

WISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNGSBERICHTE

WISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNGSBERICHTE

NATURWISSENSCHAFTLICHE REIHE

Herausgegeben von

DR. W. BRÜGEL
Ludwigshafen/Rh.

und

DR. R. JÄGER
Bad Homburg v. d. H.

Band 67

**DAS LICHT IM GRUNDSYSTEM DES
KOHLENHYDRATSTOFFWECHSELS**



**DR. DIETRICH STEINKOPFF VERLAG
DARMSTADT 1960**

DAS LICHT IM GRUNDSYSTEM DES KOHLENHYDRATSTOFFWECHSELS

EIN BEITRAG
ZUR CHEMIE DES ANGEREGTEN WASSERSTOFFS

Von

PROF. DR. DR. DR.-ING. RUDOLF SCHENCK

Aachen

Mit 19 Abbildungen in 28 Einzeldarstellungen
und 16 Tabellen



DR. DIETRICH STEINKOPFF VERLAG
DARMSTADT 1960

ISBN-13:978-3-642-93655-5 e-ISBN-13:978-3-642-93654-8
DOI: 10.1007/978-3-642-93654-8

Alle Rechte vorbehalten

Kein Teil dieses Buches darf in irgendeiner Form (durch Photokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert werden.

Copyright 1960 by Dr. Dietrich Steinkopff, Darmstadt

*In der Rückschau auf sieben Jahrzehnte
bewußten Miterlebens der Steilentwicklung aller Naturwissenschaften
und in dankbarer Erinnerung an unvergeßliche Lehrer
und anregende Freunde
den Söhnen
Professor Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h. Hermann Schenck
und
Professor Dr. med., Dr. phil. nat. Ernst Günther Schenck
gewidmet*

Zweck und Ziel der Sammlung

Als RAPHAEL EDUARD LIESEGANG am 13. November 1947 starb, lagen 57 Bände der Sammlung vor, die er gegründet und mehr als ein Vierteljahrhundert lang herausgegeben hatte.

Brücken zu schlagen zwischen den einzelnen Teilgebieten von Naturwissenschaft und Medizin ist das Ziel der „Wissenschaftlichen Forschungsberichte“. Schon unter LIESEGANGS Herausgeberschaft wandelten und erweiterten sich Charakter und Absichten der Sammlung. Die ersten Bände erfaßten in Form kritischer Sammelreferate die Literatur einzelner Disziplinen aus der Zeit des ersten Weltkriegs. Später folgten monographische Darstellungen junger, inzwischen selbständig gewordener Zweige der Wissenschaft und neuer Methoden, die auf vielen Teilgebieten naturwissenschaftlicher Forschung allgemeine Bedeutung erlangt hatten.

Verlag und Herausgeber bemühen sich, die „Wissenschaftlichen Forschungsberichte“ im Geiste LIESEGANGS weiterzuführen, und sie sind überzeugt, daß der Sinn dieser Tradition gerade darin besteht, die Sammlung so lebendig und wandlungsfähig zu erhalten, daß sie die Forderungen des Tages zu erfüllen vermag.

Physikalische Meßmethoden werden heute auf vielen weit auseinanderliegenden Teilgebieten der Naturwissenschaft, der Medizin und der Biologie angewandt. Wo gemessen wird, da ist Physik. Die Brücken, die die Einzeldisziplinen verbinden, sind heute zu einem guten Teil die allgemein angewandten Physikalischen Methoden. Sie sollen in künftigen Bänden unserer Sammlung so dargestellt werden, daß der Physiker findet, was er braucht, also theoretische Grundlagen, Kenntnis der apparativen Hilfsmittel und eine Übersicht über die wichtigste Literatur. Der Nicht-Physiker soll aber so viel über die Grundlagen, Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen finden, daß er die Meßergebnisse der Physiker interpretieren und für seine Wissenschaft verwenden kann.

Mai 1959.

Die Herausgeber:

WERNER BRÜGEL
Ludwigshafen/Rhein

ROLF JÄGER
Institut für Kolloidforschung
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt a. M.
Bad Homburg v. d. H.

Vorwort

Nicht viele werden verstehen und manche wird es skeptisch stimmen, wenn ein Neunzigjähriger, der sich jahrzehntlang mit der Chemie der hohen Temperaturen und den dort beobachtbaren chemischen Gleichgewichten befaßt hat, es wagt, der Öffentlichkeit Überlegungen aus einem gänzlich anderen Gebiet anzubieten.

Doch hat dieser „Altersknick“, wie die Medizin ähnliche Erscheinungen zu nennen pflegt, seine Geschichte, welche sich bis in die Periode des entstehenden Interesses an naturwissenschaftlichen Dingen zurückverfolgen läßt. Ein junger Oberlehrer am Stadtgymnasium zu Halle, Dr. GOTTFRIED RIEHM, in Leipzig von W. PFEFFER und LEUCKART biologisch geschult, hatte es vortrefflich verstanden, seinen Tertianern die Grundzüge der Anatomie und Physiologie der Pflanzen nahezubringen.

Später auf der Universität hatte der Ordinarius der Chemie JACOB VOLHARD seine Hörer nachdrücklich ermahnt, ihr Studium auf eine möglichst breite Basis zu stellen und sich nicht früh zu spezialisieren. Seit den Tagen seiner Kindheit hatte er JUSTUS LIEBIG nahe gestanden, war sein Schüler und Assistent gewesen und hatte ihn in der Sommervorlesung über organische Chemie jahrelang vertreten. Man verdankt ihm die Biographie seines Lehrers und väterlichen Freundes. Es kann nicht Wunder nehmen, wenn die aus VOLHARDS Schule Hervorgegangenen nachhaltig für die Lebensbedingungen von Pflanze und Tier, für den Kreislauf des Stoffes in ihnen und für die großen Zusammenhänge in der Natur interessiert blieben.

Die Anregungen zu vertiefen, war nichts geeigneter als eine gründliche Beschäftigung mit der Pflanzenwelt. Um 1890 herum konnte GREGOR KRAUS in Halle seinen Hörern die von ihm entdeckte Extrahierbarkeit des Chlorophylls aus grünen Blättern vorführen und in der Blütezeit der Bakterien- und Pilzforschung WILHELM ZOPF darauf hinweisen, daß oft unter dem Mikroskop nicht unterscheidbare Stämme sich an ihren physiologischen Reaktionen erkennen lassen. Immer deutlicher trat in jener Zeit zutage, daß auch die chemischen Prozesse in den Lebewesen und ihre Triebkräfte allgemeinen physikalischen Gesetzen unterworfen sind und daß der Chemiker sich mit den Tatsachen der physikalischen Chemie vertraut zu machen habe und zwar nicht nur mit der Lehre von der elektrolytischen Dissoziation sondern mit allen Gebieten der Forschung,

deren Entwicklung am Ende des vergangenen Jahrhunderts durch die Chemiker oder Physikochemiker W. HITTORF, J. H. VAN T'HOFF, W. OSTWALD, SVANTE ARRHENIUS, W. NERNST und H. LE CHATELIER gekennzeichnet ist.

Die klassische Physik jener Zeit zweifelte nicht daran, daß auch die chemische Energie der thermodynamischen Behandlung zugänglich sei, doch war diese nur an ganz einfachen Fällen möglich. Die thermodynamischen Studien des Amerikaners WILLARD GIBBS waren damals nur wenigen bekannt. Der bereits in den Vorbereitungen auf die Habilitation in Marburg stehende Verfasser verdankt es dem Professor der Physik an seiner Heimats-Universität, E. DORN, daß dieser sich in die als recht abstrakt geltenden Untersuchungen vertiefte, um ihren Inhalt in die Vorlesung über Wärmetheorie aufzunehmen und ihn seinen Hörern schmackhaft zu machen. Ihren Ertrag als wertvolle Mitgift für die eigene Lehr- und Forschungstätigkeit anzusehen, hat bei mir nie aufgehört; sie schützte davor, sich durch die starke Heterogenität der Gleichgewichtsformen vom Aufsuchen wichtiger Bewährungsbeispiele der Phasentheorie abhalten zu lassen.

Solche vermag in gleicher Weise die mineralische Welt wie die organische zu liefern. Oft hängt es vom wissenschaftlichen Klima des Ortes ab, auf welcher Seite sie sich anbieten. Als besondere Gunst darf es gelten, wenn der Forscher eingeladen ist, sich in beiden Welten zu bewegen und zu betätigen.

Um die Jahrhundertwende war die Universität Marburg und ihre Medizinische Fakultät Durchgangsstation für die Elite der deutschen Medizin in vielen ihrer Zweige. Ihr lebhaftes Interesse wandte diese in Jugendfrische stehende Generation der aufblühenden physikalischen Chemie und ihrer Anwendung auf die Probleme der Biologie zu. Phänomene, auf die man beim Arbeiten stieß und mit denen man nicht zurecht kam, wurden mit dem jungen Kollegen von der Chemie am Arbeitsplatz diskutiert. Bei ALBRECHT KOSSEL z. B. das Sich-Zeigen zweier flüssiger Phasen beim Auflösen von Protaminen in Wasser, bei EMIL v. BEHRING die katalytische Entfernung fremder Eiweißstoffe aus dem Tetanusserum, bei L. ASCHOFF das Wesen der zu den flüssigen Kristallen in Beziehung stehenden Myelinformen in arteriosklerotischen Gefäßen. Selbst der Internist LUDOLF BRAUER glaubte seine ersten Versuche zur Pneumothorax-Erzeugung nicht ohne die Anwesenheit des physikochemischen Kollegen und eine Besprechung der Dampfdruckverhältnisse in der feuchten Brusthöhle durchführen zu dürfen.

Der enge Kontakt mit einer großen Zahl von Fakultätsmitgliedern brachte dem Verfasser sogar den Auftrag ein, für den medizinischen Lehrkörper eine Vorlesung über die den Biologen interessierenden Gebiete der physikalischen Chemie zu halten. Vor diesem Parterre von Kapazitäten haben sprechen zu dürfen, wird ihm eine stolze Erinnerung bleiben.

Der Austausch wissenschaftlicher Erfahrung ist eine innere Angelegenheit der Universitas, geeignet, ihre Leistungsfähigkeit zu steigern, den Gesichtskreis des Nehmenden wie des Gebenden zu erweitern und sie auf die Dauer zu beeinflussen, auch wenn in neuem Lebenskreise neue Aufgaben die gewohnten etwas zurückzustellen unumgänglich machen.

Das Interesse an den biologischen Dingen zu verdrängen, haben weder die Verpflichtung, sich an zwei Technischen Hochschulen der Metallwissenschaft anzunehmen noch die Nöte von Kriegs- und Nachkriegszeiten vermocht. Der Wiederanschluß an die Naturwissenschaft der Universität mag dazu beigetragen haben, es zu erneuern.

Doch hat die Furcht vor dem zum Erliegen-kommen aller wissenschaftlichen Tätigkeit die Einschätzung der Probleme nach dem Grade der Lösungsnotwendigkeit wesentlich verschoben. Der Hauptausschuß der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft erkannte sehr bald, daß die Rettung weniger von der Durchführung vieler kleiner Forschungsunternehmen abhing als von der systematischen Bearbeitung bestimmter Gebiete, deren Ergebnisse der Wirtschaft, der Gesundheit und dem Wohl der Menschen nützen. Ihr schenkte der spiritus rector der Gemeinschaft, Minister Dr. SCHMIDT-OTT besondere Aufmerksamkeit und seine große, auf tiefer Einfühlung in das Wesen der Wissenschaft und in die Psyche der Forscher gestützte Organisationskunst.

Solche Großarbeiten sind Gemeinschaftsaufgaben, für deren Bewältigung, da sie komplex sind, Fachkräfte verschiedener Art zusammenwirken müssen. Daß für ihre Arbeit ausreichende, nicht selten erhebliche Mittel bereitzustellen sind, ist eine Selbstverständlichkeit. Mit ihnen allein aber ist es nicht getan. Die oft überraschend reichen Erfolge wurden erzielt durch die Güte der Vorüberlegungen hinsichtlich der zu benutzenden Wege und die zweckmäßige Auswahl der Institute und Kräfte, denen die Teilarbeit anvertraut wurde. Kleine Gremien, zusammengesetzt aus fachkundigen Gelehrten und erfahrenen Männern der angewandten Wissenschaft, nahmen sich dieser gemeinnützigen Arbeit an.

Heute hat man sich gewöhnt, im Team-Work das geeignete Mittel zur Lösung komplexer Groß-Arbeiten zu sehen. Doch hat man dabei zu beachten, daß seine eigentliche Aufgabe die Beschaffung und Aufberei-

tung des notwendigen Beobachtungsmaterials ist, welches für die Erschließung des Gebietes zur Verfügung stehen muß. Mit ihr aber ist das Ziel noch nicht erreicht. Um zu diesem zu gelangen, bedarf es der Koordinierung und Auswertung der Team-Ergebnisse. Sie aber ist Gedankenarbeit, die sich am besten in einem einzelnen Kopfe vollzieht.

Aus den wahrnehmbaren Erscheinungen und meßbaren Äußerungen soll sie ein widerspruchsfreies Bild liefern und daraus das Wesen des Systems und die Vorgänge in ihm verstehen lehren. Das ist keine Routinearbeit, sie erfordert Vorstellungskraft und Kombinationsvermögen; um den Erfolg muß man ringen; unmittelbar wird er nur selten erreicht. Der Gründe gibt es viele. Naheliegend scheinende Lösungen erweisen sich als unbrauchbar. Aus der Sicht des Ganzen gewinnt das eine oder andere Material eine Bedeutung, abweichend von der am Arbeitsplatz vermuteten, oder unerwartet werden Beziehungen zu Dingen deutlich, die sonst an weit entfernten Stellen registriert zu finden sind. All das zwingt zur Revision ursprünglicher Annahmen und Schlüsse. Den Ausweg aus den Schwierigkeiten zeigt dem Suchenden oft nur ein Zufall.

Für den sich Mühenden bedeutet es die Ermutigung zum Ausharren, wenn die auf das Ergebnis Wartenden sein Spiel der Gedanken nicht bedrängen und stören, selbst wenn es sich um Geringeres bewegt als um die alles umfassende Weltformel.

Vor dem Abschluß der vorliegenden Untersuchung sind dem Verfasser die Qualen des Suchens, Umwege und verlorene Arbeit nicht erspart geblieben. Nun aber kann er dem Verlag Dr. DIETRICH STEINKOPFF seinen Dank abstatten für die großzügige Geduld gegenüber Verzögerungen und für seine Nachsicht gegenüber erheblichen Änderungen und Erweiterungen des Textes während der Drucklegung. Mit ihm verbinde ich den weiteren Dank für das Ausfindigmachen eines Verfahrens zur Herstellung von Abbildungen, welche die Schau auf zwei miteinander verbundene Reaktionen ermöglichen, aber nur ein Klischee erfordern.

Besonderen Dank schulde ich meinem Sohn, Prof. Dr. med. et phil. nat. E. G. SCHENCK in Starnberg, der meine Arbeit und ihre Wandlungen mit Interesse verfolgt hat und mir durch Beschaffung schwer zugänglicher Literatur und das Lesen der Korrekturen wertvolle Hilfe leistete, vor allem aber mir durch seinen ärztlichen Rat die Kraft erhielt, im höchsten Alter eine anspruchsvolle wissenschaftliche Arbeit zum Abschluß zu bringen.

Aachen, Frühjahr 1960

RUDOLF SCHENCK

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|--|------------|
| Zweck und Ziel der Sammlung | VII |
| Vorwort | IX |
| Einleitung | 1 |
| Kap. 1: Der Gang der Respiration | 10 |
| Kap. 2: Der Gang der Assimilation | 16 |
| Kap. 3: Die Gegenläufigkeit von Respiration und Synthese — Die WARBURGSCHE Schnellverbrennung | 25 |
| Kap. 4: Energetik der Assimilationsvorgänge | 30 |
| Kap. 5: Die Wirkung der Lichtenergie | 38 |
| Kap. 6: Die Terme der Photolysequanten und der Quantenbedarf . . | 56 |
| Kap. 7: Die Chemie des angeregten Wasserstoffs | 64 |
| Kap. 8: Respirations- und Oxydationslumineszenzen | 75 |
| Kap. 9: Lichtenergiegleichgewichte im Kohlenhydratstoffwechsel . . | 86 |
| Kap.10: Ergänzungen und Zusätze | 110 |
| Schlußwort | 129 |
| Literatur | 131 |
| Sachverzeichnis | 133 |