daten gesammelt wurden. Tatsächlich ist bisher noch kein Versuch gemacht worden, weder ihr relatives noch ihr absolutes Vorkommen festzustellen, wenn auch *Vogt* (*Zeitschrift f. prakt. Geologie* 1898, S. 225, 314, 377, 413 und 1899 S. 10 und 174) sowie *Kemp* (*Econ. Geol.* I, 207) hierüber einiges gebracht haben.

Um diese Lücke auszufüllen, wenigstens den Beginn hierzu zu machen, haben die Amerikaner *George Steiger* und *F. W. Clarke* eine Anzahl von Durchschnittsanalysen vorgenommen, die bereits einige wertvolle Resultate ergeben haben. Diese Analysen wurden in der Weise vorgenommen, daß für jede der untersuchten Substanzgruppen eine große Anzahl von Proben zusammengemischt wurden, um auf diese Weise die zur Analyse verwendete Probe zu erhalten, so daß der Durchschnittsgehalt jedes Metalles hierdurch mit derselben Genauigkeit bestimmt werden konnte, als es durch viele Einzelanalysen möglich gewesen wäre. Vier solcher Kompositproben wurden untersucht, nämlich zwei, die aus Tiefseeschlamm bestehen (deren vollständige Analyse im *Journal Geol.* XV, 783 abgedruckt ist), eine vom Schlamm des Mississippi-Deltas und eine von plutonischen Gesteinen, die schon vorher von der Geol. Survey untersucht worden waren. Für den Mississippi Schlamm, der also das relative Vorkom-

¹⁾ Siehe den Aufsatz von *Klut*, „Abwasserreinigung“ im 1. Jahrgange dieser Zeitschrift, Heft 35.

¹⁾ Die letzten dieser Berichte findet man in den Bulletins 419 und 491 der U. S. Geological Survey.