

Blut, sie sind fast ganz genau neutral, und es besteht daher dauernd ein Säuregefälle von den Geweben, in denen die Säuren stets von neuem entstehen, und dem Blut, welches als ein Windkessel für die Säuren funktioniert, bevor es dieselben durch die Lungen und Nieren wieder abgibt.

Dies sind in groben Zügen die Methoden, mit denen der Organismus seine H-Ionenkonzentration in der Weise reguliert, wie sie für ihn funktionell am günstigsten ist.

Die Adsorptionstherapie.

Von Prof. L. Lichtwitz, Göttingen.

In den letzten Jahren ist eine Therapie wieder zu Anerkennung gekommen, die auf ein wirklich ehrwürdiges Alter zurückblickt. Es ist der Gebrauch der Mittel mit großer Oberfläche. Bereits im klassischen Altertum spielte die Terra sigillata von Lemnos, die in Form kleiner, mit einem Siegel versehener Kuchen, offenbar Vorläufern unserer mit einer Firma gezeichneten Tabletten, in den Handel kam, eine wichtige therapeutische Rolle. Die Terra sigillata ist ein Ton (Bolus, Aluminiumsilikat), der in anderer Form auch im Mittelalter bis in das vorige Jahrhundert in Gebrauch blieb. Im vorigen Jahrhundert trat an seine Seite die Carbo vegetabilis und animalis, eine fein verteilte Kohle. Diese Mittel wurden sowohl in der äußeren Therapie zur Behandlung nässender und jauchender Wunden als auch bei der Behandlung innerer Krankheiten, insbesondere bei infektiösen Prozessen im Magen-Darmkanal (Diarrhoe, Cholera, Typhus, Ruhr), bei Erkrankungen des Magens (Sodbrennen) und bei Vergiftungen mit Erfolg angewandt. Die Heilwirkung der Mittel mit großer Oberfläche bei diesen krankhaften Zuständen führte dazu, die Anwendung dieser Stoffe auf Krankheiten auszudehnen, bei denen ein Erfolg nicht erwartet werden konnte, so auf die Lungenschwindsucht, Drüsengeschwülste, Krebs. Durch diese Verallgemeinerung wahrscheinlich hat der Kredit der Adsorptionstherapie so gelitten, daß sie, wenn nicht in Vergessenheit, so doch praktisch außer Gebrauch kam. Vielleicht war es auch jene Epoche der Heilkunde, in der die Diagnose alles, die Therapie wenig bedeutete, die es verschuldete, daß Erfahrungen und die Kenntnis von Experimenten verloren gingen, die wert sind, überliefert zu werden. So z. B. der heroische Selbstversuch des Apothekers *Thouéry* aus dem Jahre 1830, der 1 g Strychnin (das Zehnfache der mittleren letalen Dosis) zusammen mit 15 g Kohlepulver einnahm und völlig gesund blieb.

Obwohl namhafte Kliniker, *Penzoldt* und *von Strümpell*, die Anwendung der Kohle bei Vergiftungen in ihren Lehrbüchern erwähnen, so scheint doch in langen Jahren ein praktischer Heilversuch

nicht gemacht zu sein. In Wirklichkeit war die Adsorptionstherapie auf diesem wie auf anderen Gebieten vergessen. Und das ist um so merkwürdiger, als der Kulturmensch sich dauernd von der intensiven Wirkung der Mittel mit großer Oberfläche am eigenen Leibe überzeugt — beim Gebrauch des Zahnpulvers.

Nur ein spezieller Fall der Oberflächentherapie ist seit 80 Jahren in den Wissensschatz eines jeden Arztes übergegangen. Im Jahre 1834 hat *Bunsen* entdeckt, daß frischgefälltes Eisenhydroxyd arsenige Säure und Arsensäure ausfällt. *Bunsen* hat den Vorgang durch die Bildung eines unlöslichen basischen Ferriarsenits erklärt. *W. Biltz* hat nachgewiesen, daß es sich hier nicht um eine chemische Verbindung nach stöchiometrischen Verhältnissen handelt, sondern um eine Oberflächenreaktion zwischen zwei entgegengesetzt geladenen Kolloiden, daß das positiv geladene kolloidale Eisenoxyd die so leicht in Form eines Sols mit negativer Ladung auftretenden anorganischen Arsenverbindungen ausfällt.

Die alte vergessene Therapie ist zuerst von *I. Stumpf* wieder aufgenommen worden, der die Bolus alba zunächst als Verbandmittel bei übelriechenden und stark nässenden Wunden erfolgreich fand. Sodann ist *Stumpf* zur inneren Darreichung von Bolus bei Brechdurchfall von Kindern und bei Cholera asiatica übergegangen. Auch hier waren die Erfolge gute, und *Stumpf* hat neuerdings wieder aus einem bulgarischen Choleralazarett über hervorragende Wirkungen der Bolus berichtet. *Stumpf* hat auch 2 Versuche an Hund ausgeführt, die innerhalb von 11 Tagen 1,2 bzw. 3,5 g weißen pulverisierten Arsens (ein Vielfaches der tödlichen Dosis) zusammen mit 400 g Bolus erhielten und am Leben blieben. Die Vorstellungen von der Art der Wirkung der Bolus, die *Stumpf* äußert, sind allerdings nicht haltbar.

Die moderne Therapie steht auf naturwissenschaftlicher Basis. Wer bei alten erfahrenen Ärzten in die Schule gegangen ist, wird auch dem überlieferten, rein empirisch gewonnenen Wissen von der Heilung mit Achtung gegenüberstehen. Aber eine Aussicht auf allgemeine Anerkennung und auf Weitergabe im großen Maßstabe hat die schlichte Erfahrung nicht.

Aus diesen Gründen, aus dem Drange nach Erkenntnis und zur Erweiterung, Vertiefung und Abgrenzung brauchen wir eine Theorie der Kohle- und Boluswirkung, und diese ergibt sich leicht aus der physikalischen Chemie.

W. Ostwald hat zuerst gezeigt, daß beim Digieren von Knochenkohle mit verdünnter Salzsäure eine Adsorption erfolgt, die zu einem Gleichgewicht führt. *H. Freundlich* hat die auch für unsere Betrachtung bedeutsame Tatsache ermittelt, daß die Geschwindigkeit dieser Gleichgewichtseinstellung eine außerordentlich große ist. Nach *Freundlich* sind die Adsorptionsgleichgewichte dadurch gekennzeichnet, daß von gleichen

Mengen adsorbierender Substanz relativ um so mehr gebunden wird, je verdünnter die Lösung des aufzunehmenden Materials ist.

Aus der Kenntnis der Menge des Adsorbens, der Anfangskonzentration und der Endkonzentration der Lösung ist eine Adsorptionskurve zu ziehen, deren Lage beim Vergleich verschiedener Mittel mit großer Oberfläche eine Beurteilung der Wirkung dieser Mittel gestattet.

Als Gebiete der internen Adsorptionstherapie kommen in Betracht: 1. Erkrankungen des Magens, die Hyperchlorhydrie und ihre Folgen (insbesondere das *Ulcus pepticum*), Gärungsprozesse; 2. bakterielle Erkrankungen des Darmes, bei denen eine Wirkung der Bakterientoxine auf den ganzen Organismus Gefahren bringt; 3. die gastrointestinale Autointoxikation; 4. Vergiftungen. Es war also zu untersuchen die Adsorption von Salzsäure und Milchsäure, die Adsorption von Fermenten (Pepsin, Trypsin) und die Adsorption von Toxinen.

Solche Untersuchungen haben wir, zum Teil nach der von *Freundlich* gebrauchten Methode, ausgeführt und gefunden, daß Salzsäure sowohl im Reagenzglas als auch im Magen selbst von Blutkohle, Kaolin, Magistherium Bismuthi und von Neutralon so weit adsorbiert wird, daß eine Hyperchlorhydrie auf normale Werte zurückgeführt wird. Auch das Pepsin wird von allen diesen Mitteln im Reagenzglas und auch im Magen aufgenommen. Interessant ist besonders, daß das in der Therapie der Supersekretion und der Magengeschwüre viel gebrauchte Wismut ein Adsorbens ist.

Die Adsorption der Fermente ist, wie bekannt und wie wir auch selbst feststellten, eine irreversible. Das am stärksten adsorbierende Mittel ist die Blutkohle (Merck).

Von tierischen Giften haben wir 2 quantitativ leicht meßbare blutlösende Toxine, Arachnolysin (Kreuzspinnengift) und Cobragift, untersucht, die beide stark oberflächenaktiv sind und irreversibel, wieder am meisten von Merckscher Blutkohle, adsorbiert werden.

Die Anwendung von Blutkohle und Bolus (Kaolin) bei Kranken ist ohne alle Bedenken, da schädliche Wirkungen auch bei großen Dosen nicht eintreten. Wir haben sehr viele Magenranke mit diesen Mitteln behandelt und gute Erfolge erzielt. Wichtig ist, daß solche Mittel, vor der Mahlzeit genommen, den Appetit stark beeinträchtigen. Während wir bei Magenkranken zur Bekämpfung der Supersekretion die Kohle oder die Bolus nach dem Essen verabreichen, kann man bei Vielessern in Verbindung mit einer Entfettungskur oder bei lästigem Heißhunger durch Gabe in den leeren Magen helfen. Sicherlich beruht auch diese Wirkung der Mittel mit großer Oberfläche auf einer Adsorption der wichtigen Bestandteile des Magensafts (Appetitsafts).

Die im Darm gebildeten Gifte bakterieller oder unbekannter Herkunft sind einer quantita-

tiven Messung nicht zugänglich. Für die Wirksamkeit der Mittel mit großer Oberfläche sprechen aber deutlich die Beobachtungen von *Stumpf*, die wohl nur durch eine Adsorption von Toxinen oder Bakterien erklärt werden können.

Die Beurteilung der Wirkung dieser Mittel gegen die gastro-intestinale Autointoxikation ist sehr schwer, wenn es sich nicht um Fälle handelt, die mit meßbaren somatischen Veränderungen einhergehen, wie bei der enterogenen schweren Anämie. Unsere Erwartung, daß man hier durch adsorbierende Stoffe Heilungen erzielen kann, hat sich in einem Falle — nur einer ist bisher so behandelt worden — voll erfüllt. Es handelte sich um eine schwerste Anämie, die deutliche Magendarmerscheinungen (Obstipation, hochgradigen Meteorismus) hatte, therapeutisch gar nicht zu beeinflussen war, und die bei einem ganz schlechten Blutbild, schweren Zahnfleischblutungen und vorgeschrittenen Degenerationen der Netzhaut verloren schien. Dieser Patient ist bei der Behandlung mit Magendarmspülungen nach *Grawitz* und bei Darreichung großer Mengen Bolus genesen und bis heute, nach 6 Jahren, gesund geblieben.

Die Adsorption von Gasen durch Kohle hat schon früher zu Versuchen geführt, die Flatulenz günstig zu beeinflussen. Wenn hierbei Erfolge zu erzielen sind, so handelt es sich wohl nicht um eine Aufnahme der Gase, da nur die trockene Kohle Gas adsorbiert, sondern um eine Adsorption des fäulnisfähigen Materials oder von Bakterien, die die Gasentwicklung verursachen.

Den 4. Punkt der Adsorptionstheorie, die Behandlung von Vergiftungen, hat *W. Wiechowski* in großen Versuchsreihen analysiert. Er hat bei Hunden durch Blutkohle die Giftwirkung von Phenol, Strychnin, Morphin, Phosphor und Diphtherietoxin völlig aufgehoben. Auf seine Veranlassung hat *Adler* beim Menschen eine große Zahl von Vergiftungen mit Blutkohle behandelt. Die Erfolge von *Wiechowski* und *Adler* am kranken Menschen sind selbst für den, der die Geschichte dieser Therapie kennt, erstaunliche. Und so ist zu hoffen, daß in unserer Zeit der Chemo-, Immuno- und Strahlentherapie diese alte, biedere und harmlose Heilmethode, die man am besten als Adsorptionstherapie bezeichnet, nunmehr in allgemeinen Gebrauch und nicht mehr in Vergessenheit gerät.

Literaturverzeichnis.

1. *Penzoldt*, Arzneibehandlung.
2. *v. Strümpell*, Lehrbuch der spez. Pathol. u. Therapie.
3. *W. Biltz*, Ber. d. D. chem. Ges. 37, 3138, 1904.
4. *J. Stumpf*, Münch. med. W. 1898.
5. *J. Stumpf*, Über ein zuverlässiges Heilverfahren bei der Cholera asiatica usw. Würzburg 1906.
6. *W. Ostwald*, Lehrb. d. allgem. Chemie. 2. Aufl. 1880.
7. *H. Freundlich*, Über die Adsorption in Lösungen. Leipzig 1906.
8. *L. Lichtwitz*, Therapie der Gegenwart. 1908.

9. L. Lichtwitz und F. W. Greef, Therapeut. Monatshefte 1911.
 10. W. Wiechowski, Fortschritte der Medizin 1909. Kongr. f. inn. Med. 1914.
 11. Adler, Kongr. f. inn. Med. 1914.

Neue Untersuchungen über die Sehqualitäten der Bienen¹⁾.

Von Geh. Hofrat Prof. Dr. C. v. Heß, München.

Bis vor zwei Jahren galt es als feststehend, daß die Bienen einen dem unsrigen vergleichbaren Farbensinn hätten und man begnügte sich damit, die Frage nach der Lubbock-Forelschen „Dressurmethode“ (s. u.) zu untersuchen. Nachdem ich zu der Überzeugung gekommen war, daß auf diesem Wege die einschlägigen physiologischen Fragen nicht zu lösen sind, entwickelte ich eine Reihe neuer Methoden, die es möglich machen, den Lichtsinn der Bienen aus wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu untersuchen.

Ich ging zunächst davon aus, daß Bienen im allgemeinen die Neigung zeigen, zum Hellen zu fliegen und fand bald, daß sie auf genügend kleine Lichtstärkenunterschiede reagieren, um genauere Messungen möglich zu machen. Setzt man die Bienen in einem Glasbehälter von zwei Seiten zwei gleich gefärbten aber verschiedenen starken Lichtquellen aus, so genügt zu einer Ansammlung, wie sie z. B. Fig. 1 zeigt, daß die rechte Licht-

Fig. 1.

quelle etwas lichtstärker ist als die linke; wird nun letztere rasch, z. B. durch Annähern, etwas lichtstärker gemacht als erstere, so sieht man in den nächsten Sekunden sofort die Bienen lebhaft nach links laufen. Ein solcher Augenblick ist in Fig. 2 festgehalten. Derartige Aufnahmen in einem bestimmten Momente geben nur eine schwache Vorstellung von der Eindringlichkeit der von mir auch kinematographisch festgehaltenen Vorgänge.

Zur Untersuchung eines etwaigen Farbensinnes der Bienen benutzte ich je nach der eben vorliegenden Aufgabe bald spektrale Lichter, bald farbige Glaslichter, bald bunte Papiere. Am Spektrum eilen

¹⁾ Einer freundlichen Aufforderung der Schriftleitung folgend, berichte ich nachstehend in Kürze über Einzelnes aus demnächst zu veröffentlichenden neuen Untersuchungen, soweit dies erforderlich erscheint, um meine Stellung zu den von Pütter und von Doflein besprochenen Fragen zu bezeichnen.

die Bienen nicht nach der für den normalen Menschen, sondern nach der für den total Farbenblinden hellsten Stelle, der Gegend des Gelbgrün bis Grün. Bringt man sie so, wie Schema Fig. 3 zeigt, in einem kubischen Glaskasten zwischen 2 große farbige Papierflächen *S* und *W*, die unter einem Winkel von 45° zum Fenster *F* stehen, so sammeln die Bienen sich bald auf jener Seite ihres Behälters, wo es für den total farbenblinden Menschen am hellsten ist, einerlei, wie die betreffenden farbigen Flächen dem farben-tüchtigen Auge erscheinen mögen. Lange Zeit

Fig. 2.

auf eine bestimmte Farbe „dressierte“ Bienen verhalten sich ebenso wie nicht dressierte. Überraschend genaue messende Untersuchungen konnte ich kürzlich mit einer neuen Methode anstellen, bei der ich die Größe der motorischen Reizwerte farbiger Glaslichter für die Bienen mit Hilfe eines kontinuierlich und meßbar variablen Vergleichslichtes bestimmte. Mit dem nämlichen Apparate ermittelte ich die pupillomotorischen Reizwerte der gleichen farbigen Lichter für die Menschenpupille bei normalem Farbensinn und bei den verschiedenen Formen der Farbenblindheit. Das Verfahren gestattet zum ersten Male, die objektiven Lichtreaktionen bei Tieren in ihrer Abhängigkeit von der Farbe des

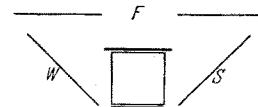


Fig. 3.

Reizlichtes nicht nur mit unseren subjektiven Helligkeitsempfindungen zu vergleichen, sondern wieder mit objektiven Lichtreaktionen bei verschiedenen Menschaugen. Nachdem ich die für verschiedene Formen der Farbensinnstörungen des Menschen charakteristischen Reizwerte meiner farbigen Glaslichter kennen gelernt hatte, stellte ich in umfassenden Messungsreihen an vielen Tierarten fest, daß die motorischen Reizwerte für alle bisher von mir untersuchten Wirbellosen, insbesondere auch für die Bienen, in ganz charakteristischer Weise von jenen für die Pupille des normalen und partiell farbenblinden Menschen verschieden sind, dagegen eine fast überraschende Übereinstimmung mit jenen für die Pupille des total farbenblinden Menschen zeigen. (Siehe Tabelle.)