



*Alexander Schönberg*

## Alexander Schönberg

1892 – 1985

Am 10. Januar 1985 verstarb Dr. phil. Dr. h. c. Alexander Schönberg<sup>1)</sup>, ordentlicher Professor (em.) an der Technischen Universität Berlin. Mehr als 65 Jahre hat er, soweit es die äußeren Umstände zuließen, der Wissenschaft gedient – „seiner“ Wissenschaft, der Organischen Chemie. Sein Lebenswerk ist im Verlauf von 63 Jahren in rund 300 Publikationen niedergelegt, die zwei der seinen Lebenslauf bestimmenden Zäsuren deutlich widerspiegeln: Bis zum Jahre 1933 publizierte er überwiegend in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft, dann in englischen und amerikanischen Fachzeitschriften und ab 1959 in dieser Zeitschrift.

Alexander Schönberg war ein geradliniger, ehrlicher Mann. Im Umgang lebenswürdig und kompromißbereit, hielt er an seinen Grundüberzeugungen konsequent fest, auch unter äußerem Druck. Mehr als seine Abstammung

zwangen ihn vermutlich diese Ideale, die mit dem nationalsozialistischen Gedankengut absolut unvereinbar waren, in die Emigration.

Den Schülern seines letzten Lebensabschnittes erschien er einerseits als Personifizierung preußischer Tugenden, die er lebte, ohne sie im Munde zu führen oder von anderen zu verlangen, und andererseits als Verkörperung all dessen, was nur durch den englischen Begriff Gentleman beschrieben werden kann. Er war sehr zurückhaltend und sprach nur äußerst selten über seine Vergangenheit. Wie sehr ihn die unter dem Druck der Umstände notwendige Flucht aus seinem Vaterland tatsächlich getroffen hatte, enthüllte sich erst, als während der letzten Monate seines Lebens krankheitsbedingt die Kraft seiner Selbstdisziplin nachließ.

Der Lebensweg Alexander Schönbergs ist untrennbar verknüpft mit der Geschichte Deutschlands in diesem Jahr-

hundert. Sein Schicksal, das Schicksal eines deutschen Hochschullehrers, sollte den deutschen Universitäten und Hochschulen eine Mahnung sein — eine Mahnung, sich jedem Angriff auf die Freiheit des Geistes, jeder Ideologisierung, egal von welcher Seite, mit allen Mitteln zu widersetzen.

Die Verpflichtung der jetzigen und folgender Generationen, die jüngere Geschichte Deutschlands trotz aller Belastungen zu akzeptieren und zu verarbeiten, hat uns Alexander Schönberg vorgelebt. Frei von jeder persönlichen Schuld in bezug auf die Entstehung und die Verbrechen des Nationalsozialismus, hat er in der Emigration nie versucht, eine andere Staatsbürgerschaft zu erwerben. Trotz aller Weltoffenheit und Toleranz, trotz persönlicher Nachteile, trotz der psychischen Belastung durch die Nazi-Untaten konnte oder wollte er sein Vaterland nicht aufgeben.

In der finstersten Epoche deutscher Geschichte war Alexander Schönberg, wie sein Lebensweg zeigt, einer von den Menschen, die das „andere“, das bessere Deutschland repräsentierten und dadurch für alle Zukunft ein Beispiel setzten.

### Der Lebensweg

Alexander Schönberg wurde am 28. Oktober 1892 als einziges Kind eines preußischen Landrichters in Berlin geboren. Seine Mutter entstammte einer in Berlin alteingesessenen jüdischen Bürgerfamilie, sein Vater einer der für das Preußen des 18. und 19. Jahrhunderts typischen bürgerlichen Beamtenfamilien. Kurze Zeit nach seiner Geburt wurde der Vater nach Bonn versetzt, wo Mutter und Sohn auch nach dem sehr frühen Tod des Vaters verblieben. Hier besuchte Alexander Schönberg die Schule und legte 1912 am Städtischen Gymnasium die Reifeprüfung ab. Hier lernte er als Gymnasiast seine spätere Frau Elisabeth kennen. Hier verfaßte er 1911 seine erste Publikation [1], in der er über Versuche zur Abhängigkeit der Geschmacksempfindungen von der Konzentration bei Saccharin, Kochsalz, Bittersalz und Weinsäure berichtete. Hier begann er mit dem Studium der Chemie.

Diese Idylle in dem damaligen Verwaltungsstädtchen Bonn wurde durch den Ausbruch des ersten Weltkrieges abrupt beendet. In preußischer Beamten tradition erzogen, trat Alexander Schönberg als Freiwilliger in das Gardekorps ein. Er hat — unterbrochen von Lazarettaufenthalten in Freiburg und Aachen, die er zur Fortsetzung des Studiums nutzte — den Krieg bis zum bitteren Ende miterlebt. Nach einer Verwundung frontdienstuntauglich, wurde er gegen Ende des Krieges als Leutnant zum Stab des Gardekorps nach Berlin versetzt und konnte so an der damaligen Friedrich-Wilhelms-Universität, Unter den Linden, sein Studium beenden. Die Doktorarbeit „Beiträge zur Kenntnis der Chromone“ fertigte er bei Hugo Simonis an, der an der Technischen Hochschule in Charlottenburg arbeitete. Im Frühjahr 1919 legte Schönberg an der Universität die mündliche Doktorprüfung ab.

In einer der für ihn seltenen Stunden der Rückbesinnung erzählte er in hohem Alter von seinen damaligen Erlebnissen. Der von linksradikalen Gruppen im März 1919 in Ber-

lin ausgerufene Generalstreik führte zu schweren Unruhen. Die erbitterten Kämpfe in der Innenstadt forderten insgesamt 1200 Todesopfer. Schönberg, im relativ ruhigen Westen der Stadt wohnend, mußte am Tage seiner Doktorprüfung den Fußweg vom S-Bahnhof Friedrichstraße zur Friedrich-Wilhelms-Universität, Unter den Linden, im Kugelhagel der sich bekämpfenden Parteien zurücklegen.

In den folgenden Jahren arbeitete er an der Technischen Hochschule in Berlin-Charlottenburg und konnte sich 1922 bei Pschorr habilitieren. 1923 heiratete er seine Jugendfreundin Elisabeth Seyffardt, und 1924 wurde dem Ehepaar eine Tochter geboren. Zwei Jahre später — 1926 — wurde er an der Technischen Hochschule zum außerordentlichen Professor ernannt. Seine wissenschaftlichen Arbeiten und die daraus resultierenden Veröffentlichungen machten Schönberg in zunehmendem Maße bekannt. 1932 wurde er in den Vorstand der Deutschen Chemischen Gesellschaft gewählt. Die Zukunft — eine Universitätskarriere — schien vorgezeichnet, doch das Schicksal wollte es anders. War der erste Lebensabschnitt dieses Mannes bestimmt durch den ersten Weltkrieg, durch den Zusammenbruch des Deutschen Kaiserreiches und durch die Schwierigkeiten der Weimarer Republik, so sollte der nächste — ein Vierteljahrhundert — durch eine vermutlich schwerere Belastung gekennzeichnet sein, durch die Emigration.

1933 kamen die Nationalsozialisten an die Macht, der Weg des „Tausendjährigen Reiches“ in den Abgrund begann. An deutschen Universitäten und Hochschulen wurde die Jagd auf Andersdenkende und „Nichtarier“ mit besonderem Eifer betrieben. Das betraf in erster Linie die Gruppe der Assistenten, Privatdozenten und nichtbeamteten Professoren. So wurde durch einen Erlaß des Preußischen Ministers für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung die Pflichtmitgliedschaft in einer sogenannten „Dozentenschaft“ der jeweiligen Hochschule verordnet<sup>2)</sup>. Die Dozentenschaften bildeten zusammen die preußische Dozentenschaft mit Sitz in Berlin, Linkstraße 18, und einem vom Minister ernannten „Führer“.

Zitat<sup>2)</sup>: ... 5. Die Dozentenschaft ist eine ständige Organisation, die die gemeinsame Verantwortung für Hochschule und Volk trägt. Jede Interessenvertretung einzelner Gruppen ist dabei ausgeschlossen. Sie ist beauftragt mit der Vorbereitung und Durchführung von Maßnahmen, die der körperlichen und geistigen Ertüchtigung des akademischen Nachwuchses dienen (SA-Wehrsport, Arbeitsdienst, Dozenten-Akademie). ...

Die Gleichschaltung der akademischen Gremien und Gruppenverbände erfolgte ohne jeden Widerstand der Hochschule.

Zitat<sup>3)</sup>: ... Die bereits gezahlten Mitgliedsbeiträge beim Nichtordinariatenverband werden auf die Beiträge der Dozentenschaft angerechnet. Der Kassenbestand ist von der Führung des Nichtordinariatenverbandes der Dozentenschaft übertragen worden. Die Auflösung des akademischen Assistentenverbandes wird aus dem gleichen Grunde in aller Kürze in ähnlicher Weise erfolgen. ... Heil Hitler! ...

Ein neues Habilitationsverfahren wurde widerspruchslös hingenommen.

Zitate<sup>4)</sup>: ... Voraussetzung der Genehmigung des Beschlusses der Fakultät auf Habilitation ist daher der Nachweis des Dienstes von mehreren Monaten in einem Wehrsport- oder Arbeitslager. ... Die Habilitanden aller Hochschulen haben deshalb einen mehrmonatigen Kursus in der demnächst zu gründenden Dozenten-Akademie zu durchlaufen, in der sie in strenger Lebensgemeinschaft sich auch charakterlich zu bewähren haben. ... Die Einberufung in die Dozenten-Akademie behält sich der Herr Minister vor. ...

Den allgemeinen Zustand der deutschen Hochschulen im Jahre 1933 beleuchtet folgendes Zitat<sup>5)</sup>:

... Demgegenüber muß aber betont werden, daß heute die überwiegende Mehrzahl aller deutschen Hochschullehrer sich aus ehrlicher Überzeugung bedingungslos hinter den Führer gestellt hat und mit ganzer Kraft am Aufbau des nationalsozialistischen Staates mitarbeiten will. ...

Alexander Schönberg sah sich in wachsendem Maße Drohungen und Angriffen von verschiedenen Seiten ausgesetzt. Seine studentische Corporation, der er sich sehr verbunden gefühlt hatte, legte ihm aus Angst um ihr Fortbestehen nahe, wegen seiner Abstammung freiwillig auszutreten. Als Einziger unter den Betroffenen weigerte er sich und wurde hinausgeworfen.

An dieser Stelle muß erwähnt werden, daß ihm die gleiche Corporation 1947 — so als wäre sie für seine Relegierung nicht verantwortlich — eine erneute Mitgliedschaft antrug. In der Ablehnung auf dieses Ansinnen wies Schönberg auf die Reaktion des Traditionsverbandes des Gardekörps hin, dem er ebenfalls angehört hatte. Als die Nazis forderten, alle „Nichtarier“ aus dem Traditionsverband zu entfernen, löste sich dieser innerhalb weniger Stunden auf. Die Tatsache, daß „seine“ Corporation ihre Prinzipien verriet, während der Traditionsverband des Gardekörps, dem er wegen seiner Kriegserfahrungen sehr skeptisch gegenüberstand, in der einzig möglichen Weise reagierte, muß ihn tief getroffen haben.

In dieser Situation kam eine Einladung der Universität Edinburgh für eine Gastprofessur an der Medizinischen Fakultät sehr gelegen. Er ging nach England. Im folgenden Jahr, nach Auflösung der Berliner Wohnung, folgten Frau und Tochter.

Für seine Mutter, die ebenfalls emigrierte, verkaufte er weit unter Wert ihre Villa in Bonn. Heute steht ein Teil des sogenannten Kanzlerbungalows auf diesem Grundstück.

Der Exodus deutscher Wissenschaftler in den ersten Jahren der Nazi Herrschaft war beträchtlich. Die „List of Displaced German Scholars“ aus dem Jahre 1936<sup>6)</sup> enthält rund 1640 Namen, darunter die mehrerer Nobelpreisträger. Rund 165 Chemiker sind darin aufgeführt.

Englische, amerikanische und französische Hochschulen boten den Flüchtlingen ein vorläufiges Domizil. Die Rockefeller Foundation half durch Spenden. Eine Notgemeinschaft Deutscher Wissenschaftler im Ausland wurde gegründet und versuchte den Geflüchteten neue Arbeitsmöglichkeiten zu verschaffen.

Alexander Schönberg blieb bis 1937 in Edinburgh. Hier traf er den Physiker Max Born, der 1936 Professor an der dortigen Universität wurde<sup>7)</sup>. Ihre damals begonnenen Diskussionen über die Möglichkeiten des Nachweises photo-

chemisch erzeugter Diradikale führten später zu einer gemeinsamen Publikation [139].

1937 bewarb sich Schönberg um eine von der Kairoer Universität ausgeschriebene Stelle. Richard Willstätter war eine seiner Referenzen. So wurde er Professor für Organische Chemie an der Kairoer Universität und später auch Direktor des Chemischen Instituts. Im gleichen Jahr zog die Familie nach Ägypten um. Weit entfernt von den Zentren chemischer Forschung, unter unvorstellbar schlechten Bedingungen setzte Schönberg hier seine Arbeiten fort und erschloß neue Untersuchungsgebiete.

Mitte 1942 — der 2. Weltkrieg tobte seit drei Jahren — erreichten die Deutschen El-Alamein auf ägyptischem Boden. Kairo war bedroht und die Familie Schönberg wurde ins damalige Palästina evakuiert. Mit verschmitztem Lächeln erzählte Schönberg zwanzig Jahre später, wie er sich — nachdem der Rückzug der Deutschen bekannt geworden war — zwei Wochen nach der Ankunft in Palästina allein nach Kairo in das geliebte Institut durchschlug.

20 Jahre lang, bis 1957, blieb er in Kairo. Neben den Forschungsarbeiten hat er sich in dieser Zeit um den Ausbau des Chemischen Instituts und um eine moderne Chemieausbildung gekümmert. Viele seiner ägyptischen Studenten gelangten nach dem Studium in einflußreiche Positionen und trugen nicht nur seine chemischen Ideen und Vorstellungen weiter, sondern auch etwas von dem, was die Persönlichkeit Alexander Schönbergs ausmachte. Seine Wirksamkeit reichte weit über die Grenzen Ägyptens hinaus. Die Gründung neuer Universitäten in Ägypten, die Entwicklung der Organischen Chemie im arabischen Raum in den letzten Jahrzehnten ist ohne die Tätigkeit Schönbergs unvorstellbar.

Ägypten hat diese „Entwicklungshilfe“, die er leistete, bevor das Wort erfunden war, nie vergessen. 1978 verlieh ihm Präsident Sadat den Orden der Republik 2. Klasse, und er hat diese Auszeichnung mehr geschätzt als das Eiserne Kreuz des 1. Weltkrieges oder das Bundesverdienstkreuz.

Während der Kairoer Jahre unterhielt er einen lebhaften Briefwechsel mit zwei Chemikern aus der Ankara-Gruppe der deutschen Emigranten — mit Fritz Arndt<sup>8)</sup> und Otto Gerngross<sup>9)</sup>. Der Inhalt dieser Briefe läßt etwas erahnen von den Schwierigkeiten im Alltag, von dem Gefühl einer gewissen Isolation, von dem Hunger nach Informationen und Kontakten.

1957 wurde Schönberg wegen Erreichung der Altersgrenze in Kairo entlassen und ging mit seiner Frau 1958 zurück nach Deutschland, nach Berlin. Seine Geburtsstadt hat auf ihn trotz aller Veränderungen durch den Krieg und den Wiederaufbau stets eine besondere Faszination ausgeübt. Durch ein gerichtliches Wiedergutmachungsverfahren wurde er ordentlicher Professor (em.) an seiner alten Hochschule, der jetzigen Technischen Universität Berlin.

Die Tatsache, daß solche Wiedergutmachung in der Regel gerichtlich erstritten werden mußte, während durch die Nazizeit belastete Hochschullehrer automatisch ihre vollen Bezüge erhielten, hat bei den Betroffenen — auch bei Alexander Schönberg — viel Bitternis, Skepsis und Mißtrauen hinterlassen.

Die Technische Universität Berlin mußte ihm auf Grund des Wiedergutmachungsbeschlusses Laborräume zur Verfügung stellen. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft, die Stiftung Volkswagenwerk und der über rückfließende ERP-Mittel verfügende Senator für Wirtschaft Berlin finanzierten auf seinen Antrag Forschungsvorhaben. So konnte er sich wieder einen kleinen Arbeitskreis aufbauen, der maximal sieben, meist jedoch nicht mehr als drei Mitarbeiter umfaßte. 24 Jahre lang, bis Ende 1982, konnte er sich relativ unbelastet durch äußere Einflüsse seiner Wissenschaft widmen. Sechs Dissertationen und rund 110 Publikationen aus diesem Zeitraum belegen die ungebrochene Schaffenskraft und sein Engagement.

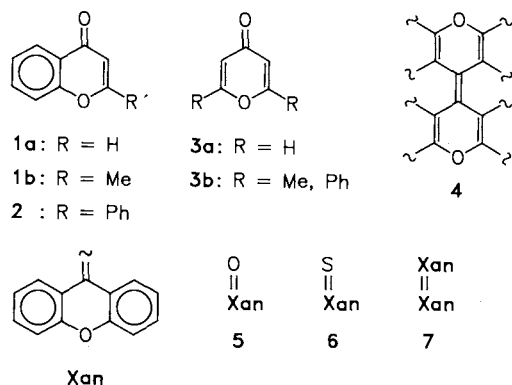
Den zeitlichen Endpunkt für die wissenschaftliche Tätigkeit setzte eine Ehrung, die Alexander Schönberg, der in Deutschland nicht gerade mit Anerkennung überhäuft worden war, in besonderem Maße erfreute – die Verleihung des Ehrendoktors durch den Fachbereich Chemie der Freien Universität Berlin am 2. Februar 1983. Danach forderte das hohe Alter seinen Tribut. Den Tod seiner Ehefrau Elisabeth, der Gefährtin in 60 bewegten Lebensjahren, am 23. September 1984 hat er, wie alle hoffen, die Kontakt zu ihm hatten, nicht mehr bewußt erlebt.

Der Verfasser dieses Nachrufes hat den Lebensweg Alexander Schönbergs während der letzten 26 Jahre begleitet, zunächst als sein Schüler, dann als Mitarbeiter, als Kontrahent in zahllosen wissenschaftlichen Diskussionen, als Partner bei Forschungsprojekten und stets als sein Bewunderer. Das Band zerriß am 10. Januar 1985 – die Erinnerung an Alexander Schönberg, sein Vorbild und sein Einfluß leben fort.

## Das Lebenswerk

Schönberg hat fast immer mehrere Themenkreise parallel bearbeitet. Einmal aufgegriffene Forschungsgebiete tauchen nach Pausen, die häufig durch äußere Zwänge verursacht wurden, wieder auf.

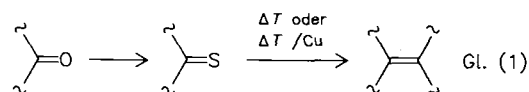
In der Literatur wird der Name Schönberg häufig mit einer Umlagerung, einer Photoaddition, einer Reaktion von Diazoverbindungen und einem Nachweisreagenz verknüpft.



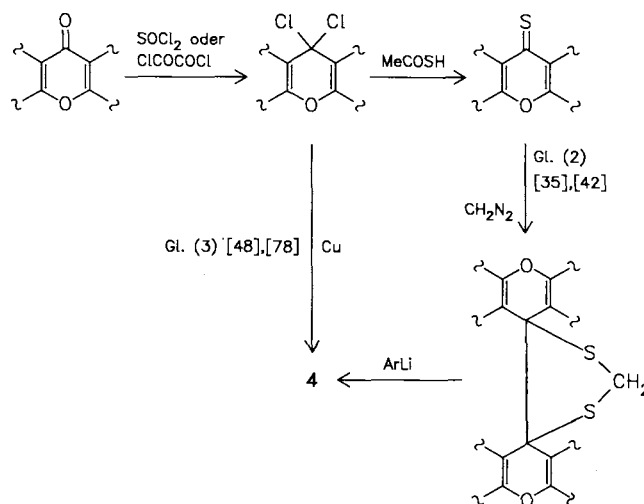
In seiner Doktorarbeit [2] untersuchte Schönberg die Synthese von Chromonen 1 und Flavonen 2 aus Phenolen und  $\beta$ -Ketosäureestern nach einem von Simonis entwickel-

ten Verfahren<sup>10)</sup> und ihre Reaktionsbereitschaft gegenüber Carbonylreagenzien. Das Interesse an den  $\gamma$ -Pyronen vom Typ 3, insbesondere an den Benzo- $\gamma$ -pyronen wie 1 und 2 und an den Dibenzo- $\gamma$ -pyronen wie 5, hielt lebenslang an. Die 1-Thia-Analogen – mit Schwefel im Ring an Stelle des Sauerstoffs – wurden stets mitbearbeitet.

Im Mittelpunkt des Interesses standen Verbindungen mit dem Strukturelement 4 – die Dipyrylene, Dichromylene und Dixanthylene. Ausgehend vom Xanthon (5) stellte er über Xanthion (6) nach der allgemeinen Gl. (1)<sup>11)</sup> Dixanthylen (7) her [13].

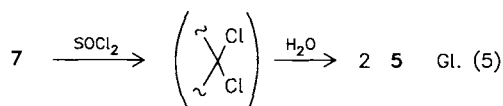


Die Reaktionsfolgen nach Gl. (2) und (3) eröffneten die Möglichkeit, Verbindungen des Typs 4, die nach Gl. (1) nicht oder nur schwer zu erhalten waren, zu synthetisieren.



Die Untersuchungen Schönbergs auf diesem Gebiet müssen unter dem Aspekt der sich anbahnenden Revolution der Bindungsvorstellungen in der organischen Chemie während der zwanziger Jahre und der Durchsetzung der neuen Anschauungen in den dreißiger Jahren gesehen werden. Arndt, einer der Wegbereiter dieser Anschauungen, hat in dieser Zeit ebenfalls über diese Verbindungsklassen gearbeitet, vgl. Lit.<sup>8)</sup>

Schönberg entdeckte die Thermochemie des Dixanthylens 7 [22] und war von diesem Effekt so fasziniert, daß er sich von da ab immer wieder mit thermochromen Systemen beschäftigte. Auf diese Arbeiten soll weiter unten im Zusammenhang eingegangen werden.

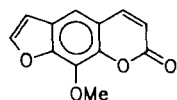


Er fand die Spaltbarkeit von 7 durch eine Schwefelschmelze nach Gl. (4) [15], die er in Kairo auf ähnliche

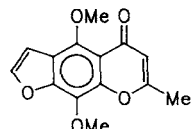
Verbindungen übertragen konnte [78]. 7 ließ sich nach Gl. (5) auch durch Thionylchlorid spalten [79].

Ein Review aus dem Jahre 1945 [98] markiert einen vorläufigen Abschluß seiner Untersuchungen unter dieser Zielrichtung.

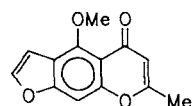
Die Arbeiten über das Chromonsystem bekamen einen neuen Impuls durch die Beschäftigung mit den Inhaltsstoffen ägyptischer Heilpflanzen der Volksmedizin.



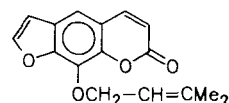
Xanthotoxin (*Ammi majus* L.)  
[117] [119] [141] [153] [160] [171]



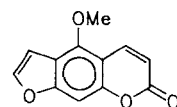
Khellin (*Ammi visnaga* L.)  
[134] [151] [160] [164] [165] [177]



Visnagin (*Ammi visnaga* L.)  
[138] [164] [165] [172] [175] [177]

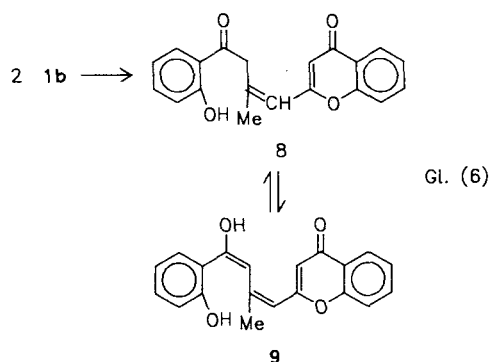


Imperatorin (*Ammi majus* L.)  
[141] [153]

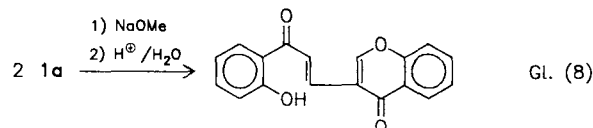
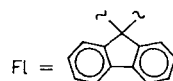
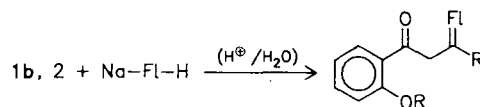
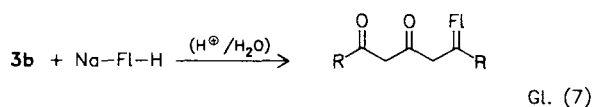


Bergapten  
[171] [172] [175] [176]

Wie die voranstehende Aufstellung zeigt, wurden dabei auch Verbindungen mit dem  $\alpha$ -Pyron-System, also Cumarine, bearbeitet. Ein Farbttest für 2-Methyl- $\gamma$ -pyrone [142], [183] erlaubte die Unterscheidung zwischen 2-Methylchromonen und Cumarinen ohne Spektroskopie. Die Struktur des Farbstoffes wurde nach der Rückkehr nach Berlin aufgeklärt. 2-Methylchromone dimerisieren unter dem Einfluß von Alkali im Sinne einer Michael-Addition nach Gl. (6) zu farblosen Verbindungen des Typs 8, die bereits in schwach alkalischer Lösung als tieffarbige Enole 9 vorliegen [199]. Die Dimeren der 2-Ethylchromone liegen sogar im festen Zustand als Enole vor [215].

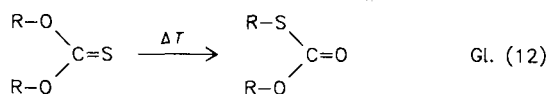
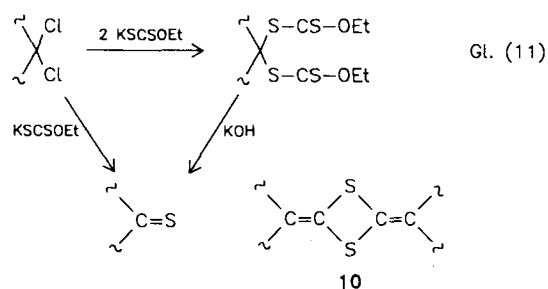
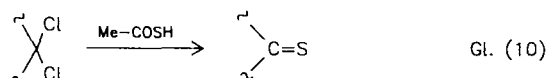
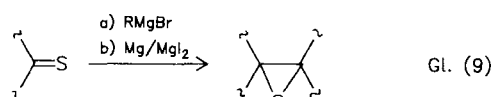


Nebenprodukt dieser Untersuchungen war die Entdeckung der Addition von Fluorenylnatrium an 2,6-disubstituierte  $\gamma$ -Pyrone, an Chromone und Flavone nach Gl. (7)



[196], [197], [198], [211]. Außerdem wurde die Dimerisierung des Chromons nach Gl. (8) mit einer ungewöhnlichen  $\alpha,\beta$ -Verknüpfung entdeckt [210], [213]. Abschließend sei auf Arbeiten über Benzochromone [184], über 2-Styrylchromone [169] und auf eine Publikation zur Dehydrierung von Chromanonen zu Chromonen durch Tritylperchlorat [194] hingewiesen.

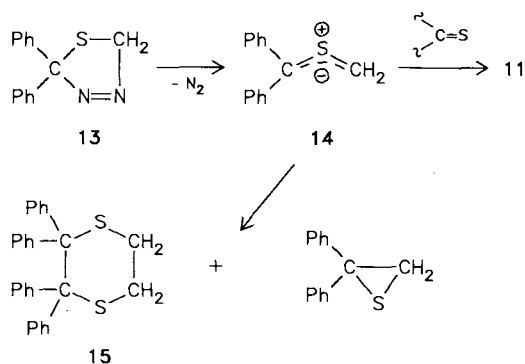
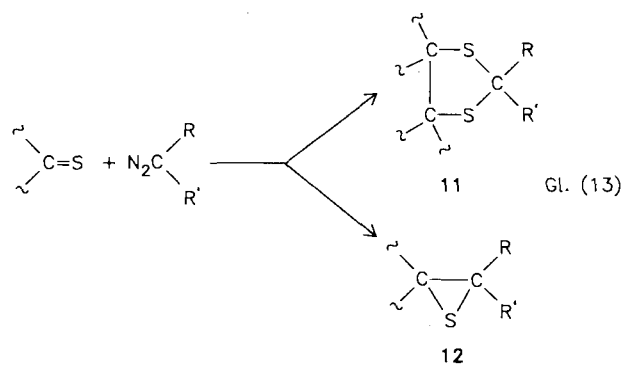
In der ersten Berliner Periode wurde Schönberg hauptsächlich durch seine Arbeiten über organische Schwefelverbindungen bekannt. Es begann mit der Synthese des Dibenzothiophens aus Diphenylsulfoxid [11] und der des Dixanthylens 7 aus Xanthion 6 nach Gl. (1) [13], die auf Thiobenzophenon und andere Thioketone ausgedehnt wurde [21]. Die Einwirkung von Triethylphosphin [16], Grignard-Verbindungen [17] und dem Gomberg-Reagenz ( $\text{Mg}/\text{MgI}_2$ ) [20] auf Thioketone wurde untersucht. Nach Gl. (9) konnten in den beiden letzten Fällen die entsprechenden Ethylensulfide isoliert werden. Additionsverbindungen der Thioketone an Quecksilber(II)-bromid oder



-chlorid, die ihrer Isolierung dienen konnten, wurden beschrieben [15]. Die Entdeckung einer neuen Thioketonsynthese, vgl. Gl. (10), machte diese Verbindungsklasse wesentlich leichter zugänglich [21] und bewirkte einen Anstieg der Zahl der Publikationen über Schwefelverbindungen.

Die Einwirkung anderer schwefelhaltiger Verbindungen auf geminale Dichloride wurde während der zweiten Berliner Periode untersucht und durch Kaliumxanthogenat ein noch einfacherer Zugang zu dieser Stoffklasse gefunden, vgl. Gl. (11) [218], [247], [248], [249], [262], [268]. Neben den Thioketonen fanden auch andere Schwefelverbindungen das Interesse Alexander Schönbergs. So arbeitete er über die thermische Stabilität von Mercaptolen [18], [27], über die Addition von Mercaptanen an 1,2-Diketone [19], über die thermische Zersetzung von Thioethern [28], über Disulfide [41], [51], [129], [131] und über dimere Thioketene vom Typ 10 [37], [41].

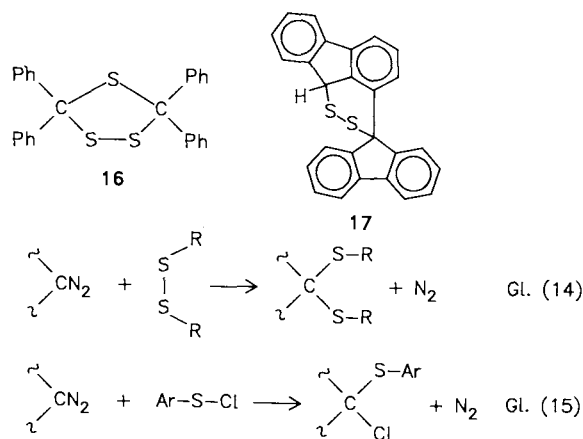
Die von ihm entdeckte Umlagerung der Thionkohlsäureester in Thiolkohlsäureester nach Gl. (12) ging als „Schönberg-Umlagerung“ in die Literatur ein [27], [31].



In 21 Publikationen beschrieb Schönberg Beispiele für die Einwirkung von Diazoverbindungen auf Thiocarbonylgruppen [32], [34], [35], [36], [38], [42], [187], [191], [192], [202], [203], [204], [207], [209], [214], [225], [241], [245], [247], [254], [265]. Nach Gl. (13) entstehen dabei entweder 1,3-Dithiolane des Typs 11 oder Ethylensulfide 12. 1981 klärten Huisgen und Mitarbeiter<sup>12)</sup> den Mechanismus dieser von ihnen als „Schönberg-Reaktion“ bezeichneten Umsetzung auf und isolierten 13 als Primärprodukt der Umsetzung von Thiobenzophenon mit Diazomethan. Aus 13 konnten sie über das Thiocarbonylylid 14 durch Zugabe von Thiobenzophenon das entsprechende 1,3-Dithiolan vom

Typ 11 und thermisch neben dem entsprechenden Ethylensulfid vom Typ 12 das 1,4-Dithian 15, ein Dimeres von 14, erhalten. Diese von Schönberg hochgeschätzte, ja bewunderte Arbeit<sup>12)</sup> hat ihm eine gewisse Genugtuung bereitet, faßte er doch die Bildung von 15 als Beleg für seine Ansicht auf, daß bei der Chemie der organischen Schwefelverbindungen homöopolare Übergangszustände eine beträchtliche Rolle spielen. Auf seine Arbeiten über Schwefelradikale sei an dieser Stelle hingewiesen [39], [45], [128], [131], [152].

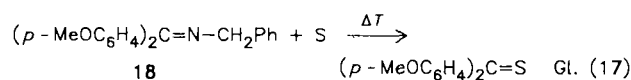
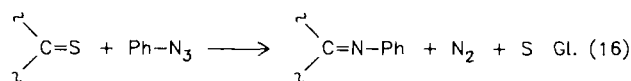
Die Oxidation und die Dimerisierung von Thiocarbonylverbindungen hat Schönberg stets beschäftigt. So schlug er – wohl als erster – für das Luftoxidaionsprodukt des Thiobenzophenons die Konstitution eines Thioozonids 16 vor [23]. Für das dimere Thiofluorenon bewies er die Struktur 17 [202].



Weitere Entdeckungen der ersten Berliner Jahre waren die Insertion des Carbenrestes einer Diazoverbindung in eine Disulfidbrücke nach Gl. (14) [25], [33], [254], [264] und die Umsetzung von Arylschwefelchloriden mit Diazoverbindungen nach Gl. (15) [26], [30].

Weygand<sup>13)</sup> hat diese Reaktion mit Diazoketonen durchgeführt und die entstandenen Chlor-Halbmercaptale von  $\alpha$ -Ketoaldehyden als Ausgangsstoffe für zahlreiche Synthesen nutzen können.

Ein Review über Thioketone, Thioacetale und Ethylensulfide [46] erschien 1933 und bot die Möglichkeit einer Zwischenbilanz. Rund 20 Jahre später verfaßte Schönberg für die 4. Auflage des Houben-Weyl den Artikel über Ethylensulfide [180] und gemeinsam mit Wagner den über Thioaldehyde und Thioketone [181].

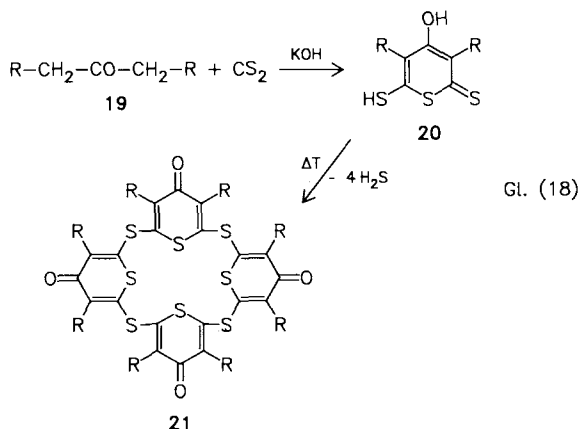


blau

Kurze Zeit vor seiner Emigration wurde die Einwirkung organischer Azide auf Thioketone, vgl. Gl. (16), untersucht [53] und eine mikrochemische Methode, Gl. (17), zum qualitativen Nachweis sehr geringer Mengen elementaren

Schwefels erarbeitet [49], [50]. Das dazu verwendete *N*-Benzyl-di-*p*-anisylketimin (**18**) wird allgemein als „Schönberg-Reagenz“ bezeichnet.

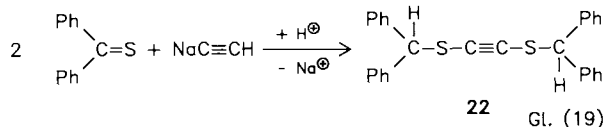
Eine Reihe weiterer Schwefelarbeiten Schönbergs seien in Stichworten angeführt: die Metallierung des Thionaphthens durch Natrium in 2-Stellung [40], die Arylierung des Diphenylmethans durch Diphenylsulfoxid zum Triphenylmethan [43], eine Synthese symmetrisch substituierter Ethylensulfide aus den Oximen von Ketonen [66], vgl. dazu [63], die Einwirkung von Alkali auf Sulfide [76], die Stereochemie der trimeren Thioaldehyde [111], [120], die Konstitution des Kondensationsproduktes aus *o*-Phthalaldehyd und 2,2'-Thiodiessigsäure-diethylester [188] und die Einwirkung freier Radikale auf Mercaptane [185]. In acht Publikationen wurde die Konstitution der Einwirkungsprodukte von Schwefelkohlenstoff und Kaliumhydroxid auf Ketone des Typs **19** – vgl. Gl. (18) – und ihre Chemie behandelt [95], [104], [170], [237], [238], [245], [246], [259].



Die Struktur der Reaktionsprodukte **20** und der Pyrolyseprodukte **21** konnte Schönberg erst nach seiner Rückkehr durch moderne spektroskopische Methoden sicherstellen. In Kairo standen ihm solche Hilfsmittel nicht zur Verfügung. Wieder in Berlin nutzte er alle Möglichkeiten, die ihm ein modernes Institut bot, und eignete sich das zur Anwendung moderner Untersuchungsmethoden notwendige Wissen auf vielfältige Weise an. Er blieb zeit seines Lebens ein Lerner und schreckte auch in hohem Alter nicht vor dem Besuch eines Einführungskurses in die NMR-Spektroskopie zurück.

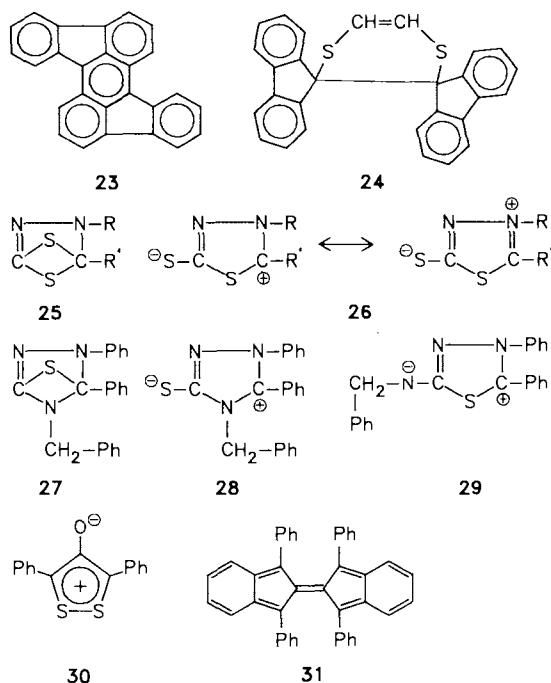
Umsetzungen von Nitrosoverbindungen mit Thioketonen [193] und die Darstellung von Rubicen (**23**) aus dem dimeren Thiofluorenon **17** zählten zu den ersten Arbeiten, die Schönberg nach der Rückkehr in seine Geburtsstadt nun wieder in den „Chemischen Berichten“ publizierte. Es folgten Veröffentlichungen über Diels-Alder-Reaktionen mit Thiofluorenon als Dienophil [228], [250], [278], über den Austausch der funktionellen Gruppen zwischen einem Thioketon und einem geminalen Dichlorid [253], über die Umsetzung von Thioketonen mit *o*-Chinonen [212], über eine vergleichende Untersuchung der Massenspektren von Ketonen, Thioketonen und Diazoverbindungen [261] und über die Ethinierung des Thiobenzophenons nach Gl. (19) [226].

Die Bildung von **22** war das erste Beispiel einer inversen Addition an eine Thiocarbonylgruppe (nach Beak und Worley<sup>13a</sup>): „thiophile addition“) und wurde zum Ausgangspunkt zahlreicher Untersuchungen anderer Arbeitskreise. In seiner letzten Schwefelarbeit beschrieb Schönberg die Konstitution des Ethinierungsproduktes von Thiofluorenon, vgl. **24** [284].



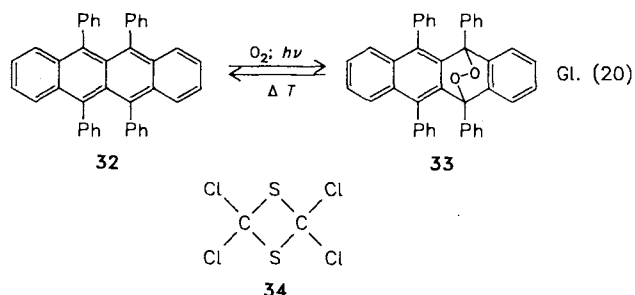
Für das wissenschaftliche Werk Alexander Schönbergs waren die Jahre in Edinburgh von besonderer Bedeutung. Bei stark eingeschränkten Möglichkeiten praktischer Laborarbeit fand er hier einerseits die Muße und andererseits die Anregung, um die bisher erzielten Resultate zu überdenken und bestimmte Vorstellungen zu entwickeln. So ist es nicht verwunderlich, daß einige seiner bedeutendsten Publikationen aus dieser Zeit stammen.

Als erster beschrieb er Verbindungen des Nitron-Typs in konsequenter Anwendung der Bredtschen Regel<sup>14</sup>) durch Strukturformeln mit getrennten Ladungen, z. B. **25**<sup>15</sup>) durch die Resonanzstrukturen **26** und die beiden Verbindungen, für die **27** angenommen wurde<sup>16</sup>), durch **28** und **29** [62], vgl. auch [60] und [72]. Er nannte solche mesoionische Verbindungen damals „Zwitterionen“. Auf eine 1970 publizierte stickstofffreie Verbindung dieser Art, **30**, sei hingewiesen [268].



An Rubren (**32**), für das damals **31** angenommen wurde, addiert sich nach Gl. (20) Sauerstoff im Licht zu **33**, das thermisch in **32** und Sauerstoff zerfällt<sup>17</sup>). Schönberg verglich das Rubren mit Sensibilisatoren bei Photooxidationen und postulierte einen angeregten, reaktiven Zustand für den bei

der thermischen Zersetzung entstehenden Sauerstoff [52]. Er hat damit die heutige Rolle des Singlettsauerstoffs intuitiv vorausgenommen und gilt als einer seiner Wegbereiter<sup>18)</sup>. Für das jeweilige Edukt nahm er dabei einen durch die Einwirkung des Lichts bewirkten biradikalischen Anregungszustand an, vgl. dazu [47], [55] und die oben erwähnte Arbeit mit Born [139]. Für den 8. Conseil International de Chimie Solvay verfaßte er 1950 einen Übersichtsartikel [144] über die Bildung von Peroxiden im Licht.

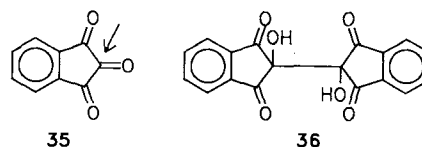
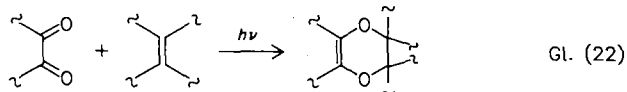
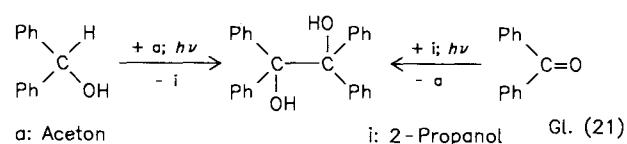


In Edinburgh lernte er auch den Mediziner Robson kennen, und aus ihrer Zusammenarbeit resultierten einige Arbeiten über synthetische Östrogene [61], [64], [71], [75], [80], [86], [101].

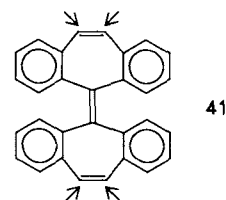
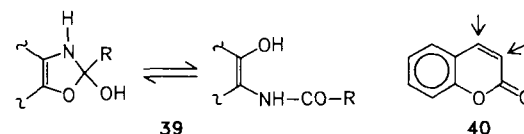
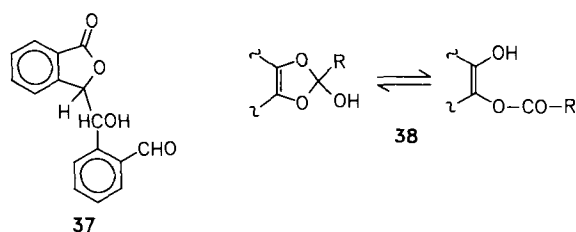
International bekannt wurde Alexander Schönberg durch seine Arbeiten zur Photochemie organischer Verbindungen. Es begann noch in Berlin mit einer Publikation über die Konstitution des photodimeren Thiophosgens [44], dem er die Formel **34** gab. Dann folgten aus Edinburgh die bereits erwähnten Arbeiten über die Photooxidation des Rubrens. In Kairo, wo ihm Sonnenlicht im Übermaß zur Verfügung stand, konnte dieser Arbeitsbereich ausgeweitet werden.

Er untersuchte photochemische Wasserstoffübertragungen und zeigte, daß auch Benzhydrol in Aceton nach Gl. (21) photochemisch zum entsprechenden Pinakol, dessen photochemische Bildung aus Benzophenon und 2-Propanol bekannt war<sup>19)</sup>, umgesetzt wird [84]. Pinakole mit einem Fluoren- oder Xanthen-System an Stelle des Diphenylmethan-Restes lassen sich bei Gegenwart von Aceton photochemisch in die entsprechenden Ketone (Fluorenon, Xanthon) spalten [88]. Triketohydrinden (**35**) wird durch 2-Propanol unter Lichteinwirkung zum Hydrindantin (**36**) reduziert [90], vgl. dazu auch [126]. Eine analoge Umsetzung ist mit Phenylglyoxylsäure möglich [146]. In einem Review „Reactions of Non-enolizable Ketones in Sunlight“ zog Schönberg eine Zwischenbilanz [112]. Die phototrope Addition von Olefinen an *o*-Chinone nach Gl. (22) ist als „Schönberg-Addition“ in die Literatur eingegangen [91], [93], [99], [114], [125], [136], [143], [146]<sup>20)</sup>.

Weitere Themen waren die Oxidation von Thioketonen im Licht [83], [88], die photochemische Decarbonylierung des 1,3-Diphenyl-1,2,3-triketons zum Benzil [114] und die Photodimerisierung des *o*-Phthalaldehyds zu **37** [178]. Seine Aufmerksamkeit galt auch der Photoreaktion von Aldehyden mit *o*-Chinonen [68], [146], [174], [186] und *o*-Chinoniminen [94]. Für die Produkte nahm er die Gleichgewichte **38** und **39** an. Er untersuchte die Photodimerisierung verschiedener – insbesondere carcinogener – Kohlenwas-



serstoffe mit Anthracen-Struktur, die wie beim Anthracen selbst<sup>21)</sup> ablaufen [116], [130]. Bei den Cumarinen **40** stellte er eine Dimerisierung unter Bildung eines Cyclobutan-Ringes fest [136]. Zwei Vierringe entstehen bei der Photodimerisierung von **41** zu einer Käfigverbindung [255], [256], [258]. Ein Cyclobuten-Ring entsteht bei der 1,2-Cycloadition von Diphenylacetylen an Flavone [266].

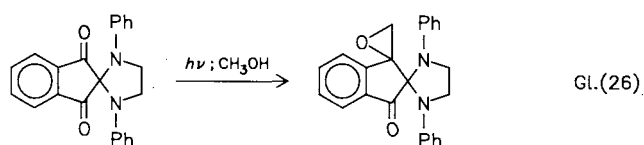
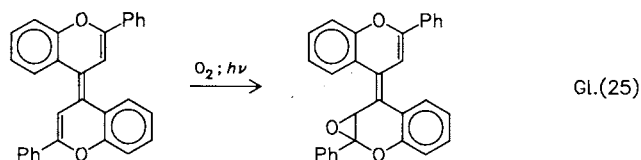
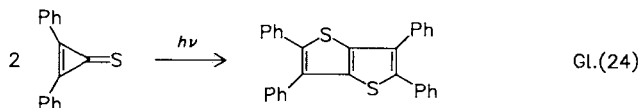
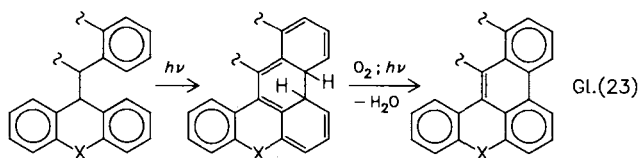


Nach der Entdeckung der extrem leichten Photocyclisierung des Dixanthylens **7** nach der allgemeinen Gl. (23) schon durch diffuses Tageslicht [224] konnte diese Reaktion auf ähnliche Xanthen-Derivate übertragen werden [276].

Auf drei vom Thema her auffallende Veröffentlichungen sei zum Schluß des Abschnitts über die photochemischen Arbeiten Alexander Schönbergs hingewiesen: auf die Photodimerisierung des Diphenylcyclopropenthions nach Gl. (24) [270], auf die Photooxidation des Biflavylens nach Gl. (25) [290] und auf die photochemische Epoxidierung einer Carbonylgruppe nach Gl. (26) [294].

Alexander Schönberg hat nicht nur durch seine Untersuchungen einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung der modernen organischen Photochemie geleistet, sondern auch durch seinen Einfluß und durch seine Monographien zu die-



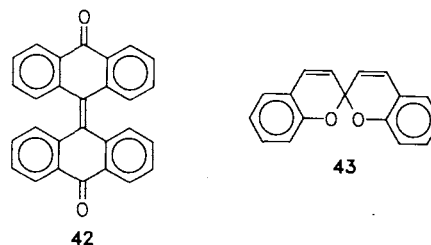


sem Thema. Immer wieder erhob er die Forderung, Photoreaktionen durch entsprechende Dunkelversuche abzusichern. Als präparativ ausgerichteter Organiker legte er auch bei Photoreaktionen auf ausreichende Ausbeuten Wert. Sein Buch über die präparative organische Photochemie mit der Literatur bis etwa 1957 erschien in 1. Auflage 1958 [303] und in 2. Auflage — diesmal in englischer Sprache — mit der Literatur bis Ende 1965 im Jahre 1968 [304]. Es wurde ins Russische und ins Japanische übersetzt. Die rasche und vielfältige Entwicklung der Photochemie in den letzten 30 Jahren wäre ohne das Fundament, das Schönberg zum wesentlichen Teil mitbegründet hat, wohl kaum denkbar.

Bevor wir uns einem anderen großen Arbeitsgebiet Schönbergs zuwenden, seien hier einige von ihm publizierte Synthesen aromatischer Kohlenwasserstoffe erwähnt: die Synthese des Acenaphthens [6], [108], die von Phenanthrenen [65], [69], die des Rubicens (**23**) [195], die des Naphthalins [280], des 1,2,4,5-Tetraphenylbenzols [77] und des 1,4-Diphenylbenzols [96].

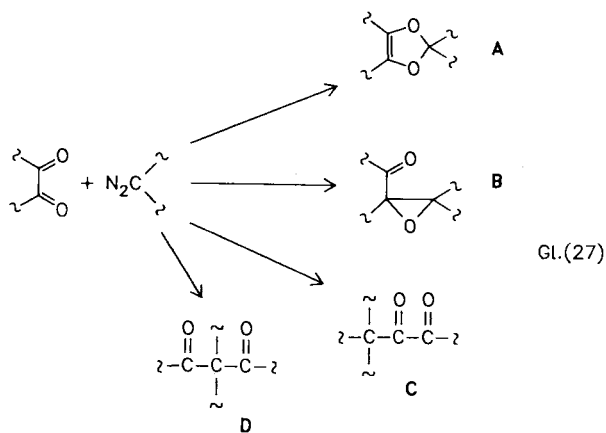
Zu Beginn der akademischen Laufbahn Alexander Schönbergs, um 1921, wurde unter den Organikern das Problem der sogenannten „farblosen Benzile“ heftig diskutiert. Schönberg hat sich daran beteiligt [4], [7], [8], [9], [10], und sein Interesse an vicinalen Di- und Triketonen, an *o*-Chinonen und ihren Umsetzungsprodukten [3], [5], [227] hat lebenslang angehalten, ebenso sein Interesse an Farben, Farbeffekten und ihren Ursachen. Nach der bereits erwähnten Entdeckung der Thermochromie des Dixanthylens (**7**) [22] — die in Lösung farblose Verbindung geht bei höheren Temperaturen reversibel in eine tiefgrüne Hochtemperaturform über — hat er sich immer wieder mit thermochromen Verbindungen beschäftigt und die Frage nach der Struktur der tieffarbigen Hochtemperaturform aufgeworfen. Dabei

standen die sogenannten „thermochromen Ethylene“ wie **7** oder das Bianthron **42** im Blickpunkt. Er hat eine Synthese für **42** [85], die Umsetzung von **42** mit Grignard-Verbindungen [97] und eine Methode zur Darstellung gemischter Ethylene [102] publiziert. Auch Spiropyrane, vgl. **43**, thermochrome Verbindungen einer anderen Stoffklasse, wurden mit Grignard-Lösungen umgesetzt [113]. Er fand, daß sich alle thermochromen Verbindungen aus ihren farblosen oder wenig farbigen Lösungen auf feste Adsorptionsmittel wie Kieselgel oder Aluminiumoxid mit der Farbe ihrer Hochtemperaturformen aufziehen lassen [145], [150], [156].



Durch Synthese der verschiedensten Dixanthylen-Derivate versuchte Schönberg einen Zusammenhang zwischen der Struktur und der Thermochromie einer Verbindung herzustellen [161], [166], [168], [192], [224]. Da der Begriff „Thermochromie“ damals weit weniger exakt definiert und begrenzt war, wurden auch Systeme untersucht, deren Farbänderungen auf eine Keto-Enol-Tautomerie zurückzuführen sind [157], [162], [163]. Ein anderer, verwandter Farbeffekt — die Piezochromie — wurde gleichfalls behandelt [191], [282].

Reaktionen mit Diazomethan und substituierten Diazomethanen haben, wie die bereits behandelten Thioketon-Arbeiten Schönbergs zeigen, für ihn eine besondere Bedeutung gehabt. So ist es nicht verwunderlich, daß Schönberg die Untersuchungen mit Diazomethanen auch auf Carbonylverbindungen, insbesondere auf vicinale Polycarbonylverbindungen, ausdehnte.

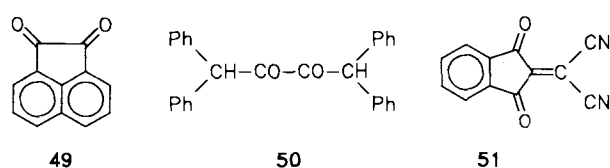
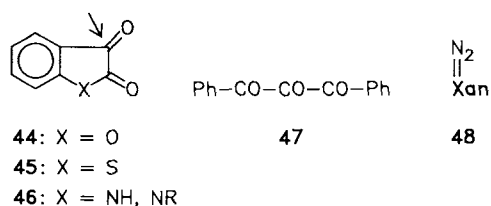


Gl. (27) zeigt die Möglichkeiten einer Reaktion zwischen 1,2-Diketonen (*o*-Chinonen) und Diazoverbindungen. Eine Zuordnung des Reaktionsproduktes zu den Strukturtypen **A** oder **B** ist ohne <sup>13</sup>C-NMR-Spektroskopie nur sehr schwer möglich, weil **A** und **B** sehr ähnliche Reaktionen eingehen

(leichte Hydrolysierbarkeit zum 1,2-Diketon) und selbst die IR-Spektroskopie keine absolut eindeutige Strukturzuordnung erlaubt. Konstitutionsvorschläge für solche Produkte wurden daher in der Literatur kontrovers diskutiert und in einigen Fällen revidiert, vgl. [205], [206] und auch [201]. Schönberg untersuchte die Einwirkung von Diazoverbindungen auf 4-Triphenylmethyl-*o*-chinon [205], auf Tetrachlor- und Tetrabrom-*o*-chinon [147], [155], [205], [281], auf 1,2-Naphthochinone [167], [205], auf Phenanthrenchinone [107], [167], [205], [281], und fand in allen untersuchten Fällen Reaktionsprodukte des Typs A. N,O-Fünfring-Heterocyclus erhielt er bei der Einwirkung von Diazoverbindungen auf das Monooxim und das Monoimin des Phenanthrenchinons [110], [135].

Produkte des Typs **B** entstanden aus Diphenyldiazomethan und den cyclischen Diketonen **44**, **45** und **46** [216], [217], [231], [233], aus dem Triketohydrinden **35** [216], [272], [281], sowie aus dem Diphenyltriketon **47** und Diazoxanthen **48** [216]. Dabei erfolgte der Angriff der Diazoverbindung jeweils an der gekennzeichneten und beim Diphenyltriketon an der mittleren Carbonylgruppe.

Insertionen des Typs **C** wurden bei der Einwirkung von Diazomethan und monosubstituierten Diazomethanen auf Acenaphthenchinon **49** [206] und von 2 mol Phenyldiazomethan auf Benzil zu **50** festgestellt [205]. Diese Untersuchungen erfolgten in enger Zusammenarbeit mit B. Eistert, vgl. [206].



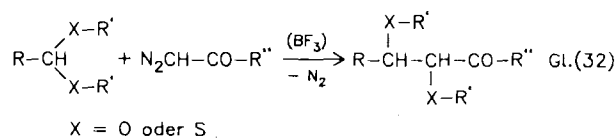
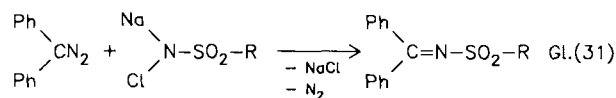
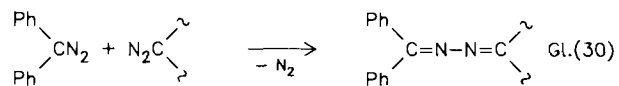
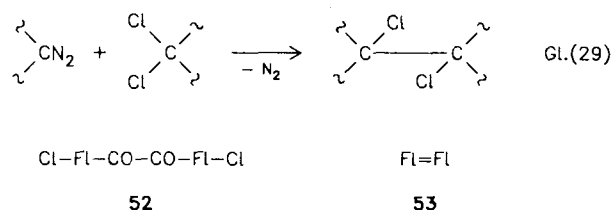
Schönberg war stets zur Zusammenarbeit bereit und suchte — soweit das bei der ihm angeborenen Zurückhaltung möglich war — die Diskussion mit anderen Forschern. Für ihn standen die Untersuchungsergebnisse und die daraus zu ziehenden Folgerungen im Mittelpunkt. Andererseits hatten Prioritätsfragen für ihn eine besondere Bedeutung, weniger wegen der Befriedigung persönlicher Eitelkeit als aus Gründen historischer Exaktheit. Er fühlte sich als Glied einer Kette von Forschern, die die organische Chemie auf den gegenwärtigen Stand gebracht hatten. Genaue Literaturrecherchen, auch wenn sie mit erheblichem Zeitaufwand verbunden waren, und sorgfältiges Zitieren waren für ihn selbstverständlich. Eine ähnliche Haltung erwartete er von seinen Mitarbeitern. Die 1963 publizierte Dimerisierung des Chromons nach Gl. (8) mit einer relativ seltenen  $\alpha, \beta$ -Verknüpfung sei hier als Beleg angeführt. Durch intensive und

zeitraubende Literaturstudien konnten drei Analogiefälle aufgefunden werden — aus den Jahren 1900 und 1901 von v. Pechmann<sup>22)</sup> und aus dem Jahr 1961 von Anet<sup>23)</sup>. In den Jahren zwischen 1963 und 1975 ist die  $\alpha, \beta$ -Verknüpfung bei der Dimerisierung von  $\alpha, \beta$ -ungesättigten Carbonylverbindungen mindestens von zwei Arbeitskreisen als beispielloses Novum publiziert worden. Alexander Schönberg hielt das für ein bedenkliches Anzeichen mangelnder Sorgfalt und eines zu geringen historischen Bewußtseins.

Ein weiterer Untersuchungsgegenstand war das Verhalten von Diaryldiazomethanen bei Gegenwart von Oxidationsmitteln. Schönberg beschrieb die Oxidation von Diphenyldiazomethan zu Benzophenon durch Perbenzoesäure [140], [147] und die Bildung von Benzophenonketalen aus Diphenyldiazomethan und Alkoholen bei Gegenwart von Ninhydrin oder Chloramin T als Oxidationsmittel [240], [251], [252]. In zwei Fällen publizierte er Umsetzungen von Diaryldiazomethanen nach Gl. (28). Als Olefine dienten Acenaphthylen [159] und **51** [267].



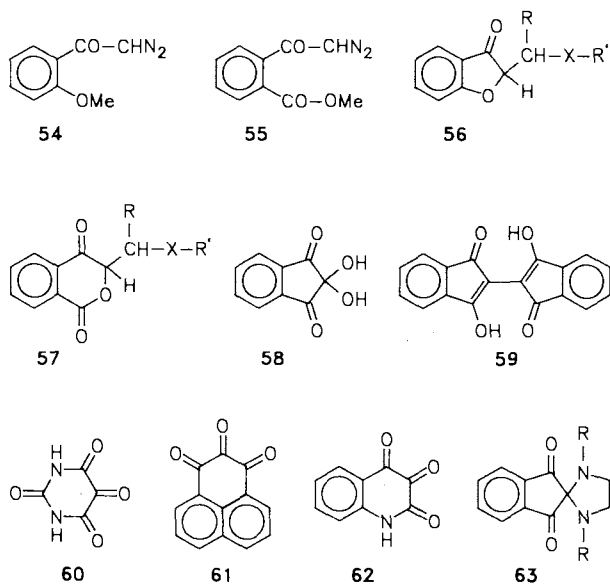
Insertionen von Diazoverbindungen in Halogen-Kohlenstoff-Bindungen wurden ebenfalls bearbeitet. Nach Gl. (29) reagieren Diaryldiazomethane mit einigen geminalen Dichloriden [219]. **48** setzt sich sogar mit Tetrachlorkohlenstoff in analoger Weise um [221], und aus Diazofluoren und Oxalylchlorid entsteht in einer Ausnahmereaktion **52** [230]. Normale Säurechloride katalysieren die Stickstoffabspaltung aus der Diazoverbindung, reagieren aber nicht mit ihr. Als einziges Reaktionsprodukt entsteht der Kohlenwasserstoff **53**.



Diphenyldiazomethan reagiert mit thermo- und säurestabilen Diazoverbindungen nach Gl. (30) unter Bildung gemischter Azine [223] und mit Natrium-(*N*-chlor-*p*-toluolsulfonamid) (Chloramin T) – einer Nitren-Vorstufe – nach Gl. (31) [243], [260].

Ein weiteres Arbeitsgebiet war die Katalyse von Umsetzungen mit Diazoverbindungen. In Kairo wurden durch Methanol katalysierte Reaktionen des Diazomethans untersucht und beschrieben [73], [115], [122], danach in Berlin Umsetzungen von Acetalen und Orthoestern sowie ihren Thioanalogen mit Diazoessigester und Diazoketonen unter Bortrifluorid-Katalyse nach Gl. (32) [220], [229], [234], [235], [242]. Die *ortho*-substituierten Diazoketone **54** und **55** liefern dabei unter sekundärer Ringbildung Verbindungen der Typen **56** bzw. **57** [236], [257]. Eine Publikation über die Einwirkung von Diazofluoren auf Aminale bei Gegenwart von Säureanhydriden sei an dieser Stelle erwähnt [239].

Unter den vicinalen Polycarbonylverbindungen waren es die Hydrate bildenden 1,2,3-Triketone, die Schönberg besonders fesselten. 1939 beschrieb er die Decarbonylierung des Diphenyltriketons **47** zu Benzil [67], vgl. dazu auch [189], und die Umsetzung von Ninhydrin (**58**) – dem Hydrat von **35** – zu **59** [67], vgl. auch [90]. Vier Jahre später publizierte er eine Methode zur Darstellung von **35** aus **58** und die physikalischen Daten dieser Verbindung [81]. Es folgte eine Arbeit über die Beziehungen zwischen Ninhydrin (**58**), Triketohydrinden (**35**), Hydrindantin (**36**) und **59** [126].

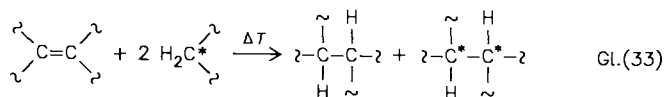


Von 1969 an erschien eine Reihe von Publikationen zur Chemie der Hydrate bildenden Polycarbonylverbindungen. Ausgelöst durch die Entdeckung, daß sich die wesentlich leichter zugänglichen und hantierbaren Hydrate mit Molekularsieb niedriger Porengröße unter Lösungsmitteln bei Raumtemperatur in die analysenreinen Carbonylverbindungen überführen lassen, wurden neben dem im Mittelpunkt stehenden Ninhydrin (**58**) die Hydrate des Alloxans (**60**), des Phenalentrions (**61**) und des Chinisatins (**62**) bearbeitet. Es begann mit der Beschreibung von spontanen (nicht kataly-

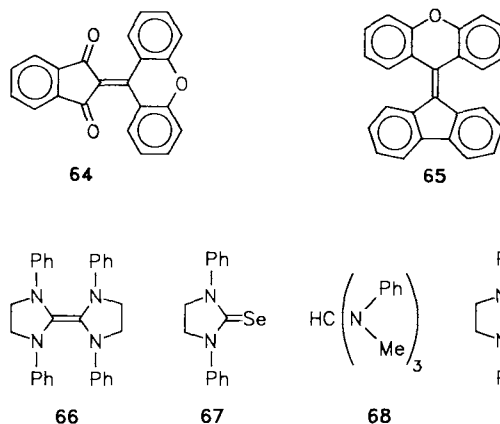
sierten) Aldol-Additionen an die hydratisierbare Carbonylgruppe [263], [267]. Dann folgten Publikationen über ihre Rolle als Dienophile in Diels-Alder-Reaktionen [269], über Umsetzungen mit Diaryldiazomethanen [272], [275], [281], über ihre Olefinierung nach Wittig [274] und über die Bildung von Spiroverbindungen [283], [288], [289]. Unter den behandelten Spiroverbindungen sind die des Typs **63** bemerkenswert. Sie sind entgegen der Erwartung in kristallinem Zustand farbig. Ihre ungewöhnlichen Massenspektren [285] und ihre Kristallstruktur [296] wurden an Beispielen untersucht. Auf die Photoepoxidierung einer solchen Spiroverbindung, vgl. Gl. (26), wurde bereits hingewiesen [294]. Ein Review [291] bietet eine Übersicht der Ergebnisse dieser Untersuchungen.

Im Zusammenhang mit den Arbeiten über Polycarbonylverbindungen wurde von Schönberg auch eine Reihe von Verbindungen dieser Art hinsichtlich ihrer Wirksamkeit beim Strecker-Abbau der  $\alpha$ -Aminosäuren geprüft [118], [126], [132], [133], [137], [138] und ein Review zu diesem Thema publiziert [154].

In den letzten Jahren seines Lebens hat sich Alexander Schönberg hauptsächlich mit der Reaktivität von Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindungen befaßt. Einerseits galt sein Interesse Doppelbindungssystemen, die aus sterischen Gründen nicht planar sein konnten, und andererseits solchen, die durch ihre Substitution extrem elektronenreich sind. Von dem Kohlenwasserstoff **53**<sup>24</sup> und dem Indandion-Derivat **64** [299] ist durch Röntgenstrukturanalyse bekannt, daß ihre zentralen Doppelbindungen nicht planar sind. Für die Hochtemperaturformen der thermochromen Ethylene **7** und **42** wird eine verdrehte Doppelbindung angenommen<sup>25</sup>.



**7**, **42** und **53** reagieren in der Schmelze mit Fluoren und Xanthen nach Gl. (33) unter Wasserstoffübertragung [286], [287], [292]. Die Reaktivität solcher Doppelbindungen gegenüber Schwefel, Thiophenol, Anilin, *N,N*-Dimethylanilin, Malodinitril und anderen Reagenzien untersuchte Schönberg bei **64** und analogen Indandion-Derivaten [299] sowie bei dem tieffarbigem **65** [298].



Zu den elektronenreichsten und reaktivsten Doppelbindungssystemen gehört das von Wanzlick<sup>26)</sup> an der TU Berlin dargestellte Tetraaminoethylen **66**. Schönberg beschrieb die Spaltung von **66** durch metallisches Selen zu **67** und Umsetzungen von **66** mit verschiedenen Schwefelverbindungen [293], [295], [297], [300]. **66** liefert mit dem Ortho-amid **68**, dessen Umsetzungen mit verschiedenen Reagenzien untersucht wurden [302], das bisher unbekannte, unsymmetrisch substituierte Tetraaminoethylen **69** [301].

Das Lebenswerk Alexander Schönbergs ist die Summe vieler brillanter Ideen, mangelnder und stets beschränkter Arbeitsmöglichkeiten sowie mehrfachen Neubeginns. 20 Jahre lang forschte er weitab von den Zentren wissenschaftlichen Fortschritts und davon rund 6 Jahre unter den Einschränkungen eines Weltkrieges. Unter diesen Umständen konnte er, der von seiner Persönlichkeit her dafür prädestiniert schien, nie eine Schule begründen. Um so erstaunlicher ist die Resonanz, die seine Beiträge zur Weiterentwicklung der organischen Chemie, insbesondere der Photochemie, weltweit gefunden haben.

Erich Singer

## Literatur

- <sup>1)</sup> „Wer ist's“, *Nachr. Chem. Tech. Lab.* **15** (1967) 397; F. Eiden, *Pharm. Ztg.* **122** (1977) 1672.
- <sup>2)</sup> Der Preussische Minister für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung, UI Nr. 1363 vom 11. Okt. 1933, enthalten im Rundschreiben des Rektors der Technischen Hochschule Berlin, Tgb. Nr. 5663/33 vom 19. Okt. 1933.
- <sup>3)</sup> Die Dozentenschaft der Technischen Hochschule Berlin, Der Führer, Rundschreiben 2 vom 12. 11. 1933.
- <sup>4)</sup> Rundschreiben des Rektors der Technischen Hochschule Berlin, Tgb. Nr. 6367 T. H. vom 23. 11. 1933.
- <sup>5)</sup> Rundschreiben des Rektors der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Nr. 2457 vom 21. Weinmond 1933, in seiner Eigenschaft als Führer des Deutschen Rektorentages, enthalten im Rundschreiben des Rektors der Technischen Hochschule Berlin, Tgb. Nr. 6203/33 T. H. vom 28. 11. 1933.
- <sup>6)</sup> List of Displaced German Scholars, Autumn, London 1936.
- <sup>7)</sup> Max Born, *Mein Leben*, Nymphenburger Verlagshandlung, München 1975.
- <sup>8)</sup> Fritz Arndt 1885–1969, *Chem. Ber.* **108** (1975) I.
- <sup>9)</sup> Otto Gerngross, a. o. Prof. an der Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin, o. Prof. am Veterinary College und Direktor des Technisch-chemischen Instituts Ankara, zuletzt o. Prof. (em.) der Technischen Universität Berlin.
- <sup>10)</sup> H. Simonis, E. Petschek, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **46** (1913) 2014.
- <sup>11)</sup> L. Gattermann, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **28** (1895) 2869.
- <sup>12)</sup> I. Kalwisch, L. Xingya, J. Gottstein, R. Huisgen, *J. Am. Chem. Soc.* **103** (1981) 7032.
- <sup>13)</sup> F. Weygand, H. J. Bestmann, *Acta Chim. Acad. Sci. Hung.* **18** (1959) 59. — <sup>13a)</sup> P. Beak, J. W. Worley, *J. Am. Chem. Soc.* **92** (1970) 4141 und **94** (1972) 597.
- <sup>14)</sup> J. Brecht, M. Savelsberg, *J. Prakt. Chem.* [2] **97** (1918) 1. A. Sch. hat während eines Lazarettaufenthalts in Aachen Vorlesungen von J. Brecht gehört.
- <sup>15)</sup> M. Busch, *J. Prakt. Chem.* [2] **67** (1903) 201.
- <sup>16)</sup> M. Busch, W. Renner, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **67** (1934) 384; J. L. McKee, *J. Chem. Soc.* **107** (1915) 1133.
- <sup>17)</sup> K. Gollnick, G. O. Schenck, in *1,4-Cycloaddition Reactions, Oxygen as a Dienophile* (J. Hamer, Ed.), S. 255, Academic Press Inc., New York and London 1967.
- <sup>18)</sup> *Benchmark Papers in Organic Chemistry 5, Singlet Molecular Oxygen* (A. P. Schaap, Ed.), S. 54, Dowden, Hutchinson & Ross Inc., Stroudsburg, Pennsylvania 1976.
- <sup>19)</sup> W. D. Cohen, *Recl. Trav. Chim. Pays-Bas* **39** (1920) 243.
- <sup>20)</sup> H. Krauch, W. Kunz, *Reaktionen der Organischen Chemie*, 4. Aufl., S. 539, Hüthig Verlag, Heidelberg 1969. — Siehe auch G. Pfundt, G. O. Schenck, in *1,4-Cycloaddition Reactions, Cycloadditions to o-Quinones, 1,2-Diketones, and Some of Their Derivatives* (J. Hamer, Ed.), S. 346, Academic Press Inc., New York and London 1967.
- <sup>21)</sup> M. Fritzsche, *J. Prakt. Chem.* **101** (1867) 333.
- <sup>22)</sup> H. v. Pechmann, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **33** (1900) 3323; H. v. Pechmann, O. Röhm, *ibid.* **34** (1901) 427.
- <sup>23)</sup> R. Anet, *J. Org. Chem.* **26** (1961) 246.
- <sup>24)</sup> N. A. Bailey, S. E. Hull, *Acta Crystallogr., Sect. B*, **34** (1978) 3289.
- <sup>25)</sup> G. Kortüm, *Ber. Bunsenges. Phys. Chem.* **78** (1974) 391.
- <sup>26)</sup> H.-W. Wanzlick, *Org. Synth.* **47** (1967) 14; vgl. dazu auch J. Hocker, R. Merten, *Angew. Chem.* **84** (1972) 1022; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **11** (1972) 964.

## Schriftenverzeichnis

- 1911** [1] A. Sch., Beziehungen zwischen der Quantität des Reizes und der Qualität der Empfindung, *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinne, II. Abtlg. Zeitschrift für Sinnesphysiologie* **45** (1911) 197.
- 1919** [2] A. Sch., *Inaugural-Dissertation*: Beiträge zur Kenntnis der Chromone, Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin.
- 1921** [3] A. Sch., F. Nedzati, I. Mitteil. über o-Chinone und 1,2-Diketone, Aufklärung des Anhydrids des Acenaphthenchinon-imids als Diacenaphthylenazotid (Acenaphthylen-1,2-azin), *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **54** (1921) 238.
- [4] A. Sch., II. Mitteil. über o-Chinone und 1,2-Diketone, Einwirkung von wäßrigem Ammoniak auf Benzile unter Luftabschluß, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **54** (1921) 242.
- [5] A. Sch., B. Rosenthal, III. Mitteil. über o-Chinone und 1,2-Diketone, Über die Konstitution des Phenanthren-chinon-imid-anhydrids, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **54** (1921) 1789.
- [6] A. Sch., IV. Mitteil. über o-Chinone und 1,2-Diketone, Acenaphthen-Synthese, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **54** (1921) 2838.
- 1922** [7] A. Sch., O. Kraemer, V. Mitteil. über o-Chinone und 1,2-Diketone, Benzile der Superoxydform (Pseudo-benzile), *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **55** (1922) 1174.
- [8] A. Sch., W. Malchow, VI. Mitteil. über o-Chinone und 1,2-Diketone, Benzile der Superoxyd-Form: Über o,o'-Diäthoxy-benzil, ein auch in Lösung farbloses Benzil-Derivat (Pseudo-benzile, II), *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **55** (1922) 3746.
- [9] A. Sch., W. Bleyberg, VII. Mitteil. über o-Chinone und 1,2-Diketone, Über die Spaltung eines 1,2-Diketons in seine farbige (krystallisierte) Keton-Form und seine farblose (krystallisierte) Superoxyd-Form (Pseudo-benzile, III), *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **55** (1922) 3753.
- 1923** [10] A. Sch., K. T. Keller, VII. Mitteil. über o-Chinone und 1,2-Diketone, Benzilsäure-Umlagerung in der Kälte und unter Luftabschluß. Über die Ursache der Radikal-Wanderung bei der Benzilsäure-Umlagerung, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **56** (1923) 1638.
- [11] A. Sch., I. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Darstellung des Biphenylsulfids durch Einwirkung von Natrium-amid auf Biphenylsulf-oxyl, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **56** (1923) 2275.
- 1924** [12] A. Sch., Über eine neue Methode zur Bestimmung der Haftfestigkeit der Radikale am Kohlenstoff, *Liebigs Ann. Chem.* **436** (1924) 205.
- [13] A. Sch., II. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über die Darstellung von Dixanthilen aus Xanthion, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **57** (1924) 2133.
- 1925** [14] A. Sch., Valenzchemische Untersuchungen, II, Zur Kenntnis des Zerfalls organischer Verbindungen, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **58** (1925) 580.
- [15] A. Sch., III. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über Thio-Ketone, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **58** (1925) 1793.
- 1926** [16] A. Sch., H. Krüll, 4. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über die Einwirkung von Triäthylphosphin und Triäthylphosphinperoxyd auf Thio-ketone, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **59** (1926) 1403.

- 1927 [17] A. Sch., 5. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über die Einwirkung Grignardscher Lösungen auf aromatische Thioketone, *Liebigs Ann. Chem.* **454** (1927) 37.
- [18] A. Sch., O. Schütz, 6. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Beziehung zwischen Konstitution und Wärmebeständigkeit organischer Verbindungen. Über die thermische Zersetzung der Mercaptole, *Liebigs Ann. Chem.* **454** (1927) 47.
- [19] A. Sch., O. Schütz, 7. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über das Verhalten der Mercaptane gegen Phenanthrenchinon, Isatin und  $\alpha, \beta$ -ungesättigte Ketone, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **60** (1927) 2344.
- [20] A. Sch., O. Schütz, 8. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über die Einwirkung von  $Mg + MgI_2$  auf aromatische Thio-ketone, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **60** (1927) 2351.
- 1928 [21] A. Sch., O. Schütz, S. Nickel, 9. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Darstellung aromatischer Thioketone durch Einwirkung von Thioessigsäure auf Ketochloride, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **61** (1928) 1375.
- [22] A. Sch., O. Schütz, Über das Verhalten des Dixanthylens in der Wärme, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **61** (1928) 478.
- [23] A. Sch., O. Schütz, S. Nickel, 10. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Bemerkungen über die Einwirkung der Luft auf Thio-benzophenon, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **61** (1928) 2175.
- 1929 [24] A. Sch., 11. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Vergleich der Dissoziations-Tendenz polymerer Thio-ketone mit der Dissoziations-Tendenz entsprechender Verbindungen der Äthan-Reihe, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **62** (1929) 195.
- [25] A. Sch., O. Schütz, J. Peter, 12. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über die Bildung von Mercaptolen bei der Einwirkung aliphatischer Diazo-Verbindungen auf Disulfide, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **62** (1929) 440.
- [26] A. Sch., O. Schütz, J. Peter, 13. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über die Einwirkung aliphatischer Diazo-Verbindungen auf Arylschwefelchloride und Mercaptane, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **62** (1929) 1663.
- [27] A. Sch., O. Schütz, 14. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über die Beziehungen zwischen der Dissoziations-Tendenz von Thio-acetalen und von Verbindungen der Äthan-Reihe; ein Beitrag zur Hexaphenyl-äthan-Forschung, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **62** (1929) 2322.
- [28] A. Sch., O. Schütz, V. Bruckner, J. Peter, 15. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über thermolabile Thio-äther, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **62** (1929) 2550.
- 1930 [29] A. Sch., L. v. Vargha, 16. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über die (thermische) Umlagerung von Thion-kohlensäureestern in Thiol-kohlensäureester, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **63** (1930) 178.
- [30] A. Sch., Th. Stolpp, 17. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über schwefelhaltige Analoga des Hexaphenyl-äthans und des Triphenylmethyls, *Liebigs Ann. Chem.* **483** (1930) 90.
- [31] A. Sch., L. v. Vargha, W. Paul, 18. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über die thermische Umlagerung von Thion-kohlensäureestern in Thiol-kohlensäureester. II. Über die Bildung von Disulfiden aus Phenolen, *Liebigs Ann. Chem.* **483** (1930) 107.
- [32] A. Sch., L. v. Vargha, Über aliphatische Diazoverbindungen, I. Über die Einwirkung von Verbindungen der Diazomethan-Reihe auf Thioester. Über eine Synthese von Keten-mercaptolen, -acetalchloriden und -thioacetalchloriden. Diphenyl-diazomethan als „freies Radikal“, *Liebigs Ann. Chem.* **483** (1930) 176.
- [33] A. Sch., Th. Stolpp, Über aliphatische Diazoverbindungen (II. Mitteil.), *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **63** (1930) 3102.
- 1931 [34] A. Sch., L. v. Vargha, 19. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über eine neuartige intramolekulare Atomverschiebung (Wanderung eines Cl-Atoms vom Kohlenstoff zum Schwefel). Tautomerie- und Desmotropie-Studien an Thion-carbonsäureestern, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **64** (1931) 1390.
- [35] A. Sch., S. Nickel, Über die Dichromylene und die Valenz-Tautomerie ungesättigter Systeme, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **64** (1931) 2323.
- [36] A. Sch., D. Cernik, W. Urban, 20. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über schwefelhaltige Analoga des Hexaphenyl-äthans, II, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **64** (1931) 2577.
- [37] A. Sch., L. v. Vargha, H. Kaltschmitt, 21. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über die Ester-Esterenol-Umlagerung und das dimere Diphenylthioketen, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **64** (1931) 2582.
- 1932 [38] A. Sch., S. Nickel, D. Cernik, 3. Mitteil. über aliphatische Diazoverbindungen, Über die Einwirkung aliphatischer Diazoverbindungen auf Thionester und über neuartige Äthan-Derivate, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **65** (1932) 289.
- [39] A. Sch., Versuche zum Nachweis von freien Radikalen mit einwertigem Schwefel, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **65** (1932) 1864.
- 1933 [40] A. Sch., E. Petersen, H. Kaltschmitt, 1. Mitteil. über metallorganische Verbindungen, Über die Einwirkung von Natrium auf Thionaphthen und auf Thioacetale, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **66** (1933) 233.
- [41] A. Sch., A. Stephenson, H. Kaltschmitt, E. Petersen, H. Schulten, 2. Mitteil. über metallorganische Verbindungen, Über die Einwirkung alkali-metallorganischer Verbindungen auf Disulfide, Diselenide, Schwefelkohlenstoff, Thionylamin-Derivate und über eine neue Synthese des dimeren Diphenylthioketens, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **66** (1933) 237.
- [42] A. Sch., H. Kaltschmitt, H. Schulten, 3. Mitteil. über metallorganische Verbindungen, Über die Einwirkung von Lithium-phenyl auf Trimethylen-1,3-disulfide und über die Synthese von Di-chromylenen, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **66** (1933) 245.
- [43] A. Sch., A. Stephenson, 22. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über die Einwirkung von Diphenyl-methyl-natrium auf Diphenylsulfoxid; ein Beitrag zur Kenntnis der Radikalwanderung, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **66** (1933) 250.
- [44] A. Sch., A. Stephenson, 23. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über die Konstitution des photodimeren Thiophosgens, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **66** (1933) 567.
- [45] A. Sch., E. Rupp, W. Gumlich, 24. Mitteil. über organische Schwefelverbindungen, Über „freie“ Radikale mit einwertigem Schwefel, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **66** (1933) 1932.
- [46] A. Sch., *Thioketone, Thioacetale und Äthylensulfide, Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge*, Verlag von Ferdinand Enke, Stuttgart 1933.
- 1934 [47] A. Sch., Über die Diradikal-Formel des Rubrens und über die Konstitution seines dissoziierbaren Peroxyds, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **67** (1934) 633.
- [48] A. Sch., S. Nickel, Über Chromon-chloride und Dichromylene, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **67** (1934) 1795.
- [49] A. Sch., Microchemical Detection of Elementary Sulfur, *Nature (London)* **134** (1934), 628.
- [50] A. Sch., W. Urban, Über eine mikro-chemische Farbreaktion auf elementaren Schwefel, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **67** (1934) 1999.
- 1935 [51] A. Sch., Über einige neue Reaktionen organischer Disulfide, sowie über die Oxydation organischer Verbindungen bei Gegenwart von Disulfiden, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **68** (1935) 163.
- [52] A. Sch., Notiz über die photochemische Bildung von Biradikalen, *Liebigs Ann. Chem.* **518** (1935) 299.
- [53] A. Sch., W. Urban, Organic Compounds of Sulfur. Part XXV. The Interaction between Organic Azides and Aromatic Thio-ketones and a New Method of converting the Azido-group into the Amino-group, *J. Chem. Soc.* **1935**, 530.

- [54] A. Sch., R. Michaelis, Studies in Pyrolysis. Elimination of Two Hydroxyl Groups from a Glycol, *J. Chem. Soc.* **1935**, 1403.
- 1936 [55] A. Sch., The Photochemical Formation of Organic Diradicals. Part III. Investigations on Anthracene, the Fulgides, Thiophosgene and their Derivatives, *Trans. Faraday Soc.* **32** (1936) 514.
- [56] A. Sch., R. Michaelis, The Interaction of Tetraphenylglycol and Pyridinium Chloride, *J. Chem. Soc.* **1936**, 1571.
- [57] A. Sch., R. Michaelis, I. Mitteil. über Chinonphosphine, Über das Benzochinon-triphenylphosphin, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **69** (1936) 1080.
- [58] A. Sch., R. Michaelis, Autoxydationserscheinungen in der Indenreihe, *Naturwissenschaften* **24** (1936) 620.
- 1937 [59] A. Sch., R. Michaelis, Autoxidation Phenomena and Valency Tautomerism in the Indone Series, *J. Chem. Soc.* **1937**, 109.
- [60] A. Sch., R. Michaelis, Formation of Nitrones by the Action of Aromatic Nitroso-compounds on Methylene Ketones, *J. Chem. Soc.* **1937**, 627.
- [61] J. M. Robson, A. Sch., Oestrous Reactions, including Mating, Produced by Triphenyl Ethylene, *Nature (London)* **140** (1937) 196.
- 1938 [62] A. Sch., The Constitution and Isomerism of Certain Triazole Derivatives of the Nitro Type in the Light of the Bredt Rule and the Theory of Resonance, *J. Chem. Soc.* **1938**, 824.
- [63] A. Sch., M. Z. Barakat, Notiz über die Konstitution des angeblichen Diphenyl-ketazin-oxyds, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* **71** (1938), 995.
- [64] J. M. Robson, A. Sch., H. A. Fahim, Duration of Action of Natural and Synthetic Oestrogens, *Nature (London)* **142** (1938) 292.
- 1939 [65] A. Sch., F. L. Warren, Synthesis of Phenanthrenes, *Chem. Ind. (London)* **58** (1939) 199.
- [66] A. Sch., M. Z. Barakat, Organic Compounds of Sulphur. Part XXVI. A New Method for the Preparation of Tetraarylethylene Sulphides, *J. Chem. Soc.* **1939**, 1074.
- [67] A. Sch., R. C. Azzam, Reactive Methylene Groups and Nitroso-compounds. Abnormal Action of Acids on 1,2,3-Triketones, *J. Chem. Soc.* **1939**, 1428.
- [68] A. Sch., R. Moubasher, Photo-reactions. Part IV. Photo-reaction between Phenanthraquinone and Aromatic Aldehydes. A New Passage from Phenanthraquinone to Fluorenone, *J. Chem. Soc.* **1939**, 1430.
- [69] A. Sch., F. L. Warren, Synthesis of Phenanthrene Derivatives, *J. Chem. Soc.* **1939**, 1838.
- [70] A. Sch., A. F. A. Ismail, A Colour Reaction of Maleic Anhydride, p-Benzoquinone and their Partially Substituted Derivatives, *Nature (London)* **144** (1939) 910.
- 1940 [71] A. Sch., J. M. Robson, W. Tadros, H. A. Fahim, Synthetic Oestrogens related to Triphenylethylene, *J. Chem. Soc.* **1940**, 1327.
- [72] A. Sch., A. F. A. Ismail, A Colour Reaction of Maleic Anhydride, p-Benzoquinone, their partially substituted Derivatives, and Citric Acid. Some Zwitterions, *J. Chem. Soc.* **1940**, 1374.
- 1941 [73] A. Sch., R. Moubasher, A. Mostafa, The Formation of Methylene Ethers by the Action of Diazomethane on  $\alpha$ -Keto-lactones and on Diphenyl Triketone, with a Note on the Pyrolysis of Coumarandione and Allied Substances, *J. Chem. Soc.* **1941**, 348.
- [74] A. Sch., A. Mostafa, The Identity of Hinsberg's o-Trisulphidobenzoic Acid Thioanhydride with Smiles and McClelland's 2-Dithiobenzoyl, *J. Chem. Soc.* **1941**, 793.
- [75] A. Sch., A. Ghoneim, Influence of the Synthetic Oestrogen Triphenylethylene on the Growth and Egg-laying Capacity of Poultry, *Nature (London)* **148** (1941) 468.
- 1942 [76] A. Sch., Y. Iskander, Organic Sulphur Compounds. Part XXVII. The Relation between the Constitution of Thioethers and Thiols and their Sensitivity towards Alkali, *J. Chem. Soc.* **1942**, 90.
- [77] A. Sch., A. F. A. Ismail, Preparation of 1,2,4,5-Tetra-phenylbenzene from Benzylideneacetophenone, *J. Chem. Soc.* **1942**, 585.
- [78] A. Sch., W. Asker, Cleavage of the Ethylene Linkage by the Action of Sulphur, *J. Chem. Soc.* **1942**, 272.
- [79] A. Sch., W. Asker, Cleavage of the Ethylene Linkage by the Action of Thionyl Chloride, *J. Chem. Soc.* **1942**, 725.
- [80] J. M. Robson, A. Sch., A New Synthetic Oestrogen with Prolonged Action when Given Orally, *Nature (London)* **150** (1942) 22.
- 1943 [81] A. Sch., R. Moubasher, Studies on Inden Derivatives. Part II. Triketohydrindene, *J. Chem. Soc.* **1943**, 71.
- [82] A. Sch., A. Mustafa, The Action of Phosphoric Oxide on Phenyl Esters. The Mechanism of the Fries Reaction, *J. Chem. Soc.* **1943**, 79.
- [83] A. Sch., A. Mostafa, Photo-reactions. Part V. Photo-oxidation of Non-ionisable Thioketones in Sunlight, *J. Chem. Soc.* **1943**, 275.
- [84] A. Sch., A. Mostafa, Photo-reactions. Part VI. Formation of Benzpinacol by the Action of Acetone on Benzhydrol in Sunlight, *J. Chem. Soc.* **1943**, 276.
- [85] A. Sch., A. F. A. Ismail, An Easy Method for the Preparation of Dianthraquinone. The Action of Pyridine on Dianthranol and Dianthrone, *J. Chem. Soc.* **1943**, 307.
- [86] W. Tadros, A. Sch., Preparation of the Oestrogen  $\beta$ -Bromo- $\beta$ -phenyl- $\alpha$ , $\alpha$ -di(p-ethoxyphenyl)ethylene, *J. Chem. Soc.* **1943**, 394.
- [87] A. Sch., A. Mostafa, The Diels-Alder Synthesis with 2,3-Dimethylquinoxaline. The Reaction between Maleic Anhydride and Anthranil, *J. Chem. Soc.* **1943**, 654.
- 1944 [88] A. Sch., A. Mustafa, Photo-reactions. Part VII. Reactions in Sunlight involving (a) Rupture of the Ethane Linkage, (b) Dehydrogenation effected by Quinone and Benzophenone Derivatives, (c) Addition Reactions between Ketones and Methanes, *J. Chem. Soc.* **1944**, 67.
- [89] A. Sch., A. Mustafa, Pyrolysis of Xanthopinacol and Related Compounds, *J. Chem. Soc.* **1944**, 305.
- [90] A. Sch., R. Moubasher, Studies on Indene Derivatives. Part III. The Constitution and Some Reactions of Bishydroxyindone. The Photochemical Reduction of Triketohydrindene, *J. Chem. Soc.* **1944**, 366.
- [91] A. Sch., A. Mustafa, Photochemical Reactions. Part VIII. Reaction of Ethylenes with Phenanthraquinone, *J. Chem. Soc.* **1944**, 387.
- [92] A. Sch., R. Moubasher, (I) The Mechanism of Cleavage of Esters of the Anisole Type by Grignard Mixtures. (II) The Action of Grignard Solutions on  $\alpha$ -Bromo-ketones, *J. Chem. Soc.* **1944**, 462.
- [93] A. Sch., Reactions of Ethylenes with 1,2-Diketones in Sunlight, *Nature (London)* **153** (1944) 195.
- 1945 [94] A. Sch., W. I. Awad, Photo-reactions. Part IX. The Action of Aldehydes on Phenanthraquinoneimine in Sunlight, *J. Chem. Soc.* **1945**, 197.
- [95] A. Sch., W. Asker, Organic Sulphur Compounds. Part XXVIII. Thiono-thiol Tautomerism manifested by Sulphur Analogues of Cyclic Acid Anhydrides, *J. Chem. Soc.* **1945**, 198.
- [96] A. Sch., A. F. A. Ismail, Preparation of Diphenylhexatriene and 1,4-Diphenylbenzene from Cinnamaldehyde, *J. Chem. Soc.* **1945**, 200.
- [97] A. Sch., A. F. A. Ismail, Studies in the Anthracene Series. Part II. The Action of Grignard Reagents on Dianthraquinone. New Derivatives of 9,9'-Dianthranil, *J. Chem. Soc.* **1945**, 201.
- [98] A. Sch., W. Asker, Dipyrrenes, Dichromylenes, Dixanthylenes, and their Sulphur Analogues, *Chem. Rev.* **37** (1945) 1.
- [99] A. Sch., A. Mustafa, Photochemical Reactions in Sunlight. Part X. (a) Reaction of Ethylenes with Phenanthraquinone and Benzil. (b) A New Type of Photochemical Equilibrium, *J. Chem. Soc.* **1945**, 551.
- [100] A. Sch., A. Mustafa, Photochemical Reactions in Sunlight. Part XI. (a) Formation of Triarylmethyl Peroxides by the Action of Oxygen on Triarylmethanes. (b) Dehydrogenation effected by Oxygen. (c) Dehydrogenation effected by p-Benzoquinone and Phenanthraquinone, *J. Chem. Soc.* **1945**, 657.

- 1946 [101] A. Sch., A. Ghoneim, Influence of Different Synthetic Oestrogenic Compounds on the Egg-laying Capacity and the Growth of Poultry, *Nature (London)* **157** (1946) 77.
- [102] A. Sch., A. F. A. Ismail, W. Asker, Reactions of Thermochromic Ethylenes, *J. Chem. Soc.* **1946**, 442.
- [103] A. Sch., A. Sina, Molecular Rearrangements. Part V. A Case of a Thermal Reversible  $\alpha$ -Diketone- $\gamma$ -Lactone Rearrangement. Some Experiments with Vulpinic Acid and Related Compounds, *J. Chem. Soc.* **1946**, 601.
- [104] A. Sch., W. Asker, Organic Sulphur Compounds. Part XXIX. Experiments with 1-Thia- $\gamma$ -pyrones. Thermal Rearrangement of 1-Thia- $\gamma$ -pyrone Derivatives into the Isomeric 1-Thia- $\alpha$ -pyrone Derivatives, *J. Chem. Soc.* **1946**, 604.
- [105] A. Sch., W. Asker, Action of Grignard Reagents. Part II. Replacement of the Oxygen Atoms of Ketones by Two Hydrocarbon Radicals by the Action of Grignard Reagents, *J. Chem. Soc.* **1946**, 609.
- [106] A. Sch., A. Mustafa, The Fries Reaction. Part II. On the Nature of the Substance described as 2-Hydroxy-1-benzoylnaphthalene (m.p. 175°C), *J. Chem. Soc.* **1946**, 642.
- [107] A. Sch., A. Mustafa, Action of Diazomethane on Hydroxy-compounds and of Diazomethane Derivatives on Phenanthraquinone, *J. Chem. Soc.* **1946**, 746.
- [108] A. Sch., R. Moubasher, A. Mostafa, Synthesis of Ace-naphthene. Part II, *J. Chem. Soc.* **1946**, 966.
- 1947 [109] A. Sch., A. Sina, The Constitution of the Dimeric Permanganate-coloured Diphenylketen, *J. Chem. Soc.* **1947**, 175.
- [110] A. Sch., W. I. Awad, The Formation of Phenanthrothiazole by the Action of Diazomethane on Phenanthraquinoneimine, *J. Chem. Soc.* **1947**, 651.
- [111] A. Sch., M. Z. Barakat, Organic Sulphur Compounds. Part XXX. The Stereochemistry of Trimeric Thioaldehydes, *J. Chem. Soc.* **1947**, 693.
- [112] A. Sch., A. Mustafa, Reactions of Non-enolizable Ketones in Sunlight, *Chem. Rev.* **40** (1947) 181.
- [113] A. Sch., A. Mustafa, W. Asker, Experiments with Grignard Solutions. Part III. Action of Grignard Solutions on Thermochromic spiro-Pyrans, *J. Chem. Soc.* **1947**, 847.
- [114] A. Sch., A. Mustafa, Photochemical Reactions in Sunlight. Part XII. Reactions with Phenanthraquinone, 9-Arylxanthenes, and Diphenyl Triketone, *J. Chem. Soc.* **1947**, 997.
- [115] A. Sch., A. Mustafa, M. K. Hilmy, Experiments with Diazomethane and its Derivatives. Part XIII. Action of Diazomethane on Hydroxyanils, *J. Chem. Soc.* **1947**, 1045.
- [116] A. Sch., A. Mustafa, M. Z. Barakat, Dimerization Reactions in Sunlight, *Nature (London)* **160** (1947) 401.
- [117] I. R. Fahmy, H. Abushady, A. Sch., A. Sina, A Crystalline Principle from *Ammi majus* L., *Nature (London)* **160** (1947) 468.
- 1948 [118] A. Sch., R. Moubasher, A. Mostafa, Degradation of  $\alpha$ -Aminoacids to Aldehydes and Ketones by Interaction with Carbonyl Compounds, *J. Chem. Soc.* **1948**, 176.
- [119] A. Sch., A. Sina, Xanthotoxin from the Fruits of *Ammi majus* L., *Nature (London)* **161** (1948) 481.
- [120] A. Sch., M. Z. Barakat, Stereochemistry of Trimeric Thioaldehydes, *Nature (London)* **161** (1948) 722.
- [121] A. Sch., A. Mustafa, The Interaction of Tetraarylglycols and Pyridinium Salts, *J. Chem. Soc.* **1948**, 385.
- [122] A. Sch., A. Mustafa, Experiments with Diazomethane and its Derivatives. Part XIV. Action of Diazomethane on (a) N-Acyl Compounds and (b) o-Hydroxydiaryl Sulphones and the Corresponding pericompounds, *J. Chem. Soc.* **1948**, 605.
- [123] A. Sch., Stereochemistry of the Disalicylides, *J. Chem. Soc.* **1948**, 891.
- [124] A. Sch., M. Z. Barakat, Molecular-weight Determinations of Non-volatile Substances based on the Evaporation Velocities of their Solutions, *J. Phys. Colloid Chem.* **52** (1948) 1074.
- [125] A. Sch., A. Mustafa, M. Z. Barakat, N. Latif, R. Moubasher, A. Mustafa, Photochemical Reactions. Part XIII. (a) Photochemical Reactions of Ethylenes with Phenanthraquinone and with 1,2,3-Triketones. (b) Dimerisation Reactions in Sunlight, *J. Chem. Soc.* **1948**, 2126.
- 1949 [126] A. Sch., R. Moubasher, Studies on Indene Derivatives. Part IV. Synthesis of Bis-1,3-diketoindanylidene, and Experiments with „Ninhydrin“ (Triketoin-dan Hydrate), *J. Chem. Soc.* **1949**, 212.
- [127] A. Sch., W. I. Awad, A Test for the Group CH—NH<sub>2</sub>, *J. Chem. Soc.* **1949**, 766.
- [128] A. Sch., A. Mustafa, Organic Sulphur Compounds. Part XXXI. Action of Heat on Some Free Radicals with Special Reference to the Phenylthiyl Radical, *J. Chem. Soc.* **1949**, 889.
- [129] A. Sch., M. Z. Barakat, Organic Sulphur Compounds. Part XXXII. The Action of Triphenylphosphine on Organic Disulphides, *J. Chem. Soc.* **1949**, 892.
- [130] A. Sch., A. Mustafa, Photochemical Reactions. Part XIV. The Action of Sunlight on Some Carcinogenic Hydrocarbons, *J. Chem. Soc.* **1949**, 1039.
- [131] A. Sch., A. Mustafa, W. Asker, Pyrolysis of Diphenyl Disulphide and the Formation of Free Radicals containing Univalent Sulphur, *Science* **109** (1949) 522.
- [132] A. Sch., R. Moubasher, Action of Coal-tar Dyes and Related Compounds on  $\alpha$ -Amino Acids, *Science* **109** (1949) 547.
- [133] A. Sch., R. Moubasher, A. Said, Action of Vitamin K<sub>1</sub> on  $\alpha$ -Amino Acids, *Nature (London)* **164** (1949) 140.
- 1950 [134] A. Sch., A. Sina, Khellin and Allied Compounds, *J. Am. Chem. Soc.* **72** (1950) 1611.
- [135] A. Sch., W. I. Awad, Experiments with Diazomethane and its Derivatives. Part XV. Action of Diazomethane on o-Quinone Monoximes, *J. Chem. Soc.* **1950**, 72.
- [136] A. Sch., N. Latif, R. Moubasher, W. I. Awad, Photochemical Reactions. Part XV. (a) Photopolymerisation of Coumarins and Related Substances. (b) Photo-addition and -reduction Processes of Aromatic Ketones, *J. Chem. Soc.* **1950**, 374.
- [137] A. Sch., R. Moubasher, Aldehydes from Benzylamines and Isatin, *J. Chem. Soc.* **1950**, 1422.
- [138] A. Sch., A. Sina, On Visnagin and Khellin and Related Compounds. A Simple Synthesis of Chromone, *J. Am. Chem. Soc.* **72** (1950) 3396.
- [139] M. Born, A. Sch., Demonstrability of the Photochemical Formation of Biradicals by Magnetic Methods, *Nature (London)* **166** (1950), 307.
- [140] A. Sch., W. I. Awad, Action of Perbenzoic Acid on Diphenylene Diazomethane, *Nature (London)* **166** (1950) 307.
- [141] A. Sch., A. Sina, Experiments with Xanthotoxin and Imperatorin Obtained from the Fruits of *Ammi majus* L., *J. Am. Chem. Soc.* **72** (1950) 4826.
- [142] A. Sch., A. Sina, Colour Tests. Part II. A Characteristic Test for 2-Methyl- $\gamma$ -pyrones, *J. Chem. Soc.* **1950**, 3344.
- [143] A. Sch., N. Latif, Action of Stilbene on Tetrachloro-o-benzoquinone, *J. Am. Chem. Soc.* **72** (1950) 4828.
- [144] A. Sch., The Formation of Peroxides in Light, *Huitième Conseil International de Chimie Solvay*, S. 217 (1950).
- 1951 [145] A. Sch., W. Asker, Some Adsorption Colors and their Significance for Tautomeric and Thermochromic Effects, *Science* **113** (1951) 56.
- [146] A. Sch., N. Latif, R. Moubasher, A. Sina, Photochemical Reactions in Sunlight. Part XVI. (a) Photoreduction of Phenylglyoxylic Acid. (b) Photo-reactions between Aldehydes and o-Quinones. (c) Reactions between o-Quinones and Ethylenes in the Dark and in the Light, *J. Chem. Soc.* **1951**, 1364.
- [147] A. Sch., W. I. Awad, N. Latif, Experiments with Diazomethane and its Derivatives. Part XVI. Action of Diazomethanes on Perbenzoic Acid and Benzoquinone Derivatives, *J. Chem. Soc.* **1951**, 1368.



- [148] A. Sch., R. Moubasher, M. Z. Barakat, Action of N-Bromosuccinimide and N-Bromophthalimide on  $\alpha$ -Amino-acids, *J. Chem. Soc.* **1951**, 2504.
- [149] A. Sch., A. Mustafa, Dehydrogenation Reactions by the Action of Free Radicals, *J. Am. Chem. Soc.* **73** (1951) 2401.
- [150] A. Sch., A. Mustafa, W. Asker, Some Adsorption Colors and their Significance for Thermochromic and Tautomeric Effects. II. Experiments with Spiropyrans and with 1,3-Diketohydrindene, *J. Am. Chem. Soc.* **73** (1951) 2876.
- [151] A. Sch., N. Badran, Khellin from Visnagin, *J. Am. Chem. Soc.* **73** (1951) 2960.
- [152] A. Sch., Free Radicals Containing Univalent Sulfur, Conference on Organic Sulphur Chemistry, University of Indiana, U.S.A. (1951).
- 1952** [153] A. Sch., Treatment of Vitiligo, *Lancet* **1952**, 1035.
- [154] A. Sch., R. Moubasher, The Strecker Degradation of  $\alpha$ -Amino Acids, *Chem. Rev.* **50** (1952) 261.
- [155] A. Sch., N. Latif, Experiments with Halogenated o-Benzoquinone Derivatives, *J. Chem. Soc.* **1952**, 446.
- [156] A. Sch., A. Mustafa, W. Asker, Some Adsorption Colors and Their Significance for Thermochromic and Tautomeric Effects. III. Experiments with Anthrone Derivatives, Nitrotoluenes, Spiropyrans and Xanthohydrols, *J. Am. Chem. Soc.* **74** (1952) 5640.
- 1953** [157] A. Sch., A. Mustafa, W. Asker, Thermochromism and Keto-Enol Tautomerism. Solutions of 1,3-Diketo-2-phenyl-5-bromoidan, *Nature (London)* **171** (1953) 222.
- [158] G. V. Anrep, G. S. Barsoum, A. Sch., The Spasmodic Action of Flavone, *J. Pharm. Pharmacol.* **5** (1953) 166.
- [159] A. Sch., A. Mustafa, N. Latif, Formation of a Spiro Compound by the Action of Diazofluorene on Acenaphthylene, *J. Am. Chem. Soc.* **75** (1953) 2267.
- [160] A. Sch., G. Aziz, Furochromones and Coumarins. VI. Demethylation of Xanthotoxin, Khellin and Khellol with Aniline Hydrochloride and Magnesium Iodide, *J. Am. Chem. Soc.* **75** (1953) 3265.
- [161] A. Sch., A. Mustafa, M. E. E. Sobhy, Thermochromism of Dixanthylenes, *J. Am. Chem. Soc.* **75** (1953) 3377.
- [162] A. Sch., A. Mustafa, S. M. A. D. Zayed, Experiments with 1,2-Benzophenazine-3,4-quinone. Thermochromic Effects Based on Lactam-Lactim Tautomerism, *J. Am. Chem. Soc.* **75** (1953) 4302.
- [163] A. Sch., A. Mustafa, W. Asker, Some Adsorption Colors and Their Significance for Thermochromic and Tautomeric Effects. IV. Experiments with 1,3-Diketohydrindene Derivatives and with 1,4-Quinonedibenzenesulfonimides, *J. Am. Chem. Soc.* **75** (1953) 4645.
- [164] A. Sch., N. Badran, N. A. Starkowsky, Furochromones and -Coumarins. VII. Degradation of Visnagin, Khellin and Related Substances; Experiments with Chromic Acid and Hydrogen Peroxide; and a Synthesis of Eugenitin, *J. Am. Chem. Soc.* **75** (1953) 4992.
- [165] A. Sch., M. M. Sidky, Furochromones and -Coumarins. VIII. Action of Hydrazine Hydrate and Hydroxylamine on Khellin, Khellol and Visnagin, *J. Am. Chem. Soc.* **75** (1953) 5128.
- 1954** [166] A. Sch., A. Mustafa, S. M. A. D. Zayed, Thermochromism and Vinylogy, *Science* **119** (1954) 193.
- [167] A. Sch., A. Mustafa, W. I. Awad, G. E. M. Moussa, Action of Diazoalkanes on o-Quinones and Other Carbonyl (Thiocarbonyl) Compounds with Special Reference to the Nature of the Intermediate Compounds, *J. Am. Chem. Soc.* **76** (1954) 2273.
- [168] A. Sch., A. Mustafa, W. Asker, New Types of Thermochromic Substances. The Stereochemical Aspect of Thermochromism; Thermochromism and Vinylogy, *J. Am. Chem. Soc.* **76** (1954) 4134.
- [169] A. Sch., A. Mustafa, G. Aziz, Diels-Alder Reaction. II. Experiments with 2-Styrylchromones. On the Nature of the Dimer of 1,3-Diphenylisobenzofuran, *J. Am. Chem. Soc.* **76** (1954) 4576.
- [170] A. Sch., M. M. Sidky, G. Aziz, The Application of the Principle of Vinylogy to the Chemistry of  $\gamma$ -Pyrone Derivatives, *J. Am. Chem. Soc.* **76** (1954) 5115.
- [171] A. Sch., N. Latif, Furochromones and Coumarins. XI. The Molluscicidal Activity of Bergapten, Isopimpinillin, and Xanthotoxin, *J. Am. Chem. Soc.* **76** (1954) 6208.
- 1955** [172] A. Sch., N. Badran, N. A. Starkowsky, Furochromones and -Coumarins. IX. Reactions of Khellol Glucoside, Visnagin and Bergapten, *J. Am. Chem. Soc.* **77** (1955) 1019.
- [173] A. Sch., G. Aziz, Furochromones and -Coumarins. X. On the Constitution of Prangenin, *J. Am. Chem. Soc.* **77** (1955) 2563.
- [174] A. Sch., W. I. Awad, G. Moussa, Photochemical Reactions in Sunlight. XVII. Experiments with 4-Cyano-1,2-naphthoquinone, *J. Am. Chem. Soc.* **77** (1955) 3850.
- [175] A. Sch., W. I. Awad, N. A. Starkowsky, Furochromones and -Coumarins. XII. Syntheses of Fraxinol from Bergapten and of Baicalein from Visnagin, *J. Am. Chem. Soc.* **77** (1955) 5390.
- [176] A. Sch., N. Badran, N. A. Starkowsky, Furochromones and -Coumarins. XIII. The Dicoumarol Analogs of Bergapten, Isopimpinillin and Pimpinillin, *J. Am. Chem. Soc.* **77** (1955) 5438.
- [177] A. Sch., N. Badran, N. A. Starkowsky, Furochromones and -Coumarins. XIV. 2-(3'-Pyridyl) Analogs of Khellin and Visnagin, *J. Am. Chem. Soc.* **77** (1955) 5439.
- [178] A. Sch., A. Mustafa, Reactions in Sunlight. XVIII. Dimerization of o-Phthalaldehyd, *J. Am. Chem. Soc.* **77** (1955) 5755.
- [179] A. Sch., A. Mustafa, A. F. A. M. Shalaby, Studies on Sterically Hindered Phenols. I. Instability of 1-Triphenylmethyl- $\beta$ -naphthol toward Acids, *J. Am. Chem. Soc.* **77** (1955) 5756.
- [180] A. Sch., Methoden zur Herstellung und Umwandlung von Äthylensulfiden, in *Methoden der Organischen Chemie* (Houben-Weyl), 4. Aufl., Band IX, S. 149, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1955.
- [181] A. Sch., A. Wagner, Methoden zur Herstellung und Umwandlung von Thioaldehyden und Thioketonen, in *Methoden der Organischen Chemie* (Houben-Weyl), 4. Aufl., Band IX, S. 695, Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1955.
- 1956** [182] A. Sch., A. K. Fateen, S. M. A. R. Omran, Photochemical Reactions in Sunlight. XIX. Experiments with Desoxybenzoin Derivatives, *J. Am. Chem. Soc.* **78** (1956) 1224.
- [183] A. Sch., M. M. Sidky, Color Test. Part III. A Color Test for 2-Methylchromones with m-Dinitrobenzene and Its Significance for Taxonomic Work, *J. Org. Chem.* **21** (1956) 476.
- [184] A. Sch., A. K. Fateen, A. M. A. Sammour, Experiments with 2-Methyl-1,4- $\alpha$ -naphthopyrone and Related Substances, *J. Am. Chem. Soc.* **78** (1956) 4689.
- 1957** [185] A. Sch., G. Aziz, Organic Sulfur Compounds. XXXIII. Action of Some Free Radicals of Long Life on Thiophenol and p-Nitrothiophenol, *J. Org. Chem.* **22** (1957) 1697.
- [186] A. Sch., M. M. Sidky, Photochemical Reactions in Sunlight. XX. Photoreaction between Benzaldehyde and Khellinquinone, *J. Org. Chem.* **22** (1957) 1698.
- [187] A. Sch., A. K. Fateen, A. M. A. Sammour, Organic Sulfur Compounds. XXXIV. Synthesis of Ethylenes and Ethylene Sulfides by Action of Diazoalkanes on Thioketones, *J. Am. Chem. Soc.* **79** (1957) 6020.
- 1958** [188] A. Sch., M. B. E. Fayed, On the Constitution of the Condensation Product of o-Phthalaldehyd with Diethyl 2,2'-Thiodiacetat, *J. Org. Chem.* **23** (1958) 104.
- [189] A. Sch., R. C. Azzam, Diphenyltriketone-Benzoin Rearrangement in an Acidic Medium, *J. Org. Chem.* **23** (1958) 286.
- [190] A. Sch., A. K. Fateen, A. M. A. Sammour, Studies on Sterically Hindered Phenols. II. Overcrowded Phenols Obtained by Condensation of Aldehydes with Alkyl Hydroxynaphthyl Ketones, *J. Org. Chem.* **23** (1958) 2025.



- [191] A. Sch., M. Elkaschef, M. Nosseir, M. M. Sidky, Experiments with 4-Thiopyrones and with 2,2',6,6'-Tetraphenyl-4,4'-dipyrylene. The Piezochromism of Diflavylene, *J. Am. Chem. Soc.* **80** (1958) 6312.
- 1959 [192] A. Sch., M. M. Sidky, Syntheses of Thermochromic Ethylenes. A Study of the Relationship between Constitution and Thermochromism, *J. Am. Chem. Soc.* **81** (1959) 2259.
- [193] A. Sch., K.-H. Brosowski, Über die Einwirkung von Nitrosobenzol auf Thioketone und auf Phosphinmethylene, *Chem. Ber.* **92** (1959) 2602.
- 1960 [194] A. Sch., G. Schütz, Über die Dehydrierung der Chromanone mit Triphenylmethyl-perchlorat, *Chem. Ber.* **93** (1960) 1466.
- [195] A. Sch., K.-H. Brosowski, Versuche mit Fluorenderivaten, I, Synthese von Rubicen aus dimerem Thiofluoren, *Chem. Ber.* **93** (1960) 2149.
- 1961 [196] A. Sch., E. Singer,  $\beta,\gamma$ -Ungesättigte Ketone, I, Über die Anlagerung von Fluoren an Flavon, *Chem. Ber.* **94** (1961) 241.
- [197] A. Sch., E. Singer,  $\beta,\gamma$ -Ungesättigte Ketone, II, Enolisierung und thermochrome Eigenschaften des o-Hydroxy- $\omega$ -phenyl- $\omega$ -fluorenylidene-propiofenons, *Chem. Ber.* **94** (1961) 248.
- [198] A. Sch., E. Singer,  $\beta,\gamma$ -Ungesättigte Ketone, III, Bildung und Reaktionen der Umsetzungsprodukte aus Fluorenyl-(9)-natrium und Chromonen. Über die Struktur des Reaktionsproduktes aus Fluoren-carbonsäure-(9)-ester und Phenylpropionsäureester, *Chem. Ber.* **94** (1961) 253.
- [199] A. Sch., E. Singer, M. M. Sidky,  $\beta,\gamma$ -Ungesättigte Ketone, IV, Über dimere 2-Methylchromone und ihr thermochromes Verhalten, *Chem. Ber.* **94** (1961) 660.
- [200] A. Sch., G. Schütz, Über Derivate des 2-Phenyl-indandions, die in der Enolform beständig sind, *Chem. Ber.* **94** (1961) 667.
- [201] A. Sch., G. Schütz, N. Latif, Dimere o-Methylen-chinone, I, Eine neue Synthese des dimeren 10-Methylen-phenanthrons-(9), *Chem. Ber.* **94** (1961) 2540.
- 1962 [202] A. Sch., K.-H. Brosowski, Versuche mit Fluorenderivaten, II, Über die Konstitution des dimeren Thiofluorens, *Chem. Ber.* **95** (1962) 1910.
- [203] A. Sch., K. Junghans, Versuche mit 1,8-Diaza-fluoren-Derivaten und über Tetraaryläthylene mit „anomal“ Verhalten, *Chem. Ber.* **95** (1962) 2137.
- [204] A. Sch., K.-H. Brosowski, E. Singer, Versuche mit Fluorenderivaten, III, Versuche mit Thiofluoren, *Chem. Ber.* **95** (1962) 2144.
- [205] A. Sch., G. Schütz, Über die Einwirkung von Diazoalkanen auf o-Chinone und 1,2-Diketone, *Chem. Ber.* **95** (1962) 2386.
- [206] B. Eistert, A. Sch., Ringerweiterung von Acenaphthenchinon mit Diazoalkanen, *Chem. Ber.* **95** (1962) 2416.
- [207] A. Sch., E. Frese, Über die Einwirkung von Schwefel auf Diazoalkane, *Chem. Ber.* **95** (1962) 2810.
- [208] A. Sch., K.-H. Brosowski, E. Singer, Versuche mit Raney-Nickel, *Chem. Ber.* **95** (1962) 2984.
- [209] A. Sch., E. Frese, K.-H. Brosowski, Über die Einwirkung von Schwefelkohlenstoff auf Diaryldiazomethane und Ylide. Bildung von 1,2,4,5-Tetrathia-cyclohexanen und dimerer Thioketene, *Chem. Ber.* **95** (1962) 3077.
- 1963 [210] A. Sch., E. Singer, Dimerisierung des Chromons, *Angew. Chem.* **75** (1963) 206.
- [211] A. Sch., E. Singer,  $\beta,\gamma$ -Ungesättigte Ketone, V, Über die Einwirkung von Fluorenyl-(9)-natrium auf 2,6-Dimethyl- und 2,6-Diphenyl- $\gamma$ -pyron, *Chem. Ber.* **96** (1963) 627.
- [212] A. Sch., E. Singer, Über die Einwirkung von Tetrachlor-o-chinon auf Thiobenzophenon, 4-Thio-flavon und verwandte Verbindungen, *Chem. Ber.* **96** (1963) 1256.
- [213] A. Sch., E. Singer, Über die Dimerisierung des Chromons, *Chem. Ber.* **96** (1963) 1529.
- [214] A. Sch., E. Frese, Über die Einwirkung von Diazoessigester und Diazoketonen auf Thioketone. Bildung von  $\beta,\beta$ -disubstituierten Acrylsäureestern und  $\alpha,\beta$ -ungesättigten Ketonen, *Chem. Ber.* **96** (1963) 2420.
- [215] A. Sch., E. Singer,  $\beta,\gamma$ -Ungesättigte Ketone, VI, Über die Überführung der 2-Äthyl-chromone in rote Dimere, *Chem. Ber.* **96** (1963) 3062.
- [216] A. Sch., K. Junghans, Epoxyde durch Einwirkung von Diaryldiazomethanen auf Ketone, *Chem. Ber.* **96** (1963), 3328.
- 1964 [217] A. Sch., K. Junghans, Versuche mit Cumarandion, *Chem. Ber.* **97** (1964) 2539.
- [218] A. Sch., E. Frese, Einwirkung von Kalium-xanthogenat auf Diaryldichlormethane, eine neue Thioketonsynthese, *Angew. Chem.* **76** (1964) 98; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **3** (1964) 313.
- [219] A. Sch., E. Frese, Über Umsetzungen von Diaryldiazomethanen mit Halogen-Verbindungen, *Angew. Chem.* **76** (1964) 343; *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **3** (1964) 312.
- [220] A. Sch., K. Praefcke, Umsetzungen von aliphatischen Diazoverbindungen mit Acetalen, Ortho-carbonsäureestern und ihren Schwefel-Analoga unter Lewis-Säure-Katalyse, *Tetrahedron Lett.* **1964**, 2043.
- [221] A. Sch., E. Frese, Über die Einwirkung von Diazoxanthenen auf Tetrachlorkohlenstoff und Chloroform, *Tetrahedron Lett.* **1964**, 2575.
- 1965 [222] A. Sch., E. Singer, Versuche mit Fluorenderivaten, IV, Über Aminale des Fluorens und Derivate des 9-Amino-fluorens, *Chem. Ber.* **98** (1965) 812.
- [223] A. Sch., K. Junghans, Über die Reaktion von Diphenyldiazomethan mit weitgehend säure- und wärmebeständigen Diazomethan-Derivaten, *Chem. Ber.* **98** (1965) 820.
- [224] A. Sch., K. Junghans, Photochemische Reaktionen, XXI, Photosensibilisierte Dehydrierung des Bixanthylens und die Konstitution seiner thermochromen Form, *Chem. Ber.* **98** (1965) 2539.
- [225] A. Sch., B. König, E. Frese, Organische Schwefelverbindungen, XLV, Untersuchungen über die Einwirkung von 4,5-Dioxo-2-thioxo-1,3-dithiolan und Thionkohlsäureestern auf Diaryl-diazomethane, *Chem. Ber.* **98** (1965) 3303.
- [226] A. Sch., E. Singer, K. Praefcke, E. Frese, Organische Schwefelverbindungen, XLVI, Über die Äthinierung des Thiobenzophenons, *Chem. Ber.* **98** (1965) 3311.
- [227] A. Sch., E. Singer, Notiz über das Acenaphthazin, *Chem. Ber.* **98** (1965) 3436.
- [228] A. Sch., B. König, Organische Schwefelverbindungen, XLVII, Über die Reaktion von Thioketonen mit Dienen. Ein neuer Weg in das Thiophengebiet, *Tetrahedron Lett.* **1965**, 3361.
- 1966 [229] A. Sch., K. Praefcke, Umsetzungen von aliphatischen Diazoverbindungen mit Acetalen, Orthocarbonsäureestern und ihren Schwefelanaloga unter Lewis-Säure-Katalyse, II, Reaktionen von Diazoessigsäureäthylester mit Acetalen und Orthocarbonsäure-trialkylestern, *Chem. Ber.* **99** (1966) 196.
- [230] A. Sch., K. Praefcke, Über o-Chinone und 1,2-Diketone, VIII, Über das Bis-biphenylen-dichlor-diacetyl, *Chem. Ber.* **99** (1966) 205.
- [231] A. Sch., K. Junghans, Versuche mit Epoxiden, IV, Untersuchungen mit Cumaranon-epoxiden, *Chem. Ber.* **99** (1966) 531.
- [232] A. Sch., K. Junghans, Darstellung von Iminen durch Einwirkung von flüssigem Ammoniak auf geminale Dihalogenide, *Chem. Ber.* **99** (1966) 1015.
- [233] A. Sch., K. Junghans, Versuche mit Epoxiden, V, Untersuchungen in der Benzthiophenreihe, *Chem. Ber.* **99** (1966) 1241.
- [234] A. Sch., K. Praefcke, Umsetzungen von aliphatischen Diazoverbindungen mit Acetalen, Orthocarbonsäureestern und ihren Schwefelanaloga unter Lewis-Säure-Katalyse, III, Versuche mit Diazoessigsäureäthylester und Trithioorthocarbonsäure-trialkylestern, *Chem. Ber.* **99** (1966) 2371.
- [235] A. Sch., K. Praefcke, J. Kohtz, Umsetzungen von aliphatischen Diazoverbindungen mit Acetalen, Orthocarbonsäureestern und ihren Schwefelanaloga unter Lewis-Säure-Katalyse, IV, Reaktionen von Diazoketonen mit Orthoameisensäureestern, *Chem. Ber.* **99** (1966) 2433.

- [236] A. Sch., K. Praefcke, J. Kohtz, Umsetzungen von aliphatischen Diazoverbindungen mit Acetalen, Orthocarbonsäureestern und ihren Schwefelanaloga unter Lewis-Säure-Katalyse, V, Cumaranon-Synthesen, *Chem. Ber.* **99** (1966) 3076.
- [237] A. Sch., R. v. Ardenne, Organische Schwefelverbindungen, XLVIII, Umsetzungen mit 1-Thio- $\alpha$ - bzw. - $\gamma$ -pyronen. Bildung schwefelhaltiger Makro-Ringe, *Chem. Ber.* **99** (1966) 3316.
- [238] A. Sch., R. v. Ardenne, Organische Schwefelverbindungen, XLIX, Konstitution und Umsetzungen des Produktes aus Acetondicarbonsäure-diäthylester, Schwefelkohlenstoff und Ätzkali, *Chem. Ber.* **99** (1966) 3327.
- [239] A. Sch., E. Singer, W. Knöfel, Versuche mit Fluorenderivaten, V, Über die Einwirkung von Diaryldiazomethanen auf Aminale des Formaldehyds bei Gegenwart von Säureanhydriden. Eine neue einstufige Synthese acylierter Äthanolamin-Derivate, *Chem. Ber.* **99** (1966) 3813.
- [240] A. Sch., K. Junghans, E. Singer, Über die Bildung von Benzophenonketalen aus Diphenyldiazomethan, *Tetrahedron Lett.* **1966**, 4667.
- 1967 [241] A. Sch., B. König, E. Singer, Organische Schwefelverbindungen, L, Über die unterschiedliche Einwirkung von Diazomethanen auf nicht enolisierbare Thiocarbonylverbindungen. Abhängigkeit der Reaktionsprodukte von sterischen Einflüssen, *Chem. Ber.* **100** (1967) 767.
- [242] A. Sch., K. Praefcke, Umsetzungen von aliphatischen Diazoverbindungen mit Acetalen, Orthocarbonsäureestern und ihren Schwefelanaloga unter Lewis-Säure-Katalyse, VI, Einwirkung von Diazoessigsäure-äthylester auf Aldehyd- und Keton-dithioacetale, *Chem. Ber.* **100** (1967) 778.
- [243] A. Sch., E. Singer, W. Knöfel, Über die Einwirkung von Diaryldiazomethanen auf Chloramin T und auf Dithiourethane, *Tetrahedron Lett.* **1967**, 1819.
- [244] A. Sch., U. Sodtke, Photolyse des 9,9-Dioxanthogenylxanthens, *Tetrahedron Lett.* **1967**, 4977.
- 1968 [245] A. Sch., R. v. Ardenne, Organische Schwefelverbindungen, LI, Einwirkung von Diphenyldiazomethan und von Thionylchlorid auf 1-Thio- $\alpha$ - und - $\gamma$ -pyrone, *Chem. Ber.* **101** (1968) 346.
- [246] A. Sch., R. v. Ardenne, Organische Schwefelverbindungen, LII, Bildung von Thionaphthenderivaten aus 1-Thio- $\alpha$ - bzw. - $\gamma$ -pyronen. Darstellung von  $\alpha$ -Pyronen aus  $\gamma$ -Pyronen, *Chem. Ber.* **101** (1968) 356.
- [247] A. Sch., E. Frese, Organische Schwefelverbindungen, LIII, Über die Überführung gem. Dichloride der Xanthen- und Chromon-Reihe in Thioketone, sowie deren Umsetzung mit Diazoessigester zu  $\beta,\beta$ -disubstituierten Acrylsäureestern, *Chem. Ber.* **101** (1968) 694.
- [248] A. Sch., E. Frese, Organische Schwefelverbindungen, LIV, Synthesen von Thiocarbonylverbindungen durch Einwirkung von Kaliumxanthogenat oder Thioharnstoffen auf gem. Dichloride, *Chem. Ber.* **101** (1968) 701.
- [249] A. Sch., E. Frese, Organische Schwefelverbindungen, LV, Über Reaktionen gem. Dioxanthogenylmethane und deren Bildung aus gem. Dichloriden und Kaliumxanthogenat, *Chem. Ber.* **101** (1968) 716.
- [250] A. Sch., B. König, Organische Schwefelverbindungen, LVI, Reversible Diels-Alder-Reaktionen unter Verwendung von Thiofluorenol als Dienophil, *Chem. Ber.* **101** (1968) 725.
- [251] A. Sch., E. Singer, Organische Schwefelverbindungen, LVII, Über die Einwirkung von Diaryldiazomethanen und Diarylketonhydrazonen auf N-Halogen-Derivate der Sulfonamide, *Chem. Ber.* **101** (1968) 3445.
- [252] A. Sch., E. Singer, K. Junghans, Über die Bildung von Benzophenonketalen aus Diphenyldiazomethan und Alkoholen bei Gegenwart von Ninhydrin, *Liebigs Ann. Chem.* **711** (1968) 98.
- [253] A. Sch., E. Frese, Über eine Austauschreaktion zwischen gem. Dichloriden und nicht enolisierbaren Thioketonen, *Tetrahedron Lett.* **1968**, 697.
- [254] A. Sch., W. Knöfel, E. Frese, K. Praefcke, Über die Einwirkung von Diaryldiazomethanen auf Dixanthogen und Xanthogensäureanhydrid sowie eine Episulfidumlagerung, *Tetrahedron Lett.* **1968**, 2487.
- [255] A. Sch., U. Sodtke, K. Praefcke, Über Stereoisomere und Photochemie des 2,3,6,7,2',3',6',7'-Tetrabenzoheptafulvalens, *Tetrahedron Lett.* **1968**, 3253.
- [256] A. Sch., U. Sodtke, K. Praefcke, Über die photochemische Dimerisierung des 2,3,6,7,2',3',6',7'-Tetrabenzoheptafulvalens zu einer Käfigverbindung (Cage-Compound), *Tetrahedron Lett.* **1968**, 3669.
- 1969 [257] A. Sch., J. Kohtz, K. Praefcke, Umsetzungen von aliphatischen Diazoverbindungen mit Acetalen, Orthocarbonsäureestern und ihren Schwefelanaloga unter Lewis-Säure-Katalyse, VII, Synthesen von 3-substituierten Isochromandionen aus o-Methoxycarbonyldiazoacetophenon und Orthocarbonsäureestern, *Chem. Ber.* **102** (1969) 1397.
- [258] A. Sch., U. Sodtke, K. Praefcke, Darstellung, Reaktionen und Stereochemie der 2,3,6,7,2',3',6',7'-Tetrabenzoheptafulvalene, *Chem. Ber.* **102** (1969) 1453.
- [259] A. Sch., K. Praefcke, R. v. Ardenne, Organische Schwefelverbindungen, LVIII, Massenspektrometrische Untersuchungen zweier makrocyclischer Ringsysteme mit  $C_8S_8$ - und  $C_8S_{12}$ -Ringen, *Chem. Ber.* **102** (1969) 2207.
- [260] A. Sch., E. Singer, Organische Schwefelverbindungen, LIX, Zur Synthese von N-Arylsulfonyl-iminen, -phosphiniminen, -arsiniminen und -sulfoximininen mit N-Chlor-N-natrium- oder N,N-Dichlor-arylsulfonamiden, *Chem. Ber.* **102** (1969) 2557.
- [261] D. Schumann, E. Frese, A. Sch., Das massenspektrometrische Verhalten nicht enolisierbarer Thioketone im Vergleich zu dem der entsprechenden Ketone und Diazoverbindungen, *Chem. Ber.* **102** (1969) 3192.
- [262] A. Sch., E. Frese, Synthese des 1,3-Diphenyl-1,3-dithio-1,2,3-triketons aus Dibenzyldithioacetabromid und Kaliumxanthogenat, *Tetrahedron Lett.* **1969**, 4063.
- [263] A. Sch., E. Singer, Nicht katalysierte Aldol-Additionen mit hydratbildenden Carbonylverbindungen, *Tetrahedron Lett.* **1969**, 4571.
- 1970 [264] A. Sch., E. Frese, W. Knöfel, K. Praefcke, Organische Schwefelverbindungen, LX, Über Reaktionen von Diaryldiazomethanen mit Dixanthogenen unter Bildung von Diarylmethylen-bis-xanthogenaten und deren Fragmentierung, *Chem. Ber.* **103** (1970) 938.
- [265] A. Sch., W. Knöfel, E. Frese, K. Praefcke, Organische Schwefelverbindungen, LXI, Über Reaktionen von Diaryldiazomethanen mit O,O'-Dialkylxanthogensäureanhydriden, *Chem. Ber.* **103** (1970) 949.
- [266] A. Sch., G. D. Khandelwal, Photochemische Reaktionen, XXII, 1,2-Cycloadditionen von Diphenylacetylen an Flavone, *Chem. Ber.* **103** (1970) 2780.
- [267] A. Sch., E. Singer, Über nicht katalysierte Aldol-Additionen an hydratbildenden Keto-Carbonylverbindungen, *Chem. Ber.* **103** (1970) 3871.
- [268] A. Sch., E. Frese, Mesoionische Aromaten, II, Über das mesoionische 3,5-Diphenyl-1,2-dithiolium-4-olat, ein Valenzisomeres des 2-Oxo-1,3-dithio-1,3-diphenylpropane, *Chem. Ber.* **103** (1970) 3885.
- 1971 [269] A. Sch., E. Singer, 1,2,3-Tricarbonylverbindungen, V, Hydratbildende cyclische 1,2,3-Tricarbonylverbindungen als Dienophile in Diels-Alder-Reaktionen, *Chem. Ber.* **104** (1971) 160.
- [270] A. Sch., M. Mamluk, Photo-Dimerisierung des Diphenylcyclopropenethions zu einem Thiophenderivat, *Tetrahedron Lett.* **1971**, 4993.
- 1972 [271] A. Sch., M. Mamluk, 1,2,3-Tricarbonylverbindungen, VI, Über die Einwirkung von Benzol auf 2,3-Dihydrophenalentrion-(1,2,3) bei Gegenwart von konz. Schwefelsäure, *Chem. Ber.* **105** (1972) 1562.
- [272] A. Sch., E. Singer, 1,2,3-Tricarbonylverbindungen, VII, Über die Einwirkung von Diphenyldiazomethan und 9-Diazo-fluoren auf cyclische 1,2,3-Tricarbonylverbindungen, ihre Hydrate und Halbacetale, *Chem. Ber.* **105** (1972) 2246.

- 1973 [273] A. Sch., M. Mamluk, Versuche mit Umwandlungsprodukten des 2,2-Dimethyl- und 2,2-Diphenyl-1,3-indandions und verwandter Verbindungen, *Chem. Ber.* **106** (1973) 849.
- [274] A. Sch., E. Singer, H. Schulze-Pannier, 1,2,3-Tricarbonsäureverbindungen, VIII, Die Verwendung von Fluorenylidetriphenylphosphoranen in der Carbonyl-Olefinierung nach Wittig. Versuche mit 1,2,3-Indantrion, 1,2,3-Trioxo-2,3-dihydrophenalen, Glyoxal und Terephthalaldehyd, *Chem. Ber.* **106** (1973) 2663.
- [275] A. Sch., E. Singer, H. Schulze-Pannier, 1,2,3-Tricarbonsäureverbindungen, IX, Über die Einwirkung von 9-Diazo-fluoren auf Halbacetale des 1,2,3-Indantrions und Alloxans, *Chem. Ber.* **106** (1973) 2672.
- 1974 [276] A. Sch., M. M. Sidky, Photochemische Reaktionen, XXIII, Über Photocyclisierungen von 9-Benzyliden-xanthenen und 9-Benzylidenthioxanthenen, *Chem. Ber.* **107** (1974) 1207.
- [277] A. Sch., M. M. Sidky, Über die Bildung von 11H-Benzo[b]fluoren aus  $(\pm)$ -2,2'-Spirobiindan-1,1'-dion. Zur Kenntnis der Wasserabspaltung aus 1,3-Diolen, *Chem. Ber.* **107** (1974) 2341.
- [278] B. König, J. Martens, K. Praefcke, A. Sch., H. Schwarz, R. Zeisberg, Bildung von Thiophenen durch Pyrolyse von Dihydrothiopyranen, Reaktionen der Diels-Alder-Addukte aus Thiofluorenon und 1,3-Butadienen in der Hitze und unter Elektronenstoß, *Chem. Ber.* **107** (1974) 2931.
- [279] H. Schwarz, A. Sch., E. Singer, H. Schulze-Pannier, Elektronenstoßinduzierte Arylwanderungen bei 2,2-disubstituierten 1,3-Dioxolen, *Org. Mass Spectrom.* **1974**, 660.
- [280] A. Sch., E. Singer, H. Schulze-Pannier, Synthese von Naphthalin aus Glyoxal und o-Xylylenbis(triphenylphosphoniumbromid), *Synthesis* **1974**, 723.
- 1975 [281] A. Sch., E. Singer, H. Schulze-Pannier, H. Schwarz, 1,2,3-Tricarbonsäureverbindungen, X, Zur Umsetzung von Diaryldiazomethanen mit cyclischen 1,2-Di- und 1,2,3-Tricarbonsäureverbindungen, *Chem. Ber.* **108** (1975) 322.
- [282] A. Sch., E. Singer, Über Thermochromie und Piezochromie des Dehydrianthrons, *Tetrahedron Lett.* **1975**, 1925.
- [283] A. Sch., E. Singer, M. Osch, G.-A. Hoyer, 1,2,3-Tricarbonsäureverbindungen, XI, Über die Reaktion von N,N'-disubstituierten Äthylendiaminen mit Ninhydrin. Ein 1,4-Diaza-spiro[4,4]nonan-System mit ungewöhnlichen Eigenschaften, *Tetrahedron Lett.* **1975**, 3217.
- 1976 [284] A. Sch., E. Singer, G.-A. Hoyer, Organische Schwefelverbindungen, LXII, Über die Äthinierung des Thiofluorenons und anderer aromatischer Thioketone, *Chem. Ber.* **109** (1976) 3775.
- [285] H. Schwarz, A. Sch., E. Singer, U. Rapp, H. Kaufmann, S. Meier, Protonierte Fluorenon-Ionen aus N,N-diarylsubstituierten 1,4-Diazaspiro[4,4]nonanen: Eine neue elektronenstoßinduzierte Arylwanderung (1,2), *J. Heterocycl. Chem.* **13** (1976) 877.
- 1977 [286] A. Sch., E. Singer, H. Schulze-Pannier, Wasserstoff-Übertragungsreaktionen, I, Über das 1,4-Di(9-fluorenylidene)-2,3-diphenylbutan, *Chem. Ber.* **110** (1977) 3714.
- [287] A. Sch., E. Singer, B. Eschenhof, Wasserstoff-Übertragungsreaktionen, II, Über Umsetzungen zwischen Tetraäthylethylenen und Diarylmethanen, *Chem. Ber.* **110** (1977) 3719.
- [288] A. Sch., E. Singer, G.-A. Hoyer, D. Rosenberg, 1,2,3-Tricarbonsäureverbindungen, XII, Konstitutionsermittlung der Reaktionsprodukte von Ninhydrin mit 2-Aminophenol bzw. 2-Aminothiophenol, *Chem. Ber.* **110** (1977) 3954.
- 1978 [289] A. Sch., E. Singer, B. Eschenhof, G.-A. Hoyer, 1,2,3-Tricarbonsäureverbindungen, XIII, Über Reaktionen des Ninhydrins mit 1,2- und 1,3-bifunktionellen Verbindungen. Ein Beitrag zur Bildung von Spiroverbindungen aus Ninhydrin, *Chem. Ber.* **111** (1978) 3058.
- [290] A. Sch., Ph. Eckert, Photochemische Reaktionen, XXIV, Über die Photooxidation des  $\Delta^{4,4}$ -Biflavylens, *Chem. Ber.* **111** (1978) 3957.
- [291] A. Sch., E. Singer, Die Chemie des Ninhydrins und anderer cyclischer 1,2,3-Tricarbonsäureverbindungen, Tetrahedron Report No. 51, *Tetrahedron* **34** (1978) 1285.
- 1979 [292] A. Sch., E. Singer, B. Eschenhof, Wasserstoff-Übertragungsreaktionen, III, Wasserstoffübertragungen zwischen o,o'-verknüpften Tetraäthylethylenen und Diarylmethanen, *Chem. Ber.* **112** (1979) 1763.
- 1980 [293] A. Sch., E. Singer, Ph. Eckert, 2-Substituierte 1,3-Dinaphthylimidazolidine aus N,N'-Dinaphthylethylen-diaminen, *Chem. Ber.* **113** (1980) 2823.
- [294] A. Sch., E. Singer, Ph. Eckert, 1,2,3-Tricarbonsäureverbindungen, XIV, Über die photochemische Epoxidierung einer Carbonylgruppe mit Methanol, *Chem. Ber.* **113** (1980) 3094.
- [295] W. S. Sheldrick, A. Sch., E. Singer, Ph. Eckert, Über die Reaktion von 1,1',3,3'-Tetraphenyl-2,2'-biimidazolidinyliden mit Schwefelkohlenstoff, *Chem. Ber.* **113** (1980) 3605.
- 1982 [296] W. S. Sheldrick, A. Sch., E. Singer, 1,3-Diphenylspiro[imidazolidine-2,2'-indan]-1',3'-dione, *Acta Crystallogr., Sect. B*, **38** (1982) 1355.
- 1983 [297] A. Sch., E. Singer, W. Stephan, C=C-Doppelbindungen mit extremer Reaktivität, II, 1,3-Diphenyl-2-imidazolidinselenon aus 1,1',3,3'-Tetraphenyl- $\Delta^{2,2}$ -biimidazolidin und Selen, *Chem. Ber.* **116** (1983) 2068.
- [298] A. Sch., E. Singer, W. Stephan, C=C-Doppelbindungen mit extremer Reaktivität, III, Versuche mit 9-(9-Fluorenylidene)xanthen, *Chem. Ber.* **116** (1983) 3762.
- [299] A. Sch., E. Singer, W. Stephan, W. S. Sheldrick, Extremely Reactive Carbon-Carbon Double Bonds, I, Reactions with 2-(9-Xanthylidene)-, 2-(9-Thioxanthylidene)-, and 2-(9-Fluorenylidene)-indane-1,3-dione. A Contribution to the Structure and Reactivity of Non-planar C=C Double Bonds, *Tetrahedron* **39** (1983) 2429.
- 1984 [300] A. Sch., E. Singer, W. Stephan, C=C-Doppelbindungen mit extremer Reaktivität, IV, Ungewöhnliche Reaktionen mit Thiophenol, 1,2-Ethandithiol und anderen schwefelhaltigen Verbindungen, *Chem. Ber.* **117** (1984) 3388.
- 1987 [301] A. Sch., E. Singer, W. Stephan, C=C-Doppelbindungen mit extremer Reaktivität, V, 2-[Bis(methylphenylamino)methylen]-1,3-diphenylimidazolidin, ein Tetraaminoethylen neuen Typs, *Chem. Ber.* **120** (1987) 1589.
- [302] A. Sch., E. Singer, W. Stephan, C=C-Doppelbindungen mit extremer Reaktivität, VI, Tris(methylphenyl-amino)methan — Zur Chemie der Ortho-amide, *Chem. Ber.* **120** (1987) 1581.

## Bücher

- [303] A. Sch., *Präparative Organische Photochemie*, mit einem Beitrag von G. O. Schenck, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1958.
- [304] A. Sch., *Preparative Organic Photochemistry*, in co-operation with G. O. Schenck, O.-A. Neumüller, Second completely revised edition of *Präparative Organische Photochemie*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1968.

[37/87]