Heinrich Rheinboldt:

Bestandteile und Funktion der Galle[1]).

Die von der Leber sezernierte Galle gehört zu den Verdauungssäften; sie unterscheidet sich jedoch von den anderen Verdauungssäften des tierischen Körpers sehr wesentlich dadurch, daß sie keine Enzyme enthält. Dafür finden sich in der Galle in ansehnlicher Menge wohlcharakterisierte organische Verbindungen, welche ihr die Eigenschaft eines Verdauungssaftes verleihen.

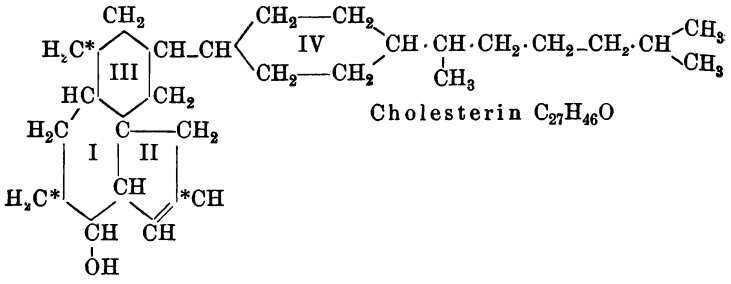
Betrachten wir die Gallenflüssigkeit etwas näher, so fällt zunächst ihre ausgesprochene Färbung auf, welche durch die Gallenfarbstoffe Bilirubin $C_{33}H_{36}N_4O_6$ und Biliverdin $C_{33}H_{36}N_4O_8$ verursacht wird. Die Farbe der Galle ist je nach der Tierart, der sie entstammt, verschieden und schwankt zwischen goldgelb und blaugrün, je nachdem das gelbrote Bilirubin oder das grüne Biliverdin überwiegt. Biliverdin ist ein Oxydationsprodukt des Bilirubins; darum wird auch die frische gelbe Galle beim Stehen an der Luft grünlich. Auf der Grünfärbung durch Sauerstoff abgebende Mittel beruhen auch die wichtigsten Methoden zum Nachweis der Gallenfarbstoffe. Sowohl physiologische Versuche wie neuerdings chemische Abbaustudien sprechen dafür, daß die Gallenfarbstoffe mit dem Blutfarbstoff verwandt sind. Die Gallenfarbstoffe werden in der Leber durch Abbau des Hämoglobins gebildet, sodaß man sie als Abfallstoffe bezeichnen kann. Für den Verdauungsprozeß sind die Gallenfarbstoffe ohne jede Bedeutung; sie werden im Darminhalt durch bakterielle Reduktion weiter verändert und verursachen die Färbung von Harn und Faeces.

Ebenfalls keine Verdauungsfunktion besitzt das Cholesterin $C_{27}H_{46}O$, das seinen Namen von dem Vorkommen in der Galle erhielt, obwohl es ein regelmäßiger Bestandteil sämtlicher lebender Zellen ist und andernorts zudem viel reichlicher auftritt als in der Galle. Seine Anwesenheit in der Galle verdankt das Cholesterin dem Abbau der roten Blutkörperchen, welche etwa 0,02—0,1% Cholesterin enthalten, in der Leber. Wir können es also als Schlacke der Blutkörperchen bezeichnen, die mit dem Gallensekret aus dem Organismus entfernt werden soll. In pathologischen Fällen wird das Cholesterin allerdings in der Gallenblase in großer Menge angereichert in Form der Gallensteine, die bis zu 98% aus reinem Cholesterin bestehen können. Cholesterinsteine, die zudem die häufigste Form der menschlichen Gallensteine darstellen, sind auch das Ausgangsmaterial für die Gewinnung des Cholesterins. In chemischer Hinsicht können wir das Cholesterin charakterisieren als einen einfach ungesättigten einwertigen Alkohol der Terpenreihe; die vordem angegebene Bruttoformel ist also aufzulösen in $C_{27}H_{45}.OH$. Mit der Aufklärung der Konstitution des Cholesterins haben sich seit etwa 65 Jahren zahlreiche Forscher be-

---

1) Vorgetragen am 21. Juli 1924; vergl. Zeitschrift f. angewandte Chemie 37, 834 (1924).

schäftigt, ohne daß die Aufgabe bis zum heutigen Tage restlos gelöst werden konnte. Ein Formelbild, das dem heutigen Stand der Erkenntnis entspricht, ist nachstehend wiedergegeben.



Cholesterin $C_{27}H_{46}O$

In den Gallensäuren steht im Ring I anstelle der Gruppe $\cdot CH_OH$ eine Methylengruppe $\cdot CH_2$; anstelle von $_CH_2 \cdot CH(CH_3)_2$ eine Carboxylgruppe $\cdot COOH$. Außerdem ist die Aethylenlücke $_CH{=}CH_$ im Ring II aufgehoben: $_CH_2_CH_2_$.

Dafür besitzt die Cholsäure an den mit * versehenen Stellen 3 sekundäre alkoholische Hydroxylgruppen $_C\begin{smallmatrix}H\\OH\end{smallmatrix}$. In der Desoxycholsäure fehlt die Hydroxylgruppe im Ring III, bei der Lithocholsäure auch die des Rings II.

Als wichtigstes Ergebnis der neueren Untersuchungen von Windaus ergibt sich jedoch, daß das Cholesterin sehr nah verwandt ist mit den Gallensäuren. Da auch dem wirksamen Prinzip des Krötengifts, dem Bufotalin, eine ähnliche Konstitution zuzuschreiben ist, so ergibt sich die wichtige Tatsache, daß Verbindungen der Terpene, die zuvor nur aus dem Pflanzenreich bekannt waren, auch im tierischen Organismus eine bedeutende Rolle spielen. Im Darminhalt wird das Cholesterin reduziert zu Koprosterin $C_{27}H_{47}.OH$, als welches es die Faecespartikelchen verklebt. Wegen seiner verwandschaftlichen Beziehungen zu den Gallensäuren ist jedoch die Vermutung naheliegend, daß ein Teil des Cholesterins in der Leber in Gallensäuren umgewandelt wird.

Die Gallensäuren finden sich nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse in der Galle nicht in freiem Zustand, sondern in Form ihrer Natriumsalze. Durch Einwirkung hydrolysierender Agentien werden die Gallensäuren gespalten in eine Stickstoff-haltige Komponente und eine Stickstoffreie Komponente, deren wichtigste die Cholsäure $C_{24}H_{40}O_5$ ist. Nach der Natur der Stickstoff-haltigen Komponente teilt man die „gepaarten Gallensäuren" ein in zwei Klassen: 1. Glykocholsäuren und 2. Taurocholsäuren, je nachdem ob bei der Spaltung Glykokoll oder Taurin erhalten wird:

$$1.\ \underset{\text{Glykocholsäure}}{C_{23}H_{39}O_3 \cdot CO\text{-}NH \cdot CH_2 \cdot COOH} \xrightarrow{+HOH} \underset{\text{Cholsäure}}{C_{23}H_{39}O_3 \cdot COOH} + \underset{\text{Glykokoll}}{H_2N \cdot CH_2 \cdot COOH}$$

$$2.\ \underset{\text{Taurocholsäure}}{C_{23}H_{39}O_3 \cdot CO\text{-}NH \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot SO_3H} \xrightarrow{+HOH} \underset{\text{Cholsäure}}{C_{23}H_{29}O_3 \cdot COOH} + \underset{\text{Taurin}}{H_2N \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot SO_3H}.$$

Die Stickstoff-haltigen Bausteine der gepaarten Gallensäuren stehen in naher Beziehung zu den Eiweißstoffen, und es war möglich, die gepaarten Gallensäuren aus den Spaltstücken zu synthetisieren, sodaß deren säureamidartige Verknüpfung als erwiesen anzusehen ist. Das Verhältnis von Glyko- zu Taurocholsäure ist wechselnd je nach der Tierart, der die Galle entstammt. Menschengalle enthält vorwiegend Glyko- und weniger Taurocholsäure; Hundegalle dagegen ausschließlich Taurocholsäure

Die Gallensäure-Komponente enthält ein ähnliches Grundsystem wie das Cholesterin. Die Cholsäure im speziellen besitzt anstatt der langen Seitenkette des Cholesterins eine Carboxylgruppe —COOH; das Ringsystem ist jedoch vollkommen gesättigt und trägt außerdem drei sekundäre alkoholische Hydroxylgruppen. Die Konstitutionsaufklärung der Gallensäuren wurde durch die Arbeiten von H. Wieland wesentlich gefördert, ist aber ebenso wie die des Cholesterins noch nicht abgeschlossen. Wenn man sich aus der Cholsäure die drei alkoholischen Hydroxyl-Gruppen entfernt denkt, so kommt man zu der Stammsäure der Gallensäuren, der Cholansäure $C_{24}H_{40}O_2$. Cholsäure ist demnach Trioxycholansäure. Mit Hilfe dieser Vorkenntnisse ist es uns nun möglich, die nahe Verwandtschaft der Cholsäure mit dem Cholesterin kennen zu lernen. Wenn wir in dem

Cholansäure	$C_{24}H_{40}O_2$	$C_{23}H_{39} \cdot COOH$	Cholansäure
Lithocholsäure	$C_{24}H_{40}O_3$	$C_{23}H_{38}(OH) \cdot COOH$	Monooxy-Cholansäure
Desoxycholsäure	$C_{24}H_{40}O_4$	$C_{23}H_{37}(OH)_2 \cdot COOH$	Dioxy-Cholansäure
Cholsäure	$C_{24}H_{40}O_5$	$C_{23}H_{36}(OH)_3 \cdot COOH$	Trioxy-Cholansäure

Cholesterin $C_{27}H_{45}.OH$ zunächst die Aethylenlücke durch Wasserstoff ausfüllen und in diesem Reduktionsprodukt $C_{27}H_{47}.OH$ die Hydroxylgruppe durch Wasserstoff ersetzen, so gelangen wir zu dem gesättigten Kohlenwasserstoff Cholestan $C_{27}H_{48}$. Wenn wir dessen Formel passend schreiben, so erkennen wir, wie daraus durch Oxydation mit Chromsäure eine Säure $C_{23}H_{39}.COOH$ erhalten werden kann:

$$\underset{\text{Cholestan}}{C_{23}H_{39}-CH_2 \cdot CH\begin{matrix}\diagup CH_3\\ \diagdown CH_3\end{matrix}} \xrightarrow{+4O} \underset{\text{Cholansäure}}{C_{23}H_{39} \cdot COOH} + \underset{\text{Aceton}}{CO\begin{matrix}\diagup CH_3\\ \diagdown CH_3\end{matrix}} + H_2O.$$

Die erhaltene Säure ist dieselbe wie die, welche durch Entfernung aller Hydroxylgruppen aus der Cholsäure gewonnen werden kann, und die

wir als Stammsäure der Gallensäuren unter dem Namen Cholansäure bereits kennen gelernt haben. Das oben angeführte Schema ist dasjenige, welches der bedeutsamen Arbeit von Windaus[1]) über die „Umwandlung des Cholesterins in Cholansäure" zugrunde liegt; allerdings komplizierte sich die Untersuchung dadurch, daß man, um ein in allen Eigenschaften mit der aus Cholsäure gewonnenen Cholansäure identisches Abbauprodukt $C_{23}H_{39}$. COOH zu erhalten, in eine stereoisomere Reihe übergehen mußte.

Neben der Cholsäure finden sich in der Galle[2]) noch einige andere sauerstoffärmere spezifische Gallensäuren: die Desoxycholsäure $C_{24}H_{40}O_4$, welche als Dioxycholansäure, und die Lithocholsäure $C_{24}H_{40}O_3$, die als Monooxycholansäure zu bezeichnen ist. Letztere kommt allerdings nur in sehr geringer Menge in der Galle vor; in 100 kg Rindergalle finden sich nur 2 g Lithocholsäure gegenüber 600—800 g Desoxycholsäure und 5—6 kg Chlorsäure; die genannten Säuren stehen also zu einander im Verhältnis von 1:350:3000. Als vierte spezifische Gallensäure fand man in der Rindergalle die Choleinsäure $C_{24}H_{40}O_4$, die als ein Isomeres der Desoxycholsäure angesehen wurde. Im Jahre 1916 machten jedoch Wieland und Sorge[3]) die beachtenswerte Mitteilung, daß die lange bekannte Choleinsäure gar keine einheitliche Gallensäure ist, sondern etwa 8% einer Fettsäure enthält. Beide Forscher konnten den Nachweis erbringen, daß die Choleinsäure nach dem konstanten Verhältnis von 1 Molekül Fettsäure (Palmitin-, Stearin-, Oelsäure) zu 8 Molekülen Desoxycholsäure aufgebaut ist, indem es ihnen gelang, die Säure synthetisch aus den Komponenten zu erhalten. Auch mit einer Reihe anderer Stoffe konnten ähnliche Kombinationen der Desoxycholsäure dargestellt werden; als gemeinsame Gruppenbezeichnung wurde ihnen der Name „Choleinsäuren" gegeben.

Wenn wir uns nun die Frage vorlegen, mit was für einer Art von Verbindung wir es bei den Choleinsäuren zu tun haben, so komme ich dazu, über meine eigenen Untersuchungen auf diesem Gebiete zu berichten. Um ihnen jedoch einen Einblick in die obwaltenden Verhältnisse geben zu können, muß ich Sie bitten, mit mir zunächst einen kleinen Umweg einzuschlagen!

Wenn wir unter geeigneten Bedingungen über metallisches Calcium Ammoniak leiten, so erhalten wir eine Verbindung, die sich aus einem Molekül Calcium und 6 Molekülen Ammoniak aufbaut. Wir nennen diese Verbindung eine „Koordinationsverbindung", die wir nach der Formel I schreiben, und stellen uns vor, daß die Ammoniakmoleküle räumlich sym-

$$Ca, 6NH_3 \qquad \text{I. } [\overset{6}{Ca}(NH_3)_6]$$

---

1) Windaus u. Neunkirchen, Ber. Deutsch. Chem. Ges. *52*, 1915 (1919).

2) Wir betrachten im Folgenden lediglich die Rindergalle, die am besten untersucht ist.

3) Zeitschr. f. physiolog. Chemie *97*, 1 (1916).

metrisch in den Ecken eines Oktaeders um das Calcium als Zentralatom gelagert sind. Die Zahl 6 der umgelagerten Ammoniakmoleküle bezeichnen wir als die „Koordinationszahl" des Calciums.

Behandeln wir nun Calciumchlorid mit Ammoniak, so resultiert eine Verbindung aus 1 Molekül Calciumchlorid und 8 Molekülen Ammoniak. In dieser Verbindung lagern sich allerdings die Ammoniakmoleküle nicht um das geschlossene Calciumchlorid-Molekül, sondern — das hängt mit dem Krystallaufbau ausgesprochener anorganischer Salze zusammen — es fungiert das Calcium-Atom als Zentralatom, um das die Ammoniakmoleküle räumlich symmetrisch in Würfelecken gelagert sind. Wir sprechen in dieser Verbindung dem Calcium die Koordinationszahl 8 zu, und formulieren die Verbindung gemäß Formel II

$$Ca\,Cl_2,\ 8\,NH_3 \qquad \text{II.}\ [\overset{8}{Ca}\,(NH_3)_8]\,Cl_2.$$

Aus Kupferchlorid und Ammoniak erhalten wir eine Verbindung mit 4 Molekülen Ammoniak, die wir nach III formulieren; wir nehmen an,

$$CuCl_2,\ 4\,NH_3 \qquad \text{III.}\ [\overset{4}{Cu}\,(NH_3)_4]\,Cl_2$$

dass in ihr die Ammoniakmoleküle in den Ecken eines Tetraeders räumlich symmetrisch um das Kupfer als Zentralatom gelagert sind. Das Kupfer besitzt in dieser Verbindung also die Koordinationszahl 4.

Silberchlorid liefert eine Verbindung mit 3 Molekülen Ammoniak, der wir die Konstitution IV zuschreiben. Das Silber besitzt die Koordinations-

$$AgCl,\ 3\,NH_3 \qquad \text{IV.}\ [\overset{3}{Ag}\,(NH_3)_3]\,Cl$$

zahl 3, und die Ammoniakmoleküle sind in der Ebene symmetrisch um das Silberatom gelagert.

Mit Silberacetat vereinigen sich 2 Moleküle Ammoniak; in dieser Ver-

$$Ag\cdot OOC\cdot CH_3,\ 2\,NH_3 \qquad \text{V.}\ [\overset{2}{Ag}\,(NH_3)_2]\,OOC\cdot CH_3$$

bindung besitzt das Silber nach Formel V die Koordinationszahl 2.

Es sind dies die Anschauungen, die von Alfred Werner über den Aufbau anorganischer Komplexverbindungen geäußert wurden. In neuerer Zeit gelang es, diese theoretischen Ansichten objektiv zu begründen, da man mit Hilfe des Lauediagramms nachweisen konnte, daß z. B. in der Verbindung $(PtCl_6)K_2$ die Chloratome in Oktaeder-Ecken räumlich symmetrisch um das Platin als Zentralatom (mit der Koordinationszahl 6) gelagert sind.

Halten wir also aus diesen Betrachtungen fest, daß wir für den Aufbau anorganischer Koordinationsverbindungen die Koordinationszahlen 2, 3, 4, 6, 8 kennen gelernt haben; die Koordinationszahlen 5 und 7 kommen, da sie keine symmetrische Lagerung im Raume zulassen, nicht vor. Als höhere Koordinationszahl ist vielleicht die Zahl 12 anzusprechen.

In der organischen Chemie sind Koordinationsverbindungen der Art, daß ein Molekül als Koordinationszentrum für andere Moleküle wirkt,

bisher nicht bekannt geworden. Organische Molekülverbindungen sind meistens sehr einfach zusammengesetzt; in ihnen ist das Verhältnis 1 : 1 bei weitem vorherrschend. Die Carbonsäuren im speziellen — und zu diesen gehören ja sowohl die Gallensäuren wie die Fettsäuren — besitzen überhaupt wenig Neigung zu gegenseitiger Vereinigung, und in den Fällen, wo Molekülverbindungen zweier Carbonsäuren aufgefunden wurden, waren diese mit wenigen Ausnahmen nach dem Verhältnis 1:1 zusammengesetzt. Die Choleinsäuren stellen also offenbar einen ganz anderen Verbindungstyp dar, und es war die Annahme sehr nahe liegend, daß in ihnen Koordinationsverbindungen vorliegen, indem sich um die Fettsäure als Zentralmolekül die Desoxycholsäure-Moleküle räumlich symmetrisch gruppieren. In den Verbindungen mit Palmitin-, Stearin- und Oelsäure besäße die Fettsäure dann die Koordinationszahl 8.

Ein Beweis für diese Anschauung war durch die Untersuchung von Verbindungen der Desoxycholsäure mit Fettsäuren noch höheren Molekulargewichts zu erbringen. Handelte es sich unserer Annahme zufolge um Koordinationsverbindungen, so mußte die Koordinationszahl konstant 8 bleiben; eventuell war eine höhere Koordinationszahl, z. B. 12 zu erwarten. Ist die Bildung der Desoxycholsäure-Moleküle dagegen (nach der Ansicht von Wieland) lediglich abhängig von der Anzahl der CH_3. und CH_2. Gruppen in den Fettsäuren, so waren fortlaufend steigende Werte der Anzahl gebundener Desoxycholsäure-Moleküle zu erwarten. Aus den Versuchen, die ich gemeinsam mit den Herren H. Pieper und P. Zervas durchgeführt habe, ergab sich nun, daß alle Fettsäuren von der Pentadecylsäure $C_{15}H_{30}O_2$ bis zur Montansäure $C_{29}H_{58}O_2$ sich nach dem konstanten Verhältnis 1:8 mit Desoxycholsäure zu wohlkristallisierten Molekülverbindungen vereinigen (Pentadecylsäure, Palmitinsäure, Heptadecylsäure, Stearinsäure, Arachinsäure, Behensäure, Lignocerinsäure, Cerotinsäure, Cetyl-Octylessigsäure, Cerylameisensäure, Montansäure). Die vorangehenden Monocarbonsäuren $C_{14}H_{28}O_2$ bis herunter zu $C_9H_{18}O_2$ bilden Verbindungen mit 6 Molekülen Desoxycholsäure (Myristinsäure, Laurinsäure, Caprinsäure, Pelargonsäure). Eine Verbindung mit 7 Molekülen Desoxycholsäure kommt also in Uebereinstimmung mit der Koordinationslehre nicht vor. Caprylsäure $C_8H_{16}O_2$ und Heptylsäure $C_7H_{14}O_2$ scheinen Choleinsäuren im Verhältnis 1:4 zu bilden, jedoch ist deren Untersuchung noch nicht abgeschlossen, sodass die Angabe mit Vorbehalt wiedergegeben sei. Von Buttersäure $C_4H_8O_2$ ist die Verbindung 1:4 bekannt, von Propionsäure $C_3H_6O_2$ die Verbindung 1:3, von Essigsäure eine solche 1:1. Wir stoßen also bei den Choleinsäuren auf die Verbindungszahlen 2, 3, 4, 6, 8, wie sie von der Koordinationslehre gefordert werden. Ganz analog ist die Zusammensetzung der Choleinsäuren ungesättigter Fettsäuren (Undecylensäure 1 : 6, Stearolsäure 1 : 8, Behenolsäure 1 : 8), sowie von Säurederivaten (Dibrombehensäure 1 : 8, Behensäureäthylester 1 : 8, Palmitinsäurecetylester 1 : 8 u. a.). Auch die Ver-

bindungen der Desoxycholsäure mit Ketonen und Dicarbonsäuren sind nach demselben Prinzip aufgebaut.

Aus diesen Versuchsergebnissen ist der Schluß erlaubt, daß wir es bei den Verbindungen der Desoxycholsäure mit typischen Koordinationsverbindungen zu tun haben, wie sie in der anorganischen Chemie seit langem, in der organischen Chemie dagegen noch nicht bekannt waren. Zugleich erlaubten die Versuche eine Prüfung der Koordinationslehre, indem an einer fortlaufenden Reihe von Verbindungen steigenden Molekulargewichts in derselben Verbindungsklasse die Reihe möglicher Koordinationszahlen festzulegen war.

Bei diesen Verbindungen der Desoxycholsäure haben wir es mit außerordentlich großen Molekülen zu tun; die Verbindung mit Montansäure besitzt beispielsweise ein Molekulargewicht von 3577, die Verbindung mit Montanon $C_{249}H_{434}O_{33}$ ein solches von 3954. Trotzdem zeigen die Verbindungen ein ausgezeichnetes Krystallisationsvermögen, und zwar umso besser, je höher das Molekulargewicht liegt. Die Schmelzpunkte steigen von der Pelargonsäureverbindung zu der der Montansäure nur wenig an, um 24°, während die Schmelzpunkte der Säuren selbst sich um 73° unterscheiden. Schon daran erkennt man, daß die Eigenschaften der als Zentralmolekül fungierenden Komponente stark zurücktreten; dies kommt noch deutlicher zum Ausdruck dadurch, daß die Choleinsäuren stark und übelriechender Komponenten vollkommen geruchlos sind.

Eine wichtige Eigenschaft der Choleinsäuren, die von Wieland entdeckt wurde, besteht nun darin, daß sie unverändert in den Salzzustand übergehen. So bildet die Stearincholeinsäure ein einheitliches Bariumsalz, das in Alkohol spielend löslich ist und aus verdünntem Alkohol in schönen Kristallen erhalten werden kann, während das Bariumsalz der Stearinsäure in Alkohol vollkommen unlöslich ist. Die Alkalisalze der Choleinsäuren sind allerdings noch unbekannt; aber wenn man z. B. die Verbindung von Desoxycholsäure mit Naphthalin (2:1) mit einer wässrigen Lösung von Natronlauge oder Soda behandelt, so erhält man eine klare Lösung, obwohl das Naphthalin in Wasser vollkommen unlöslich ist. Auch kann man eine feine Suspension von Naphthalin oder anderen unlöslichen Stoffen in Wasser durch Zugabe einer Lösung von desoxycholsaurem Natrium vollkommen in Lösung bringen. Daraus muß man schließen, daß die Alkalisalze der Choleinsäuren eine gewisse Beständigkeit besitzen. Dieselbe Wirkung kann man auch mit den Alkalisalzen der gepaarten Desoxycholsäuren erzielen, auch mit gepaarten Cholsäuren und mit der Gallenflüssigkeit selbst.

M. D. u. H! Diese lösende Kraft der gallensauren Salze, die also auf der Bildung von Verbindungen vom Typus der Choleinsäuren beruht, ist es nun, die der Galle die Eigenschaft eines Verdauungssaftes verleiht!

Die moderne Stoffwechselphysiologie ist zu der Anschauung gekommen, daß alle Stoffe, die dem Organismus vom Magen-Darmkanal aus zu-

geführt werden sollen, zunächst in wasserlösliche Form übergeführt werden müssen, ehe sie von der Darmwand resorbiert werden können. Diese Aufgabe besorgen im Verdauungsprozeß die hydrolysierenden Fermente (Amylasen-Proteasen-Lipasen). Während durch diese hydrolytische Spaltung Eiweißstoffe und Kohlenhydrate in wasserlösliche Stoffe verwandelt werden, trifft dies für die dritte Gruppe der Hauptnahrungsstoffe, die Fette, nicht zu. Diese werden zwar durch die Lipasen, besonders das Steapsin des Pankreas, auch hydrolytisch gespalten, aber dabei entstehen neben dem wasserlöslichen Glycerin wasserunlösliche Fettsäuren, die etwa 7/8 der gesamten Fettmasse ausmachen. Hier greift nun das Choleinsäureprinzip ein, das besagt, daß die unlöslichen Fettsäuren unter der Einwirkung der Gallensäuren als wasserlösliche Salze von Choleinsäuren in Lösung gehen. Diese Anschauung wird durch die klinische Beobachtung gestützt, daß, wenn durch krankhafte Vorgänge der Ausfluß von Galle in den Darm gehemmt ist, die Fette nicht resorbiert werden, sondern den Organismus mit den Faeces verlassen. Auch die Tatsache, daß die Wirksamkeit der Darmlipase durch Gallensalze stark gesteigert wird, läßt sich nach demselben Prinzip erklären, wenn man annimmt, daß das Fett, als Choleinat gelöst, der Einwirkung des Enzyms zugänglicher ist; vielleicht wird auch das an sich unlösliche Steapsin in eine lösliche Verbindung übergeführt. Eine sehr merkwürdige physiologische Beobachtung ist ferner, daß die Spaltstücke der Fette unmittelbar nach ihrer Resorption bereits in der Darmwand wieder zu Fett vereinigt sind; vom chemischen Standpunkt aus erscheint auch die Resorption von ungespaltenem Fett möglich, zumal wir sowohl aus Kuhbutter wie aus Margarine („Solo") Choleinsäuren darstellen konnten.

Das Choleinsäureprinzip gibt auch die Erklärung für andere Fragekomplexe. So erschien es unerklärlich, warum Strychnin, Chinin oder andere Alkaloide — in Form ihrer Salze per os gegeben — so rasch zur Wirkung kommen können, da durch den alkalischen Darmsaft aus den wasserlöslichen Salzen die unlöslichen freien Basen entstehen müssen. Auch hierfür ist die wahrscheinlichste Erklärung, daß die unlöslichen Alkaloide als Choleinate die Darmwand passieren.

Ich will meine Betrachtungen beschließen mit dem Hinweis, daß auch die Technik von dem Choleinsäureprinzip Gebrauch macht, sei es um gewisse unlösliche Stoffe in Lösung zu bringen („Curacid" Boehringer) oder zur Verabreichung unlöslicher Arzneistoffe per os („Cadechol" Boehringer) [1]) oder zur Bekämpfung der Gallensteinleiden.

---

1) Sowie „Camphochol" Riedel, eine analoge Verbindung mit der von Boedecker künstlich dargestellten Apocholsäure. Diese Säure verhält sich, wie auch aus unseren Versuchen hervorgeht, ganz entsprechend der Desoxycholsäure. Fr. Boedecker, Ber. Deutsch. Chem. Ges. *53*, 1852 (1920).

Unsere eigenen Untersuchungen auf diesem Gebiete werden an anderer Stelle ausführlich veröffentlicht werden. Ich benutze jedoch die Gelegenheit, auch an dieser Stelle der Firma C. H. Boehringer-Sohn, Niederingelheim, sowie vor allem Herrn Dr. F. Boedecker, Direktor der Chemischen Fabrik J. D. Riedel-Berlin, welche mir das Ausgangsmaterial für unsere Untersuchungen bereitwilligst zur Verfügung stellten, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Sitzung vom 5. November 1924.

Vorsitzender: Herr Steinmann. 1. Herr Schmidt. „Entwicklungsmechanische Analyse abnormer Chiridota-Rädchen“

Herr Otto Wilckens:

Niederrheinische Flugsandbildungen.

Wie an anderer Stelle[1]) ausführlicher dargelegt, ist der sogenannte „Decksand“ der Wahner Heide, des Finkenberges und Ennerts bei Bonn und der „Sand“, den E. Kaiser bei der Kartierung des Blattes Siegburg ausgeschieden hat, eine Flugsandablagerung, die räumlich und zeitlich nichts mit der Bildung des Lößes zu tun hat, sondern im Altalluvium unter dem Einfluß westlicher Winde entstanden ist, als der Rhein sich in die Niederterrasse eintiefte. Der „Decksand“, bisher als diluvial bezeichnet, und die Dünen unserer Gegend sind gleich alt und gehören jenen großen binnenländischen Flugsandgebieten an, die in Norddeutschland so weit verbreitet sind. Es handelt sich um fossile Bildungen, deren Entstehung Vegetationsarmut und trocknes Klima zur Voraussetzung hatte. Diese Bedingungen waren in der Dryaszeit gegeben, die der Befreiung des deutschen Bodens von der Inlandeisbedeckung folgte.

Die Bestimmung des Alters der niederrheinischen Flugsandbildungen ermöglicht zum ersten Male eine Parallesierung norddeutscher Quartärablagerungen mit rheinischen. Sie ermöglicht ferner eine Anwendung der von den skandinavischen Geologen geschaffenen Geochronologie des jüngsten Abschnittes der Erdgeschichte[2]) auf das Rheingebiet und gestattet die Angabe, daß die Entstehung der rheinischen Flugsande etwa in der Zeit zwischen 6500 und 6000 v. Chr. erfolgt sein muss.

---

[1]) Altalluviale Flugsandbildungen am Niederrhein. — Geologische Rundschau XV, S. 289 – 300. 1924.

[2]) Vergl. A. G. Högbom, Fennoskandia (Handbuch der regionalen Geologie, herausgegeben von G. Steinmann und O. Wilckens IV, 3) S. 114.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: 81

Autor(en)/Author(s): Rheinboldt Heinrich

Artikel/Article: Bestandteile und Funktion der Galle. A013-A021