

Heinrich Labhart

27. Juni 1919 - 2. Februar 1977

Am 2. Februar 1977 verstarb unerwartet Professor Dr. *Heinrich Labhart*, Ordinarius für physikalische Chemie und Direktor des Physikalisch-Chemischen Institutes der Universität Zürich. Professor Labhart stand mitten in fruchtbarster wissenschaftlicher Tätigkeit, und sein Hinschied ist für alle, die ihn kannten, ein unermesslicher Verlust.

Im Jahre 1919 geboren und in Küsnacht aufgewachsen, besuchte *Heinrich Labhart* das Kantonale Gymnasium in Zürich und studierte Physik an der ETH. Seine erste wissenschaftliche Veröffentlichung (mit *H. Medicus*) über den β -Zerfall von Radium A stammt aus dem Jahre 1943 und entspringt wahrscheinlich seiner Diplomarbeit. 1947 promovierte er bei den Professoren *Scherrer* und *Busch* auf dem Gebiete der Festkörperphysik mit einer Dissertation «Über den Mechanismus der elektrischen Leitfähigkeit des Siliciumcarbids».

Früh erkannte *Heinrich Labhart* die Bedeutung der Physik für die anderen Naturwissenschaften und die Rolle der angewandten Physik. So arbeitete er während einiger Zeit (1946-1948) im Laboratorium der Medizinischen Universitätsklinik in Basel an der Verfeinerung der Mikro-Elektrophorese von Proteinen. Als Beispiel seines vielseitigen naturwissenschaftlichen Interesses sei eine Arbeit aus *Experientia* (1947) genannt, deren Co-Autor er wurde: «Elektrophoretische Untersuchung der löslichen Linsenproteine von Säugetieren und Fischen.» Seine anschliessende Tätigkeit an der Abteilung für Industrielle Forschung der ETH lag, mit einer Untersuchung über die Schallgeschwindigkeit in porösen Medien, der Festkörperphysik wieder näher. Studien zur Struktur und den magnetischen Eigenschaften von Ferriten und über den Antiferromagnetismus führten 1952 zu seiner Habilitation an der ETH.

Im Jahre 1951 trat *Heinrich Labhart* in die Physikalische Abteilung der CIBA AG in Basel ein, womit für ihn der direkte Kontakt zur Chemie endgültig hergestellt war. Die Molekülspektroskopie und die Quantenchemie befanden sich damals am Anfang einer stürmischen Entwicklungsphase. *Heinrich Labhart* wurde sich bewusst, dass sich hier neue Gebiete zwischen Physik und Chemie öffneten. Gleichzeitig sah er die praktischen Möglichkeiten solch neuer Erkenntnisse. Sein Interesse für Quantenchemie kommt in seinen frühen Arbeiten (1953-1957) über



Heinrich Labhart

das Elektronengasmodell konjugierter Systeme zum Ausdruck. Der praktische Bezug lag im Studium von Farbstoffmolekülen. Er widmete sich mit der ihm eigenen, bewundernswerten Arbeitsintensität auch den praktischen Problemen, welche sich einem Industrielaboratorium stellen: Es galt, röntgenographische und neue spektroskopische Methoden zu analytischen Zwecken gezielt und rationell einzusetzen.

Während seines dreizehnjährigen Wirkens in der Industrie liess *Heinrich Labhart* den Kontakt zur Hochschule nie abbrechen. Nach seiner Habilitation an der ETH wurde er anschliessend Dozent an der Universität Basel. Dort hielt er regelmässig Vorlesungen, anfänglich über Festkörperphysik, später über Quantenchemie, und leitete Seminare. Ein mehrmonatiger Studien- und Forschungsaufenthalt an der Universität Chicago im Jahre 1956 brachte ihn in Kontakt zu theoretischen Chemikern wie *Robert Mulliken* und *John Platt*. 1958 wurde *Heinrich Labhart* zum nebenamtlichen ausserordentlichen Professor an der Universität Basel ernannt.

Als etwa um 1960 am physikalischen Laboratorium der CIBA AG eine Forschungsgruppe für Farbstoffmolekülphysik gegründet wurde, übernahm er deren wissenschaftliche Leitung. Nun konnte er sich, seiner Neigung entsprechend, mehr auf die Forschung konzentrieren. Aus dieser Zeit stammen seine grundlegenden Beiträge zum Studium des optischen Verhaltens von Molekülen in elektrischen Feldern, die ihn international bekannt machten. Die ersten diesbezüglichen Arbeiten erschienen 1961 in den *Helvetica Chimica Acta*: «Beeinflussung der Lichtabsorption organischer Farbstoffe durch äussere elektrische Felder. I. Theoretische Betrachtung, II. Experimentelle Untersuchungen an Polyenen» und in der *Chimica*: «Methoden der Zuordnung von Absorptionsbanden von Farbstoffen zu berechneten Übergängen». In der Folge entwickelte sich die Messung des elektrisch induzierten Dichroismus zu einer erfolgreichen Methode bei der Zuordnung langwelliger elektronischer Banden polarer Moleküle. Auch ergab sich dadurch die Möglichkeit, Dipolmomente angeregter Molekülzustände zu ermitteln sowie, in geeigneten Fällen, die Anisotropie der elektrischen Polarisierbarkeit im Grundzustand und in angeregten Zuständen.

Seine spektroskopischen Untersuchungen verband *Heinrich Labhart* stets mit quantenchemischen Betrachtungen. Damit war er an der Entwicklung der Quantenchemie nicht nur interessiert, sondern hat dazu auch immer wieder aktive Beiträge geleistet. Die Frage, wie sich die Elektronenwechselwirkung auf die Absorptionsspektren auswirke, beschäftigte ihn schon früh. Die bescheidenen Rechenhilfsmittel erlaubten in den fünfziger Jahren aber nur die Lösung begrenzter Eigenwertprobleme. So suchte er stets, und oft mit Erfolg, nach vereinfachenden Modellen. Die baldige Einführung elektronischer Rechenanlagen betrachtete er als willkommene Verbesserung, nicht aber als wissenschaftlichen Durchbruch. Zur Anwendung und Weiterentwicklung semiempirischer Verfahren trug er wertvolle Ideen bei. Besonders interessierten ihn dann die Frage der σ - π -Wechselwirkung und die Berechnung der Ladungsverteilung in Heteroaromaten. Die Entwicklung von *ab initio*-Methoden lag ihm eher fern, obschon er deren Notwendigkeit einsah. Doch fürchtete er, dass hinter der imponierenden Rechenleistung die anschauliche Modellvorstellung zu verblassen drohe.

Das Interesse von *Heinrich Labhart* für photochemische Primärprozesse wurzelte sowohl in der Festkörperphysik als auch in der Farbstoffmolekülphysik. So entstand, noch in Basel, unter seiner Leitung eine Dissertation über die Theorie der Fortleitung und Umwandlung optischer Anregungsenergie in Molekülkristallen. Aus derselben Zeit finden wir eine Arbeit über die experimentelle Ermittlung der Singulett-Triplett-Konversionswahrscheinlichkeit und der Triplett-Spektren von 1,2-Benzanthracen in Lösung. Die Erforschung dieses Problemkreises sollte in kommenden Jahren für ihn zu einem zentralen Anliegen werden.

Im Jahre 1964 erhielt *Heinrich Labhart* einen Ruf an die Technische Hochschule der Universität Lausanne (damals EPUL) und fast gleichzeitig auch an die Universität Zürich. Er entschied sich für die zweite Möglichkeit und trat sein neues Amt als Ordinarius für physikalische Chemie und Direktor des Physikalisch-Chemischen Institutes der Universität Zürich im Herbst 1964 an. Hier sah er sich vor die nicht leichte Aufgabe gestellt, einem Institut, welches durch seinen Vorgänger *K. Chusius* stark thermodynamisch-kinetisch ausgerichtet worden war, ein eigenes Gepräge zu geben. Auch die jüngsten Entwicklungen der Chemie verlangten eine ihm näherliegende molekülspektroskopische Orientierung. Nach dieser neuen Zielsetzung baute er in den folgenden Jahren mit grosser Umsicht das Institut sowohl in bezug auf seine Struktur als auch materiell erfolgreich aus. In diesen allzukurzen Jahren seines Wirkens haben zahlreiche Doktoranden unter seiner Leitung promoviert, und eine ansehnliche Zahl von in- und ausländischen Mitarbeitern und Gastdozenten waren am Institut bei ihm tätig.

Professor *Labhart* nahm seine umfangreichen Lehrverpflichtungen besonders ernst. Er war ein bewährter Lehrer - davon zeugt auch seine in fünf Bänden erschienene «Einführung in die Physikalische Chemie» - und widmete sich intensiv der chemischen Grundausbildung. Er sah die physikalische Chemie als Brücke zwischen Physik und Chemie und als Aufgabe, «ein physikalisch korrektes Verständnis konkreter chemischer Erscheinungen» zu gewinnen. Er stellte sich auch bewusst die Frage, «was heute der physikalische Chemiker tun sollte, um seinen Beitrag zum Zusammenschluss der Wissenschaften zu leisten» (Antrittsvorlesung, Zürich, 1965). So war er stets bestrebt, die Forderung nach physikalischer Strenge in der Deutung des Einzelphänomens mit der Suche nach einer Gesamtschau in Einklang zu bringen. Die Verpflichtung, die physikalische Deutung chemischer Phänomene auch einem breiteren Kreis von Chemikern näherzubringen, kommt in einer Anzahl zusammenfassender Veröffentlichungen und von Übersichtsartikeln zum Ausdruck. Doch lag ihm persönlich die wissenschaftliche Forschung wohl am nächsten. Eine feine Kombination von theoretischem Wissen und von konstruktivem Geschick machten ihn zum glänzenden Experimentator. Er versuchte, mit möglichst einfachen apparativen Anordnungen ein Maximum an gemessener Information zu gewinnen und diese mit präzisen, aber anschaulichen Modellvorstellungen zu ordnen. Er forschte aus innerem Drang nach Erkenntnis und aus Freude am Naturgesetz. Für diejenigen, die das Privileg hatten, mit ihm zusammenzuarbeiten, war dies eine Quelle der Inspiration.

In Zürich setzte *Heinrich Labhart* seine in Basel begonnenen Messungen der Elektrochromie fort und bildete noch eine Reihe von Doktoranden daran aus. Im Verlaufe der Jahre verlagerte sich jedoch der Schwerpunkt seiner Forschung auf

das Studium photochemischer Primärprozesse, insbesondere der Desaktivierung elektronisch angeregter Molekülzustände. Die Messung von Triplett-Triplett-Spektren und von Triplett-Zerfallsraten aromatischer Verbindungen in Lösung leitete über zum Problem der intermolekularen Triplett-Triplett-Annihilation. Eine mit mehreren experimentell und theoretisch tätigen Mitarbeitern vorgenommene Untersuchung führte zu einer Deutung der Magnetfeldabhängigkeit dieses Effektes. Parallel dazu liefen in seiner Forschungsgruppe Arbeiten betreffend die Photoreaktionen heterocyclischer Verbindungen, die intramolekulare Übertragung elektronischer Anregungsenergie, die Anisotropie der Rotationsdiffusion angeregter Moleküle und über Photoionisierungseffekte. *Heinrich Labhart* scheute es auch nicht, Problemen eine vertiefte Aufmerksamkeit zu schenken, welche auf den ersten Blick als nebensächlich und wenig spektakulär erschienen: Beispielsweise erwiesen sich sorgfältige Messungen der Viskosität organischer Gläser und ihrer Temperaturabhängigkeit für spätere Untersuchungen von Nutzen.

Eine Würdigung der wissenschaftlichen Leistungen von *Heinrich Labhart* wäre unvollständig ohne die Erwähnung seines allgemeinen Interesses für die magnetische Resonanz, seiner Beiträge zur Kernquadrupolresonanz und zur chemischen Kinetik. Sein experimentelles Geschick bewies er auch im Entwurf und Bau einer einfachen Apparatur zur Messung der optischen Aktivität in Emission.

Es ist für *Heinrich Labhart* typisch, dass sich unter seinen letzten Arbeiten zwei zusammenfassende Artikel befinden, welche an ein breiteres wissenschaftliches Publikum gerichtet sind: «Photochemische Primärprozesse in Lösung» (*Chimia*, 1977) und «Energieumwandlung durch Farbstoffmoleküle» (*Naturwissenschaften*, 1977). Sah sich *Heinrich Labhart* vielleicht vorwiegend als Experimentator, so ist seine allerletzte Publikation bemerkenswerterweise rein theoretisch. Sie behandelt das für die Deutung photochemischer Umwandlungen zentrale Problem der Kreuzung von *Born-Oppenheimer*-Flächen (*Chemical Physics*, 1977). Damit ist die wissenschaftliche Leistung von *Heinrich Labhart* zugleich von beachtlicher Vielseitigkeit und Geschlossenheit.

Zusätzliche Aufgaben, die ihm seine Stellung auferlegten, erfüllte Professor *Labhart* mit grosser Kompetenz und Gewissenhaftigkeit. Von 1967–1971 gehörte er dem Forschungsrat des Schweizerischen Nationalfonds an. Er war Mitglied des Redaktionskomitees von *Chemical Physics Letters*. Es ist ausserordentlich bedauerndswert, dass er den Bezug der neuen Räumlichkeiten der Chemischen Institute in Zürich-Irchel nicht mehr miterleben durfte, mit deren Planung er sich so intensiv befasst hatte.

Zurückhaltend in seinem Auftreten und in keiner Weise autoritär, wusste Professor *Labhart* dennoch Maßstäbe zu setzen. Sein ausgewogenes Urteil besass Gewicht, und nach seinem Rat wurde gefragt. Diese Qualitäten und seine Liebenswürdigkeit bewirkten, dass man für ihn nur Respekt und Zuneigung empfinden konnte.

Professor *Labhart* sah die Rolle der Universität in erster Linie als Kulturträgerin. Seine humanistische Grundhaltung äusserte sich auch in der Liebe zur Musik, die er aktiv pflegte, und in seinem Sinn für das Literarische. Es war ihm das Glück besonders schöner Familienverhältnisse beschieden.

Heinrich Labhart verlangte mehr von sich als von den andern. Es ist zu befürchten, dass die hohen Anforderungen, die er an sich stellte, unmerklich seine Gesundheit anzugreifen begannen. Allzufrüh wurde er aus einem reichen Leben gerissen. Die schweizerische Wissenschaft verliert in ihm einen hervorragenden Vertreter, und viele einen verehrten Lehrer, Kollegen und Freund.

27. September 1977

Georges Wagnière

Bibliographie von *Heinrich Labhart*

- 1) *Über den β -Zerfall des Radium A*, mit *H. Medicus*, Physikalisches Institut ETH, 31.5.1943.
- 2) *Über den Mechanismus der elektrischen Leitfähigkeit des Siliciumcarbids*, *Helv. phys. Acta* 19, 463 (1946).
- 3) *Elektrophoretische Untersuchung der löslichen Linsenproteine von Säugetieren und Fischen*, mit *H. Süllmann* & *G. Viollier*, *Experientia* III, 10 (1947).
- 4) *Mikro-Elektrophorese*, mit *H. Staub*, *Helv.* 30, 1954 (1947).
- 5) *Ein Auswertegerät für Elektrophoresediagramme*, *Experientia* III, 36 (1947).
- 6) *Bericht über die internationale Tagung für Halbleiterphysik in Reading*, *Z. angew. Math. und Phys. (ZAMP)* I, 333 (1950).
- 7) *Eine interferometrische Mikro-Methode für Diffusionsmessungen*, mit *W. Lotmar* & *P. Schmid*, *Helv.* 34, 2449 (1951).
- 8) *Mikroelektrophoretische Untersuchung von normalem und pathologischem Liquor Cerebrospinalis*, mit *W. Schweizer* & *H. Staub*, *Confinia Neurologica* 11, 325 (1951).
- 9) *Schallgeschwindigkeit in porösen Medien*, *Z. angew. Math. und Phys. (ZAMP)* III, 205 (1952).
- 10) *Ein mechanisches Modell zur Ermittlung der Absorptionsmaxima organischer Farbstoffe auf Grund ihrer chemischen Konstitution*, *Helv.* 36, 1689 (1953).
- 11) *Antiferromagnetismus*, *Z. angew. Math. und Phys. (ZAMP)* IV, 1 (1953).
- 12) *Struktur und magnetische Eigenschaften von Ferriten*, Habilitationsschrift, Zürich 1953.
- 13) *Zur Berücksichtigung der Elektronenwechselwirkung in der Elektronengasmethode*, *Helv.* 39, 1320 (1956).
- 14) *Auswirkungen der Molekülphysik in der Chemie*, *Chimia* 10, 125 (1956).
- 15) *FE Theory Including an Elastic σ Skeleton. I. Spectra and Bond Lengths in Long Polyenes*, *J. chem. Physics* 27, 957 (1957); *II. Changes of Molecule Dimensions due to Optical Excitation*, *J. chem. Physics* 27, 963 (1957).
- 16) *Zur quantitativen Beschreibung des Einflusses von Substituenten auf das Absorptionsspektrum ebener Molekeln*, *Helv.* 40, 1410 (1957).
- 17) *Atomabstände in langgestreckten Farbstoffmolekülen*, *Helv. phys. Acta* 30, 248 (1957).
- 18) *Magnetische Kernresonanz in der Chemie*, *Experientia* 34, 41 (1958).
- 19) *Physikalisch-chemische Methoden an der ILMAC*, *Nationalzeitung Basel* Nr.524, 12.11.1959 (Forschung und Technik).
- 20) *Zur Deutung der UV-Absorptionsspektren von β,γ -ungesättigten Ketonen*, mit *G. Wagnière*, *Helv.* 42, 2219 (1959).
- 21) *Physik in der Chemie*, *Helv. phys. Acta, Suppl. V*, 226 (1960).
- 22) *Beeinflussung der Lichtabsorption organischer Farbstoffe durch äussere elektrische Felder. I. Theoretische Betrachtung*, *Helv.* 44, 447 (1961); *II. Experimentelle Untersuchungen an Polyenen*, *Helv.* 44, 457 (1961).
- 23) *Methoden der Zuordnung von Absorptionsbanden von Farbstoffen zu berechneten Übergängen*, *Chimia* 15, 20 (1961).
- 24) *The Orientation of Electronic Transition Moments in some Anthraquinone Derivatives*, *Adv. Mol. Spectr.* 1, 255 (1962).
- 25) *Bestimmung von Moleküleigenschaften aus Elektrooptischen Effekten*, *Tetrahedron* 19, Suppl. 2, 223 (1963).

- 26) *On the Evaluation of Some Dipole Velocity Integrals*, mit G. Wagnière, J. chem. Physics 39, 2386 (1963).
- 27) *Die UV-Spektren des Tropons, des 2,7-Dimethyl-4,5-benzotropens und des 2,7-Dimethyl-4,5-naphotropens*, mit E. Weltin & E. Heilbronner, Helv. 46, 2041 (1963).
- 28) *Physikalische Aspekte der Photochemie* (Séance de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles), Chimia 17, 394 (1963).
- 29) *Experimentelle und theoretische Untersuchung der angeregten Elektronenzustände einiger substituierter Benzole*, mit G. Wagnière, Helv. 46, 1314 (1963); Helv. 51, 204 (1968).
- 30) *Methoden zur Bestimmung der Ladungsverteilung in elektronisch angeregten Zuständen*, Angew. Chem. 76, 819 (1964).
- 31) *Eine experimentelle Methode zur Ermittlung der Singulett-Triplett-Konversionswahrscheinlichkeit und der Triplett-Spektren von gelösten organischen Molekeln*, Helv. 47, 2279 (1964).
- 32) *Übersicht über die Methoden zur Bestimmung der Ladungsverteilung in elektronisch angeregten Molekülen* (2. Internationales Farbensymposium: Optische Anregung organischer Systeme, Elmau 1964).
- 33) *Zur Theorie der Fortleitung und Umwandlung optischer Anregungsenergie in Molekülkristallen*, mit T. Schneider, Helv. phys. Acta 38, 606 (1965).
- 34) *The Photo-Decomposition of Lead (IV) Carboxylates*, mit K. Heusler & H. Loeliger, Tetrahedron Letters 32, 2847 (1965).
- 35) *Survey of the Methods for the Determination of Charge Distribution in Electronically Excited Molecules*, Experientia 22, 65 (1966).
- 36) *Die Beeinflussung des photochemischen Verhaltens von Farbstoffmolekeln in Lösung durch Fremdsubstanzen. Lösungen von Chinizarin in aliphatischen Kohlenwasserstoffen in Gegenwart aromatischer Verbindungen*, mit B. G. Somers & R. F. Zürcher, Helv. 49, 1781 (1966).
- 37) *Pariser-Parr-Pople-Rechnungen mit σ - und π -Basisorbitalen*, mit M. Jungen & G. Wagnière, Theoret. chim. Acta 4, 306 (1966).
- 38) *On the Temperature Dependence of Rate Constants*, Chem. Physics Letters 1, 263 (1967).
- 39) *Physikalische Chemie und das Problem der chemischen Reaktivität*, Chimia 21, [12] (1967).
- 40) *Zur Wechselwirkung von π - und σ -Elektronen in der Theorie ungesättigter Moleküle, I. Semiempirische LCAO-SCF-Rechnungen für π - und σ -Orbitale von Acrolein und Furan*, mit M. Jungen, Theoret. chim. Acta 9, 345 (1968); II. *Die π - σ -Wechselwirkung in der Pariser-Parr-Pople-Näherung*, mit M. Jungen, Theoret. chim. Acta 9, 366 (1968).
- 41) *On the Temperature Dependence of the Viscosity of Organic Glasses*, mit G. A. von Salis, J. phys. Chemistry 72, 752 (1968).
- 42) *Electrochromism*, Adv. chem. Physics XIII, 179 (1968).
- 43) *Spontane elektrische Polarisaton im kristallisierten Schwefeldioxid*, mit G. A. von Salis & D. M. von Brüning, Helv. phys. Acta 41, 1244 (1968).
- 44) *Untersuchungen zur Photochemie von 2-Methylindazol*, mit J. P. Dubois, Chimia 23, 109 (1969).
- 45) *Zur Deutung des UV-Spektrums von Pyridin-N-oxid*, mit K. Seibold & G. Wagnière, Helv. 52, 789 (1969).
- 46) *Change of Static Electric Polarizability upon Transition into Excited Molecular States*, mit K. Seibold & H. Navangul, Chem. Physics Letters 3, 275 (1969).
- 47) *Triplet-Triplet Spectra and Triplet Quantum Yields of Some Aromatic Hydrocarbons in Liquid Solution*, mit W. Heinzelmann, Chem. Physics Letters 4, 20 (1969).
- 48) *Konzentrationseinflüsse auf die Triplettbevölkerung und Triplettlebensdauer aromatischer Moleküle in Lösung*, mit W. Heinzelmann, Chimia 24, 36 (1970).
- 49) *On the Charge Distribution in Hetero-Atomic Molecules*, mit E. C. Herrmann, in 'Quantum Aspects of Heterocyclic Compounds in Chemistry and Biochemistry'. The Jerusalem Symposia on Quantum Chemistry and Biochemistry, II., Jerusalem 1970.
- 50) *Über den Beitrag der σ -Elektronen zur elektrischen Polarisierbarkeit ungesättigter Kohlenwasserstoffe*, mit H. Navangul, Theoret. chim. Acta 17, 239 (1970).
- 51) *Untersuchung des UV-Spektrums von Acenaphthylen durch Beobachtung des durch ein elektrisches Feld induzierten Dichroismus*, mit K. Seibold & R. Zahradnik, Helv. 53, 805 (1970).
- 52) *On the search for the Mechanism of Photoreactions of Some Heterocyclic Compounds*, mit W. Heinzelmann & J. P. Dubois, Pure appl. Chemistry 24, 495 (1970).
- 53) *Magnetic Field Effects on P-Type Delayed Fluorescence of 1,2-Benzanthracene in Solution*, mit D. Wyrsch, Chem. Physics Letters 8, 217 (1971).

- 54) Zur bimolekularen Desaktivierung von Triplettzuständen in Lösung, mit D. Wyrsh, *Chimia* 25, 253 (1971).
- 55) $n \rightarrow \pi^*$ -Übergänge in Dicarbonylverbindungen. Der Einfluss der n, n - und π^*, π^* -Wechselwirkung, mit W. Hug, K. Seibold & G. Wagnière, *Helv.* 54, 1451 (1971).
- 56) Kernquadrupolresonanz von ^{35}Cl in Chloracetylenen, mit P. Gerber & Else Kloster-Jensen, *Helv.* 54, 2030 (1971).
- 57) Temperature Dependence of the Deactivation of Electronically Excited Indazoles in Solution, mit P. Bircher & E. R. Pantke, *Chem. Physics Letters* 11, 347 (1971).
- 58) Calculation of the Quadrupole Coupling Constant of ^{17}O in the Oxygen Molecule, mit T.-K. Ha, *Z. Naturforsch.* 26a, 1939 (1971).
- 59) Investigations on the Triplet Decay Mechanisms of 1,2-Benzanthracene in Solution. I. Kinetics and Quantum Yields of Delayed Fluorescence, mit D. Wyrsh, *Chem. Physics Letters* 12, 373 (1971); II. Interpretation of the Ratio of Delayed Monomer and Excimer-Fluorescence as a Function of Temperature, mit D. Wyrsh, *Chem. Physics Letters* 12, 378 (1971).
- 60) Investigations on Spectra and Orientation of Dipole Moments of Uracil and Thymine by Electrochromism, mit K. Seibold, *Biopolymers* 10, 2063 (1971).
- 61) Intramolekulare Übertragung von elektronischer Anregungsenergie in Spiroverbindungen, mit E. R. Pantke & K. Seibold, *Helv.* 55, 658 (1972).
- 62) Über den Kontinuums Einfluss auf die Polarisierbarkeit von Molekülzuständen, mit K. Jug, *Theoret. chim. Acta* 24, 283 (1972).
- 63) On the Temperature Dependence of Non-Radiative Deactivation Processes, mit E. R. Pantke, *Chem. Physics Letters* 16, 255 (1972).
- 64) Triplet-triplet absorption spectra of Organic Molecules, mit W. Heinzelmann, in 'Organic Molecular Photophysics', Ed. J. B. Birks, John Wiley & Sons, London 1973, Vol. I.
- 65) Influence of Excess Excitation Energy on Rotational Relaxation of Molecules in Solution, mit E. R. Pantke, *Chem. Physics Letters* 23, 476 (1973).
- 66) Anisotropy of Rotational Diffusion of Excited Molecules in Solution, mit E. R. Pantke, *Chem. Physics Letters* 23, 482 (1973).
- 67) Abhängigkeit der Quantenausbeute einer Photoreaktion vom vibratorischen Anregungszustand, mit J. Fischer & P. Gerber; Zur Frage der «inneren Felder» in Lösungen, mit A. Kriebel; Anisotropie der Rotationsrelaxationen einiger aromatischer Moleküle in Lösung, mit E. R. Pantke; Zum Mechanismus der T-T-Annihilation, mit J. Spichtig & P. Gerber, *Chimia* 28, 20 (1974).
- 68) Das innere elektrische Feld in flüssigen Lösungsmitteln und die Bestimmung von Dipolmomenten schwerlöslicher Substanzen mit Hilfe der Elektrochromie, mit A. Kriebel, *Z. physikal. Chem.* (Frankfurt) 92, 247 (1974).
- 69) Superposition of Different Photoionization Mechanisms upon Laser Irradiation of Pyrene in Tetrahydrofuran Solutions at Room Temperature, mit J. L. Metzger, *Chem. Physics* 7, 150 (1975).
- 70) Space Charge Influenced Photocurrent Transients in Fluid Solution, mit J. L. Metzger, *Chem. Physics* 11, 441 (1975).
- 71) Einführung in die Physikalische Chemie, Teil I: Chemische Thermodynamik, Teil II: Kinetik, Teil III: Molekülstatistik, Teil IV: Molekülbau, Teil V: Molekülspektroskopie, 5 Bände, Springer-Verlag, Berlin 1975.
- 72) Applications of Electrochromism, *Ber. Bunsenges.* 80, 241 (1976).
- 73) Influence of a Magnetic Field on Delayed Fluorescence in Solution. I. Dependence on temperature, solvent and solute, mit J. Spichtig & H. Bulska, *Chem. Physics* 15, 279 (1976); II. A theoretical approach, mit K. Lendi & P. Gerber, *Chem. Physics* 18, 449 (1977); III. Application of perturbation theory, mit K. Lendi & P. Gerber, *Chem. Physics* 20, 145 (1977).
- 74) Light modulation by electrochromism, mit J. K. Fischer & D. M. von Brüning, *Appl. Optics* 15, 2812 (1976).
- 75) Photochemische Primärprozesse in Lösung, *Chimia* 31, 89 (1977).
- 76) Energieumwandlung durch Farbstoffmoleküle, *Naturwiss.* 64, 247 (1977).
- 77) On the Behaviour of Molecules at 'Avoided Surface Crossings' *Chem. Physics*. 23, 1 (1977).