

bestimmung ist vorgeschlagen worden, die an belichteten und entwickelten photographischen Platten mit fortschreitender Verdauung infolge teilweisen Inlösungsgehens des Silberkorns erfolgende Aufhellung als Maß für die enzymatische Wirksamkeit zu verwenden^{141).} Andere Autoren haben einzelne kollagene Fasern, die

¹⁴¹⁾ M. Bergmann u. O. Dietsche, Coll. 1929, 583. M. Bergmann u. F. Föhr, Biochem. Z. 250, 568 [1932]; diese Ztschr. 43, 24 [1930].

zuvor in Kaliumrhodanidlösung zum Schrumpfen gebracht wurden, unter Belastung der Fermentlösung ausgesetzt und als Maß für die enzymatische Wirksamkeit die Zeitspanne bis zum Abfallen der Belastungsklammern gewählt^{142).} Diese Methode soll sich für qualitative, nicht jedoch für quantitative Untersuchungen eignen^{143).}

¹⁴²⁾ J. A. Jovanovits u. A. Alge, Coll. 1932, 215. J. A. Jovanovits, Coll. 1932, 761; diese Ztschr. 45, 775 [1932].

¹⁴³⁾ A. Künzel, G. Marquardt u. O. Engel, l. c.

Aufgaben der Chemie im neuen Deutschland*).

IX. Aufgaben der Wasserchemie.

Von Dr. L. W. HAASE,

Wissenschaftlichem Mitglied an der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene zu Berlin-Dahlem
(Chemische Abteilung II).

(Eingeg. 14. Dezember 1934.)

Die Problemstellungen auf dem Gebiete des Wasserfachs sind heute teilweise andere als vor 30 und 50 Jahren. Auf dem Gebiete des Trinkwassers und des Brauchwassers kam es seinerzeit in erster Linie auf die gesundheitlich und ästhetisch einwandfreie Anlage der Wassergewinnung, der Wasserförderung, der Fortleitung und der Verteilung an. Heute dagegen richtet man, ohne selbstverständlich die gesundheitlichen Belange außer acht zu lassen, das Hauptaugenmerk auf die Brauchbarkeit des Wassers in chemischer Beziehung; besonders das korrosionschemische Verhalten hat in den letzten Jahrzehnten entsprechend der stetig wachsenden Anlage großer Geldmittel in den zentralen Wasserversorgungsanlagen sehr an volkswirtschaftlicher Bedeutung gewonnen. Die Aufgabe der Werkstofferhaltung erfordert heute die größte Aufmerksamkeit und Sorgfalt.

Das Leitungsmaterial ist dem ständigen Angriff seitens des Wassers und des Bodens und somit dem allmählichen Zerfall ausgesetzt. Die Erhaltung dieser Vermögenswerte ist unsere Pflicht. Keineswegs überall hat man sich aber die Erkenntnisse der Korrosionsforschung, insbesondere diejenigen des Korrosionsschutzes, zu eigen gemacht und Nutzen daraus gezogen.

Das Problem der **Werkstofferhaltung** kann von der Materialseite und von der Wasserseite her gelöst werden. Durch bessere und durch neue Werkstoffe, durch Schutzüberzüge und Vorbehandlung kann man auch bei wenig geeigneten, also angriffslustigen Wässern sich vor allzu schneller Zerstörung der Einrichtungen des Wasserwerksbetriebes schützen, doch versagen solche Maßnahmen bei besonderer Beanspruchung und bei längerer Dauer des Angriffs allzuoft. So glaubte man schließlich, in der Verwendung immer edlerer Werkstoffe einen Ausweg gefunden zu haben. Heute beginnt sich jedoch die Erkenntnis durchzusetzen, daß die Werkstoffe am besten durch sachgemäße Wasseraufbereitung zu erhalten sind. Die theoretischen und praktischen Grundlagen hierfür sind vorhanden, und der Erfolg kann daher nicht ausbleiben. Wir kennen heute schon sehr gut die Bedeutung der einzelnen Ionen und

Molekülgruppen im Wasser, ihr Zusammenwirken und ihren Einfluß auf die bekannten und alterproben Werkstoffe, wie z. B. Eisen und Stahl, Blei und Kupfer. Fast ebenso alt sind die Kenntnisse von dem Verhalten der verschiedensten Wässer gegenüber nichtmetallischen Baustoffen, wie Mörtel, Zement und Beton. Wir kennen weiter Ursachen der Korrosion und Wege zu ihrer Bekämpfung, doch klaffen hier noch große Lücken in unserer Erkenntnis, und es ist an der Zeit, diese zu schließen. Oft werden neue Beobachtungen gemacht, die sich nur schwer in den Rahmen unserer bisherigen Auffassungen von der Korrosion einordnen lassen, und ebenso häufig versagen wieder erprobte Verfahren der Wasseraufbereitung. Die Untersuchungen über die Bedingungen der Entstehung eines natürlichen Korrosionsschutzes, die Beeinflussung eines Wassers im Sinne der Bildung eines künstlichen Korrosionsschutzes, die Bedeutung der verschiedenen Materialien bei der Entstehung solcher Schutzschichten, desgleichen der Einfluß der Oberfläche, der Temperatur und des Drucks sind Aufgaben der Wasserchemie. Bei weiterem Anwachsen der Industrie und Zunahme der Bevölkerung wird es immer seltener gelingen, ein gesundheitlich wie ästhetisch ebenso einwandfreies Wasser ohne jegliche Aufbereitung zu fördern, das zugleich in chemisch-technischer Beziehung brauchbar ist.

Oft sind die Wasserwerke in den Anfängen der Entwicklung oder im Althergebrachten stehengeblieben, und gewiß ist nicht immer Geldmangel die Ursache gewesen, sondern häufig mangelnde Erkenntnis und ungenügende Beschäftigung mit den Fortschritten auf diesen Gebieten. Zahlreiche Werke glauben auch ihre Aufgabe damit gelöst zu haben, wenn sie dem Verbraucher überhaupt Wasser liefern, ohne sich darum zu kümmern, wozu dieser das Wasser benötigt, und ob infolge des wasserseitigen Angriffs der Rohrleitungen und Armaturen die Beschaffenheit des Wassers sich so verändert, daß Nachteile beim Verbrauch dem Abnehmer dadurch erwachsen. Es ist allerdings heute noch die große Frage, ob eine zentrale Wasserversorgung verpflichtet ist, ein für alle Zwecke geeignetes Wasser zu liefern, oder nur Wasser schlechtweg. Bevor man jedoch zu dieser Frage Stellung nehmen kann, muß man sich darüber schlüssig sein, ob es möglich ist, ein für alle Zwecke geeignetes Wasser herzustellen.

Es ist z. B. unmöglich, ein natürliches Wasser so aufzubereiten, daß es ohne zusätzliche Behandlung als Trinkwasser und ebensogut auch als Kesselspeisewasser oder Warmwasser geeignet ist; es ist aber wohl möglich und kann vom Verbraucher billigerweise gefordert werden, daß das gelieferte Kaltwasser so aufbereitet ist, daß es keine irgendwie störenden oder gar schädlichen Beimengungen

*) In dieser Reihe bereits erschienen: I. A. Binz: „Wissenschaft und Praxis“, diese Ztschr. 47, 1 [1934]. II. W. Bauer: „Zur Frage der Rohstoffversorgung Deutschlands“, ebenda 47, 2 [1934]. III. L. Ubbelohde: „Chemie, Rohstoffproblem und nationale Wirtschafts-Steuerung“, ebenda 47, 4 [1934]. IV. Schilling: „Chemische Fragen der Bastfaserforschung“, ebenda 47, 7 [1934]. V. W. Bauer: „Die deutsche Ernährungsbilanz“, ebenda 47, 323 [1934]. VI. A. Gluschke: „Kampf den Tierseuchen“, ebenda 47, 327 [1934]. VII. K. Götze: „Die Entwicklung der Kunstseide und ihre Bedeutung für die nationale Wirtschaft“, ebenda 47, 741 [1934]. VIII. Sessous: „Stand der Sojabohnenzüchtung und ihre Bedeutung für die Wirtschaft“, ebenda 47, 789 [1934].

enthält, noch solche durch Wechselwirkung aus dem Rohrnetz und den Armaturen aufnimmt. Es erscheint uns selbstverständlich, daß man Eisen und Mangan entfernt, bevor man es an den Verbraucherkreis abgibt, dagegen betrachtet man keineswegs ebenso selbstverständlich die Aufgabe des Wasserwerks, für Entsaerung, Entfärbung, Belüftung und Entgasung zu sorgen; ganz ablehnend verhält man sich zurzeit in Deutschland noch gegenüber der Enthärtung. Die Nachteile des zu harten Wassers beim täglichen Gebrauch, insbesondere bei Verwendung als Warmwasser, Heizungswasser oder Kesselspeisewasser, sind zur Genüge bekannt und ebenso die Unkosten, die aus der Beseitigung der Härte und der dadurch mittelbar entstehenden Schäden dem Verbraucher erwachsen. Schließlich ist es nicht unbekannt, daß eine zentrale Wasseraufbereitungsanlage, im vorliegenden Falle eine Enthärtungsanlage, wirtschaftlicher zu betreiben ist als viele Einzelanlagen. Im Ausland hat sich allenthalben der Grundsatz Bahn gebrochen, dem Verbraucher niemals die Abnahme eines Wassers zuzumuten, dessen chemische Zusammensetzung vom Üblichen abweicht.

Mit dem Wachsen der Industrie entstand neben dem Begriff Trink- und Brauchwasser der Begriff **Nutzwasser**, der häufig genug mit Fragen der Abwasserreinigung und Abwasserbeseitigung verbunden ist. An ein Nutzwasser werden zwar keine gesundheitlichen, aber oft in verstärktem Umfange chemische und technische Anforderungen gestellt. Für die Papier- und Zellstoffindustrie z. B. werden Wässer mit weniger Eisen und Mangan verlangt, als die Wässer zentraler Wasserversorgungen in der Regel enthalten. Da geringe Eisen- und Mangangehalte an sich im Haushalt zwar nicht schaden, aber zuweilen den Betrieb und die Beschaffenheit der Rohrnetze empfindlich stören, sollte man der restlosen Enteisenung und Entmanganung mehr Aufmerksamkeit schenken, zumal die Mittel dafür bereits vorhanden sind. Auch hier sollte man ebenso wenig wie bei der Enthärtung ungewöhnlich harter Wässer die weitergehende Reinigung dem einzelnen überlassen, wo doch bei zentraler Behandlung auch die Allgemeinheit Nutzen davon hätte.

Die Beschaffung von geeignetem Nutzwasser ist oft eine Lebensnotwendigkeit für zahlreiche Gewerbebetriebe. Es gibt Werke, die den täglichen Wasserverbrauch einer Millionenstadt aufweisen und dabei höhere Anforderungen an Reinheit und chemische Eigenschaften stellen müssen als etwa eine Großstadt an ihr Trink- und Brauchwasser. Die Beschaffung derartig großer Wassermengen allein aus dem Untergrund ist meist wirtschaftlich unmöglich und oft noch wegen der Störung des Grundwasserspiegels und Absenkung des Grundwasserstandes und z. B. Beeinträchtigung der landwirtschaftlichen Nutzung unzulässig, so daß, wenn irgend möglich, auf den Wasservorrat unserer Flußläufe und Seen zurückgegriffen wird.

Bei industriellen Neuanlagen bedingt die Anhäufung von Menschen auf einem örtlich eng begrenzten Raum zunächst eine gewisse Verschmutzung der Vorfluter, die später durch die Schaffung von Kläranlagen geringer, unter Umständen aber noch größer werden kann. Die Industrien werden aber gezwungen, entweder kostspielige Anlagen zur Aufbereitung des Oberflächenwassers zu schaffen oder in besser gelegene Gebiete abzuwandern, wo sich das Spiel von neuem wiederholen kann.

Besser ist es aber, wenn man das Übel an der Wurzel packt und durch planmäßige Bewirtschaftung die Vorfluter in qualitativer und quantitativer Hinsicht vor übermäßiger Belastung und Ausnutzung schützt. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer zweckentsprechenden **Abwasserbeseitigung**, die heute nach Möglichkeit nur in produktivem Sinne durch Verrieseln, Verregnung und durch

Fischteichanlagen erfolgen sollte, wodurch einerseits der Landwirtschaft das Wasser als wichtigster Wachstumsfaktor wieder zugeführt werden kann; ein vermehrter Ertrag kommt dann der Volksernährung zugute. Ferner wird unmittelbar wertvolle Fischnahrung geschaffen und mittelbar der Fischbestand unserer Gewässer erhalten. Die Aufgabe der Wasserchemie (gemeinsam mit der Abwasser-technik) ist es daher, die für jeden Fall zweckmäßigsten Maßnahmen zur Abwasserbeseitigung, zur Abwasserverwertung und zur Reinhaltung der Vorfluter zu ergreifen. Es wird notwendig sein, auch hier neue Wege zu gehen, denn auf den bisherigen kann nur eine technische Verbesserung, nicht aber eine grundsätzliche Änderung erzielt werden.

Einen Hinweis auf die Möglichkeit einer neuen Abwasserreinigung liefert die **chemische Abwasserklärung**. Es genügt heute nicht mehr, lediglich die den Vorfluter schädigenden Stoffe auszufällen, abzuscheiden oder unwirksam zu machen, sondern sie müssen dem eigenen Betriebe oder der Wirtschaft überhaupt als solcher erhalten bleiben und ihr wieder nutzbringend zugeführt werden, wie es z. B. bei der Rückgewinnung von Schwefelsäure und Eisensulfat u. a. der Fall ist. Es muß geprüft werden, inwieweit eine elektrische Behandlung des Abwassers besonders zur Abscheidung der kolloidal (hoch-dispers) verteilten Abfallstoffe geeignet ist, oder ob durch eine wohlwogene und planmäßig durchgeföhrte chemische Behandlung die im Abwasser enthaltenen wertvollen und für die Vorfluter schädlichen Stoffe in wirtschaftlicher Weise abgeschieden werden können.

Sehr wichtig und bereits mitunter — etwa bei Wassermangel oder Fehlen jeder brauchbaren Möglichkeit der Abwasserbeseitigung — angewandt ist das Verfahren der **Rücknahme von Abwasser** in die das Abwasser erzeugenden Betriebe nach vorheriger Aufbereitung. Es wird dadurch nicht nur die Belastung der Vorfluter erheblich vermindert und oft an Wärme gespart, sondern es können auch nutzbare Stoffe allmählich so angereichert werden, daß ihre unmittelbare Verwendung oder mittelbare Verwertung möglich wird. Die Reinigung derartiger, für die Rücknahme in den Betrieb geeigneter Abwässer etwa nach Art des Belebtschlammverfahrens dürfte einen durchaus gangbaren Weg bedeuten. Die Bearbeitung von Fragen in der Zuckerindustrie, der Papier- und insbseondere der Zellstoffindustrie sowie im Gärungsgewerbe und sonstigen Betrieben ist eine dankbare Aufgabe für den Abwasser- und Betriebswasserchemiker.

Wird einerseits durch Hydrierung der Nutzwert einer Kohle größer, so sucht man bei der direkten Verbrennung durch möglichst restlose Übertragung der in der Kohle gespeicherten Wärmemenge auf Wasser und Wasserdampf eine noch größere Nutzung zu erreichen. Die auf dem Gebiete der **Kesselwasserreinigung** und der **Speisewasseraufbereitung** erzielten großen Fortschritte scheinen mit der Entwicklung der Technik und dem Bestreben nach höherer Nutzung nicht Schritt zu halten.

Es wird gelingen, den Druck und die Temperatur noch weiter zu steigern, so daß eine vollständige Spaltung des Wasserdampfes in Wasserstoff und Sauerstoff stattfindet. Aus der Wiedervereinigung dieser beiden Gase, des sog. Knallgases, können Energiemengen gewonnen werden, die erheblich größer sind als diejenigen, die bei der Verbrennung von flüssigem Brennstoff entstehen. Erste Voraussetzung für die Weiterarbeit in dieser Richtung ist die immer weitergehende Reinigung des Kesselwassers und die Abscheidung aller störenden Stoffe, sowie die Herstellung mechanisch und chemisch widerstandsfähiger Werkstoffe für den Kesselbau.

Was die Wasserseite angeht, so hat man bereits erkannt, daß die Reinheit allein keine Gewähr für seine

Brauchbarkeit bei sehr hohen Drucken darstellt, vielmehr sind Zusätze erforderlich, deren Menge und Art zunächst noch so gut wie unbekannt ist. Es müssen Stoffe entfernt und dauernd ferngehalten werden, die man früher bei geringeren Drucken sogar für notwendig hielt. Hier sind Aufgaben zu lösen, mit denen man sich bisher noch kaum beschäftigt hat und auch noch nicht gut beschäftigen konnte, weil die apparativen Schwierigkeiten für die Durchführung derartiger Versuche nur in Einzelfällen beseitigt werden konnten. Es ist aber jetzt notwendig, diese Versuche auf eine breite Basis zu stellen; die Untersuchungen fallen zunächst mehr in das Arbeitsgebiet der physikalischen Chemie als in das der reinen Wasserchemie. Dennoch wird es notwendig sein, daß auf beiden Wissenschaftsbereichen

Theoretiker und Praktiker sich mit diesen Fragen befassen; es sind Untersuchungen anzustellen über die Einflüsse bestimmter Ionen und Molekülgruppen auf die Größe und die Geschwindigkeit der Dampferzeugung und weiter auf die Geschwindigkeit der Dampfspaltung bei sehr hohen Drucken; ferner sind Stoffe zu suchen, die eine einmal eingetretene Dampfspaltung (Dissoziation) zu stabilisieren vermögen.

Dieser kurze Aufriß möge genügen, um die Vielseitigkeit der Aufgaben, die auf den Gebieten des Wasserfachs der Lösung harren, aufzuzeigen. Wir wünschen es uns, daß die Notwendigkeit der Erforschung und Bearbeitung dieser Fragen von den maßgebenden Stellen anerkannt wird, und entsprechende Mittel zur Verwirklichung bereitgestellt werden.

[A. 148.]

Gesetzmäßigkeiten in der Verteilung von Arzneimitteln und anderen Stoffen im Organismus.

Von Dr. G. HECHT, Wuppertal.

Vorgetragen auf der Naturforscher-Tagung in Hannover am 18. September 1934.

(Eingeg. 11. Dezember 1934)

Wenn sich herausgestellt hat, daß ein Mittel, das man auf irgendeinem Wege in den Körper gebracht hat, in einem bestimmten Organ zur Wirkung gelangt, so muß die Frage gestellt werden: Wie gelangt das Gift gerade in dieses Organ, warum nicht in irgendein anderes; oder gelangt es auch in andere Organe, ohne dort sichtbare Wirkungen zu entfalten? Nach welchen Regeln verteilt sich das Gift über die einzelnen Organe des Körpers? Weiter sind in das Verteilungsproblem die wichtigen Fragen eingeschlossen, wohin gelangt das Gift, nachdem seine Wirkung abgeklungen ist, wo wird es abgelagert oder zerstört, auf welchen Wegen wieder aus dem Körper ausgeschieden, und wie rasch gehen die Verteilungsprozesse vor sich?

Alle diese Dinge gehören ebensogut zu den Grundlagen der therapeutischen Arzneimittelanwendung wie die Kenntnis von Wirkungsort und Wirkungsart. Die moderne Medizin verwendet außerdem zu diagnostischen Zwecken Stoffe, die gar keine Wirkung entfalten sollen, sondern bei denen die Besonderheiten ihrer Verteilung und Ausscheidung ausschließlich die Brauchbarkeit begründen. So z. B. die zur Nierenfunktionsprüfung benutzten Farbstoffe oder diejenigen Röntgenkontrastmittel, die nach Einverleibung in das Blut entweder durch Ausscheidung in die Harnwege oder in die Gallenwege gelangen oder in bestimmten Zellsystemen von Leber und Milz aufgestapelt werden und dadurch eine Röntgenaufnahme dieser verschiedenen Organe möglich machen.

Anlässlich des Studiums aller dieser Mittel ist eine Unmenge Kleinarbeit über Verteilungsfragen geleistet worden, so daß sich heute bereits ein großes experimentelles Material dieses Zweiges der Pharmakologie übersehen läßt. Daneben haben auch die Physiologie und die Vitalfärbung wertvollste Beiträge zu unserer Fragestellung geliefert. Im folgenden seien aber keine Einzelergebnisse aufgezählt, sondern wir versuchen, diese Ergebnisse bereits heute unter allgemeinen Gesichtspunkten zusammenzufassen und aus ihnen allgemeine Gesetzmäßigkeiten der Verteilungsvorgänge abzuleiten.

Es ist dazu notwendig, sich die Wege, die die einverleibten Medikamente im Körper zu beschreiten haben, kurz anatomisch zu vergegenwärtigen. Hier haben wir vier wesentlich verschiedene Abschnitte vor uns.

1. Der erste ist der Weg vom Orte der Einverleibung bis zum Eindringen in das kreisende Blut. Ein per os genommenes Medikament kann schon im Magen oder aber im Darm aufgenommen werden. Es kann entweder jenem Zweig der Blutzirkulation zugeleitet werden,

der zunächst ausschließlich zur Leber führt. Es kann aber auch von der Darmwand direkt in die Lymphe hineingelangen und so mit dieser in die allgemeine Blutzirkulation gebracht werden. Bei Einspritzung ins Gewebe kann der Weg wieder entweder direkt in die am Orte der Injektion vorhandenen Blutcapillaren führen oder mit der Gewebleymphe auf dem Umwege über die großen Lymphkanäle in die allgemeine Blutzirkulation. Wir wollen eine weitere Analyse dieses ersten Abschnittes hier nicht vornehmen, sondern die nun folgenden Abschnitte in den Vordergrund stellen. In allen den Fällen, wo ein Medikament direkt in die Blutbahn gespritzt wird, fällt dieser erste Abschnitt ohnehin ganz weg.

2. Nach dem Passieren des ersten Abschnittes, das man schlechtweg als Resorption bezeichnet, gelangen die Stoffe in den venösen Teil des Blutweges und werden jetzt von dessen rascher Zirkulation erfaßt, kommen in den rechten Herzabschnitt, passieren die Lunge und werden nun vom linken Herzabschnitt in den alle Körperorgane erreichenden arteriellen Blutstrom gepumpt. Hier besteht nun die erste Möglichkeit, die zu einer verschiedenartigen Verteilung des Giftes über die verschiedenen Organe führen kann, nämlich in der verschiedenen Größe der Blutversorgung der einzelnen Organe. Denn die Wahrscheinlichkeit, daß ein Organ unter sonst gleichen Umständen eine bestimmte Stoffmenge aus dem Blut aufnimmt, ist proportional der in der Zeiteinheit durch das Organ strömenden Blutmenge.

Wir sehen daraus, daß die großen, lebenswichtigen Organe Herz, Leber, Niere, Gehirn, deren Blutdurchfluß größer ist als der aller übrigen zusammen, die größte Möglichkeit haben, im Blut kreisende Gifte in sich aufzunehmen, und daß so schwach durchblutete Organe wie Fettgewebe, Haut und Muskulatur demgegenüber weit zurückstehen. Aber die Durchblutung der Organe ist keine feststehende Größe, sondern schwankt je nach den Anforderungen an ihre Leistung und besonders auch unter krankhaften Bedingungen, so ist z. B. die Durchblutung eines entzündlich erkrankten Organes meist stark vergrößert.

Abgesehen von der durch die Blutströmung verursachten Verteilung der Stoffe über den Organismus hingreift das Blut noch in einer besonderen Weise in die Verteilungsprozesse ein. Das Blut ist nämlich nicht ein Lösungsmittel, in dem die Stoffe in der Weise wie in Wasser frei gelöst vorhanden sind, sondern die Eiweißkörper haben, wie besonders *Bennhold* gezeigt hat, die Fähigkeit, viele Arzneistoffe an sich zu binden. Diese Arzneistoffe werden