

## 76. Werner Kuhn†

(1899–1963)

Das Lebenswerk von WERNER KUHN nimmt in der heutigen Zeit der Spezialisierung einen besonderen Platz ein.<sup>1)</sup> Es umfasst nicht nur Arbeiten aus den verschiedensten Teilgebieten der physikalischen Chemie und Kolloidchemie, sondern Arbeiten über kernphysikalische, physiologische und geophysikalische Themen. Sie haben diese Gebiete in hohem Masse bereichert und darin entscheidende Impulse ausgelöst.

Eine Würdigung der einzelnen wissenschaftlichen Arbeiten von WERNER KUHN wäre in dem hier gegebenen Rahmen ein aussichtsloses Unterfangen. Die Betrachtung sei daher auf die wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise von WERNER KUHN gerichtet, die diesen bedeutenden Leistungen zugrunde liegt.

Bestimmend für das Schaffen von WERNER KUHN waren sein klarer Blick für das Wesentliche, seine ausserordentliche Gründlichkeit im Durchdenken einer Idee und ihrer Konsequenzen und seine Überzeugung, dass sorgfältiges und konsequentes Überlegen neben einer genauen Kenntnis der speziellen Gegebenheiten mehr zur Lösung eines wissenschaftlichen Problems beitragen als umfangreiches Fachwissen.

Er erkannte aus einem komplizierten Tatbestand mit Leichtigkeit den Kern und wusste durch erstaunlich einfache modellmässige Betrachtungen das Grundsätzliche einer komplexen Erscheinung zu erfassen und auf einfache Grundtatsachen zurückzuführen. Dadurch ist sein Mut und seine Selbstsicherheit zu verstehen, mit der er ohne jedes Zögern auf Gebieten, die ihm zunächst völlig fremd waren, zu arbeiten begann, und diesem Mut ist es zu verdanken, dass verschiedenste Wissenszweige durch die charakteristischen Denkweisen und Arbeitsmethoden von WERNER KUHN befruchtet worden sind.

WERNER KUHN war sich des Näherungscharakters einer solchen modellmässigen Betrachtung stets bewusst und hütete sich vor ungerechtfertigten Vereinfachungen. Immer wieder wies er darauf hin, wie wichtig es sei, alle mit einer interessierenden Erscheinung zusammenhängenden Aspekte zu erfassen und die zur Deutung einer Erscheinung zugrundegelegten Modellvorstellungen experimentell und theoretisch in jeder nur irgendwie denkbaren Richtung auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen.

Daher blieb es nicht beim ersten Anstoss durch eine neue Idee. WERNER KUHN besass den Ehrgeiz und die Energie, die Problemkreise, die sich ihm eröffneten, mit einer ausserordentlichen Tiefe und Gründlichkeit bis in die letzten Konsequenzen zu durchdenken und experimentell wie theoretisch eingehend zu bearbeiten. Er arbeitete mit grosser Intensität und mit einer erstaunlichen Konzentrationsfähigkeit an den Fragen, die ihn fesselten.

WERNER KUHN war stets bestrebt, der Deutung einer Erscheinung ein Denkmodell zugrunde zu legen, das einerseits so detailliert war, dass es das physikalisch

<sup>1)</sup> Eine vollständige Bibliographie ist in den Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Basel 74, 239 (1963), und zwar S. 246–255 erschienen.



Werner Kuhn

Wesentliche wiederzugeben vermochte, aber andererseits noch so einfach, dass alle interessierenden Folgerungen aus dem Modell mathematisch konsequent abgeleitet werden konnten. Dieses Modell untersuchte er dann in allen Einzelheiten, indem er daraus neue experimentell prüfbare Konsequenzen ableitete. Dieser Weg bei der Untersuchung komplexer Erscheinungen unterscheidet sich von einem anderen häufig beschrittenen Weg, den WERNER KUHN nicht schätzte und der darauf beruht, dass zuerst ein möglichst allgemeingültiges Formelgebäude aufgestellt wird, das aber dann nachträglich, um zu einem Vergleich mit der Erfahrung zu gelangen, in physikalisch oft schwer überschaubarer Weise so vereinfacht werden muss, dass vom ursprünglichen Gebäude wenig übrigbleibt. WERNER KUHN vermied durch sein Vorgehen den Aufwand einer überflüssigen Verallgemeinerung, der nur ablenkt vom Ziel der theoretischen Untersuchung, eine möglichst umfassende Deutung bestimmter Erscheinungen und Voraussage neuer Erscheinungen zu geben.

WERNER KUHN wollte die Rechenergebnisse in jedem Teilschritt physikalisch überschauen und hatte daher zu einer Berechnung mit elementaren Mitteln mehr Vertrauen als zu mathematischen Formalismen, mit denen er sein Ziel auf vielleicht elegantere, aber weniger in allen Einzelheiten physikalisch überblickbare Weise erreicht hätte. Seine Arbeiten sind dadurch für einen Chemiker auch ohne spezielle mathematische Ausbildung verständlich. Durch die im Wesen von WERNER KUHN liegende Gründlichkeit und Tiefe können jedoch viele seiner Arbeiten nicht ohne Anstrengung im einzelnen verfolgt werden, und manche dieser Arbeiten blieben dadurch noch wenig beachtet und stellen sicher wichtige, noch fast unausgeschöpfte Quellen zukünftiger Entwicklungen dar.

Mit der theoretischen Durchdringung eines Sachverhalts gab sich WERNER KUHN nicht zufrieden. Es drängte ihn, die theoretisch erwarteten Effekte experimentell nachzuweisen und seine Vorstellungen dadurch in greifbarere Form zu bringen, dass er geeignete Modellsysteme, welche die auf Grund der Denkmodelle erwarteten Leistungen tatsächlich vollbringen, schrittweise aufbaute und untersuchte.

Mit derselben Selbstsicherheit und Unvoreingenommenheit, mit der er die theoretischen Arbeiten durchführte, packte er die experimentellen Probleme an. Mit derselben Intensität und Beharrlichkeit, mit der er ein theoretisches Ziel verfolgte, suchte er nach experimentellen Wegen zur Realisation seiner Ideen. Er war ein Meister der Improvisation. Er wusste die erforderliche Genauigkeit, mit der eine experimentelle Aufgabe durchgeführt werden muss, um ein gewünschtes Ziel zu erreichen, gut abzuschätzen und hatte eine besondere Fähigkeit zur schnellen Verwirklichung einer Idee. Dadurch gelang ihm die Lösung einer Reihe heikler experimenteller Probleme mit geringem Aufwand und einfachsten Mitteln.

Die Sorgfalt und Gründlichkeit, mit der WERNER KUHN alles, was er begann, zu Ende führte, wirkte sich auf seine Unterrichtstätigkeit in sehr fruchtbarer Weise aus. Seine Vorlesung war klar und folgerichtig aufgebaut; er strebte darin eine möglichst elementare Darstellung an, hütete sich aber bei schwierigen Punkten vor einer Bagatellisierung. Durch diese kritische Grundhaltung wurde dem Anfänger der schnelle Zugang zur physikalischen Chemie nicht leicht gemacht, auf den Fortgeschrittenen aber eine umso nachhaltigere Wirkung ausgeübt.

WERNER KUHN war erfüllt und begeistert von seinen wissenschaftlichen Problemen, und diese Begeisterung übertrug sich auch auf seine Mitarbeiter, deren Wohl-

ergehen WERNER KUHN am Herzen lag. Es herrschte im Institut ein froher Geist, der von der Freude an der wissenschaftlichen Arbeit getragen war.

Beim Betrachten der Umstände, die zu der fruchtbaren Tätigkeit von WERNER KUHN geführt haben, darf sein glückliches Zuhause nicht vergessen werden. Die fürsorgende Liebe seiner Gattin, die ihm eine treue und verständnisvolle Gefährtin war, und das glückliche Schicksal der Familie haben viel zu der ihm eigenen grossen Arbeitsfreude beigetragen.

Die wichtigsten Etappen im Leben von WERNER KUHN seien hier kurz betrachtet: Er wurde am 6. Februar 1899 in Maur im Kanton Zürich geboren, wo sein Vater Pfarrer war, besuchte die Literarabteilung des Kantonalen Gymnasiums in Zürich und begann nach der Maturität im Oktober 1917 sein Studium der Chemie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule. 1921 erhielt er das Diplom als Ingenieur-Chemiker. Er wurde dann Assistent am Physikalisch-Chemischen Institut der Universität Zürich bei VICTOR HENRI und promovierte dort 1923 mit einer Arbeit über die photochemische Zersetzung des Ammoniaks, für die er eine besondere Auszeichnung erhielt.

Von 1924 bis 1926 arbeitete er als ROCKEFELLER-Stipendiat bei NIELS BOHR in Kopenhagen. Er war sehr beeindruckt von der einfachen, stets nach anschaulichen Bildern und nach möglichst klaren und übersichtlichen Modellvorstellungen suchenden Denkweise Bohrs. In Kopenhagen führte er Untersuchungen über die Wechselwirkung elektromagnetischer Strahlung mit der Materie durch. Es entstanden seine wichtige Arbeit über die Summenbeziehung für die Gesamtstärke der von einem Zustand ausgehenden Absorptionsbanden, experimentelle Beiträge über die Dispersion der Magnetorotation von Metalldämpfen und theoretische Betrachtungen über die Polarisierbarkeit der Atomkerne und den Ursprung der  $\gamma$ -Strahlung. In Kopenhagen lernte er auch eine junge Dänin, seine spätere Lebensgefährtin, kennen.

WERNER KUHN habilitierte sich 1927 an der Universität Zürich für Physikalische Chemie mit einer Arbeit über die Stärke der anomalen Dispersion in Dämpfen von Kalium und Cadmium. Er arbeitete dann von 1927 bis 1930 an der Universität Heidelberg bei KARL FREUDENBERG. Es entstanden Arbeiten auf dem Gebiet der natürlichen optischen Aktivität und über die Messung der optischen Drehung und des Zirkulardichroismus im Sichtbaren und Ultravioletten sowie seine wichtigen Untersuchungen über die modellmässige Deutung der optischen Aktivität. Es gelang ihm die Erzeugung optisch aktiver Stoffe durch Bestrahlung von Racematen mit zirkular polarisiertem Licht. Damit konnte er als erster eine optisch aktive Verbindung aus inaktiven Stoffen synthetisieren. Weiterhin führte er Arbeiten über die Kinetik des Abbaus hochmolekularer Stoffe durch. Gleichzeitig setzte WERNER KUHN die in Kopenhagen begonnenen Arbeiten über die Polarisierbarkeit von Atomkernen fort und versuchte während eines kürzeren Aufenthaltes in Cambridge die von ihm theoretisch erwartete Resonanzabsorption von  $\gamma$ -Strahlen durch Kerne experimentell nachzuweisen, indem er Kerne von  $^{208}\text{Pb}$  der  $\gamma$ -Strahlung aussetzte, die von angeregten Kernen von  $^{208}\text{Pb}$  ausgesandt wird (die benötigten angeregten Kerne von  $^{208}\text{Pb}$  erhielt er als Produkte des natürlichen Zerfalls von Thorium C'). Das Ergebnis war negativ, da, wie man heute weiss, die Beobachtbarkeit der rückstossfreien Kernresonanzabsorption auf Kernzustände mit Anregungsenergien unter etwa 150 keV beschränkt ist, in dem von WERNER KUHN untersuchten Fall aber Kerne mit grösserer

Anregungsenergie vorhanden waren. Bekanntlich hat MÖSSBAUER 1958 in einem ähnlichen Experiment ein positives Ergebnis erhalten.

1930 siedelte WERNER KUHN an die Technische Hochschule Karlsruhe über, wo er bei GEORG BREDIG als ausserordentlicher Professor bis 1936 tätig war. Hier gelang ihm die theoretische Voraussage der absoluten Konfiguration der Milchsäure sowie von anorganischen Verbindungen vom Typus des Trioxalatokaliumkobaltis. Damit konnte das seit den Untersuchungen von PASTEUR vorliegende Problem beantwortet werden, ob eine optisch aktive Substanz von gegebener chemischer Struktur der einen oder der anderen der beiden noch denkbaren spiegelbildsymmetrischen Formen zugeordnet werden muss. Auf Grund allgemeiner reaktionskinetischer Überlegungen schloss WERNER KUHN, dass der optische Reinheitsgrad optisch aktiver Verbindungen in biologischen Organismen im Laufe der Zeit abnehmen muss, und diese Überlegungen führten ihn zu Kriterien über den biologischen Alterungsprozess. Weiterhin führte er in dieser Zeit die erste photochemische Isotopentrennung durch, indem er eine Substanz, die als Isotopengemisch vorlag, mit Licht bestrahlte, das vorwiegend von den Molekeln, die das eine Isotop enthielten, absorbiert wurde und diese Molekeln bevorzugt zersetzte. 1934 begann er seine wegweisenden Arbeiten über die Gestalt fadenförmiger Molekeln. Er zeigte, dass diese Molekeln in Lösung die Gestalt loser statistischer Knäuel besitzen. Auf Grund dieses Bildes gelang ihm danach die quantitative Deutung der Elastizität von Kautschuk sowie der Viskosität und Strömungsdoppelbrechung von Lösungen hochmolekularer Stoffe.

1936 folgte WERNER KUHN einem Ruf als Ordinarius für Physikalische Chemie an die Universität Kiel. Ausgehend von seinen Arbeiten über die Kautschukelastizität untersuchte er die Beziehungen zwischen Viskosität und elastischen Eigenschaften hochpolymerer Stoffe. Er erforschte die Grundlagen für die Multiplikation von Trenn- und Konzentriervorgängen und wendete die gewonnenen Prinzipien an, indem er Stofftrennungen in künstlichen Schwerfeldern und Racematspaltungen durch Adsorption an einem optisch aktiven Träger vornahm. Ferner konnte er zeigen, dass durch Ausrichten von Dipolmolekeln im elektrischen Feld ein Dichroismus in den Ultraviolett-Absorptionsbanden erhalten wird, und er gelangte so zu einer interessanten Methode zur Ermittlung der Richtungen der Übergangsmomente dieser Banden. In dieser Zeit entstand auch sein bekanntes Lehrbuch der Physikalischen Chemie.

WERNER KUHN litt in diesen Jahren sehr unter dem politischen Zwang und half, wo er nur konnte, seinen vom Nationalsozialismus bedrängten Bekannten. Es war für ihn und seine Frau eine Befreiung, als er 1939 einem Ruf in seine Heimat als Ordinarius für Physikalische Chemie an der Universität Basel folgen konnte. An seiner neuen Arbeitsstätte stellte er eine Theorie der Destillation und anderer Trennvorgänge auf. Er entwickelte eine Destillationskolonne, die bis 2000 Einzeldestillationen durchzuführen gestattete, und mit der er schweres Wasser durch Destillation herstellen konnte. Er erkannte, dass in der Niere dasselbe Multiplikationsprinzip zur Konzentrierung des Harns verwendet wird wie in den anderen von ihm untersuchten Stofftrennsystemen (Haarnadel-Gegenstromprinzip), und er führte zur Erhärtung seiner Auffassung über den Mechanismus der Harnkonzentrierung in der Niere Modellversuche und Versuche an physiologischen Objekten durch. Es gelang ihm, die für das Zustandekommen hoher Gasdrücke in der Schwimmblase der Tiefseefische ver-

antwortlichen Vorgänge aufzudecken und ebenfalls auf das Haarnadel-Gegenstromprinzip zurückzuführen.

Ausgehend von der Überlegung, dass im Verlauf der Entstehung des Erdballs aus heisser Solarmaterie die Transportvorgänge im Erdinnern so langsam verlaufen mussten, dass die für die Ausbildung eines Eisenkerns nötigen Stofftrennungsvorgänge in der verfügbaren Zeit nicht stattgefunden haben konnten, entwickelte er seine Theorie von der Homogenität des Erdinnern. Die Tatsache, dass die Erdbebenwellen in bestimmten Tiefen reflektiert werden, konnte er – zurückgreifend auf seine früheren Untersuchungen über das viskoelastische Verhalten von hochpolymeren und anderen Stoffen – in einfacher Weise deuten, und durch Modellversuche hat er seine Auffassung über die Ausbreitung von Transversal- und Longitudinalwellen in relaxierenden Medien bestätigt. Im Anschluss an seine früheren Untersuchungen über die optische Aktivität deutete WERNER KUHN die Absorptionsspektren der Polyene durch das Modell gekoppelter klassischer Oszillatoren. Die Betrachtungen über das Verhalten gelöster Fadenmolekeln wurden verfeinert, und es wurde festgestellt, dass das theoretisch erwartete hydrodynamische, optische und dielektrische Verhalten von Fadenmolekellösungen in guter Übereinstimmung mit der Erfahrung steht. WERNER KUHN zeigte, dass bei Gelen hochmolekularer Stoffe anomale, durch die Netzstruktur bewirkte Gefrierpunktsdepressionen auftreten müssen, und es gelang ihm, die erwarteten Anomalien experimentell nachzuweisen. Ferner untersuchte er die Längenänderung, welche eine aus einem System vernetzter Fadenmolekeln bestehende Gel-Lamelle bei chemischen Einwirkungen erfährt, und konnte in praktisch thermodynamisch reversibler Weise chemische in mechanische Energie umwandeln. Indem er verschiedene aktive Gruppen an die Molekelfäden kettete, gelang es ihm, verschiedene chemische Prozesse für die reversible Längenänderung nutzbar zu machen (künstliche pH-, Redox- und Ionenausfällungs-Muskeln). WERNER KUHN stellte fest, dass ein chemisches Reagenz, welches eine Verkürzung einer Gel-Lamelle erzeugt, beim Dehnen der Lamelle eine Tendenz hat, diese zu verlassen (Teinochemisches Prinzip), und er hat auf Grund der Thermodynamik einen allgemeinen quantitativen Zusammenhang für die in einem solchen System herrschenden Verhältnisse abgeleitet für den Fall, dass alle Prozesse thermodynamisch reversibel verlaufen. Er konnte zeigen, dass nicht nur für seine künstlichen Muskeln, sondern auch für einen natürlichen Muskel das Teinochemische Prinzip erfüllt ist, und dass auch hier ein praktisch reversibler Übergang von chemischer in mechanische Energie stattfindet.

WERNER KUHN stand mitten in seiner fruchtbaren Tätigkeit, als er am 27. August 1963 an einem Herzschlag verstarb. Seine Asche wurde im Hörnli-Friedhof bei Basel beigesetzt.

Der Verstorbene hatte während seiner Tätigkeit in Basel mehrmals das Amt des Dekans und im Jahr 1955 das Amt des Rektors bekleidet. Von 1958 bis 1962 war er Präsident der Sektion für Physikalische Chemie der Internationalen Union für Reine und Angewandte Chemie. Er war Vizepräsident des Redaktionskomitees der *Helvetica Chimica Acta*, Mitglied des Advisory Board des *Journal of Polymer Science*, des *Comité Scientifique de l'Institut International de Chimie Solvay* und des Stiftungsrates des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung. Die Anerkennung, welche die wissenschaftliche Tätigkeit von WERNER KUHN gefunden hat, ist durch eine Reihe von Ehrungen zum Ausdruck gekommen. 1948

wurde er korrespondierendes Mitglied der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, 1956 Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher, Leopoldina, 1961 Foreign Honorary Member der American Academy of Arts and Sciences in Boston. 1959 wurde ihm die Würde eines Dr. med. h.c. durch die Universität Kiel und die eines Dr. rer. nat. h.c. durch die Universität Heidelberg verliehen. Im Jahr 1960 ehrte ihn die Universität Bologna durch die Verleihung der CIAMICIAN-Medaille, und die Société de Chimie Belge verlieh ihm die CHRISMER-PEN-Medaille. 1962 erhielt er den MARCEL-BENOIST-Preis, 1963 den LUDWIG-SCHUNK-Preis der Universität Giessen.

Das reiche und erstaunlich vielfältige Werk von WERNER KUHN ist aus einem starken Bedürfnis entstanden, die Naturvorgänge um uns und in uns zu ergründen, und aus dem Bewusstsein, dass dieses Ziel nur durch sehr detaillierte Einzeluntersuchungen erreicht werden kann; WERNER KUHN hat dabei stets die Einheit neben der Mannigfaltigkeit gesehen. Besonders deutlich hat er in seiner Rektoratsrede auf das Wesen spezieller und allgemeiner Forschung hingewiesen und am Beispiel des Problems der Gestalt von Makromolekeln gezeigt, wie einerseits zur Lösung eines sehr speziellen Problems Beiträge aus ganz bestimmten Spezialgebieten verschiedenster Fachbereiche herbeigezogen werden müssen, wie aber andererseits die Lösung spezieller Probleme auf einem Teilgebiet zur Erreichung allgemeiner Ziele verschiedenster Wissenschaftsbereiche entscheidend sein kann. Zur Lösung des betrachteten Problems der Gestalt von Makromolekeln mussten Beiträge aus zum Teil jungen Spezialgebieten der Mathematik, der theoretischen und der experimentellen Physik, der organischen und der physikalischen Chemie, der Physiologie und Medizin herangezogen werden. Die gewonnenen speziellen Forschungsergebnisse haben alle biologischen Wissenschaften entscheidend beeinflusst, da der grösste Teil der Lebensfunktionen von den Makromolekeln getragen wird. An diesem Beispiel hat WERNER KUHN deutlich gemacht, wie sich auf gewissen Gebieten eine Synthese der speziellen Wissenschaften vollzieht und wie «in solcher Art auf einem Spezialgebiet bestimmte Vorstellungen entwickelt und gefestigt werden und diese Vorstellungen zusammen mit dem, was auf allen anderen Wissensgebieten vor sich geht, zur langsamen Wandlung unserer Lebensbedingungen und unserer gesamten Vorstellungswelt beitragen».

HANS KUHN

## 77. Die Konformation des Bicyclo[3.3.1]nonan-Systems.

### I. Strukturanalyse des 3-Azabicyclo[3.3.1]nonan-hydrobromids

von M. Dobler und J. D. Dunitz

(18. I. 64)

Für die Konformation des Bicyclo[3.3.1]nonans ergeben sich prinzipiell drei Möglichkeiten: 1. Sessel-Sessel; 2. Sessel-Wanne; 3. Wanne-Wanne.

Die Aufmerksamkeit wurde erstmals 1956 von DE LA MARE *et al.* [1]<sup>1)</sup> auf dieses Problem gelenkt. Für den isolierten Cyclohexanring ist die Sesselform bevorzugt, beim Bicyclo[3.3.1]nonan-System jedoch führt die ideale Sessel-Sessel-Konformation

<sup>1)</sup> Die Ziffern in eckigen Klammern verweisen auf das Literaturverzeichnis, S. 704.