

Meßgeräte und Meßeinrichtungen zur Feststellung der Wassergüte

Karl Knie

Unser ganz auf Technik eingestelltes Zeitalter brachte den Vorteil, daß die technischen Güter dieser Erde einer immer breiteren Bevölkerungsschicht zugänglich werden. Die auf allen Gebieten der Industrie gesteigerten Produktionsvorgänge stellten daher erhöhte Anforderungen an die Meßmethoden, welche den Produktionsablauf überwachten, nicht nur in bezug auf ihre Genauigkeit, sondern auch hinsichtlich der Häufigkeit ihrer Anwendung. Sie waren daher manuell und finanziell nur dann zu erfüllen, wenn auch die Überwachung weitestgehend automatisiert wurde. Diese Mechanisierung erhielt einen ungeheuren Auftrieb durch die neue Wissenschaft der Elektronik. War sie seit Jahrzehnten auf der Anwendung von Röhren aufgebaut, vollzieht sich derzeit der Übergang zur Technik der Transistoren, die wahrscheinlich in Kürze durch die Tunnelioden abgelöst sein werden.

Da ein Großteil der technischen Produktion durch chemische Methoden überwacht werden muß, hat die Automatisation auch in das analytische Labor ihren Eingang gefunden. Was in dieser Hinsicht an Meßgeräten am Markt angeboten wird, zeigt ein Blick in die Kataloge der betreffenden Fachfirmen. Es gibt bereits Geräte, die nicht nur messen und das Ergebnis in Form von Punkten oder Linien protokollieren, sondern auch die Resultate, ziffernmäßig aufgeschlüsselt, einer mechanischen oder elektronischen Rechenmaschine zur Auswertung, nach Wunsch unter Einbeziehung eingestellter Faktoren, weitergeben. Zu guter Letzt hält ein elektronisches Gedächtnis, eine Druckmaschine, das Ergebnis zusammen mit der durch eine Wahldrehscheibe eingeführten Probennummer auf einem Papierstreifen fest, der als Analysenbeleg dient. Sicherungsmaßnahmen schützen vor Fehlbedienung.

Durch die gesteigerte Produktion wird der wichtigste Rohstoff unserer Erde, das Wasser, weit mehr als früher in Mitleidenschaft gezogen. Der Wasser- und Abwasserchemie, als einem Teilgebiet der Chemie, ist heute mehr denn je die Aufgabe gestellt, durch Untersuchungen bei Wässern ihre Güte und bei Abwässern ihre Belastung festzuhalten. In vielen Fällen genügt es, vorerst eine Vollanalyse durchzuführen. Die laufenden Unter-

suchungen können sich später auf einige wenige Bestimmungen beschränken, welche sich durch die jeweilige Verunreinigungsart ergeben.

Eine große Hilfe dabei bilden die automatisch und kontinuierlich arbeitenden Geräte, die für einige Bestimmungen in guter Ausführung zur Verfügung stehen. Ihre Überwachung ist heute schon so vereinfacht, daß jeder intelligente und gewissenhafte Laie dafür eingesetzt werden kann. Sie liefern Reihenanalysen und brauchen daher nicht für jede Einzelmessung vorbereitet zu werden (1, 2).

Die Messung der Temperatur

Die Temperatur eines Wassers ist der bestimmende Faktor für das spezifische Gewicht und damit für die Stabilität und Viskosität der Wassermassen. Meßgeräte, welche die Temperatur messen und auf Papierstreifen in Form von Punkten oder Linien aufschreiben, können nach drei Prinzipien gebaut sein:

- a) mit Thermoelementen. Für jede Messung werden zwei Elemente benötigt. Das eine wird in das zu messende Medium getaucht, während das zweite als Bezugselement auf einer konstanten Temperatur gehalten werden muß. Die Temperaturdifferenz zwischen Meß- und Vergleichsstelle gibt die thermoelektrische Spannung als Maß für die Temperatur an der Meßstelle an.
- b) mit Widerstandsdrähten. Zur Messung wird die temperaturbedingte Änderung des elektrischen Widerstandes von Metallen, zum Beispiel eines Platin- oder Nickeldrahtes herangezogen. Gewählt werden Drähte von solcher Länge und Stärke, daß sie bei 0° einen Widerstand von 100 Ohm aufweisen. Da bei diesem geringen Betrag die Widerstandsänderung pro 1° nur klein ist, muß auch die Änderung im Zuleitungskabel berücksichtigt und durch eine eigene Schaltung kompensiert werden. Als Anzeigerät dient ein Kreuzspulensinstrument.

Seit neuem werden die Widerstandsthermometer mit Thermistoren als Fühler ausgerüstet. Es sind dies stecknadelgroße Knäuel aus oxydischen Massen, welche den großen Vorteil der sekundenschnellen Temperatureinstellung aufweisen. Ihr hoher, bis zu 5000 Ohm betragender Widerstandswert unterliegt so großen, temperaturbedingten Veränderungen, daß demgegenüber die Widerstandsänderung im Zuleitungskabel völlig unberücksichtigt bleiben kann. Das Zuleitungskabel braucht daher nur zweiadrig zu sein. Als Anzeigerät wird eine Wheaston'sche Brücke verwendet.

- c) auf manometrischer Basis. Eine eingesperrte Flüssigkeitssäule übt je nach Temperatur einen verschiedenen Druck auf eine Membran aus. Diese Instrumente werden auch Federthermometer genannt.

Die Messung der elektrischen Leitfähigkeit

Die Messung der elektrischen Leitfähigkeit ist eines der besten Kriterien für die in einem Wasser ionogen gelösten Salze, welcher Umstand für die meisten anorganischen wasserlöslichen Verbindungen, wie Säuren, Basen und Laugen, aber auch für einige organische Stoffe, wie zum Beispiel Nitroverbindungen, zutrifft. Gemessen wird eigentlich der elektrische Widerstand zwischen zwei Metallelektroden. Für gewöhnlich handelt es sich um vermehrte Platinbleche bestimmter Flächen und unveränderlichem Abstand. Der errechnete reziproke Wert des Widerstandes ergibt die Leitfähigkeit. Sie hängt von der Natur, aber auch von der Konzentration der Salze ab und ist dem Salzgehalt, selbst bei großen Mengen, linear. Ausnahmen von dieser Regel sind bei der Wasseruntersuchung nicht anzutreffen. Als Anzeigergerät dient eine Wheastonsche Brücke. Um die Erscheinungen der Polarisierung auszuschalten, muß ein Wechselstrom mit einer Frequenz von 600 bis 1000 Hertz verwendet werden. Bei salzarmen Lösungen, insbesondere beim destillierten Wasser, wird die Einstellung des Brückenstromminimums schärfer, wenn man mit der Frequenz bis auf 50 Hertz zurückgeht.

Werden zwei Elektroden als Fühler verwendet, so hat diese Anordnung den Nachteil, daß mit dem Verkrusten, Verölen oder Veralgen des Platinmohrs sich auch die Eichung verschiebt und das Instrument zu Fehlmessungen Anlaß gibt. Es war daher zu begrüßen, als mit Hilfe der Hochfrequenztechnik die sogenannte „elektrodenlose“ Anordnung geschaffen wurde. Bei dieser Meßmethode, welche nicht die üblichen Elektroden aufweist und Amplitudenänderungen einer Hochfrequenzschwingung von etwa 500 000 Hertz auswertet, fallen die Schwierigkeiten der Wechselstromgeräte weg, wie sie durch das Reinhalten der Elektroden gegeben sind.

Die Leitfähigkeit ist stark temperaturabhängig (2,5 % für 1°), daher muß bei allen registrierenden Apparaten eine Kompensation dafür eingebaut sein. Die modernen Meßbrücken sind mit allen Feinheiten, selbst der Phasenkompensation, ausgestattet und zeigen für gewöhnlich eine Skala, welche den gemessenen Widerstand in Ohm abzulesen gestattet. Vielfach sind im Handel auch Geräte zu haben, deren Skalen direkt in Gramm/l, und zwar für Kochsalz, geeicht sind. Nicht ganz mit Recht, da dieser Fall praktisch fast nie zutrifft.

Die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit wird erst dann sinnvoll, wenn sie auf Grund einer chemischen Analyse für den gegebenen Fall ausgewertet werden kann. Bringt man die Werte außerdem mit den gleichzeitig gemessenen Wassermengen in Verbindung, so läßt sich daraus leicht die Abwasserlast berechnen. Nicht nur die Konzentration eines Stoffes, auch seine Abwasserlast ist ein entscheidender Faktor bei der Gewässerbeurteilung

Die Messung des pH - Wertes

Eine wichtige Kontrolle in einem Gewässer ist die Messung seiner Reaktion, da gerade durch diese Komponente das Lebensmilieu festgelegt ist. Außer seiner natürlichen Beeinflussung, wie sie durch die Störung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes und durch die Assimilation von Wasserpflanzen gegeben ist, sind es hauptsächlich saure oder alkalische Abwässer von Fabriken, welche das Gewässer auf seine Kosten — solange die Mittel dazu reichen — zu neutralisieren gezwungen ist.

Die Apparate, welche zur registrierenden pH-Messung verwendet werden, sind den Laborgeräten ähnlich gebaut. Elektroden aus Glas oder Antimon mit einer Kalomelektrode als Bezug finden als Fühler Verwendung. Dabei bildet sich ein Potential aus, dessen Höhe vom pH-Wert des Wassers, genauer gesagt von seiner Wasserstoffionen-Konzentration abhängig ist. Auch hier treten die Schwierigkeiten einer Verkrustung ein, die man durch rotierende Bürsten zu beheben versucht, zumal heute schon abriebfeste Glaselektroden zur Verfügung stehen. Die Meßeinrichtungen für den Außendienst müssen für einen rauen Betrieb konstruiert sein und den Anforderungen einer geringsten Wartung mit einer dauernd zuverlässigen Anzeige genügen. Die Eichung dieser Geräte ist von Zeit zu Zeit zu überprüfen.

Die Verbindungen der Meßeinrichtung mit Schreibgeräten ist einfach und hat sich gut bewährt. Dadurch ist eine objektive Darstellung gewährleistet, die bei rechtlichen Auseinandersetzungen ihre guten Dienste leistet.

An dieser Stelle sei bemerkt, daß die registrierende Aufzeichnung des Redoxpotentials genauso wichtig wie die Bestimmung des pH-Wertes wäre.

Die Messung der Trübung

Die Messung der Trübung erfolgt heute ausschließlich auf dem Wege der Elektronik. Es sind dafür Schaltungen ausgedacht worden, die jede Fehlerquelle zu eliminieren gestatten. Am besten bewährt hat sich die Methode des oszillierenden Spiegels (Wechsellichtverfahren). Das Licht einer Lampe wird durch die Bewegung des mit 500 Perioden schwingenden

Spiegels hintereinander einmal durch die Meßlösung, einmal durch die Vergleichslösung geschickt, die destilliertes Wasser sein kann, aber auch durch einen Glaskörper standardisierter Trübung zu ersetzen ist. Schließlich wird durch ein optisches System den beiden Strahlengängen ein Weg zugewiesen und die beiden Strahlen hintereinander einer Photozelle zugeleitet. Sind die beiden Strahlengänge hinsichtlich ihrer Lichtschwächung ungleich, so gibt die Photozelle einen Wechselstrom ab, der verstärkt, motorisch eine im Vergleichsstrahl befindliche Irisblende solange verändert, bis durch Lichtschwächung beide Wege in bezug auf Lichtintensität gleich sind. Die Instrumentenskala kommt zur Ruhe und der angezeigte Wert wird abgelesen, beziehungsweise auf einem abrollenden Papierstreifen protokolliert. Da sein Vortrieb durch ein einstellbares Vorgelege zu steuern ist, können die Aufzeichnungen nach Wunsch verfeinert oder vergrößert werden. Nach der beschriebenen Anordnung ist es leicht, den Verhältnissen angepaßt, im durchfallenden oder reflektierten Licht zu messen. Das durchfallende Licht wird außer durch die Trübung auch durch die Gewässerfarbe absorbiert. Die genannte Schaltung gibt die Gewähr für die absolute Stabilität und Reproduzierbarkeit der Messungen. Außerdem können durch einen stufenlos einstellbaren Steuerhebel bei beliebigen Maximum- und Minimumwerten optische oder akustische Signale oder mechanische Steuerbefehle ausgelöst werden.

Durch die oben angezeigte Anordnung werden Fehlerquellen, wie sie gegeben sind durch schlechte Zentrierung und Alterung der Lichtquelle, ferner durch Unterschiede in der spektralen Empfindlichkeit von Fotozellen, Schwankungen im Verstärkerteil usw. ausgeschaltet. Derartige Geräte arbeiten zuverlässig und genau und sind heute schon so weit entwickelt, daß im freifallenden Wasserstrahl gemessen werden kann. Eine Verkrustung von Küvettenwänden und die dadurch bedingten Fehlanzeigen fallen somit weg.

Es sei darauf hingewiesen, daß gerade die Trübungsmessung der Einreichung durch eine chemische Analyse bedarf. Denn nur durch die Analyse kann ersichtlich gemacht werden, welche Verhältnisse im Einzelfall sich hinter der nackten Zahl des Untersuchungsergebnisses verbergen. Der Trübungswert kann einmal zum Beispiel als organische Belastung eines Wassers oder Abwassers oder ein andermal als mineralische Schwebefracht auszuwerten sein, die letzten Endes zum Beispiel den Abrieb von Turbinenschaufeln in einem Kraftwerk bedingt. Die mineralische Trübe von Flüssen und Bächen hängt von ihrem Einzugsgebiet und von der Witterung ab.

Bei der Emschergenossenschaft, Essen, wurde ein Apparat entwickelt, welcher die absetzbaren Schwebestoffe in einem Abwasser kontinuierlich direkt zu messen gestattet. Auf einem Drehkranz sind 12 Imhoffkelche

angebracht, die sich automatisch an den verschiedenen Stationen, wie Füllen, Testung der Sinkstoffmenge durch eine Fotoaufnahme, Entleerung und Reinigung der Kelche vorbeidrehen. Die Bewegung des Drehkranzes erfolgt so langsam, daß zwischen Füllen und Testung eine Absetzzeit von zwei Stunden gewährleistet ist.

Die Messung des Sauerstoffgehaltes

Eine gute Grundlage zur Beurteilung einer organischen Belastung in den Wässern ist die Bestimmung des im Wasser molekular gelösten Sauerstoffes. Um eine Sauerstoffbilanz aufzustellen, muß selbstverständlich die Temperatur des Wassers in Rechnung gestellt werden.

Eine automatische Registrierung durch selbstschreibende Geräte wurde nach drei Prinzipien versucht.

1) mit der Tödt-Elektrode (1, 2).

Es werden zwei Metalle verwendet, welche in der elektrischen Spannungsreihe am positiven beziehungsweise am negativen Ast liegen, wie zum Beispiel Platin und Cadmium, heute vielfach üblich Gold und Zink. Diese beiden Metalle, in Wasser als Elektrolyten getaucht, ergeben ein Potential. Da sein Wert durch Polarisationserscheinungen absinken würde, hängt seine Höhe davon ab, wieviel Sauerstoff im Wasser gelöst ist und als Depolarisator zur Verfügung steht. Die Höhe des Potentials gibt den Gehalt an Sauerstoff nur *relativ* an, da Temperatur und Salzgehalt des Wassers, weiterhin sogar die Geschwindigkeit der Wasserbewegung an den Elektrodenoberflächen das Meßresultat entscheidend beeinflussen. Sein *absoluter* Wert ist daher durch eine chemische Bestimmung jeweils einzuziehen. So einfach das Prinzip dieser Methode ist, stößt ihre Anwendung in verunreinigten Wässern und Abwässern auf Schwierigkeiten. Auch hier verkrusten im Dauerbetrieb die Elektroden und müssen durch rotierende Bürsten rein gehalten werden.

2) auf polarographischem Wege (3).

Seit kurzer Zeit wird von der Firma Baird & Tatlock Limited, 14 St. Cross Street, London, E. C. I., ein Gerät in den Handel gebracht, welches nach der Methode der sogenannten tropfenden Quecksilber-elektrode (wide-bore dropping-mercury electrode) mit einer Zink-elektrode als Bezug arbeitet. Die einfache Ausführung weist nur eine Skalenanzeige auf, während das teure Gerät für die automatische Registrierung bestimmt ist. Der Meßfehler soll, verglichen mit der Winkler-Methode, nicht größer als $\pm 0,1$ p. p. m. sein, vorausgesetzt, daß in den Gewässern keine Metallsalze ionogen gelöst sind.

3) auf gasanalytischem Wege (4).

Im Jahre 1958 wurde in der Literatur berichtet, daß in Westdeutschland ein Verfahren zur registrierenden Messung von Sauerstoff ausgearbeitet wurde, dessen Prinzip darauf beruht, daß durch Stickstoff der im Wasser gelöste Sauerstoff ausgewaschen und im Gasgemisch magnetisch gemessen wird. Im Kraftfeld eines starken Dauermagneten und im Wärmefeld einer Heizwicklung entsteht durch die starken paramagnetischen Eigenschaften des Sauerstoffes ein „magnetischer Wind“, der je nach seiner Geschwindigkeit, einen elektrischen Widerstand temperatur- und damit auch wertmäßig beeinflusst. Da dieser Widerstand in den Zweig einer Wheatstone'schen Brücke eingeschaltet ist, wird deren Gleichgewicht verändert. Der Zeiger des Brückengalvanometers spielt über eine Skala, die in mg/l O₂ geeicht ist. Stickstoff ist schwach diamagnetisch und daher im Vergleich zum Sauerstoff unwirksam. Die Messung erfolgt mit dem Sauerstoffschreiber Magnos der Fa. Hartmann & Braun, Frankfurt/Main. Der Meßbereich des Gerätes soll 0—10 mg/l O₂ umfassen.

Die Messung des Cyangehaltes (5)

Nach einer potentiometrischen Methode kann Cyan leicht bestimmt werden. Dieses Verfahren, welches sich gerade für den Nachweis geringer Mengen eignet, ist leicht für eine Registrierung auszubauen. Zur Anwendung kommt als positive Elektrode ein Silberblech, als negativer Bezug wird eine Elektrode verwendet, welche einen Silberdraht in Silbercyanid-Kaliumsilbercyanid enthält. Als Anzeigeelement kann jedes pH-Meter Verwendung finden, dessen Millivoltkala gleich in mg/l CN eingeeicht werden kann. Der für die Potentialbildung günstigste pH-Bereich der Problelösung wird in der Literatur mit 8,5 bis 9,5 angegeben. Mit diesem Gerät kann daher laufend der Cyangehalt eines Abwassers vor dem Einlauf in den Vorfluter überprüft werden und der erhaltene Meßstreifen ergibt einen guten Beleg für eine durchgeführte Entgiftung.

Die Messung der Radioaktivität

Durch anerkannte Firmen werden schon seit geraumer Zeit Apparate zur Messung und Registrierung der Radioaktivität auf den Markt gebracht. Das zu messende Wasser durchströmt zuerst ein Gefäß, in welches ein γ -Zählrohr eintaucht und weiter eine Wanne, über deren Wasseroberfläche zwei Stirnfensterzählrohre zum α - und β -Strahlennachweis angebracht sind.

Die durch jede Strahlenart erhaltene Impulsrate sowie die der Gesamtaktivität können als Integrationswerte an vier Instrumenten abgelesen und durch einen Mehrpunkteschreiber registriert werden. Außerdem sind Signalgeber vorhanden. Da diese Meßanordnung nur Aktivitäten zu messen gestattet, die weit über der international festgelegten Toleranzgrenze für Trinkwasser ($1 \cdot 10^{-8} \mu\text{C/ml}$) liegen, wird seit Anfang des Jahres 1960 ein Gerät angeboten, welches die kontinuierliche Messung und Überwachung von Trinkwasser ermöglicht. Allerdings muß vor der Messung selbst eine Anreicherung durch Eindampfen stattfinden. Zu diesem Zwecke wird in einem eigenen Apparat das zu prüfende Wasser in einer gemessenen Menge (240 ml/h) auf ein saugfähiges, langsam (3 cm/h) und stetig fortbewegtes Papierband aufgebracht und durch eine Heizvorrichtung verdampft. Das Papierband mit den eingetrockneten Salzen wird an einem großflächigen β -Szintillationszähler (nutzbare Kristallfläche 100 cm²) vorbeigezogen. Infolge der apparativen Konstruktion wird die Aktivität erst sechs Stunden nach dem Aufbringen des Wassers gemessen. Das Papierband kann, in Nylonsäckchen eingeschweißt, als Testobjekt aufgehoben werden. Das Wasser darf höchstens einen Salzgehalt von 1300 mg/l haben. Es ist dies eine Menge, die nur höchst selten überschritten wird. Die Empfindlichkeit des Gerätes wird für Strontium 90 (β -Strahler) mit $5 \cdot 10^{-8} \mu\text{C/ml}$ angegeben.

Eine weitere Erhöhung der Empfindlichkeit ist durch Ausbau des Gerätes auf Koinzidenzschaltung möglich.

Die automatisch arbeitenden Geräte, die sowohl messen als auch das Meßergebnis protokollieren, haben den Chemiker nicht überflüssig gemacht. Analysenmaschinen, wie man sie mit der Geburt des Polarographen gefunden zu haben glaubte, gibt es letzten Endes nicht. Der schaffende Chemiker steht noch immer überwachend im Mittelpunkt des analytischen Ablaufes, wiewohl ihm durch die Automatisierung viele Handgriffe abgenommen worden sind.

Die automatischen Geräte bedürfen einer täglichen Überwachung, die insbesondere auf die Kontrolle ihrer Eichpunkte gerichtet sein muß. Erst durch die genaue Einhaltung der Eichung ist die Gewähr gegeben, daß die erhaltenen Ergebnisse auch richtig sind. Die Geräte sind sehr teuer. Man muß mit Preisen von S 50 000.— aufwärts rechnen. Die Einrichtung einer Meßstation mit einigen Geräten — vom Raume selbst, seiner Installation, seiner Temperierung und Trockenhaltung abgesehen — setzt schon eine ganz große finanzielle Aufwendung voraus. Die Aufstellung einer automatischen Station ist daher nur dann gerechtfertigt, wenn die Verhältnisse in einem Gewässer entweder bedrohlich sind oder starken Schwankungen unterliegen. Als Beispiele seien schwerbelastete Abwässer oder

Vorfluter und Abwasserstöße in einem Vorfluter genannt. Gerade die Spitzenwerte sind für ein Gewässer bestimmend und daher notwendig zu wissen.

Bei ganz großen, wenig verunreinigten Wasserkörpern, wo die Leitfähigkeit, der pH-Wert, der Sauerstoffgehalt und die Trübung jahraus, jahrein, von geringen Schwankungen abgesehen, die gleichen Werte liefern, wo automatisch aufzeichnende Geräte eine gerade Linie am Papierstreifen liefern würden, wäre ein Handlabor weit eher gerechtfertigt. Eine geschulte Kraft, die je nach Witterung und Jahreszeit in mehr oder minder langen Intervallen die wenigen Bestimmungen ausführt, wie sie heute von der Automatik erfaßt werden können, ist wesentlich billiger und ihr Wirken reibungsloser.

Die Geräte selbst müssen in einer sogenannten Feuchtraumausführung vorliegen und gut geerdet sein. Für die Zuleitungen von den Meßfühlern zu den Geräten sind Kabel hoher Isolierfähigkeit zu verwenden, die außerdem gegen statische Aufladung zu schützen sind.

Die Planung einer Meßkammer (6, 7) gehört gründlich überlegt, soll ihre Durchführung bei geringsten finanziellen Kosten allen Anforderungen genügen. Die Wasserentnahme muß immer aus der fließenden Welle erfolgen. Die Entnahmetiefe hängt von den Umständen ab. In der Mehrzahl der Fälle ist 20 cm unter der Wasseroberfläche richtig. Der Entnahme einer Mischprobe aus mehreren Tiefen kann nur dann zugestimmt werden, wenn das Untersuchungsergebnis den Aufwand rechtfertigt. Die Meßkammer selbst muß kälte- und feuchtigkeitsgeschützt und gut zugänglich sein. Ihre Größe ist so zu bemessen, daß ein kleiner Labortisch mit einem Regal aufgestellt werden kann. Die nötigen Anschlüsse an den elektrischen Strom sind herzustellen. Dies hat den Zweck, daß durch an Ort und Stelle manuell durchgeführte Untersuchungen die Konstanz der Eichpunkte an den Geräten auf kurzem Wege überprüft werden können.

Oft erfordern geänderte Verhältnisse die Durchführung von Sonderuntersuchungen, deren Bestimmungen durch die Automatik nicht möglich sind. Viele Institute verfügen daher über ein sehr gut eingerichtetes Reise-labor, welches mit dem Auto herangeschafft, in kurzer Zeit aufgestellt und einsatzbereit ist.

Literatur

1. H u s m a n n W.: „Kontinuierliche Messungen zur Kontrolle von Vorflutern, Kläranlagen, häuslichen und industriellen Abwässern.“ Die Wasserwirtschaft 1956.
2. R u m m e l W.: „Die Meß- und Regeltechnik in der Gewässerüberwachung.“ Wasser- und Abwassertechnik 1958.

3. Southgate B. A.: „Continuous recording of dissolved oxygen in rivers.“ Department of Scientific and Industrial Research.“ Notes on Water Pollution No. 7, Dez. 1959.

4. Ebbinghaus E.: „Eine Anordnung zur Registrierung des Sauerstoffgehaltes im Abwasser.“ Die Wasserwirtschaft 1958.

5. Ascendorf E.: „Zur kontinuierlichen Entgiftung cyanidhaltiger Abwässer.“ Metallwaren-Industrie und Galvanotechnik 1956. Eugen G. Leuze Verlag, Saalgau/Wttbg.

6. Wagner H.: „Bau und Betrieb von Meßkammern.“

7. Sander P.: „Erfahrungen in der Meßkammer Koblenz mit registrierenden Meßgeräten für die Überwachung von Abwassereinleitungen und Vorflutern.“ Deutsche gewässerkundliche Mitteilungen — Sonderheft 1958.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Chem. Dr. Karl Knie, Laboratoriumsvorstand in der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung, Wien-Kaisermühlen, Dampfschiffhafen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1959

Band/Volume: [1959](#)

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

Artikel/Article: [Meßgeräte und Meßeinrichtungen zur Feststellung der Wassergüte 92-101](#)