

CHEMISCHE BERICHTE

In Fortsetzung der

BERICHTE DER DEUTSCHEN CHEMISCHEN GESELLSCHAFT
herausgegeben von der
GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER

113. Jahrg. Nr. 1

S. I – XXVIII

Walter Hückel

1895 – 1973

Walter Hückel wurde am 18. Februar 1895 in Berlin-Charlottenburg als Sohn des Dozenten Dr. med. *Armand Hückel* und dessen Ehefrau *Maria* geb. *Maier* geboren. Die ersten Jugendjahre verbrachte er zusammen mit seinen jüngeren Brüdern *Erich* und *Rudi* in Berlin, bis die Familie – „die gesunde Entwicklung der Kinder vor allem anderen bedenkend“^{*)} – als Wohnsitz einen kleineren Hochschulort – „Göttingen – der rasch anwachsenden Großstadt Berlin vorzog“. In Göttingen wuchsen die drei Brüder in einem schönen Haus mit zwei Gärten auf, die der Vater selbst gestaltete und in denen sich viel Gelegenheit zur Beobachtung der Natur ergab. Auch auf ausgedehnten Waldspaziergängen wurde die Liebe zur Natur geweckt, „sie zu beobachten, ja, sie zu analysieren, ohne dabei die Empfindung für ihre Schönheit und Großartigkeit zu verlieren“.

Während der Gymnasialzeit vermittelte der Vater den Söhnen „auf dem Gebiete eigentlich aller Naturwissenschaften eine umfassende theoretische und praktische Grundlage“, physikalische, mineralogische, astronomische Versuche und Beobachtungen, eingehende chemische Experimente im eigenen Laboratorium zu Hause wechselten sich ab. An diese vielseitigen Anregungen in der Jugendzeit erinnerte sich *Walter Hückel* mit großer Dankbarkeit.

Im Sommersemester 1913 stürzte er sich voller Freude und Begeisterung auf das seit Jahren erwählte Studium der Chemie an der Universität Göttingen, die für den jungen Studenten ein besonders günstiger Boden war: Chemie lehrte der Nobelpreisträger *Wallach* und auch in den anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen gab es viele Forscher von hohem Rang. Die anorganische Abteilung des chemischen Institutes leitete *Arthur Kötz*, die organische Abteilung *Walther Borsche*. Als eine „besondere Erfrischung“ während der anorganischen Ausbildung empfand *Walter Hückel* nach eigenen Äußerungen, daß Geheimrat *Wallach* persönlich in seinen Ausbildungsgang eingriff, ihm eine Analyse gab. Das sehr genaue Ergebnis trug ihm ein Lob von *Wallach* ein und hob sein Selbstvertrauen.

^{*)} Die wörtlich angeführten Wendungen sind den bisher unveröffentlichten Memoiren von *Walter Hückel* entnommen.



W. H. Auden.

Eine Besonderheit der Göttinger chemischen Vorlesungen in dieser Zeit waren für *Walter Hückel* die kolloidchemischen von *Richard Zsigmondy*; eine flüchtige Berührung mit der pharmazeutischen Chemie war eine Vorlesung bei *Carl Mannich* über die „Auffindung der Gifte“.

Nach dem 2. Verbandsexamen im Juni 1915 wurde *Walter Hückel* im November dieses Jahres für 3 Jahre während des ersten Weltkrieges als Soldat einberufen. Die Erlebnisse der Kriegsjahre, die besonders fest in seinem außergewöhnlichen Gedächtnis hafteten, sind nicht „ohne Einfluß auf seine Lebensauffassung und seine Stellung anderen Menschen gegenüber gewesen“. Im Dezember 1918 nahm *Walter Hückel* in Göttingen sein Chemiestudium wieder auf und trat Ende Mai 1919 in den Arbeitskreis des späteren Nobelpreisträgers *Adolf Windaus* ein. *Walter Hückel* bearbeitete im Rahmen seiner Dissertation die Chemie der Blanc'schen Reaktion, wobei vor allen Dingen stereochemische Fragestellungen im Vordergrund standen, und promovierte im Juli 1920. Bereits in den folgenden Monaten nahm *Walter Hückel* eigene wissenschaftliche Arbeiten auf über „die Frage nach der Existenz von zwei stereoisomeren Dekahydronaphthalinen“. Für *Walter Hückel* war „die Frage nach der Existenz stereoisomerer Dekahydronaphthaline nur als Teilaufgabe innerhalb der umfassenderen Fragestellung zu sehen, inwieweit überhaupt der van't Hoff'sche Kohlenstofftetraeder für die Konstruktion von Moleküllmodellen brauchbar ist“. An diesen Arbeiten zeigte auch *Adolf Windaus* lebhaftes Interesse, und *Hückel* erinnerte sich später in Dankbarkeit an viele Diskussionen mit ihm. *Richard Willstätter*, mit dem *Adolf Windaus* über das Arbeitsprogramm des jungen Nachwuchses im Göttinger Institut sprach, hielt solche wissenschaftlichen Bemühungen zwar für aussichtslos – er glaube nicht an die Existenz eines *trans*-Dekalins – und „äußerte scherzend“ zu *Windaus*: „Man bäckt doch auch die Brezeln nicht über Kreuz sondern eben“. *Walter Hückel* hatte im März 1923 das *cis*- sowie *trans*-Dekahydronaphthalin in Händen und berichtete wenig später im April darüber auf der Tagung der südwestdeutschen Chemiedozenten in Heidelberg. Er hatte Gelegenheit, dem schwer erkrankten *E. Mohr* persönlich die experimentelle Bestätigung seiner Voraussagen mitzuteilen.

Auf Anregung von *Windaus* verbrachte *Walter Hückel* während der Habilitationszeit noch ein halbes Jahr bei dem physikalischen Chemiker *Fajans* in München, wo er sich mit „Problemen über Verbrennungswärme, Dissoziierungsarbeit sowie über Konstitution und physikalische Eigenschaften von organischen Verbindungen“ beschäftigte. Im Juli 1923 habilitierte sich *Walter Hückel* mit der Arbeit „Die Stereoisomerie des Dekahydronaphthalins“. Am Habilitationskolloquium nahm auch *Otto Wallach* teil, worüber *Hückel* sich besonders freute. In seinen persönlichen Aufzeichnungen schreibt er: „Obwohl ich Schüler von *Windaus* bin und diesem viel zu verdanken habe, so habe ich doch stets ein wenig auch eine gewisse Verpflichtung gegenüber *Wallach* empfunden, wenn mich meine Arbeiten auf das Gebiet der Terpene führten und ich gewissermaßen seine Tradition fortzusetzen berufen war.“

Die stereochemischen Arbeiten fanden bald Widerhall in der wissenschaftlichen Welt, viele Vortrageeinladungen folgten. *Walter Hückel* war anlässlich einer Vortragsreise nach Marburg/Lahn besonders beeindruckt von der „Liebenswürdigkeit, Herzlichkeit“ und „Güte“, mit der er von *Carl von Auwers* aufgenommen worden war; in Marburg/Lahn hatte er in *Georg Wittig* bereits einen guten Bekannten, mit dem ihn eine lebenslange, sehr enge Freundschaft verband. Mit ihm unternahm *Walter Hückel* viele gemeinsame Wanderungen

im In- und Ausland. Auch zu *Karl Ziegler* bestanden seit einer Chemiedozententagung in Gießen 1926, zu *Otto Hahn* seit 1934 freundschaftliche Beziehungen.

Bereits 1927 erfolgte die Berufung von Göttingen auf das planmäßige Extraordinariat für Organische Chemie in Freiburg/Breisgau, wo *Walter Hückel* als Abteilungsvorstand im Institut des späteren Nobelpreisträgers *Hermann Staudinger* einen nachhaltigen Eindruck von dessen Pionierarbeit auf dem Gebiet der makromolekularen Chemie empfing. Während eines privaten Aufenthaltes 1930 in Göttingen wurde er als Nachfolger von *Burckhardt Helperich* zum Direktor des Chemischen Instituts der Universität Greifswald berufen. *Adolf Windaus* kommentierte herzlich gratulierend: „Jetzt stehen Ihnen einige Jahre ruhiger Entwicklung bevor, den ersten Ruf auf ein Ordinariat muß man annehmen, beim zweiten kann man sich dann aussuchen“.

Die gute Ausstattung des Instituts, das er am 1. Mai 1930 übernahm, konnte er noch verbessern. Die Stelle des Abteilungsvorstands war zwar unbesetzt, die Funktionen übernahm jedoch im wesentlichen *Otto Neunhoeffer*, der sich in Greifswald einige Jahre später für Organische Chemie habilitierte. Neben der Sorge um Unterricht, Vorlesung und Institut war für *Walter Hückel* die Fertigstellung des ersten Manuskripts „Theoretische Grundlagen der Organischen Chemie“ von großem Interesse. Es war eine sehr hoffnungsvolle Zeit in Greifswald, zumal eine größere Zahl von Mitarbeitern zu erwarten war. Doch bald – 1935 – wurde *Hückel* durch eine „Berufung“ nach Breslau Nachfolger von *Fritz Straus*, der seinerseits an das Chemische Institut der Friedrich-Wilhelm-Universität Berlin „zwangsversetzt“ wurde, und damit aus seinem Wirkungskreis herausgerissen. *Hückel* schreibt darüber selbst*:

„Die Willkür der damaligen Machthaber im Kultusministerium stellte mich in Breslau vor eine ungewöhnlich schwierige Situation, der ich mich von vornherein kaum gewachsen fühlte. Sie wurde sogar noch schwieriger, als es anfangs den Anschein hatte, weil selbst schriftlich gegebene Zusagen einfach nicht gehalten wurden. In meiner Person wurden erst die beiden Ordinariate von *Heinrich Biltz* an der Universität und *Fritz Straus* von der Technischen Hochschule vereint, wozu zwei Jahre später noch das Ordinariat von *Ruff* kam. Keinerlei Ersatz, nicht einmal eine Assistentenstelle wurde für die wegfallenden Ordinariate geschaffen. Stets wurde ich damit vertröstet, daß nach Fertigstellung des Neubaus alles besser geregelt werden würde. In der Planung des Neubaus, die mich sehr viel Arbeit kostete, wurde immer wieder von anderer Seite hemmend und mit törichten Abänderungen eingegriffen, so daß ich schließlich, als der Grundstein gelegt wurde, jedes Interesse daran verloren hatte. Infolge des 1939 ausbrechenden Krieges wurden alle Arbeiten eingestellt, mit Kriegsbeginn wurden mir fast alle meine Assistenten, teils durch Einziehung zum Militär, teils durch Verpflichtung in der Industrie, genommen, so daß ich mich fast durchweg mit ungeeigneten Hilfskräften behelfen mußte. Ohne die aufopfernde Hilfe des Abteilungsvorstandes *Julius Meyer* wäre die Last des Unterrichts in den räumlich weit getrennten Instituten der Universität und der Technischen Hochschule nicht zu bewältigen gewesen. Diesen Umständen ist es zuzuschreiben, daß meine wissenschaftliche Forschung in den zehn Breslauer Jahren nicht recht gedeihen konnte, obwohl ich, allen Widerständen

* *W. Hückel*, Antrittsrede vor der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse 1957/58, 21.

zum Trotz, in den Jahren 1937 – 1939 einen erfolgversprechenden Anlauf hatte nehmen können“.

Im Sommer 1935 gelang es *Walter Hückel*, in Breslau ein Wohnhaus zu erwerben, das für ihn und seine spätere Familie „für fast 10 Jahre ein schönes Heim bieten sollte“. Die Kollegen *Ruff* und *Voß* waren bestrebt, ihm über die anfängliche „schwere Zeit“ dadurch hinwegzuhelpfen, daß sie *Walter Hückel* „sonntags manchmal auf eine Autofahrt mitnahmen und ihm die Schönheiten Schlesiens zu zeigen bemüht waren“. Im August 1935 lernte *Walter Hückel* während eines Urlaubs in Nidden/Hinterpommern seine spätere Frau, *Hildegard Schimpf* aus Celle, kennen; die Hochzeit fand im Dezember statt. Aus dieser überaus glücklichen Ehe gingen die Kinder *Dietlind* (1937), *Burkhard* (1939), *Ulrich* (1942) und *Konrad* (1944) hervor.

In den letzten Kriegsjahren wurde es immer schwieriger in Breslau und im Januar 1945 erfolgte die Flucht mit der Familie nach Göttingen, wo für *Walter Hückel* nach anfänglicher Unterbringung im Medizinersaal des Chemischen Instituts der Universität schließlich bescheidene Arbeitsmöglichkeiten im Pharmakologischen Institut gefunden werden konnten. Mit einigen Mitarbeitern konnte die Laboratoriumsarbeit in kleinem Rahmen wieder aufgenommen werden, bis schließlich im April die Amerikaner in Göttingen einrückten. Nach dem Kriegsende übernahm *Walter Hückel* eine Anstellung bei der Firma Sartorius, da ihm „die Universität Göttingen keinerlei Arbeitsmöglichkeiten mehr gewährte“.

In diesen Leidens- und Hungerjahren starben der 5jährige Sohn *Burkhard* an Gehirnhautentzündung und die 78jährige zuckerkranke Mutter von *Walter Hückel*. Trotz Hunger und Kälte entstand in dieser schwierigen Zeit das Buch „Anorganische Strukturchemie“. Im Sommer 1947 erfolgte dann, in erster Linie auf Betreiben *Georg Wittigs*, die Berufung auf eine Gastprofessur für „Theoretische Organische Chemie“ an der Universität Tübingen. Ehrenvolle Rufe auf Lehrstühle für Organische Chemie der Universitäten Frankfurt/M., Graz (Anorganische Chemie), Kiel, Halle und Berlin lehnte *Walter Hückel* ab, während er dem Ruf auf den Lehrstuhl für Pharmazeutische Chemie an der Universität Tübingen folgte und im Herbst 1948 die Arbeit mit großem Engagement aufnahm. Rasch arbeitete sich *Walter Hückel* – dank seinem hervorragenden Gedächtnis – in die für ihn bis dahin weniger bekannte Materie der Arzneimittelsynthese und Arzneimittelanalytik ein. Bereits im Jahre 1953/54 erschien sein neues Lehrbuch „Vorlesungen über Pharmazeutische Chemie und Arzneimittelsynthese“, sein Wissen gab er in einem modernen und lebendigen Unterricht an seine Schüler weiter. *Walter Hückel* war ein echter Lehrer und Förderer nicht nur für Chemiker sondern in gleichem Maße auch für Pharmazeuten; seiner enormen Tatkraft ist es zu verdanken, daß bereits fünf Jahre nach seinem Amtsantritt das neue Pharmazeutisch-Chemische Institut in der Wilhelmstraße bezogen werden konnte. Es war eine nach den modernsten Gesichtspunkten ausgerichtete Forschungs- und Lehrstätte, die bald durch viele Mitarbeiter – Chemiker und Pharmazeuten – mit regem Leben erfüllt werden konnte. Bei Planung und Bau des neuen Instituts kümmerte sich *Hückel* selbst um viele Einzelheiten und verstand es, sein Institut durch personelle Besetzung und apparative Ausstattung in die erste Reihe der Pharmazeutisch-Chemischen Hochschulinstitute zu rücken. Nachdem der mit großem Aufwand begonnene Neubau des Instituts für chemische Technologie – „Phrix-Bau“ – aufgrund finanzieller Schwierig-

keiten ins Stocken geraten war, nahm *Walter Hückel* rasch entschlossen 1953 seinen Kollegen *Eugen Müller* in das Institut auf.

Wiederum ein Beispiel gebend veranlaßte *Hückel* 1955 die Einrichtung eines Extraordinariats für Pharmazeutische Chemie, auf das 1956 sein späterer Amtsnachfolger *Harry Auterhoff* berufen wurde und welches besonders der Pflege der Pharmazeutischen Technologie dienen sollte.

Die wissenschaftlichen Arbeiten konnten mit dem Zustrom vieler Mitarbeiter im neuen Institut in erheblichem Umfang fortgeführt werden. Die von *Walter Hückel* und seinen über 100 Doktoranden und Diplomanden erarbeiteten wissenschaftlichen Erkenntnisse sind in nahezu 300 Publikationen niedergelegt. Wissenschaftliche Vortragsreisen führten ihn während seiner Tübinger Zeit im Februar 1957 nach Holland, im April 1958 nach Palermo und im März/April 1959 nach Kairo und Alexandria.

Ungeachtet der großen zeitlichen Inanspruchnahme bemühte sich *Walter Hückel* intensiv um den persönlichen Kontakt zu seinen Studierenden durch Besuche am Arbeitsplatz. Er nahm regen Anteil an ihren Arbeiten und begegnete den ihm gelegentlich vorgetragenen Problemen von Mitarbeitern oder Studierenden mit der ihm eigenen Hilfsbereitschaft und Fürsorge. *Walter Hückel* war bei den Studierenden sehr beliebt und wurde von ihnen hochverehrt. Lauterkeit und hohe Integrität gepaart mit einem sehr ausgeprägten persönlichen Verständnis für die ihm anvertrauten Menschen zeichneten ihn aus.

Nach seiner Emeritierung 1963 traf ihn als neuer persönlicher Schicksalsschlag der Verlust seiner verheirateten Tochter *Dietlind*, die eine kleine Tochter zurückließ.

In den letzten zehn Jahren bis zu seinem Tod am 4. Januar 1973 konnte sich *Walter Hückel* – von der Bürde des Amtes entlastet – zusammen mit einigen Mitarbeitern ganz seinen wissenschaftlichen Problemen und Studien widmen. Nahezu täglich kam er ins Institut und nahm an dessen wissenschaftlichem Leben regen Anteil.

Walter Hückel und seinem wissenschaftlichen Werk ist die äußere Anerkennung*) nicht versagt geblieben. Doch bei all den zahlreichen Auszeichnungen und Ehrungen, von denen ihm einige bereits in jungen Jahren zuteil wurden, blieb er der bescheidene, von seiner Chemie überzeugte Forscher und liebenswerte Mensch; er hat auch in Zeiten bitterster äußerer Not, widriger Umstände und schwerster menschlicher Enttäuschungen für die Chemie und für die Pharmazie Grundlegendes geschaffen.

Karlsruhe/Heidelberg, im November 1978

Richard Neidlein

Das wissenschaftliche Werk von *Walter Hückel*

Als *Walter Hückel* Anfang der zwanziger Jahre seine ersten Arbeiten publizierte, war die Organische Chemie im wesentlichen eine *präparative* und zum Teil eine *analytische* Chemie, die sich einerseits darum bemühte, neue präparative Methoden zu entwickeln, andererseits ihr Ziel darin sah, komplizierter gebaute Naturstoffe wie z. B. Steroide oder Terpene in ihren Strukturen aufzuklären und diese zu synthetisieren, und darin ihre ersten großen Erfolge erzielte.

*) Siehe Anhang.

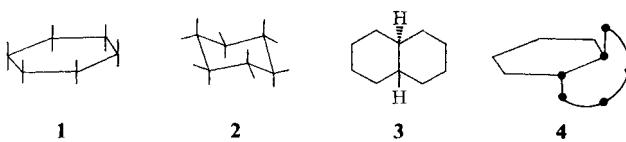
Walter Hückel schlug bei seinen Arbeiten von Anfang an andere Wege ein. Er suchte und fand Zusammenhänge zwischen Theorie und Experiment, er verwendete das Experiment bevorzugt als ein Instrument, um systematisch theoretische Fragestellungen aufzuklären, die damals am Beginn seiner Arbeiten weitgehend unbekannt waren.

Walter Hückel hat diese bevorzugt von theoretischen Überlegungen geleitete Motivation seiner Arbeiten nie verlassen. Auch als er im Herbst 1948 als Nachfolger Alfred Kiegls den Lehrstuhl für Pharmazeutische Chemie in Tübingen übernahm, ist er solchen Arbeitsgebieten treu geblieben, wobei er viele seiner nach 1948 publizierten Arbeiten mit Pharmazeuten als Doktoranden durchgeführt hat.

Walter Hückel hat sich von seiner ersten Publikation aus dem Jahre 1920 an bis zu seiner letzten posthum im Jahre 1975 publizierten Arbeit besonders für zwei Themenkreise interessiert: einmal für die Stereochemie – und zwar in ihrer klassischen, statischen Form – aber auch für die dynamische Stereochemie, die Konformationsanalyse; zum anderen hat ihn mindestens ebenso das Gebiet der Reaktionsmechanismen gefesselt. Fast alle seine Arbeiten gehen von der einen oder anderen Problematik aus.

Die von Walter Hückel 1923, angeregt durch Untersuchungen seines Doktorvaters Adolf Windaus über das Cholesterin, in den Nachrichten der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen [10] und zwei Jahre später auch in Liebigs Annalen der Chemie [12] veröffentlichten Arbeiten über die „Stereoisomerie des Dekahydronaphthalins und seiner Derivate“ waren ein Durchbruch in Richtung auf die moderne Stereochemie [14].

1923, aber auch noch Jahre später, wurde von manchen Chemikern immer noch Adolf von Baeyers Annahme vertreten, wonach der Cyclohexanring eben wäre (1). Andererseits hatten aber bereits Sachse und später Mohr, basierend auf dem Tetraedermodell van't Hoff's, für das Kohlenstoffgerüst des Cyclohexans eine nichtebene spannungsfreie Form vorgeschlagen. Trotzdem hatte sich die Hypothese von der Sesselform des Cyclohexanrings (2) noch nicht durchgesetzt. Der Grund war im wesentlichen darin zu suchen, daß es noch keinen überzeugenden experimentellen Beweis für eine nichtebene Form des Cyclohexanringes gab.

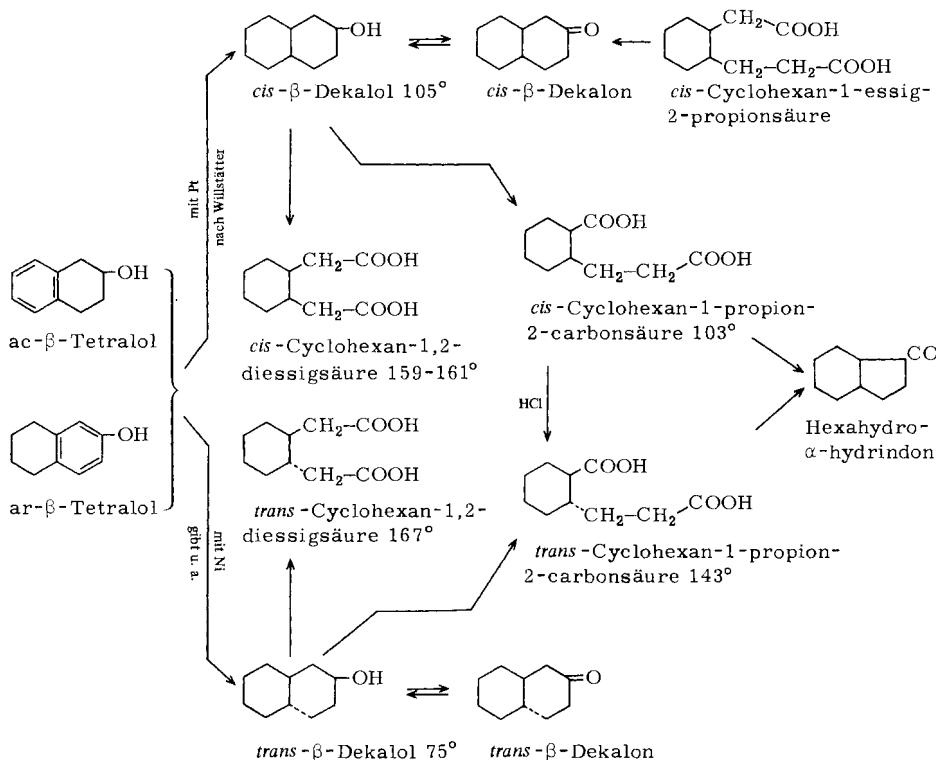


Dieser experimentelle Beweis wurde nun von Walter Hückel angetreten. Mohr hatte nämlich bereits darauf hingewiesen, daß es ein spannungsfreies *cis*- aber auch ein *trans*-Dekalin (3) geben sollte, wenn man die ebene Form des Cyclohexanringes aufgibt. Während der zweite Sechsring im Dekalin an den ersten in *cis*-Stellung ohne Spannung ankondensiert werden kann, ist ein *trans*-Dekalin bei Annahme eines ebenen Cyclohexanringes nur mit sehr großer Spannung möglich (4). Nehmen dagegen die Cyclohexanringe im Dekalin eine nichtebene Form, z. B. die Sesselform, ein, so kann der zweite Cyclohexanring an den ersten ohne merkliche Spannung über seine äquatorialen Bindungen auch in *trans*-Stellung ankondensiert werden.

Walter Hückel gelang es, nun einwandfrei nachzuweisen, daß es zwei Dekaline (Dekahydonaphthaline) gibt, deren Unterschied in einer *cis-trans*-Isomerie besteht. Schema 1

zeigt die Originalformelbilder aus Liebigs Annalen [12], in denen schematisch die experimentelle Beweisführung für die *cis-trans*-Isomerie der Dekaline dargestellt ist.

Schema 1



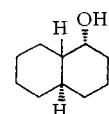
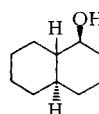
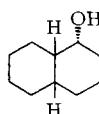
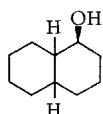
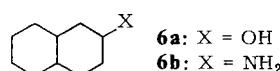
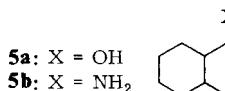
Da es zu dieser Zeit praktisch noch keine physikalischen Methoden für die Struktur- oder die Konfigurationsaufklärung einer Verbindung gab, ist der Nachweis für die Existenz von zwei stereoisomeren Dekalinen auf rein chemischem Weg geführt worden. Für die in Schema 1 dargestellten Reaktionswege werden die isomeren Tetralole, das „alicyclische“ und das „aromatische“ β -Tetralol als Ausgangsprodukte verwendet. Durch Hydrierung unter verschiedenen Bedingungen entstehen zwei β -Dekalole vom Schmp. 105 bzw. 75°C, aus denen zwei verschiedene Ketone (*cis*- β - und *trans*- β -Dekalon) erhalten werden. Durch Oxidation der beiden β -Dekalole werden die zum Teil schon bekannten *cis*- und *trans*-Cyclohexandiessigsäuren bzw. die *cis*- und *trans*-Cyclohexan-1-propionsäure-2-carbonsäure erhalten. Mit Sicherheit ergaben sich die Konfigurationen der beiden Dekalole aus den entstandenen Cyclohexandiessigsäuren: Die Säure vom Schmp. 159 bis 161°C erwies sich als eine nichtspaltbare Mesoform und konnte damit nur die *cis*-Konfiguration besitzen. Dagegen erwies sich die Säure vom Schmp. 167°C als die in optische Antipoden spaltbare DL-Form und mußte daher *trans*-konfiguriert sein. Damit war die Art der Isomerie der beiden β -Dekalole als *cis-trans*-Isomerie des ihnen zugrunde liegenden Ringsystems erkannt. Das *cis*- β -Dekalon konnte zusätzlich durch Ringschlüssereaktion

synthetisiert werden. Auch das *trans*- α -Dekalon wurde dargestellt, wodurch es zum erstenmal gelungen war, zwei carbocyclische Ringe in *trans*-Stellung durch Synthese zu verknüpfen.

Die beiden Kohlenwasserstoffe, *cis*- und *trans*-Dekalin, wurden einerseits aus dem *cis*- und *trans*- β -Dekalon durch Clemmensen-Reduktion, andererseits aus den beiden β -Dekalolen über die durch Wasserabspaltung erhaltenen Oktahydronaphthaline und sich anschließende Hydrierung in reiner Form dargestellt. Von beiden Dekalinen wurden die Verbrennungswärmen gemessen und demjenigen mit der niedrigeren Verbrennungswärme die *trans*-Konfiguration zugeordnet [12].

War die bisher geführte Beweisführung für die Stereochemie der Dekaline richtig, so sollten von monosubstituierten Dekalinen vier stereoisomere Formen existieren.

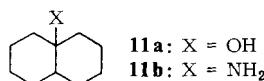
Das α -Dekalol (**5a**) müßte in einer *cis-cis*- (**7**), *cis-trans*- (**8**), *trans-cis*- (**9**) und einer *trans-trans*-Konfiguration (**10**) vorkommen. Das gleiche müßte für die entsprechenden β -Dekalole (**6a**) gelten. Daß auch diese Annahme richtig war, wurde durch die Reindar-



stellung aller vier α - und β -Dekalole gezeigt. Dazu wurden die isomeren *cis*- und *trans*- α - und β -Dekalone unter verschiedenen Bedingungen hydriert. Erhalten wurden α - bzw. β -Dekalole, die sich nur durch die Konfigurationen der OH-Gruppe zur Ringverknüpfung unterschieden, z. B. **7** und **8**, in bezug auf die Stereochemie der Ringverknüpfung aber einheitlich waren [16, 23, 31, 43]. Durch fraktionierende Kristallisation geeigneter Derivate (Phthalate, Phenylurethane) wurden dann die isomeren α - und β -Dekalole in reiner Form gewonnen. Die Konfigurationszuordnung der α - und β -Dekalole erfolgte aufgrund ihrer Bildungsbedingungen.

Aus den isomeren *cis*- und *trans*- α - und - β -Dekalonoximen wurden durch Hydrierung unter verschiedenen Bedingungen alle stereoisomeren α - und β -Dekalylamine (**5b**, **6b**) in reiner Form isoliert [16, 23]. Die Zuordnung der Konfigurationen der isomeren Dekalylamine **5b** und **6b** gelang durch ihre Überführung in die nunmehr bekannten Dekalole **5a** und **6a** durch Desaminierung mit salpetriger Säure.

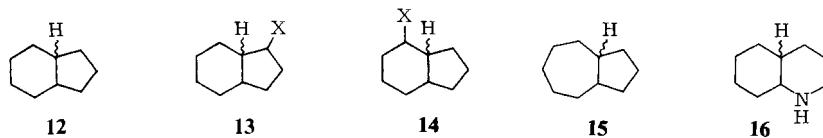
Auch die tertiären Dekalole **11a** und die Amine **11b** wurden gewonnen und in ihre stereoisomeren Formen getrennt [44].



Fünfundzwanzig Jahre später wurden auch disubstituierte Dekaline, z. B. alle sechs theoretisch möglichen Dekalindiole-(1,4), in reiner Form dargestellt [196, 223].

Hückel konnte bald nachweisen, daß die Stereoisomerie bicyclischer Ringsysteme nicht auf Sechsringe beschränkt ist. So zeigte die Kombination eines Sechsringes und eines Fünfringes, das Hydrindan (12), die gleichen Isomericieverhältnisse wie das Dekalin.

Auch hier gelang die Synthese der *cis*- und *trans*-Form, eine Zuordnung ihrer Konfigurationen, sowie die Darstellung von diastereomeren Hydrindanderivaten mit den Substituenten im Fünfring (13; X = OH, NH₂) und im Sechsring (14; X = OH, NH₂) [17, 22, 23, 55, 56, 60, 70].

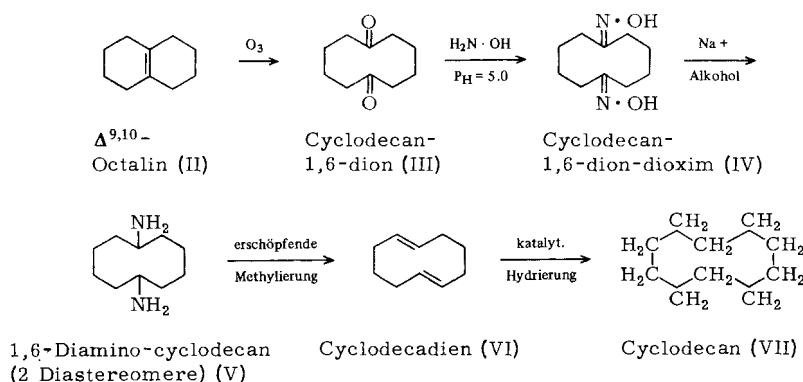


Zusätzlich wurden Derivate der *cis-trans*-isomeren Bicyclo[5.3.0]decane (15), in denen ein Siebenring mit einem Fünfring verknüpft ist, dargestellt [46]. Damit war aufgrund der gleichen Argumentation wie beim Dekalin bewiesen, daß auch Ringe mit mehr als sechs Kohlenstoffatomen nicht eben sind.

Daß die Vorstellungen von Sachse und Mohr über den nictebenen Cyclohexanring grundsätzlich auch für Heteroatome gelten müssen, wurde durch die Darstellung und Konfigurationszuordnung der *cis-trans*-isomeren Dekahydrochinoline (16) gezeigt [21].

Eine ausführliche theoretische Diskussion aller experimentellen Ergebnisse wird von Hückel schon 1927 in seinem Aufsatz „Der gegenwärtige Stand der Spannungstheorie“ gegeben [23]. Hückel hatte jetzt den Beweis in der Hand, daß die Tetraedertheorie van't Hoff's und die daraus entwickelten Modellvorstellungen von Sachse und Mohr für das Cyclohexan richtig waren. Im Detail werden die möglichen Konformationen des Cyclohexans, des *cis*- und des *trans*-Dekalins, der stereoisomeren Hydrindane und anderer bicyclischer Verbindungen in dieser Arbeit diskutiert. Die später von Hassel durch Elektronenbeugung gesicherten Konformationen des *cis*- und *trans*-Dekalins sind schon hier vorausschauend diskutiert worden.

Schema 2

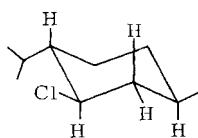


Auch mittlere Ringe sind nicht-eben, sie besitzen keine Baeyer-Spannung. Diese Feststellung wurde von *Walter Hückel* 1933 getroffen, nachdem es ihm gelungen war, Cyclo-dekan erstmalig darzustellen [42]. Schema 2 zeigt eine Kopie der Originalpublikation aus den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft mit dem Syntheseweg.

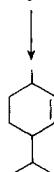
Die ermittelte Verbrennungswärme von ≈ 157 kcal/mol für eine CH_2 -Gruppe im Cyclodekan zeigte, daß das Molekül keine Spannung aufweist, denn der Wert der Verbrennungswärme unterschied sich praktisch nicht von der einer CH_2 -Gruppe in acyclischen Kohlenwasserstoffen. Auch das Cyclodekan konnte deshalb nicht eben sein.

Walter Hückel ist nun nicht bei der statischen Stereochemie stehengeblieben, er legte sich als nächstes die für den Chemiker besonders wichtige Frage nach dem Zusammenhang zwischen der Reaktivität und dem sterischen Bau der Moleküle vor. Ab 1930 erscheint eine Serie von Publikationen unter dem Titel „Änderungen des Molekülbaus bei chemischen Reaktionen“ und ab 1937 die Serie „Zur Kenntnis der Waldenschen Umkehrung“.

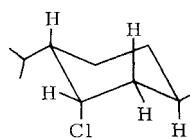
Die Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen dem räumlichen Bau der Moleküle und deren Reaktivität konzentrierten sich besonders auf die Mechanismen von Substitutions- und Abspaltungsreaktionen. Auch die in neuerer Zeit von vielen Autoren durchgeföhrten systematischen Untersuchungen über Eliminierungs- und Substitutionsreaktionen beginnen stets mit dem Zitat einer Publikation von *Walter Hückel*, nämlich der schon klassisch gewordenen Untersuchung von *Hückel, Tappe und Legutke* in Liebigs Annalen der Chemie aus dem Jahre 1940, in der die Stereochemie von Eliminierungsreaktionen unter ionisierenden Bedingungen (nach E 1) und mit starken Basen (nach E 2) untersucht wird [94]. Obwohl z. B. im Menthylchlorid (**17**) bei der Umsetzung mit starken Basen bei der HCl -Eliminierung zwei Abspaltungsrichtungen möglich sind, kommt es nur zur Bildung des 2-Menthens (**19**). Daraus wird geschlossen, daß die Abspaltungsrichtung durch die Stereochemie der beteiligten Atome gelenkt wird. Das Neomenthylchlorid (**18**) reagiert dagegen unter vergleichbaren Bedingungen zu einem Gemisch der isomeren Menthene **20** und **21**.



17: Menthylchlorid



19: 2-Menthene



18: Neomenthylchlorid



20: 2-Menthene
22 %

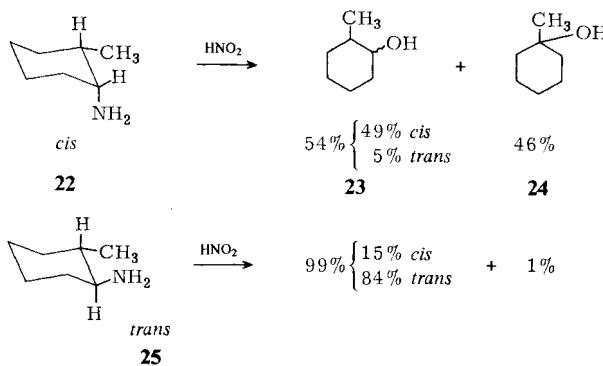
21: 3-Menthene
78 %

Der Begriff der *trans*-Eliminierung bei E 2-Abspaltungen wird schon in der ersten Arbeit [94] klar definiert und angewendet und es wird eine scharfe Trennung zwischen diesen und der E 1-Eliminierung, die über Carbeniumionen abläuft, vorgenommen. So reagiert z. B. das dem Menthylchlorid entsprechende Menthyltosylat unter E 1-Bedin-

gungen nicht mehr zu einem einheitlichen Olefin sondern zu einem Gemisch cyclischer Olefine [274].

Das Studium des Zusammenhangs zwischen sterischem Bau und der Richtung von Eliminierungsreaktionen, ob sich der „Saytzeff“ oder der „Hofmann“-Kohlenwasserstoff bildet, wird von *Hückel* über Jahre hinweg intensiv weiterverfolgt. Mit umfangreichem Versuchsmaterial wird besonders der Mechanismus der E1-Eliminierung studiert. Dazu werden Solvolysereaktionen von *cis-trans*-isomeren 2-, 3- und 4-alkylsubstituierten Cyclohexyl- und Cycloheptyltosylaten, von Cyclopentyltosylaten, von allen stereoisomeren α - und β -Dekalytolosylaten und Tosylaten aus der Hydrindanreihe systematisch in bezug auf ihre Eliminierungs- und Substitutionsprodukte untersucht. Als wichtigstes Ergebnis für den Mechanismus wird nachgewiesen, daß die Zusammensetzung der Solvolyseprodukte auch bei E1-Reaktionen nicht unabhängig vom sterischen Bau des Moleküls ist. Auch *cis-trans*-Isomere ergeben verschiedene Produkte, obwohl ein ebenes Carbeniumion als Zwischenstufe, wie es die E1-Reaktion erfordern würde, gleiche Produktzusammensetzung erwarten ließ. Diese Untersuchungen, deren theoretische Bedeutung beim Lesen der Einzelarbeiten nicht immer sofort ins Auge springt, sind für die Mechanismen von Abspaltungsreaktionen von großer Bedeutung geworden. Die Arbeiten über Solvolysereaktionen stereoisomerer Toluolsulfonate wurden von *Hückel* gerade in den letzten Jahren seiner Tätigkeit in Tübingen intensiv verfolgt, er hat darüber selbst zusammenfassend berichtet [274].

Hückel beschäftigte sich noch mit einer anderen Reaktion sehr gründlich, die wiederum einen Zusammenhang zwischen Stereochemie und Reaktivität erkennen ließ. Es waren dies Desaminierungen von stereoisomeren cycloaliphatischen primären Aminen mit salpetriger Säure [103]. Diese Arbeiten wurden im wesentlichen unter dem Aspekt durchgeführt, mehr über die Struktur des intermediären Carbeniumions zu erfahren, als es bei Solvolysereaktionen möglich war, da die Ionisierung bei der Desaminierungsreaktion ohne direkte Einwirkung des Lösungsmittels stattfindet. Die Ionen werden hier gewissermaßen, wie es *Hückel* einmal ausgedrückt hat, auf „saubere Weise“ gebildet [274]. Diese Arbeiten [218, 232, 239, 263] zeigten eines ganz deutlich: Desaminierungsreaktionen mit salpetriger Säure verlaufen komplizierter, als ursprünglich angenommen worden war, das intermediäre Carbeniumion ließ sich nicht mit einem durch Solvolysereaktion gebildeten Carbeniumion vergleichen. Als Beispiel sei die Umsetzung der stereoisomeren 2-Methylcyclohexylamine 22 und 25 mit salpetriger Säure angeführt [218].

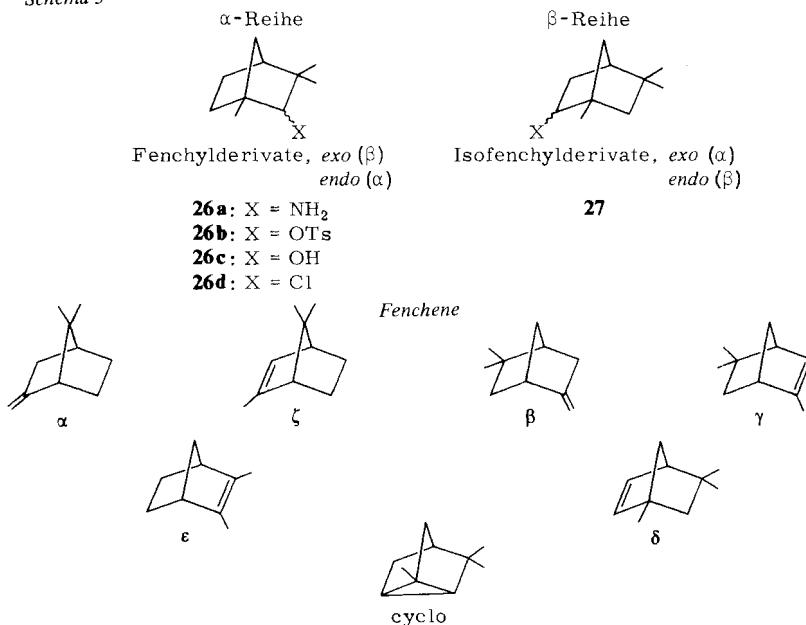


Hier wird sofort deutlich, daß die Zusammensetzung der Reaktionsprodukte nicht unabhängig von der Stereochemie des Ausgangsamins ist, wie man es bei einer reinen E1-Reaktion innerhalb vernünftiger Grenzen erwarten sollte. Sowohl das *cis*- (22) wie auch das *trans*-2-Methylcyclohexylamin (25) reagieren bevorzugt unter Konfigurationserhaltung. Daneben tritt Hydridwanderung unter Bildung von 24 ein, wodurch sich die Umsetzungen der Amine mit salpetriger Säure oft charakteristisch von den Solvolysen der entsprechenden Tosylate unterscheiden. Auch die Menge des durch Hydridverschiebung entstandenen Methylcyclohexanols-(1) (24) ist abhängig von der Stereochemie der Ausgangsprodukte 22 und 25. Zur Erklärung der Versuchsergebnisse werden von Hückel konformativale Effekte herangezogen, aber auch grundsätzlich die Frage diskutiert, ob die Struktur eines durch Desaminierung gebildeten Carbeniumions sich in bezug auf Energieinhalt und Solvatation von dem durch Solvolyse erzeugten Carbeniumion unterscheidet.

Wie seinem Vorbild Wallach galt auch Walter Hückels besondere Liebe der Chemie der Terpene, worüber er 36 Experimentalarbeiten publiziert hat. Dabei interessierten ihn bevorzugt die bicyclischen Terpene, an denen er die oft komplizierten Umlagerungsreaktionen bei der Bildung von Carbeniumionen studieren konnte. Die meisten dieser Arbeiten sind unter dem Serientitel „Änderung des Molekülbaus bei chemischen Reaktionen“ erschienen.

Die erste Arbeit aus dem Jahre 1937 behandelt die Umsetzung von Bornylamin und Isobornylamin mit salpetriger Säure [67], Untersuchungen, die erst zwanzig Jahre später [197] fortgeführt werden konnten. Aus Isobornylamin entsteht dabei ausschließlich Camphen und Camphenhydrat, die Umsetzung des Bornylamins mit salpetriger Säure verläuft dagegen weniger einfach, es erfolgt Ringöffnung unter Bildung von α -Terpineol.

Schema 3



Weit mehr als für das Bornansystem hat sich *Walter Hückel* allerdings für Umlagerungsreaktionen des Fenchangerüstes interessiert. Die Umsetzungen von *exo*- und *endo*-Fenchylamin (**26a**) mit salpetriger Säure wurden ausführlich studiert [152, 174, 235], und die durch eine Reihe komplizierter Umlagerungsreaktionen entstehenden Reaktionsprodukte im einzelnen aufgeklärt. Am Fenchangerüst werden nicht nur Desaminierungsreaktionen untersucht, sondern es werden auch systematisch die Solvolysereaktionen von *exo*- und *endo*-Fenchyltosylat (**26b**) in verschiedenen Lösungsmitteln studiert, nachdem es gelungen war, α -(*endo*)- und β -(*exo*)-Fenchol in reiner Form darzustellen [205, 213, 236]. Die Umlagerungsreaktionen des Fenchangerüstes werden auch bei der Umsetzung der stereoisomeren Fenchole (**26c**) mit Phosphorpentachlorid, aber auch an den sekundären *exo*- und *endo*-Fenchylchloriden (**26d**) und von tertiären Fenchylchloriden im einzelnen studiert [236]. Besonders interessierte *Hückel* am Fenchangerüst die sogenannte 2,6-Verschiebung, wobei *exo*-Fenchylderivate, z. B. das *exo*-Fenchylchlorid (**26d**) oder das entsprechende Tosylat **26b**, in *exo*-Isofenchylderivate (**27**) oder die sich daraus ableitenden ungesättigten Kohlenwasserstoffe umlagern. Es konnte gezeigt werden, daß die 2,6-Verschiebung als Ergebnis mehrerer reversibler Umlagerungsreaktionen zu verstehen ist, wobei die einzelnen Reaktionsschritte aufgeklärt und praktisch alle Zwischenprodukte gefaßt wurden [236, 257, 258, 269, 270].

Die Isomerisierungen des Fenchangerüstes unter 2,6-Verschiebungen treten bevorzugt bei *exo*-Konfiguration auf, wofür *Hückel* überzeugende theoretische Erklärungen gibt. Schema 3 zeigt die vielen möglichen Olefine, die aus Fenchol und Isofenchol bzw. deren Derivaten unter kinetisch und thermodynamisch kontrollierten Bedingungen gebildet werden können und die von *Hückel* aufgeklärt worden sind. Der Einfachheit halber sind nur die entstehenden Fenchene angeführt, hinzu kommen die entsprechenden Substitutionsprodukte. Alle Produkte sind über eine komplizierte Folge von Carbeniumionenreaktionen in Verbindung mit Hydridverschiebungen zu erklären [241]. Das ζ -Fenchen wurde bei diesen Umlagerungsreaktionen neu aufgefunden und charakterisiert [127].

Die Arbeiten *Hückels* über bicyclische Terpene beschränkten sich nicht auf die bisher angeführten Verbindungsklassen. Umlagerungen, die über Carbeniumionen verlaufen, werden auch an anderen Systemen studiert. Erwähnt seien das Camphenol und seine Derivate [66, 109, 279, 284], die Isocamphenolole [147, 214] und das Camphenhydrat [109]. Dabei wird immer wieder die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Konfiguration und Reaktionsgeschwindigkeit gestellt. Die durchweg höheren Solvolysegeschwindigkeiten von *exo*-Derivaten im Vergleich zu den *endo*-Isomeren werden ausführlich diskutiert und die Reaktivitätsunterschiede bevorzugt mit sterischen Effekten erklärt. Das Konzept der nichtklassischen Kationen wird in den Arbeiten über bicyclische Terpene schon Mitte der fünfziger Jahre in die Diskussion mit einbezogen, aber, wie weiter unten noch ausgeführt wird, konsequent abgelehnt.

Hückel hat sich auch mit den Umlagerungen des Pinangerüstes, zunächst in einer theoretischen Arbeit [102], und dann in mehreren Experimentalarbeiten auseinander gesetzt. Erwähnt seien die Untersuchungen über die Umlagerungsreaktionen des Methyl-nopinols und des Pinenhydrats [198], sowie seine Untersuchungen über die vier isomeren Pinocamphole [271]. Die teilweise sehr kompliziert verlaufenden Isomerisierungen, die zu einer Fülle von Reaktionsprodukten führen, werden im einzelnen aufgeklärt und daraus detaillierte Schlüsse auf den Umlagerungsmechanismus gezogen. Den neueren Arbeiten

über die Umlagerungsreaktionen bicyclischer Terpene kommt zugute, daß jetzt alle Methoden der modernen analytischen Chemie, die Gaschromatographie, die Infrarot- und Kernresonanzspektroskopie eingesetzt werden können. *Walter Hückel* stand modernen physikalischen Methoden der Organischen Chemie sehr aufgeschlossen gegenüber, er war einer der ersten, der in Tübingen einen Gaschromatographen anschaffte, auch die Infrarotspektroskopie wurde von ihm sofort eingesetzt, als kommerzielle Geräte erhältlich waren.

Zu nennen sind weiterhin die Arbeiten über den Epicampher, das Epiborneol und Epi-isoborneol und deren Umlagerungsreaktionen [225]. An bicyclischen Terpenen werden nicht nur Umlagerungsreaktionen über Carbeniumionen studiert, sondern *Hückel* beschäftigt sich z. B. auch mit den am α -Fenchol und Camphen bei Oxidationsreaktionen auftretenden Isomerisierungen [126, 279].

Die bicyclischen Terpene haben *Walter Hückel* bis zuletzt beschäftigt. Er arbeitete nach seiner Emeritierung mit nur wenigen Doktoranden und einer chemisch-technischen Assistentin wieder selber im Labor, wobei ausschließlich bicyclische Terpene bearbeitet wurden. Seine beiden letzten 1971 von ihm selbst verfaßten Publikationen sind deshalb auch diesem Themenkreis gewidmet [283, 284].

Die intensive Beschäftigung mit den Umlagerungsreaktionen bicyclischer Terpene bei Solvolyse- und Desaminierungsreaktionen, d. h. bei der Bildung eines Carbeniumions, führte *Walter Hückel* automatisch in die Auseinandersetzungen über die nichtklassischen Kationen hinein [276, 277]. Mehrere Jahre stand dieses Problem sogar im Vordergrund seiner theoretischen und experimentellen Arbeiten, die mögliche Existenz von nichtklassischen Kationen lässt sich an bicyclischen Terpenverbindungen besonders gut studieren. *Walter Hückel* war ein konsequenter Gegner der nichtklassischen Kationen und er hat diese Ansicht mit streitbarer Feder verteidigt. Viele seiner Arbeiten über Solvolysereaktionen reaktiver bicyclischer Terpenverbindungen waren speziell dem Problem gewidmet, ob es Zwischenstufen bei Umlagerungsreaktionen gibt, denen man nichtklassischen Charakter zuschreiben müsse. Er hat mit den Befürwortern der nichtklassischen Kationen manchen erbitterten Streit gefochten und er liebte es, sich mit den Argumenten seiner Gegner kritisch auseinanderzusetzen. Das hat ihm nicht immer Freunde geschaffen, aber er wurde von seinen wissenschaftlichen Kontrahenten geachtet, wegen seines kritischen Verstandes aber auch gefürchtet.

Als ein weiteres umfangreiches Arbeitsgebiet *Hückels* sind die Reduktionen aromatischer Verbindungen in flüssigem Ammoniak zu nennen. Auch diese Untersuchungen wurden durch theoretische Überlegungen angeregt und gehen auf Diskussionen mit seinem Bruder *Erich* zurück. Die von *Erich Hückel* entwickelte MO-Theorie ließ für bestimmte Atome z. B. im Naphthalinmolekül eine besonders hohe Elektronenaffinität vorher berechnen. Das von *Walter Hückel* verwendete Verfahren der Reduktion polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe mit Natrium in flüssigem Ammoniak sollte Aufschluß über den Ort der größten Elektronenaffinität geben und damit einen Vergleich der Aussagen der Theorie hierüber mit den Reduktionsergebnissen ermöglichen.

In einer Serie von 18 Experimentalarbeiten und einem ausführlichen zusammenfassenden Artikel [264] setzt sich *Walter Hückel* nicht nur mit dem Mechanismus der Reduktionen aromatischer Verbindungen mit Alkalimetallen in flüssigem Ammoniak auseinander,

sondern er konnte sein Verfahren zu einer wertvollen präparativen Methode für die Synthese partiell hydrierter und methylierter aromatischer Kohlenwasserstoffe ausbauen.

Die heute allgemein unter dem Namen *Birch-Hückel*-Reduktionen bekannten Umsetzungen aliphatischer und aromatischer Verbindungen mit Alkalimetallen in flüssigem Ammoniak gehen auf die Priorität von *Walter Hückel* zurück, der seine erste Arbeit [87] mehrere Jahre vor *Birch* publiziert hat, aber seine Untersuchungen, durch den Krieg unterbrochen, erst 1954 wieder aufnehmen konnte.

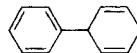
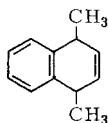
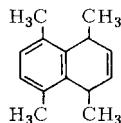
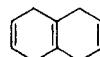
Die von *Hückel* und von *Birch* verwendeten Reduktionsverfahren mit Alkalimetallen in flüssigem Ammoniak unterscheiden sich in ihrer praktischen Durchführung, zwischen beiden Methoden wird aber in der Literatur nicht immer deutlich unterschieden. Bei dem *Hückelschen* Verfahren wird die zu reduzierende Verbindung, gegebenenfalls unter Zusatz eines inerten Lösungsmittels, in flüssigem Ammoniak gelöst oder suspendiert und die blaue Lösung des Metalls in flüssigem Ammoniak anschließend zugegeben. Farbänderung zeigt die Bildung einer metallorganischen Verbindung an, diese wird dann durch einen Protonenlieferanten zersetzt. Bei dem Verfahren von *Birch* erfolgt die Reduktion der organischen Verbindung durch gleichzeitige Einwirkung von Alkalimettall und einem Protonenlieferanten, meist Alkohol, in flüssigem Ammoniak.

Die Mechanismen beider Varianten werden von *Hückel* ausführlich diskutiert, die über Radikalanionen verlaufenden Prozesse stimmen nicht in allen Einzelheiten überein.

Die Umsetzung von aromatischen Kohlenwasserstoffen nach seinem Verfahren wurde von *Hückel* besonders genau untersucht. Einige Beispiele seien herausgegriffen: Naphthalin reagiert zu einer roten Dinatriumverbindung, deren Zersetzung mit Ammoniumchlorid oder Alkohol zum Δ^2 -Dihydronaphthalin (28) führt [87]. Auch das Diphenyl reagiert unter 1,4-Addition zu 1,4-Dihydrodiphenyl (29) [159]. In beiden Fällen entspricht damit die 1,4-Anlagerung von Wasserstoff den theoretisch vorherzusehenden Stellen mit der größten Elektronenaffinität. Umgesetzt werden auch das Cyclopentadien [159], das Inden [159] und das Fluoren [160]. In allen Fällen bilden sich Dihydroprodukte, aber Inden und Fluoren reagieren uneinheitlich, zum Teil unter Mehrfachhydrierung. Auch mehrkernige Heterocyclen, wie Chinolin und Isochinolin, werden nach dem Verfahren von *Hückel* umgesetzt. Chinolin reagiert glatt zum 1,2-Dihydrochinolin [169], Isochinolin ergibt das unbeständige 1,2-Dihydroisochinolin [170].

Der präparative Vorteil der Methode von *Hückel* liegt darin, daß sie zur Methode der „reduzierenden Alkylierungen“ erweitert werden kann. Da es sich, anders als bei dem Verfahren von *Birch*, um einen Zweistufenprozeß handelt, läßt sich die primär entstehende Dinatriumverbindung anschließend alkylieren. Von den vielen reduzierenden Alkylierungen, die auf diese Weise ausgeführt wurden, seien wiederum nur einige herausgegriffen: Naphthalin reagiert mit Methylbromid glatt zum 1,4-Dimethyl- Δ^2 -dihydronaphthalin (30) [254], mit Isopropylbromid zur entsprechenden 1,4-Diisopropylverbindung [202]. 2-Methylnaphthalin kann in 1,2,4-Trimethyl- Δ^2 -dihydronaphthalin [255] und 1,4-Dimethylnaphthalin kann in 1,4,5,8-Tetramethyl- Δ^2 -dihydronaphthalin (31) übergeführt werden.

Auch die Variante nach *Birch* wird von *Hückel* angewendet [183], wobei er besonders die Unterschiede zu seinem Verfahren herausarbeitet. Einkernige aromatische Kohlenwasserstoffe können nur nach *Birch* zu 1,4-Dihydroverbindungen reduziert werden [155,

**28:** Δ^2 -Dihydronaphthalin**29:** 1,4-Dihydrodiphenyl**30****31****32**

183], Naphthalin reagiert unter Bildung von 1,4,5,8-Tetrahydronaphthalin (Isotetralin) (32) [156].

In mehreren ausführlichen Arbeiten, erschienen in Liebigs Annalen der Chemie [182, 190, 195], faßte *Walter Hückel* einen großen Teil seiner experimentellen Ergebnisse über die Cyclohexan-, Hydrindan- und Dekalinchemie zusammen und wertete sie zur Konformationsanalyse (von ihm noch Konstellationsanalyse genannt) aus. An den vielen in seinem großen Mitarbeiterkreis erhaltenen kinetischen und präparativen Daten wird erörtert, inwieweit diese Daten in Beziehung zur Konfiguration und Konformation gesetzt werden können. Besonders ausführlich wird die Frage erörtert, ob aufgrund kinetischer Daten eine quantitative Konformationsanalyse an Cyclohexanderivaten möglich ist [182].

Hückel wandte sich schon damals [182] gegen das Verfahren der kinetischen Konformationsanalyse. Diese Kritik richtete sich im wesentlichen gegen das theoretische Konzept von *Winstein* und *Eliel*, wonach ein Vergleich von Reaktionsgeschwindigkeiten konformativ uneinheitlicher Cyclohexanderivate mit der Reaktionsgeschwindigkeit der konformativ einheitlichen *cis*- oder *trans*-4-*tert*.-Butylcyclohexylderivate eine Bestimmung von Konformationsgleichgewichten erlaubt.

Die Konformationsuntersuchungen wurden auch auf mehrfach substituierte Cyclohexanderivate, wie z. B. auf die vier isomeren Menthole [204], Carvomenthole [259] und *tert*.-Butylmenthole [260], ausgedehnt. Auch Dekalin- und Hydrindanderivate wurden systematisch unter dem Aspekt der Konformationsanalyse und Reaktivität ihrer Derivate behandelt [195, 207, 215].

Eine wesentliche Erweiterung der Methodik der Konformationsanalyse gelang dadurch, daß Zusammenhänge zwischen der Konformation von alicyclischen Alkoholen und ihren Infrarotspektren gefunden wurden [208]. Durch systematische Auswertung der Infrarotspektren von mono- und dialkylierten Cyclohexanolen sowie der stereoisomeren α - und β -Dekalole im Bereich der ν_{CO} -Schwingung zwischen 940 und 1070 cm^{-1} ließen sich die bevorzugten Konformationen dieser Alkohole bestimmen.

Zum erstenmal wurden auch Versuche unternommen, Konformationsanalysen an Siebenringen durchzuführen, über die nur wenig experimentelles Material vorlag. Die Reindarstellung der *cis-trans*-isomeren 2- und 3-Methylcycloheptanole, das Studium der Solvolysereaktionen der entsprechenden Tosylate, besonders aber die Auswertung der Infrarotspektren, ließen große Ähnlichkeiten mit den Cyclohexanderivaten erkennen [242,

244]. Auch beim Siebenring war eine axiale und äquatoriale Lage der Substituenten nachweisbar, die sich charakteristisch in ihrem Reaktionsverhalten und ihren physikalischen Eigenschaften unterscheiden.

Die Ergebnisse der Arbeiten über Konformationsanalyse wurden in mehreren zusammenfassenden Referaten, in die auch die Konformationsanalyse des Fünfringes [153, 161, 212, 220, 253] einbezogen wurde, niedergelegt [226, 230, 231, 234].

Der Versuch einer Würdigung des Werkes von *Walter Hückel* wäre unvollständig, ohne die von ihm verfaßten Bücher zu erwähnen. Es sind dies sein Lehrbuch der Chemie, das in sechs Auflagen erschienen ist, seine in englischer und deutscher Sprache erschienene „Anorganische Strukturchemie“ sowie die nach dem Kriege von ihm verfaßten „Fiat Review of German Science“ mit den Bänden 34 und 35, in denen die Entwicklung der theoretischen organischen Chemie in Deutschland in den Jahren vor und während des Krieges dargestellt wurde. *Walter Hückel* hat sich sehr schnell in neue Gebiete eingearbeitet, wie sein zweibändiges Buch „Vorlesungen über pharmazeutische Chemie und Arzneimittelsynthese“ zeigt, das den Tübinger Pharmaziestudenten über Jahre als Lehrbuch diente.

Das Buch aber, das ihn neben seinen experimentellen Arbeiten wohl am meisten bekannt gemacht hat, sind die „Theoretischen Grundlagen der Organischen Chemie“, die erstmalig 1930 erschienen sind und mit ihren zwei Bänden neun Auflagen erlebten. Dieses Buch *Hückels* war zu seiner Zeit wegweisend für die Organische Chemie, eine vergleichbare, kritische Zusammenfassung der Theorien in der Organischen Chemie gab es davor nicht. Alle, die seine „Theoretischen Grundlagen der Organischen Chemie“ noch gelesen haben, wissen, daß es sich hier um ein außergewöhnlich kritisches Buch gehandelt hat, das nicht nur referierte, sondern in dem *Walter Hückel* neue Akzente setzte und mit eigenen Ideen zum Fortgang der Theorien beitrug. *Walter Hückel* hat seine „Theoretischen Grundlagen“ ohne Kartothek, ohne Literaturkartei niedergeschrieben, sein phänomenales Gedächtnis erlaubte ihm noch, als einer der wenigen einen angeneherten Überblick über die Organische Chemie zu behalten.

*Michael Hanack**

Ehrungen

Ehrendoktortitel

Universität Rennes/Frankreich, 1960 (Dr. h. c.);
 Universität Dijon/Frankreich, 1965 (Dr. h. c.);
 Universität Kiel, 1965 (Dr. rer. nat. h. c.).

Auszeichnungen

Berzelius-Medaille, Lund/Schweden, 1946;
 Grignard-Medaille der Société Chimique de France, 1934;
 Medaille Kongl. Wetenskaps Akademien, Amsterdam, 1957;
 Lavoisier-Medaille der Société Chimique de France, 1962;
 Stass-Medaille der Société Chimique de Belgique, 1962;
 Otto-Wallach-Plakette der Gesellschaft Deutscher Chemiker, 1966.

* Dieser Nachruf ist eine erweiterte und ergänzte Fassung der Ansprache, die anlässlich der akademischen Gedenkfeier für *Walter Hückel* von M. H. am 12. Februar 1973 in Tübingen gehalten wurde.

Ehrenmitgliedschaften

Suomalisten Kemistien Seura, Helsinki (Gesellschaft Finnischer Chemiker), 1949;
 Ägyptische Pharmazeutische Gesellschaft, 1959;
 Société Chimique de Belgique, 1962.

Akademiemitgliedschaften

Akademie der Wissenschaften zu Göttingen, 1939;
 Suomalainen Tiedeakatemia (Academia Scientiarum Fennica), Helsinki, 1952;
 Heidelberger Akademie der Wissenschaften, 1958;
 Deutsche Akademie der Naturforscher „Leopoldina“ in Halle/Saale, 1963.

Schriftenverzeichnis

I. Bücher

1. Theoretische Grundlagen der Organischen Chemie, Bände 1 und 2, 9. Auflage, Akademische Verlagsgesellschaft, Geest und Portig K. G., Leipzig 1961.
englische Ausgabe: Theoretical Principles of Organic Chemistry, Elsevier Publishing Company, New York-London, 1955, 1958.
russische Ausgabe: 7. Auflage, Band 1, 1955, Moskau.
2. Lehrbuch der Chemie, Bände 1 und 2
 Band 1: Anorganische Chemie – 5. Auflage, 1952.
 Band 2: Organische Chemie – 6. Auflage, 1955.
 Akademische Verlagsgesellschaft, Geest und Portig K. G., Leipzig, 1952 bzw. 1955.
3. Anorganische Strukturchemie, 1. Auflage, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1948.
englische Übersetzung: Structural Chemistry of Inorganic Compounds, 2 Bände. Elsevier Publishing Company, Amsterdam-Houston-London-New York, 1950, 1951.
spanische Übersetzung: Química estructural inorgánica, 2 Bände, Editorial Reverté S. A., Barcelona, 1953.
4. Pharmazeutische Chemie und Arzneimittelsynthese, 2. Auflage, Band 1: 1961, Band 2: 1962, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
5. Fiat Reviews of German Sciences, Bände 34 und 35.
6. Einführung in das Studium der Chemie, Carl Winter, Universitätsverlag, Heidelberg, 1951.

II. Wissenschaftliche Veröffentlichungen

- 1920** [0] *W. H.*, Tagung der Chemikerschaften in Münster vom 26. – 28. Februar 1920, Göttinger Studentenztg. 3, 10 (1920).
 [1] *W. H.*, Der Energie-Inhalt der Polymethylenringe, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **53**, 1927 (1920).
 [2] *A. Windaus* und *W. H.*, Über die Bildung ringförmiger Verbindungen aus hydroaromatischen Dicarbonsäuren, Nachr. K. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. **1920**, 181.
- 1921** [3] *W. H.*, Hydroaromatische 1,2-Dicarbonsäuren und ihr Verhalten bei der Destillation mit Essigsäureanhydrid, Inaugural-Dissertation Göttingen 7. 7. 1920 und Jahrb. der Philos. Fak. Göttingen **6**, 25 (1921).
 [4] *W. H.*, Beiträge zur Auffassung der homöopolaren Atombindung, Z. Elektrochem. Ang. Phys. Chem. **27**, 305 (1921).
 [5] *A. Windaus* und *W. H.*, Anwendung der Spannungstheorie auf das Ringsystem des Cholesterins, Nachr. K. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. **1921**, 162.
 [6] *W. H.*, Die Bedeutung der Atomkonstanten der Verbrennungswärme und der Molekularrefraktion, J. Prakt. Chem. [2] **103**, 241 (1921).
- 1922** [7] *W. H.*, Bemerkungen zu v. Weinbergs Arbeit: Verbrennungswärme und Dissoziierungsarbeit, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **55**, 2839 (1922).

- [8] *W. H.*, Über vermeintliche Beziehungen zwischen Atomkonstanten und Valenzzahl der Atome, *Z. Phys. Chem.* **104**, 262 (1922).
- 1923** [9] *A. Windaus, W. H. und G. Reverey*, Über die thermische Zersetzung einiger hydroaromatischer Dicarbonsäuren, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **56**, 91 (1923).
 [10] *W. H.*, Stereoisomerie des Dekahydronaphthalins und seiner Derivate, *Nachr. K. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl.* **1923**, 43.
- 1924** [11] *W. H. und E. Goth*, Darstellung der Phenylbutter-o-carbonsäure, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **57**, 1285 (1924).
- 1925** [12] *W. H.*, Zur Stereochemie bicyclischer Ringsysteme I. – Die Stereoisomerie des Dekahydronaphthalins und seiner Derivate, *Liebigs Ann. Chem.* **441**, 1 (1925).
 [13] *W. H. und E. Goth*, Über die Umlagerung stereoisomerer Säuren und ihrer Ester, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **58**, 447 (1925).
 [14] *W. H.*, Die raumisomeren Formen des Dekahydronaphthalins, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **58**, 1449 (1925).
- 1926** [15] *W. H.*, Konfigurationsänderungen bei Substitutionsreaktionen, *Angew. Chem.* **39**, 842 (1926).
 [16] *W. H., R. Mentzel, E. Brinkmann und E. Kamenz*, Zur Stereochemie bicyclischer Ringsysteme, II; Die Stereoisomerie des Dekahydronaphthalins und seiner Derivate, II: Stereoisomere β -substituierte Dekaline, *Liebigs Ann. Chem.* **451**, 109 (1926).
 [17] *W. H. und H. Friedrich*, Zur Stereochemie bicyclischer Ringsysteme, III; Die Stereoisomerie des Hydrindans und seiner Derivate, I, *Liebigs Ann. Chem.* **451**, 132 (1926).
 [18] *W. H.*, Über das Verhältnis der klassischen Stereochemie zu den Arbeiten Weissenbergs, *Naturwissenschaften* **14**, 1279 (1926).
 [19] *W. H.*, Über den Anwendungsbereich der klassischen Stereochemie und der geometrischen Stereochemie Weissenbergs, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **59**, 2826 (1926).
 [20] *W. H. und F. Wiebke*, Über einige Bernstein- und Glutarsäuren mit cyclischem, quartärem Kohlenstoffatom, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **59**, 2838 (1926).
- 1927** [21] *W. H. und F. Stepf*, Zur Stereochemie bicyclischer Ringsysteme, IV: Die Stereoisomerie des Dekahydrochinolins, *Liebigs Ann. Chem.* **453**, 163 (1927).
 [22] *W. H.*, Zur Stereochemie bicyclischer Ringsysteme, *Nachschrift zu III. Die Spannung des Camphers und trans-Hydrindans*, *Liebigs Ann. Chem.* **455**, 123 (1927).
- 1928** [23] *W. H.*, Der gegenwärtige Stand der Spannungstheorie, *Fortschr. Chem. Physik u. physikal. Chem.* **19**, 1 [Chem. Zentralbl. **1928/I**, 2037].
 [24] *W. H.*, Über sterische Hinderung, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **61**, 1517 (1928).
 [25] *W. H.*, Die Hochschulausbildung der Chemielehrer für Höhere Schulen, Vortrag zu Hamburg Sept. 1928, *Schriften des D.A.M.N.U.* **10**, 51 (1928); Vortrag auf der 90. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte.
 [26] *W. H.*, Über den Chemieunterricht in der Schule, *Unterrichtsblätter für Math. und Naturwiss.* **34**, 6 (1928).
 [27] *W. H.*, Adolf Windaus, *Umschau* **32**, 1021 (1928).
- 1929** [28] *W. H.*, Molekülbau und Dipolmoment, *Z. Phys. Chem., Abt. B* **2**, 451 (1929).
 [29] *W. H.*, Dipolmoment und Reaktionsgeschwindigkeit, *Leipziger Vorträge*, S. 83, Verlag S. Hirzel, Leipzig 1929.
 [30] *W. H. und H. Havekoss*, Über die Bedeutung der Aktionskonstanten bei Substitutionsreaktionen am Benzolkern, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **62**, 2041 (1929).
 [31] *W. H., R. Danneel, A. Schwartz und A. Gercke*, Zur Stereochemie bicyclischer Ringsysteme, V: $\Delta_{9,10}$ -Oktalin, *Liebigs Ann. Chem.* **474**, 121 (1929).
- 1930** [32] *W. H., O. Neunhoeffer, A. Gercke und E. Frank*, Änderungen des Molekülbau bei chem. Reaktionen, I: Über thermische Zersetzung von Estern und dabei eintretende Umlagerungen, *Liebigs Ann. Chem.* **477**, 99 (1930).
- 1931** [33] *W. H. und H. Müller*, Bildung und Umsetzung cyclischer Säure-imide, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **64**, 1981 (1931).
 [34] *W. H. und H. Naab*, Sterische Umlagerung bei Alkoholaten, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **64**, 2137 (1931).
 [35] *W. H. und K. Hagenguth*, cis- und trans-o-Methylcyclohexanol, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **64**, 2892 (1931).

- [36] *W. H.*, Bemerkungen zu der Arbeit von E. Bergmann und L. Engel: Energetische Betrachtungen an anorganischen Halogeniden, *Z. Phys. Chem., Abt. B* **15**, 242 (1931).
- 1932 [37] *W. H.* und *W. Gelmroth*, Die Fortschritte in der organischen Chemie 1929–1931. I. Allgemeiner und physikal.-chem. Teil, *Angew. Chem.* **45**, 457 (1932).
[38] *E. Hückel* und *W. H.*, Theorie der induzierten Polaritäten beim Benzol, *Nature (London)* **129**, 937 (1932).
[39] *W. H.* und *M. Sachs*, Stereoisomerie alicyclischer Oxime, *Liebigs Ann. Chem.* **498**, 166 (1932).
- 1933 [40] *W. H.* und *P. Ackermann*, Änderungen des Molekülbaus bei chemischen Reaktionen, II. Mitteilung: Umlagerung der Butylbromide, *J. Prakt. Chem. [2]* **136**, 15 (1933).
[41] *W. H.* und *W. Rassmann*, Dampfdruckmessungen am Isobutan, *J. Prakt. Chem. [2]* **136**, 30 (1933).
[42] *W. H.*, *A. Gercke* und *A. Gross*, Cyclodecan, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **66**, 563 (1933).
[43] *W. H.*, *R. Danneel*, *A. Gross* und *H. Naab*, Zur Stereochemie bicyclischer Ringsysteme, VI; Die Stereoisomerie des Dekahydronaphthalins und seiner Derivate, III: Stereoisomere α -substituierte Dekaline, *Liebigs Ann. Chem.* **502**, 99 (1933).
[44] *W. H.* und *M. Blohm*, Zur Stereochemie bicyclischer Ringsysteme, VII; Die Stereochemie des Dekahydronaphthalins und seiner Derivate, IV: 9-substituierte Dekahydronaphthaline, *Liebigs Ann. Chem.* **502**, 114 (1933).
[45] *W. H.* und *H. Naab*, Zur Stereochemie bicyclischer Ringsysteme, VIII: $\Delta_{1,9}$ -Oktalin, *Liebigs Ann. Chem.* **502**, 136 (1933).
[46] *W. H.* und *L. Schnitzspahn*, Zur Stereochemie bicyclischer Ringsysteme, IX: Derivate des Cyclopentano-cycloheptans, *Liebigs Ann. Chem.* **505**, 274 (1933).
- 1934 [47] *W. H.*, Bemerkungen zu einer angeblichen kinetischen Erklärung des osmotischen Druckes, *Z. Phys. Chem., Abt. A* **168**, 308 (1934).
[48] *W. H.*, Über die Themenstellung bei experimentellen Staatsexamsarbeiten, *Unterrichtsblätter für Math. und Naturwiss.* **40**, 63 (1934).
[49] *W. H.* und *B. Radszat*, Zur Frage nach der Darstellung der Enolformen von Ketonen, *J. Prakt. Chem. [2]* **140**, 247 (1934).
[49a] *W. H.*, Brenzreaktion hydrierter Diphenosäuren, *Liebigs Ann. Chem.* **508**, 10 (1934).
[50] *W. H.*, Molekülbau und Reaktionsgeschwindigkeit, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **67**, 129 (1934).
[51] *W. H.* und *E. Lampert*, Über Cyclohexan-dicarbonsäuren vom Typus der Weinsäure, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **67**, 1811 (1934).
[52] *W. H.* und *K. Kumetat*, Zur Reinigung von Alkoholen über ihren p-Nitrobenzoësäureester. Über das cis- β -Dekalol, Schmp. 18°, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **67**, 1890 (1934).
[53] *W. H.* und *W. Gelmroth*, Zur Konfiguration alicyclischer Alkohole, I: Die Konfiguration der 1-Äthylcyclopentanole-2, *Liebigs Ann. Chem.* **514**, 233 (1934).
[54] *W. H.*, *E. Goth* und *G. Demmler*, Cyclopantan-1,2-diessigsäure, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **67**, 2102 (1934).
[55] *W. H.* und *E. Goth*, Zur Stereochemie bicyclischer Ringsysteme, X: Die Stereoisomerie des Hydrindans und seiner Derivate, II: Derivate des cis-Hydrindans mit Substituenten im Sechsring, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **67**, 2104 (1934).
[56] *W. H.* und *R. Schlüter*, α -Hydrindenon-(4) aus δ -Ketosebacinsäure, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **67**, 2107 (1934).
- 1935 [57] *W. H.* und *W. Gelmroth*, 2-Cyclopentyl-äthanol-1, *J. Prakt. Chem. [2]* **142**, 205 (1935).
[58] *W. H.*, *A. Kraemer* und *F. Thiele*, Zur Kenntnis der Wurtzschen Synthese, *J. Prakt. Chem. [2]* **142**, 207 (1935).
[59] *W. H.*, *K. Kumetat* und *W. Preuss*, Zur Konfiguration alicyclischer Alkohole, II: Konfiguration und kryoskopisches Verhalten von Alkoholen, *Liebigs Ann. Chem.* **517**, 229 (1935).
[60] *W. H.*, *M. Sachs*, *J. Yantschulewitsch* und *F. Nerdel*, Zur Stereochemie bicyclischer Ringsysteme, XI; Die Stereoisomerie des Hydrindans und seiner Derivate, III: Im Fünfring substituierte Hydrindane, *Liebigs Ann. Chem.* **518**, 155 (1935).
[61] *W. H.* und *H. W. Wunsch*, Viscositätsmessungen an alicyclischen Ketonen und Alkoholen, *J. Prakt. Chem. [2]* **142**, 225 (1935).
[62] *W. H.*, *K. Kumetat* und *H. Severin*, Gefrierpunktniedrigung und Konstitution, *Liebigs Ann. Chem.* **518**, 184 (1935).

- 1936** [63] *W. H.*, Max Delbrück, Pommersche Lebensbilder 1936, 362.
 [64] *W. H.* und *W. Doll*, Stereoisomerie alicyclischer Oxime, II, Liebigs Ann. Chem. **526**, 103 (1936).
 [65] *W. H.*, Zur Theorie der sterischen Hinderung, Z. Phys. Chem., Abt. A **178**, 113 (1936).
 [66] *W. H.* und *W. Tappe*, Stereoisomere Camphenilole, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **69**, 2769 (1936).
- 1937** [67] *W. H.* und *F. Nerdel*, Änderungen des Molekülbaus bei chemischen Reaktionen, III: Die Umsetzung von Bornylamin und Isobornylamin mit salpetriger Säure, Liebigs Ann. Chem. **528**, 57 (1937).
 [68] *W. H.* und *K. Hartmann*, Die Stereoisomerie des Isocamphanols (Camphenilylalkohols) und des ω -Amino-isocamphans, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **70**, 959 (1937).
 [69] *W. H.* und *F. Reimer*, Die Oberflächenspannung einiger Alkohole der Dekalin- und Hydrindanreihe, J. Prakt. Chem. [2] **149**, 81 (1937).
 [70] *W. H.*, *R. Schlüter*, *W. Doll* und *F. Reimer*, Zur Stereochemie bicyclischer Ringsysteme, XII; Die Stereoisomerie des Hydrindans und seiner Derivate, IV: Im Sechsring substituierte Hydrindane, Liebigs Ann. Chem. **530**, 166 (1937).
 [71] *W. H.*, Der sterische Faktor bei Reaktionen in Lösungen (Bemerkungen zu der Arbeit von W. Brenschede), Z. Phys. Chem., Abt. A **180**, 139 (1937).
 [72] *W. H.*, *F. Nerdel* und *F. Reimer*, Einige Beobachtungen bei der Veresterung von Alkoholen, J. Prakt. Chem. [2] **149**, 311 (1937).
 [73] *W. H.* und *H. Bretschneider*, N-Tripyrazolymethan, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **70**, 2024 (1937).
 [74] *W. H.*, Zur Kenntnis der Waldenschen Umkehrung, Liebigs Ann. Chem. **533**, 1 (1937).
 [75] *W. H.*, *H. Havekoss*, *K. Kurnetat*, *D. Ullmann* und *W. Doll*, Molekülbau und Reaktionsgeschwindigkeit, Liebigs Ann. Chem. **533**, 128 (1937).
 [76] *W. H.* und *Ch. Kühn*, Die optischen Antipoden des cis- β -Dekalols. (Ein Beitrag zum Problem Racemat und racemisches Gemisch), Ber. Dtsch. Chem. Ges. **70**, 2479 (1937).
- 1938** [77] *W. H.*, Zur Theorie der sterischen Hinderung. Eine Berichtigung und Ergänzung zu meiner Erwiderung an Herrn W. Brenschede, Z. Phys. Chem., Abt. A **181**, 239 (1938).
 [78] *W. H.*, Die Chemie im Palais de la Découverte in Paris, Angew. Chem. **51**, 125 (1938).
 [79] *W. H.*, *A. Gross* und *W. Doll*, Zur Kenntnis der Waldenschen Umkehrung II. Die Umsetzung von cis- und trans-2-Aminobicyclopentyl mit salpetriger Säure, Rec. Trav. Chim. Pays-Bas **57**, 555 (1938).
 [80a] *W. H.*, Die Stellung der organischen und physikalischen Chemie zueinander im Wandel der Zeiten I., Z. Physik. Chem. Unterr. **51**, 120 (1938).
 [80b] *W. H.*, Die Stellung der organischen und physikalischen Chemie zueinander im Wandel der Zeiten II., Z. Physik. Chem. Unterr. **51**, 178 (1938).
 [81] *W. H.* und *H. Bretschneider*, Über die Spaltung alicyclischer Äther, J. Prakt. Chem. [2] **151**, 61 (1938).
 [82] *W. H.* und *W. Liegel*, Ein neues Radikal mit vierwertigem Stickstoff: Phenyl-9-trans-deketyl-stickstoffoxyd, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **71**, 1442 (1938).
- 1939** [83] *W. H.* und *W. Tappe*, Zur Kenntnis der Waldenschen Umkehrung, III: Die Reaktion von Sulfonsäureestern mit Alkohol, Liebigs Ann. Chem. **537**, 113 (1939).
 [84] *W. H.*, Über den Substitutionsvorgang, Österr. Chem. Ztg. **42**, 121 (1939).
 [85] *W. H.*, Neuere Forschungen auf dem Gebiete der dielektrischen Polarisation, Österr. Chem. Ztg. **42**, 161 (1939).
 [86] *W. H.* und *H. Niggemeyer*, d-Neo-isomenthol, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **72**, 1354 (1939).
 [87] *W. H.* und *H. Bretschneider*, Umsetzung von ungesättigten und mehrkernigen aromatischen Kohlenwasserstoffen mit Natrium und Calcium in flüssigem Ammoniak, Liebigs Ann. Chem. **540**, 157 (1939).
 [88] *W. H.* und *H. Pietrzok*, Zur Kenntnis der Waldenschen Umkehrung, IV: Die Reaktionsweisen des Phosphorpentachlorids, Liebigs Ann. Chem. **540**, 250 (1939).
 [89] *W. H.*, Hydrolyse und Alkoholyse, Liebigs Ann. Chem. **540**, 274 (1939).
 [90] *W. H.*, Otto Ruff - Nachruf, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **72A**, 135 (1939).
 [91] *W. H.* und *M. von Schalscha-Ehrenfeld*, Die Assoziation der Nitrotoluole, J. Prakt. Chem. [2] **154**, 57 (1939).
 [92] *W. H.*, *I. Schneider* und *W. Doll*, Über den Geltungsbereich der Arrhenius'schen Beziehung bei Reaktionen in Lösungen, Z. Phys. Chem., Abt. A **185**, 313 (1939).

- 1940 [93] *W. H.*, Substitution, Addition und Abspaltung, *Angew. Chem.* **53**, 49 (1940).
 [94] *W. H.*, *W. Tappe* und *G. Legutke*, Abspaltungsreaktionen und ihr sterischer Verlauf, *Liebigs Ann. Chem.* **543**, 191 (1940).
 [95] *W. H.*, *J. Datow* und *E. Simmersbach*, Physikalische Eigenschaften von Pyrazol, Imidazol und 4-Methylimidazol und ihrer Lösungen, besonders in Benzol, *Z. Phys. Chem., Abt. A* **186**, 129 (1940).
 [96] *W. H.* und *H. Pietrzok*, Zur Kenntnis der Waldenschen Umkehrung, V: Waldensche Umkehrung bei der Bildung von Äthern, *Liebigs Ann. Chem.* **543**, 230 (1940).
 [97] *W. H.* und *E. Wilip*, Die Verwendung von Methylbromid an Stelle von Methyljodid bei der Zerewitinoff-Bestimmung, *J. Prakt. Chem.* [2] **156**, 95 (1940).
 [98] *W. H.* und *I. Schneider*, Dielektrische Polarisation und Assoziation von alicyclischen Alkoholen, *Z. Phys. Chem., Abt. B* **47**, 227 (1940).
 [99] *W. H.*, Otto Ruff 1871–1939, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **73A**, 125 (1940).
- 1941 [100] *W. H.*, Konfigurative Beziehungen in der Terpenreihe, *J. Prakt. Chem.* [2] **157**, 225 (1941).
 [101] *W. H.* und *H. Sowa*, Optische Aktivität in der Reihe des trans-Hydrindans und trans-Dekalins, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **74**, 57 (1941).
 [102] *W. H.*, Die Umlagerungen des Pinens, (Änderungen des Molekülbau bei chemischen Reaktionen IV.), *Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl.* **1941**, 59.
 [103] *W. H.* und *E. Wilip*, Über die Umsetzung von Aminen mit salpetriger Säure, *J. Prakt. Chem.* [2] **158**, 21 (1941).
 [104] *W. H.* und *W. Jahnertz*, Dielektrisches Verhalten stickstoffhaltiger Heterocyclen in wäßriger Lösung, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **74**, 652 (1941).
 [105] *W. H.* und *H. Wagner*, cis- Δ^2 -Menthens, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **74**, 657 (1941).
 [106] *W. H.* und *J. Datow*, Polymorphie des 1,3,5-Tricyclohexylbenzols. Dihydroterphenyl, *J. Prakt. Chem.* [2] **158**, 295 (1941).
 [107] *W. H.*, Ossian Aschan 1860–1939, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **74 A**, 189 (1941).
 [108] *W. H.*, Über die Drehung der Polarisationsebene durch organische Verbindungen. Die optische Aktivität von Terpenverbindungen. Der Einfluß des Lösungsmittels auf die Drehung der Polarisationsebene, *Liebigs Ann. Chem.* **549**, 95 (1941).
 [109] *W. H.*, *W. Doll*, *S. Eskola* und *H. Weidner*, Über Camphenilon, Camphenhydrat und Methylcamphenilol, *Liebigs Ann. Chem.* **549**, 186 (1941).
- 1942 [110] *W. H.*, Neue Ziele in der Terpenchemie, *Chemie* **55**, 227 (1942).
 [111] *W. H.*, Aus der Geschichte der Terpenchemie, *Naturwissenschaften* **30**, 17 (1942).
 [112] *W. H.* und *U. Wenzke*, Die dielektrische Polarisation des Benzylalkohols, *Z. Phys. Chem., Abt. B* **51**, 144 (1942).
 [113] *W. H.* und *K. Kümmerle*, Änderungen des Molekülbau bei chemischen Reaktionen, V: Neomenthol und Phosphorpentachlorid, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **75**, 115 (1942).
 [114] *W. H.* und *K. Kümmerle*, Die Oxydation des trans- Δ_2 -Menthens, *J. Prakt. Chem.* [2] **160**, 74 (1942).
 [115] *W. H.* und *H. Kaluba*, Die optische Aktivität von Terpenverbindungen, II: Der Einfluß des Lösungsmittels beim Bornyl- und Isobornylmethyläther, *Liebigs Ann. Chem.* **550**, 269 (1942).
 [116] *W. H.* und *W. Jahnertz*, Die Assoziation von Pyrazol und Pyridazin, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **75**, 1438 (1942).
- 1943 [117] *W. H.*, Der Wertigkeitsbegriff, *J. Prakt. Chem. (2)* **161**, 241 (1943).
- 1944 [118] *W. H.* und *U. Wenzke*, Die Assoziation von aromatischen Alkoholen, *Z. Phys. Chem.* **193**, 132 (1944).
 [119] *W. H.*, *H. Kindler* und *H. Wolowski*, Isomeren in der Fenchanolreihe: β -Fenchol und β -Fenchylamin, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **77**, 220 (1944).
 [120] *W. H.*, Die Eötvössche Konstante des Cyclohexans, Methylcyclohexans und der Dekaline, *Suom. Kemistil. B* **17**, 7 (1944).
 [121] *W. H.*, *M.-Th. Niesel* und *L. Büchs*, Die Anomalitäten des Benzylalkohols und seiner Lösungen, 3. Mitteil.: Löslichkeiten und Oberflächenspannungen, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **77**, 334 (1944).
 [122] *W. H.*, Die Beständigkeit der Toluolsulfonsäureester stereoisomerer Alkohole, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **77**, 805 (1944).
 [123] *W. H.* und *Ch. M. Salinger*, Dipolmomente und Oberflächenspannungen von stickstoffhaltigen Heterocyclen aromatischen Charakters, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **77**, 810 (1944).

- 1946** [124] *W. H.*, Neue Fluorverbindungen, Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. 1946, 36.
- 1947** [125] *W. H.* und *H. Wolowski*, Die Umsetzung des α -Fenchylamins mit salpetriger Säure. (Änderungen des Molekülbau bei chemischen Reaktionen, VI), Chem. Ber. **80**, 39 (1947).
- [126] *W. H.* und *H. G. Kirschner*, Ringerweiterungen bei der Oxydation von Camphen. (Änderungen des Molekülbau bei chemischen Reaktionen, VII), Chem. Ber. **80**, 41 (1947).
- [127] *W. H.* und *H. Kindler*, Ein neues Fenchlen, ζ -Fenchlen. (Änderungen des Molekülbau bei chemischen Reaktionen, VIII), Chem. Ber. **80**, 197 (1947).
- [128] *W. H.* und *H. Kindler*, cis- und trans-1-Methylcyclopentanol-(2), Chem. Ber. **80**, 202 (1947).
- [129] *W. H.* und *H. Harder*, Die Oberflächenspannung einiger alicyclischer Kohlenwasserstoffe, Chem. Ber. **80**, 357 (1947).
- [130] *W. H.*, Adolf Windaus' Bedeutung für die theoretische organische Chemie, Angew. Chem. **59**, 185 (1947).
- 1948** [131] *W. H.* und *W. Rothkegel*, Assoziation von Phenolen, Chem. Ber. **81**, 71 (1948).
- [132] *W. H.*, Moderne Theorien des Dielektrikums, Z. Naturforsch., Teil B **3**, 138 (1948).
- [133] *W. H.*, Paul Walden zum 85. Geburtstage, Z. Naturforsch., Teil B **3**, 140 (1948).
- [134] *W. H.*, Neues aus der theoretischen organischen Chemie, Naturwiss. Rundsch. **1948**, 56.
- [135] *W. H.*, Zum 70. Geburtstage von Adolf Windaus, Naturwiss. Rundsch. **1948**, 127.
- [136] *W. H.*, Über die Flüchtigkeit des Aluminiumchlorids und des Eisen(III)chlorids, Acta Chem. Scand. **2**, 878 (1948).
- 1949** [137] *W. H.*, Heinrich Kiliani 1855 – 1945, Chem. Ber. **82**, I – IX (1949).
- [138] *W. H.* und *H. Pietsch*, Über Membranfilter, Suom. Kemistil. B **22**, 1 (1949).
- 1949** [139] *W. H.*, Der Strukturgedanke in der Chemie, Suom. Kemistil. A **22**, 21 (1949).
- [140] *W. H.*, Der Strukturgedanke in der Chemie, Naturwiss. Rundsch. **1949**, 441.
- [141] *W. H.*, Heinrich Biltz 1865 – 1943, Chem. Ber. **82**, LXVII – LXXXVIII (1949).
- 1950** [142] *W. H.*, Ernst Koenigs 1878 – 1945, Chem. Ber. **83**, XV – XVIII (1950).
- [143] *W. H.*, Chemie im Unterricht, Chem.-Ztg. **74**, 67 (1950).
- 1951** [144] *W. H.*, Neue Forschungen auf dem Gebiete der Mutterkornalkaloide, Dtsch. Apoth. Ztg. **91**, 1 (1951).
- [145] *W. H.* und *K. Janecka*, Über die Abkömmlinge der p-Aminosalicylsäure, Arch. Pharm. Ber. Dtsch. Pharm. Ges. **284**, 341 (1951).
- 1952** [146] *W. H.*, Gustav Komppa 1867 – 1949, Chem. Ber. **85**, I – XXI (1952).
- [147] *W. H.* und *H. Schultze*, Die beiden stereoisomeren Isocamphanole, Liebigs Ann. Chem. **575**, 32 (1952).
- [148] *W. H.*, Antihistamine, Dtsch. Apoth. Ztg. **92**, 1 (1952).
- [149] *W. H.*, Die Stellung der Chemie im Rahmen der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer, Math. Naturwiss. Unterr. **5**, 6 (1952).
- 1953** [150] *W. H.* und *F. J. Bollig*, Notiz über α - und β -Indanol, Chem. Ber. **86**, 1137 (1953).
- [151] *W. H.*, Zum 90. Geburtstag von Paul Walden, Naturwiss. Rundsch. **6**, 266 (1953).
- 1954** [152] *W. H.* und *U. Ströle*, Änderungen des Molekülbau bei chemischen Reaktionen, IX: Die Umsetzung von endo- und exo-Fenchylamin mit salpetriger Säure, Liebigs Ann. Chem. **585**, 182 (1954).
- [153] *W. H.* und *H. D. Sauerland*, cis- und trans-1-Methylcyclopentanol-2, Chem. Ber. **87**, 1003 (1954).
- 1955** [154] *W. H.* und *H. D. Sauerland*, Alkoholyse von Toluolsulfonsäureestern, Liebigs Ann. Chem. **592**, 190 (1955).
- [155] *W. H.* und *U. Wörffel*, Reduktionen in flüssigem Ammoniak, III: 1,2-Dimethylcyclohexadien-1,4 aus o-Xylool, Chem. Ber. **88**, 338 (1955).
- [156] *W. H.* und *H. Schlee*, Reduktionen in flüssigem Ammoniak, IV: Isotetralin (1,4,5,8-Tetrahydronaphthalin), Chem. Ber. **88**, 346 (1955).
- [157] *W. H.*, Der räumliche Bau von Ephedrin und Cocain, Dtsch. Apoth. Ztg. **95**, 302 (1955).
- [158] *W. H.* und *G. Stelzer*, Über die Bildungsbedingungen der stereoisomeren cis- β -Dekalole und Dekalylamine, Chem. Ber. **88**, 984 (1955).

- 1956 [159] *W. H.* und *R. Schwen*, Reduktionen in flüssigem Ammoniak, V: Cyclopentadien, Inden, Diphenyl, Chem. Ber. **89**, 150 (1956).
[160] *W. H.* und *R. Schwen*, Reduktionen in flüssigem Ammoniak, VI: Fluoren, Chem. Ber. **89**, 481 (1956).
[161] *W. H.* und *R. Kupka*, Zur Kenntnis der Waldenschen Umkehrung VI: cis- und trans-1-Methyl-2-amino-cyclopentan und Salpetrige Säure, Chem. Ber. **89**, 1694 (1956).
[162] *W. H.* und *M. Hanack*, Methanolysse des Cyclohexyltoluolsulfonats, Chem. Ber. **89**, 1989 (1956).
[163] *W. H.* und *U. Wörffel*, Reduktionen in flüssigem Ammoniak, VII: Hexahydro-naphthalin, Chem. Ber. **89**, 2098 (1956).
[164] *W. H.* und *E. Veversa*, Reduktionen in flüssigem Ammoniak, VIII: Naphtholäther, 1-Methyl-naphthalin. Methylierungen in flüssigem Ammoniak, Chem. Ber. **89**, 2105 (1956).
[165] *W. H.* und *I. Nabih*, Reduktionen in flüssigem Ammoniak, IX: Thiophen, Thionaphthen und Dibenzothiophen, Chem. Ber. **89**, 2115 (1956).
[166] *W. H.*, Adolf Windaus zum 80. Geburtstage, Chem. Ztg. **80**, 841 (1956).
- 1957 [167] *W. H.* und *R. Schwen*, Alkoholyse von Toluolsulfonsäureestern, II: Kinetik der Solvolyse von cis-cis- α -Dekalol-toluolsulfonat, Liebigs Ann. Chem. **604**, 97 (1957).
[168] *W. H.*, *E. Veversa* und *U. Wörffel*, Ultraviolet-, Raman- und Infrarot-Spektren partiell hydrierter aromatischer Kohlenwasserstoffe, Chem. Ber. **90**, 901 (1957).
[169] *W. H.* und *L. Hagedorn*, Reduktionen in flüssigem Ammoniak, X: Das 1,2-Dihydro-chinolin, Chem. Ber. **90**, 752 (1957).
[170] *W. H.* und *G. Graner*, Reduktionen in flüssigem Ammoniak, XI: Isochinolin, Chem. Ber. **90**, 2017 (1957).
[171] *W. H.*, Die chemische Bindung: Kritische Betrachtung der Systematik, der Ausdrucksweisen und der formelmäßigen Darstellung, J. Prakt. Chem. [4] **5**, 105 (1957).
[172] *W. H.*, Paul Walden, Phys. Bl. **13**, 223 (1957).
[173] *W. H.* und *W. Hornung*, Eine Apparatur zur Chromatographie bei tiefen Temperaturen, Chem. Ber. **90**, 2023 (1957).
[174] *W. H.* und *G. Meinhardt*, Änderungen des Molekülbau bei chemischen Reaktionen, X: Die Umsetzung des α -Fenchylamins mit salpetriger Säure. Chromatographie der Fenchene, Chem. Ber. **90**, 2025 (1957).
[175] *W. H.* und *K. Tomopoulos*, Alkoholyse von Toluolsulfonsäureestern, III: Allgemeine Gesichtspunkte, Lösungsmittelleinfluß und Salzeffekt bei der Solvolyse, Liebigs Ann. Chem. **610**, 78 (1957).
[176] *W. H.* und *M. Hanack*, Alkoholyse von Toluolsulfonsäureestern, IV: Die Solvolyse der Toluolsulfonate der beiden cis- α -Hydrindanole. Eine als Abspaltungsreaktion verlaufende Solvolyse in Alkohol, Liebigs Ann. Chem. **610**, 106 (1957).
- 1958 [177] *W. H.* und *E. Gelchsheimer*, Camphenilon, Camphenilole, Methylcamphenilol, Camphenoxyd und ihre sterischen Beziehungen zueinander, Suom. Kemistil. **B 31**, 13 (1958).
[178] *W. H.* und *H. Rohrer*, Isomerie von Camphenilandehyd, Isocamphanol, Camphenilansäure und α -Amino-isocamphan, Chem. Ber. **91**, 198 (1958).
[179] *W. H.* und *Ch. Z. Kh. Cheéma*, Epimerisierung und Bildungsweisen der isomeren Menthole, Chem. Ber. **91**, 311 (1958).
[180] *W. H.* und *A. Hubele*, cis- und trans-1-Methylcyclohexanol-(2), Liebigs Ann. Chem. **613**, 27 (1958).
[181] *W. H.* und *G. Näher*, 1-Isopropyl-cyclopentanon-(2) und seine Reduktion, Chem. Ber. **91**, 792 (1958).
[182] *W. H.* und *M. Hanack*, Beiträge zur Konstellationsanalyse, I, Liebigs Ann. Chem. **616**, 18 (1958).
[183] *W. H.*, *B. Graf* und *D. Münnker*, Reduktionen in flüssigem Ammoniak, XII: Zum Chemismus der Birch-Reduktion, Liebigs Ann. Chem. **614**, 47 (1958).
[184] *W. H.* und *J. Kurz*, cis- und trans-1-Methylcyclohexanol-(3), Chem. Ber. **91**, 1290 (1958).
[185] *W. H.* und *R. Neidlein*, 1-Isopropyl-cyclohexanon-(2) und seine Reduktion, Chem. Ber. **91**, 1391 (1958).
[186] *W. H.* und *A. Hubele*, Die quantitative Analyse von Gemischen ungesättigter Kohlenwasserstoffe, Ein Beitrag zur Behandlung bimolekularer Simultanreaktionen zweiter Ordnung, J. Prakt. Chem. [4] **7**, 1 (1958).

- [187] W. H., Paul Walden 1863 – 1957, Chem. Ber. **91**, XIX – LX (1958).
- [188] W. H., Antrittsrede in der Heidelberger Akademie. Sitzungsber. Heidelb. Akad. Wiss., Math.-Naturwiss. Kl. **1957/58**, 21.
- [189] W. H., Beiträge zur Konstellationsanalyse, Acta Chim. Acad. Sci. Hung. **18**, 27 (1958).
- [190] W. H., M. Maier, E. Jordan und W. Seeger, Beiträge zur Konstellationsanalyse, II: Über die Stereospezifität von Reaktionen, Liebigs Ann. Chem. **616**, 48 (1958).
- [191] W. H. und M. G. E. Ibrahim, Die vier isomeren 1,4-Dimethyl-cyclohexanole-(2), Chem. Ber. **91**, 1970 (1958).
- [192] W. H. und R. Wehrung, Die Eisenchloridreaktion von alkylierten Phenolen und ihre Verwendung zur quantitativen Bestimmung auf lichtelektrischem Wege, Arch. Pharm. Ber. Dtsch. Pharm. Ges. **291**, 650 (1958).
- 1959**
- [193] W. H., Alfred Kliegl 1877 – 1953, Chem. Ber. **92**, XI – XXVIII (1959).
- [194] W. H. und O. Fechtig, Die Bestimmung von $\Delta^{1,9}$ - und $\Delta^{9,10}$ -Octalin nebeneinander, Chem. Ber. **92**, 693 (1959).
- [195] W. H., R. Bross, O. Fechtig, H. Feltkamp, S. Geiger, M. Hanack, M. Heinzel, A. Hubele, J. Kurz, M. Maier, D. Maucher, G. Näher, R. Neidlein und R. B. Rashingkar, Beiträge zur Konstellationsanalyse, III; Alkoholyse von Toluolsulfonsäureestern, V, Liebigs Ann. Chem. **624**, 142 (1959).
- [196] W. H. und W. Kraus, Isomere Dekalindiole-(1,4), Chem. Ber. **92**, 1158 (1959).
- [197] W. H. und P. Rieckmann, Änderungen des Molekülbaus bei chemischen Reaktionen, XI; Die Umsetzung des Isobornylamins mit salpetriger Säure, II: Reaktionen des Camphens, Camphenhydrats und Methylcamphenolols, Liebigs Ann. Chem. **625**, 1 (1959).
- [198] W. H. und E. Gelchsheimer, Änderungen des Molekülbaus bei chemischen Reaktionen, XII; Die Umlagerung des Pinens, II: Methylnopinol und Pinenhydrat, Liebigs Ann. Chem. **625**, 12 (1959).
- [199] W. H. und H. Feltkamp, Absolute Konfigurationsbestimmung der beiden 1,4-Dimethylcyclohexane, Chem. Ber. **92**, 2851 (1959).
- 1960**
- [200] W. H. und R. Rosmus, Gegenseitige Löslichkeitsbeeinflussung bei Kombinationen von Salicylaten zweiwertiger Metalle mit Pyramidon und Antipyrin, Arch. Pharm. Ber. Dtsch. Pharm. Ges. **293**, 159 (1960).
- [201] W. H. und G. Dietrich, Das ternäre System Hexeton, Wasser und Salicylat, Arch. Pharm. Ber. Dtsch. Pharm. Ges. **293**, 9 (1960).
- [202] W. H. und R. Cramer unter Mitarbeit von S. Läufér, Reduktionen in flüssigem Ammoniak, XIII: 2-Methyl- und 1,2,3-Trimethylnaphthalin; Isopropylierung des Naphthalins, Liebigs Ann. Chem. **630**, 89 (1960).
- [203] W. H., Beiträge zur Konstellationsanalyse, Bull. Soc. Chim. Fr. **1960**, 1369.
- [204] W. H., H. Feltkamp und S. Geiger, Beiträge zur Konstellationsanalyse, IV: Vergleich der isomeren 1,4-Dimethylcyclohexanole-(2) und der Menthole, Liebigs Ann. Chem. **631**, 1 (1960).
- [205] W. H. und H. Rohrer, Alkoholyse von Toluolsulfonsäureestern, VI: α - und β -Fenchol-toluolsulfonat, Chem. Ber. **93**, 1053 (1960).
- [206] W. H. und F. Zinsser, Inwieweit sind Messungen elektrischer Leitfähigkeit zur Ermittlung des Lösungszustandes von Arzneimittelkombinationen verwendbar, Arch. Pharm. Ber. Dtsch. Pharm. Ges. **293**, 673 (1960).
- [207] W. H. und R. B. Rashingkar, Beiträge zur Konstellationsanalyse, V; Alkoholyse von Toluolsulfonsäureestern, VII, Liebigs Ann. Chem. **637**, 20 (1960).
- [208] W. H. und Y. Riad, Beiträge zur Konstellationsanalyse, VI: Infrarotspektren alicyclischer Alkohole, Liebigs Ann. Chem. **637**, 33 (1960).
- [209] W. H. und F. Mößner, Ein Beitrag zum Problem: Optische Antipoden, Racemat und racemisches Gemisch. Die optischen Antipoden des α -Indanol. Ihr Schmelzen und Erstarren im Gemisch und ihr dielektrisches Verhalten in Lösung, Liebigs Ann. Chem. **637**, 57 (1960).
- 1961**
- [210] W. H. und K. Thiele, cis- und trans-1-Isopropylcyclohexanol-(3), Chem. Ber. **94**, 96 (1961).
- [211] W. H., Otto Wallach 1847 – 1931, Chem. Ber. **94**, VII – CVIII (1961).
- [212] W. H. und G. Ude, Zur Kenntnis der Waldenschen Umkehrung, VII: Anomale Begleitreaktionen. cis- und trans-2-Cyclopentylamin und cis- und trans-2-Cyclohexylamin und salpetrige Säure, Chem. Ber. **94**, 1026 (1961).

- [213] W. H. und S. B. Hamilton, Über α - und β -Fenchol, Suom. Kemistil. B **34**, 33 (1961).
- [214] W. H. und D. S. Nag (mit Beitrag von R. Zeisberger), Alkoholyse von Toluolsulfonsäureestern, VIII: Camphenilole und Isopinocampheol, Liebigs Ann. Chem. **645**, 101 (1961).
- [215] W. H., D. Maucher, O. Fechtig, J. Kurz, M. Heinzel und A. Hubele, Beiträge zur Konstellationsanalyse, VII; Solvolyse von Toluolsulfonsäureestern, IX: Konkurrenzreaktionen bei der Alkoholyse, Liebigs Ann. Chem. **645**, 115 (1961).
- [216] W. H. und W. Egerer (mit F. Mößner), Beiträge zur Konstellationsanalyse, VIII; Solvolyse von Toluolsulfonsäureestern, X: Die β -Hydrindanole und die Solvolyse ihrer Toluolsulfonate, Liebigs Ann. Chem. **645**, 162 (1961).
- [217] W. H. und K. Thiele, 3-Athylcyclohexanol. Äthanolyse von cis- und trans-3-tert-Butylcyclohexanoltoluolsulfonat, Chem. Ber. **94**, 2027 (1961).
- [218] W. H. und K. D. Thomas, Zur Kenntnis der Waldenschen Umkehrung, VIII: Die Umsetzung der cis- und trans-isomeren 3- und 2-Methylcyclohexylamine mit salpetriger Säure, Liebigs Ann. Chem. **645**, 177 (1961).
- [219] W. H. und E. Jordan, Die Isomerisation der Menthol und die drei Enolacetate von Menthanon-3, Arch. Pharm. Ber. Dtsch. Pharm. Ges. **294**, 563 (1961).
- [220] W. H. und E. Mögle, Alkoholyse von Toluolsulfonsäureestern, XI: cis- und trans-1-Methylcyclopentanol-(2) und die Alkoholyse ihrer Toluolsulfonsäureester, Liebigs Ann. Chem. **649**, 13 (1961).
- [221] W. H. und J. Kurz, Beiträge zur Konstellationsanalyse, IX: Infrarotspektren aliphatischer Alkohole, II: C – O-Dehnungsschwingung und O – H-Assoziationsbande, Liebigs Ann. Chem. **645**, 194 (1961).
- [222] W. H. und H. Feltkamp, Alkoholyse von Toluolsulfonsäureestern, XII: Das cis- α -Dekalol, Schmp. 55°, Liebigs Ann. Chem. **649**, 21 (1961).
- 1962**
- [223] W. H. und W. Kraus, Isomere Dekalindiole-(1,4), II, Chem. Ber. **95**, 223 (1962).
- [224] W. H. und C. M. Jennewein, Reduktionen in flüssigem Ammoniak, XIV: Reduktion und Methylierung von 1-Methylnaphthalin in flüssigem Ammoniak, Chem. Ber. **95**, 350 (1962).
- [225] W. H. und O. Fechtig, Epicampher, Epiborneol und Epiisoborneol, Liebigs Ann. Chem. **652**, 81 (1962).
- [226] W. H., Conformational Analyses.
A series of Lectures. Cairo March-April 1959:
1. Structure of Ephedrine and Cocaine,
2. The Conformation of Cyclohexane Derivatives,
3. The Stereochemistry of Steroids with special consideration to Steroid-Hormons,
4. Stereospecificity of Reactions,
5. Reductions in Liquid Ammonia.
Cairo University Press, Cairo 1961.
- [227] W. H. und W. Kraus, Hexahydronaphthaline aus Dekalindiole-(1,4), Liebigs Ann. Chem. **654**, 49 (1962).
- [228] W. H., Les cations en chimie organique et leur rôle dans les réarrangements, Bull. Soc. Chim. Fr. **1962**, 1525.
- [229] W. H., Isomerisierungen in der Fenchanreihe, Bull. Soc. Chim. Belg. **71**, 473 (1962).
- 1963**
- [230] W. H., Sur l'analyse conformationnelle, Bull. Soc. Chim. Fr. **1963**, 1.
- [231] W. H., Sur le cycle pentagonal, Bull. Soc. Chim. Fr. **1963**, 8.
- [232] W. H. und K. Heyder, Zur Kenntnis der Waldenschen Umkehrung, IX: cis- und trans-4-tert.-Butylcyclohexylamin und salpetrige Säure, Chem. Ber. **96**, 220 (1963).
- [233] W. H. und G. M. Jennewein, Reduktionen in flüssigem Ammoniak, XV: Reduktionen und reduzierende Methylierung von 1,4,5-Trimethylnaphthalin und 1,4,5,8-Tetramethylnaphthalin, Chem. Ber. **96**, 442 (1963).
- [234] W. H. und R. Bross, Beiträge zur Konstellationsanalyse, X; Solvolyse von Toluolsulfonsäureestern, XIII: cis- und trans-3-Isopropylcyclopentanol-(1), Liebigs Ann. Chem. **664**, 1 (1963).
- [235] W. H. und J. Scheel, Änderungen des Molekülbau bei chemischen Reaktionen, XI; Die Umsetzung von endo- und exo-Fenchylamin mit salpetriger Säure, IV: Gaschromatographie und IR-Spektroskopie als analytische Verfahren in der Terpenreihe, Liebigs Ann. Chem. **664**, 19 (1963).
- [236] W. H. und D. Volkmann, Änderungen des Molekülbau bei chemischen Reaktionen, XII: Die 2,6-Verschiebung in der Bicycloheptanreihe, Liebigs Ann. Chem. **664**, 31 (1963).

- [237] W. H. und D. Rücker, Gleichgewichte und Abspaltungsreaktionen bei Dekalolen und monoalkylierten Cyclohexanolen, Liebigs Ann. Chem. **666**, 30 (1963).
- [238] W. H. und H. Waiblinger, Abspaltungsgeschwindigkeit und Dipolmoment bei 1,2-Dibromiden, Liebigs Ann. Chem. **666**, 17 (1963).
- [239] W. H. und K. D. Thomas, Zur Kenntnis der Waldenschen Umkehrung X. cis- und trans-1-Methyl-2-aminocyclopentan und salpetrige Säure II, Chem. Ber. **96**, 2514 (1963).
- [240] W. H., Lothar Meyer und das Periodensystem der Elemente, Tübinger Blätter **1963**, 56.
- [241] W. H., Réarrangements dans la série terpenique: Les fenchènes, Montpellier, Faculté de Pharmacie, Institute de Pharmacie industrielle, 1963.
- 1964**
- [242] W. H. und J. Wächter, Beiträge zur Konstellationsanalyse, XI: Cycloheptanol, cis- und trans-1-Methyl-cycloheptanol-(2), Liebigs Ann. Chem. **672**, 62 (1964).
 - [243] W. H. und H. Waiblinger, Desaminierung des 9-Amino- $\Delta^{4(10)}$ -octalins, Chem. Ber. **97**, 165 (1964).
 - [244] W. H. und O. Honecker, Solvolyse von Toluolsulfonsäureestern, XV: 1-Methyl-cycloheptanol-(3), Liebigs Ann. Chem. **678**, 10 (1964).
 - [245] W. H., H. Waiblinger und H. Feltkamp, Abspaltungsgeschwindigkeit und Dipolmoment von 1,2-Dibromiden, II: e.e-trans-2,3-Dibrom-trans-dekalin, Liebigs Ann. Chem. **678**, 24 (1964).
 - [246] W. H. und Y. Riad, Solvolyse von Toluolsulfonsäureestern, XVI: Methanolysen und Äthanolyse von Butanol-(2)- und Octanol-(2)-p-toluolsulfonat, Liebigs Ann. Chem. **678**, 19 (1964).
 - [247] W. H. und C. M. Jennewein, Moderne Analysenverfahren, besonders Gaschromatographie, bei stereoisomeren alicyclischen Verbindungen, Z. Anal. Chem. **205**, 202 (1964).
 - [248] W. H. und M. Heinzel, Camphenhydrochlorid, Methylcamphenenylchlorid, Isobornylchlorid und ihre Methanolysen, Tetrahedron Lett. **1964**, 2141.
- 1965**
- [249] W. H., Änderungen des Molekülbau bei chemischen Reaktionen, XIII: Vermeintliche nichtklassische Kationen bei Umlagerungen, J. Prakt. Chem. (4) **28**, 27 (1965).
 - [250] W. H. und C. M. Jennewein, Solvolyse von Toluolsulfonsäureestern, XVII: Tosylate der isomeren Menthol. Bedeutung der teilweisen Racemisierung des entstehenden Δ^3 -Menthens, Liebigs Ann. Chem. **683**, 100 (1965).
 - [251] W. H., Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie, 4. Aufl., 16. Bd., S. 756, Urban und Schwarzenberg, München, Berlin 1965.
 - [252] W. H. und S. K. Gupte, Änderungen des Molekülbau bei chemischen Reaktionen, XV; Alkoholyse von Toluolsulfonsäureestern, XIX: Retropinakolinumlagerung bei der Alkoholyse der Tosylate von 1,1-Dimethyl-cyclohexanol-(2) und 1-Äthyl-cyclohexanol-(2), Liebigs Ann. Chem. **685**, 105 (1965).
 - [253] W. H. und R. Bross, Solvolyse von Toluolsulfonsäureestern, XX: Methanolysen der Tosylate von cis- und trans-1-Isopropyl-cyclopentanol-(2) sowie von 2⁹,10¹⁰-Dekalol, Liebigs Ann. Chem. **685**, 118 (1965).
 - [254] W. H. und J. Wolfering, Reduktionen in flüssigem Ammoniak, XVI: Dimethylidihydronaphthaline, Liebigs Ann. Chem. **686**, 34 (1965).
 - [255] W. H. und M. Wartini, Reduktionen in flüssigem Ammoniak, XVII: 2-Methylnaphthalin und 1,2,4-Trimethylnaphthalin, Liebigs Ann. Chem. **686**, 40 (1965).
 - [256] W. H., C. M. Jennewein, M. Wartini und J. Wolfering, IR-Spektren methylierter und partiell hydrierter Naphthaline, Liebigs Ann. Chem. **686**, 51 (1965).
 - [257] W. H. und H. J. Kern, Änderungen des Molekülbau bei chemischen Reaktionen, XVI; Solvolyse von Toluolsulfonsäureestern, XXI: Isofenchol, Liebigs Ann. Chem. **687**, 40 (1965).
 - [258] W. H., Bindungsverschiebungen im Bicycloheptan, erläutert an Umwandlungen des Fenchangerüstes, Pharm. Ztg. **110**, 1679 (1965).
 - [259] W. H. und P. Heinzelmann, Beiträge zur Konstellationsanalyse, XII; Solvolyse von Toluolsulfonsäureestern, XXII: Die Carvomenthole, Liebigs Ann. Chem. **687**, 82 (1965).
 - [260] W. H. und W. Sommer, Beiträge zur Konstellationsanalyse, XIII; Solvolyse von Toluolsulfonsäureestern, XXIII: Tert.-Butylmenthole, Liebigs Ann. Chem. **687**, 102 (1965).
- 1966**
- [261] W. H., Alkoholyse von Toluolsulfonsäureestern, XVIII: Über Solvolyse, Nova Acta Leopold. **30**, Nr. 174 (1966).

- [262] *W. H.*, Niilo Johannes Toivonen 1888 – 1961, Chem. Ber. **99**, I – XXXIII (1966).
- [263] *W. H.* und *N. C. Franklin*, Änderungen des Molekülbaus bei chemischen Reaktionen, XVIII: Isomenthylamin und salpetrige Säure, Chem. Ber. **99**, 353 (1966).
- [264] *W. H.*, Reduktion von Kohlenwasserstoffen durch Metalle in flüssigem Ammoniak, Fortschr. Chem. Forsch. **6**, 197 (1966).
- [265] *W. H.*, Änderungen des Molekülbaus bei chemischen Reaktionen, XVII: Participation, Assistance Transition State, Intermediate, J. Prakt. Chem. [4] **32**, 320 (1966).
- [266] *W. H.*, Über die Grenzen einer sinnvollen Anwendung des Mesomerie- und des Resonanzbegriffes, J. Prakt. Chem. [4] **33**, 5 (1966).
- [267] *W. H.*, *S. Gupté* und *M. Wartini*, Reduktionen in flüssigem Ammoniak, XVIII: Methoden der Birch-Reduktion, Chem. Ber. **99**, 1388 (1966).
- [268] *W. H.* und *O. Vogt*, Solvolysen von Toluolsulfonsäureestern, XXIV: Norborneole, Liebigs Ann. Chem. **695**, 16 (1966).
- [269] *W. H.*, Die Retropinakolinumlagerungen beim Fenchol und ihre Beziehungen zu anderen Kryptionenreaktionen, Ann. Acad. Sci. Fenn., Ser. A 2 **133**, 1 (1966).
- [270] *W. H.*, Bindungsverschiebungen im Bicycloheptan, erläutert an Umwandlungen des Fenchangerüstes, Ann. Acad. Sci. Fenn., Ser. A 2 **134**, 1 (1966).
- [271] *W. H.* und *D. Holzwarth*, Änderungen des Molekülbaus bei chemischen Reaktionen, XIX; Solvolysen von Toluolsulfonsäureestern, XXV: Pinocamphole und ihre Beziehungen zum Pinenoxid, Liebigs Ann. Chem. **697**, 69 (1966).
- [272] *W. H.* und *S. Gupté*, Solvolysen von Toluolsulfonsäureestern, XXVI: Neoisomenthol, Chiria **20**, 276 (1966).
- 1967 [273] *W. H.*, 100 Jahre Geschichte der Berichte, Chem. Ber. **100**, I – LIII (1967). Berichtigung: Chem. Ber. **100**, 2778 (1967).
- [274] *W. H.* und *M. Hanack*, Über Abspaltungsreaktionen cyclischer cis-trans-Isomerer, Angew. Chem. **79**, 555 (1967); Angew. Chem., Int. Ed. Engl. **6**, 534 (1967).
- [275] *W. H.* und *E. N. Gabali*, Solvolysen von Toluolsulfonsäureestern, XVII: Acetolyse des endo-Fencholtoluolsulfonates, Chem. Ber. **100**, 2766 (1967).
- 1968 [276] *W. H.*, Kryptionen-Reaktionen. „Klassische“ und „nichtklassische“ Ionen, Liebigs Ann. Chem. **711**, 1 (1968).
- [277] *W. H.*, Die Entwicklung der Hypothese vom nichtklassischen Ion. Eine historisch-kritische Studie, Sitzungsber. Heidelb. Akad. Wiss., Math.-Naturwiss. Kl. **1967/68**, 291.
- [278] *W. H.*, *H. J. Kern*, *G. M. Jennewein* und *O. Vogt*, Änderungen des Molekülbaus bei chemischen Reaktionen, XX; Solvolysen von Toluolsulfonsäureestern, XXVIII: Konkurrenz- und Folgereaktionen bei der Wagner-Meerwein-Umlagerung. Solvolysen von Bornyl- und endo-Fenchyltosylat, Liebigs Ann. Chem. **719**, 157 (1968).
- 1969 [279] *W. H.*, *W. Rothenwörhr* und *O. Vogt*, Die Reaktion von Prileschajew beim α -Fenchol und Camphen, Suom. Kemistil. B **42**, 213 (1969).
- [280] *W. H.* und *A. Majumdar*, Solvolysen von Toluolsulfonsäureestern, XXIX: endo-Camphenol, Suom. Kemistil. B **42**, 115 (1969).
- [281] *W. H.* und *H.-J. Kern*, Änderungen des Molekülbaus bei chemischen Reaktionen, XXI: Desaminierung in der Bicyclo[2.2.1]heptan-Reihe, Liebigs Ann. Chem. **728**, 49 (1969).
- 1970 [282] *W. H.*, *H.-J. Scharfschwerdt* und *O. Vogt*, Zur Stereochemie bicyclischer Ringsysteme, XIII (Die Stereochemie des Hydrindans und seiner Derivate, V): α -Hydrindanol, Liebigs Ann. Chem. **741**, 1 (1970).
- 1971 [283] *H.-J. Schneider*, *N. C. Franklin* und *W. H.*, Konfigurationen und ^1H -NMR-Spektren tertiärer Bicyclo[2.2.1]heptyl-(2)-Verbindungen, Liebigs Ann. Chem. **745**, 1 (1971).
- [284] *W. H.* und *H. Eben*, Solvolysen von Toluolsulfonsäureestern, XXX: exo-Camphenol, Suom. Kemistil. B **44** (2), 61 (1971).
- 1975 [285] *W. H.*, *H.-J. Schneider* und *H. Schneider-Bernlöhr*, Bildungsweisen und Solvolysen von tertiären 2-Bicyclo[2.2.1]heptylestern, Liebigs Ann. Chem. **1975**, 1690.