

Prof. Dr. O. Behaghel, Gießen: „*Gießener Liebig-Erinnerungen*.“

(Zu diesem Vortrag erschienen fünf Träger des Namens *Liebig* und wurden von Prof. Walden besonders in einer kurzen Ansprache begrüßt.)

Erst im Jahre 1837 hat das ehemalige Wachtlokal der alten Kaserne, das *Liebig* 1824 für ein Laboratorium zur Verfügung gestellt worden war, seinen endgültigen Ausbau erfahren. Und durch sorgsame und mühevollen Rekonstruktionsarbeit ist es der Gesellschaft „*Liebig-Museum*“ gelungen, den in den Jahren nach *Liebigs* Weggang von Gießen zum Teil stark veränderten Räumen wieder ihre ursprüngliche Gestalt zu geben. Aber darüber hinaus ist ein familiengeschichtliches und zeitgeschichtliches Museum entstanden. So enthält das Arbeitszimmer *Liebigs* eine reichhaltige familiengeschichtliche und physiognomische Sammlung, in der Bibliothek sind neben den Originalwerken und den Zeitschriftenreihen, an denen *Liebig* beteiligt war, auch solche Werke vorhanden, die sich auf seine Freunde und Schüler und auf die Entwicklung der Chemie in der damaligen Zeit beziehen. Auch alte Kolleghefte finden sich hier, unter denen das des cand. med. C. Speck aus Dillenburg mit seinen genauen Aufzeichnungen ausführlich über die Vorlesungen *Liebigs* berichtet. Hinzu kommt eine schöne Sammlung der Porträts von solchen Persönlichkeiten, die sich in jener Zeit mit Chemie und Naturwissenschaften befaßt haben. Ein reicher Schatz von Originalbriefen liegt

vor, der leider erst zum Teil veröffentlicht worden ist<sup>2)</sup>. Bemerkenswert ist auch das Manuale von *Liebigs* Vater, in dem die Ausgaben für sämtliche Kinder zur Aufrechnung bei der Erbteilung verzeichnet sind, und dem wir vielerlei Interessantes und Amüsantes entnehmen können. Noch vieles Wertvolle werden wir von der Sichtung der vorhandenen Briefe und Dokumente erwarten dürfen.

Im Rahmen der deutschen chemisch-historischen Sammlungen ist das *Liebig-Museum* eine Stätte von besonderer Eigenart, die eine allseitige Förderung verdient. Und wenn in seinem alten Auditorium der Familientag der *Liebigs* stattfindet oder wenn hier nicht nur den Männern des Arbeitsdienstlagers „*Justus von Liebig*“, sondern allen Volksgenossen Gelegenheit gegeben wird, etwas über das Leben, das Wirken und das Werk eines der Großen unseres Volkes zu erfahren, dann erfüllt es seine Aufgabe als Mittelpunkt bester deutscher Überlieferung.

#### Aussprache:

Decker, Jena, teilt mit, daß in der Krim ein Nachkomme *Liebigs* als Apotheker lebe, der auch noch viele Briefe besitze. — Heinrich v. *Liebig* teilt mit, daß *Liebigs* Nachlaß, den die Münchener Staatsbibliothek besitzt, genau katalogisiert ist, wovon das *Liebig-Museum* in Gießen Abschrift besitzt.

<sup>2)</sup> Vgl. hierzu *Hildebrandt*, „J. v. *Liebig* und die Silberspiegelherstellung“, Dtsch. Chemiker 2, 30 [1936], Beilage zu dieser Ztschr. 49, Heft 23 [1936].

## VII. Fachgebiet Photochemie und Photographische Chemie.

(Fachgruppe des V. D. Ch.)

Vorsitzender: Dr. K. Kieser, Beuel a. Rh.

Sitzung am 9. Juli 1936.

#### Wissenschaftliche Sitzung:

Prof. Dr. W. Noddack, Freiburg: „Über den Energieumsatz bei der Assimilation der Kohlensäure in den grünen Pflanzen.“

Die Assimilation der Kohlensäure in den grünen Pflanzen unter der Einwirkung des Lichtes ist die wichtigste energie-speichernde Reaktion der lebenden Substanz. Zum näheren Studium dieser Reaktion war es notwendig, den Energieumsatz: Strahlende Energie/Chemische Energie unter möglichst verschiedenen Bedingungen zu bestimmen. Diese Bestimmung wurde in der vorliegenden Untersuchung bisher nach drei verschiedenen Versuchsanordnungen vorgenommen. Bei der ersten Anordnung wurde das Wachstum von verschiedenen Pflanzenarten — vor allem von Gräsern — unter ihren natürlichen Lebensbedingungen verfolgt. Die Lichtenergie der Sonne, welche die Assimilation unterhielt, wurde mit Hilfe einer geeichten Thermosäule und eines Quecksilber-Coulometers über Wochen und Monate gemessen. Die in den Pflanzen während der Belichtungszeit aufgespeicherte chemische Energie wurde durch calorimetrische Bestimmung der Verbrennungswärme der getrockneten Pflanzensubstanz festgestellt. Der Quotient von eingestrahelter Lichtenergie und entstandener chemischer Energie ergibt den Ausnutzungsfaktor der Sonnenstrahlung bei der Assimilation der Pflanzen. Durch Bestimmung des Stickstoffgehaltes der Pflanzensubstanz wurde eine Korrektur für die Nitratassimilation angebracht. Die Größe des Ausnutzungsfaktors der Lichtassimilation hängt von verschiedenen Bedingungen ab, deren Einfluß diskutiert wird.

Bei der zweiten Anordnung wurde die bereits von O. Warburg in ähnlicher Richtung studierte Alge *Chlorella vulgaris* untersucht. Die Belichtung wurde monochromatisch, und zwar vorzugsweise innerhalb der roten Absorptionsbande des Chlorophylls ausgeführt. Die Lichtenergie und die Lichtabsorption des Chlorophylls in den Algen wurden bolometrisch bestimmt. Die Zunahme der organischen Substanz und damit der chemischen Energie wurde wie bei der ersten Anordnung durch Messung der Verbrennungswärme der getrockneten Algen ermittelt.

Bei der dritten Anordnung wurden Suspensionen von Algen im Vakuumcalorimeter monochromatisch belichtet.

In parallelen Versuchsreihen wurde der Temperaturanstieg des Calorimeters bei der Belichtung assimilierender und nicht-assimilierender Algen verfolgt. Aus dem Unterschied der Erwärmung ließ sich ebenfalls der Energieumsatz bei der Assimilation bestimmen.

Die nach den verschiedenen Anordnungen gewonnenen Resultate werden miteinander verglichen. Es ergeben sich einige Resultate, die in wissenschaftlicher und praktischer Hinsicht von Interesse sein können.

Dr. H. Schultes, Mainz-Mombach: „*Neue photographische Entwickler der Pyrogallolreihe*.“

Nach A. W. Hofmann befinden sich im hochsiedenden Anteil des Buchenholzteers u. a. Pyrogallol-1,3-dimethyläther und 5-Methyl-pyrogallol-1,3-dimethyläther, die von uns in größerer Menge dargestellt wurden. Deren partielle Entmethylierung führte zu monomethylierten Pyrogallolen, die als photographische Entwickler dem Pyrogallol gegenüber besondere Vorzüge besitzen<sup>1)</sup>. Es gelang auch, die beiden Pyrogallolmonomethyläther als gut kristallisierte Acetate direkt aus dem Holzteer zu isolieren, indem bestimmte Teerölfractionen acetyliert und dann der fraktionierten Destillation unterworfen wurden.

Die neuen Entwicklersubstanzen stellen gut kristallisierte, wasserlösliche Produkte vom Schmelzpunkt 41° bzw. 68° dar. Der tiefe Schmelzpunkt des Pyrogallol-1-methyläthers veranlaßte die Darstellung hochschmelzender Additionsverbindungen z. B. mit Harnstoff oder Hexamethylentetramin<sup>2)</sup>, die sich in ihrer photographischen Wirksamkeit vom Grundstoff nicht unterscheiden.

Die Entwicklereigenschaften (Gradationskurven und Sensitometerstreifen) lassen sich wie folgt zusammenfassen: bei großer Haltbarkeit in alkalischer Lösung arbeiten diese Stoffe sehr rapid und praktisch schleierfrei. Sie besitzen die dem Metol/Hydrochinon und dem Pyrogallol eigenen Vorzüge, ohne indes deren Nachteile aufzuweisen, indem sie ungiftig sind und weder Färbungen noch Schäden der Haut verursachen. Man kann sie ähnlich dem Metol in vorteilhafter Weise mit Hydrochinon kombinieren, oder aber direkt als einheitliche Substanzen anwenden. In diesem Falle erhält man durch Konzentrationsveränderung „hart“ oder „weich“ arbeitende Entwickler, ohne erst eine Mischung mit z. B. Hydrochinon vornehmen zu müssen. Hervorzuheben ist die

<sup>1)</sup> D. R. P. 603033.

<sup>2)</sup> U. S. A. Pat.

dem normalen Metolhydrochinonentwickler überlegene Schnelligkeit des Entwicklungsvermögens des Methylpyrogallol-monomethyläthers, der sich außerdem durch eine gewisse Feinkornwirkung auszeichnet, wenn er in alkaliarmer, sulfitreicher Lösung angesetzt wird; er reduziert auch in gänzlich alkalfreier Lösung hoher Sulfitkonzentration. — Das Methylpyrogallol besitzt dem gewöhnlichen Pyrogallol ähnliche Eigenschaften, es arbeitet jedoch etwas schneller und dürfte in Lösung etwas haltbarer sein.

Dr.-Ing. W. Kleist, München: „Neue schleierverhütende Verbindungen für photographische Entwickler.“

Die Löslichkeit des Acetylsilbers  $\text{Ag}_2\text{C}_2$  <sup>3)</sup> hängt außer von der Konzentration der das Anion bildenden Substanz, des Acetyls, auch von der  $\text{OH}^-$ -Konzentration der Lösung ab. Aus Potentialmessungen der Kette Normal-Kalomel-Elektrode/Acetylsilber-Elektrode, bei der die  $\text{C}_2\text{H}_2$ - und  $\text{OH}^-$ -Konzentration der Lösung geändert wurde, und aus dem Studium der Umsetzung von  $\text{Ag}_2\text{C}_2$  mit  $\text{KBr}$ - bzw.  $\text{KJ}$ -Lösungen, sowie von  $\text{AgBr}$  bzw.  $\text{AgJ}$  mit alkalischen Acetylenlösungen konnte ein Löslichkeitsprodukt für  $\text{Ag}_2\text{C}_2$  berechnet werden.

$$I, Ag_2C_2 \cdot = [Ag^+] [OH'] [C_2H_2] = 0,7 \cdot 10^{-18} (18^0)$$

Beim Studium der photographischen Eigenschaften von Acetylenlösungen wurde später gefunden, daß  $C_2H_2$  in alkalischen photographischen Entwicklern ein ausgezeichnete schleierverhütender Körper ist. Gegenüber den bisher bekannten Verbindungen dieser Art besitzt Acetylen eine neue Eigenschaft: seine schleiervermindernde, entwicklungshemmende Wirkung ist um so höher, je alkalischer der Entwickler ist. Diese überraschende Tatsache wird durch die Form des Löslichkeitsproduktes physikalisch-chemisch erklärbar.

Bei Metol, einem typischen Oberflächenentwickler, ist die Hemmung der Entwicklungsgeschwindigkeit und der Empfindlichkeitsverlust einer Bromsilberplatte gegenüber dem acetylenfreien Entwickler recht gering, bei typischen Tiefenentwicklern, z. B. Glycin, dagegen merklich höher. In einem sauren Eisenoxalatentwickler schleiert Acetylen, bei zunehmender Alkalität des Entwicklers wird der Schleier geringer. Bei einem acetonhaltigen Pyrogallolentwickler lassen sich höhere Acetylenkonzentrationen erzielen, deshalb ist hier die schleierverhütende Wirkung besonders groß. Bei einem stark ätzalkalischen Hydrochinonentwickler, der an  $C_2H_2$  gesättigt ist, ist die Umwandlung des Bromsilbers der photographischen Schicht in  $Ag_2C_2$  so stark und die Löslichkeit, also Entwickelbarkeit von  $Ag_2C_2$  infolge der höheren  $OH^-$ -Konzentration so gering, daß an der Oberfläche der Gelatineschicht fast gar keine Entwicklung stattfindet, sondern nur sehr schwach in der Tiefe unmittelbar über dem Schichtträger. Bei Propargylalkohol und Propiolsäure werden weitere Beispiele für die schleierverhütende Wirkung der Acetylenverbindungen  $R.C \equiv CH$  gezeigt.

Dr. H. Arens, Dessau, und J. Eggert, Leipzig: „Rückgewinnung von Silber aus allen Fixierbädern“ (vorgetragen von H. Arens).

Da infolge Bewirtschaftung einer Reihe von Rohstoffen auch das Silber rationiert wird, ist es dringend erforderlich geworden, der Wiedergewinnung dieses Metalles aus gebrauchten Fixierhädern erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken. Es stehen folgende Methoden zur Verfügung: 1. Die Rückgewinnung mit Hilfe des elektrischen Stromes. 2. Rein chemische Verfahren, und zwar Abscheidung des Silbers a) durch Metalle, b) durch gelöste Stoffe. Als Metalle sind geeignet: Kupfer, Eisen, Zink, Aluminium und Magnesium. Wegen Bewirtschaftung scheiden Kupfer, Zink und Magnesium aus; Eisen und Aluminium besitzen indessen gewisse Nachteile. Unter den gelösten Stoffen bewähren sich Sulfide (z. B. Schwefelleber) und einige Reduktionsmittel, unter denen wir dem Ferrosulfat und gebrauchtem Entwickler den Vorzug geben. Beide Stoffe verwendet man unter Zusatz reichlicher Mengen Ätzkali.

Zum Schluß werden Silberbestimmungsmethoden aufgeführt, unter denen wir die qualitative mit Kupfer und die quantitative mit Zinksulfid besonders empfehlen.

Prof. Dr. G. Scheibe, München: „Über die Veränderlichkeit des Absorptionsspektrums einiger Sensibilisierungsfarbstoffe und deren Ursache“ (unter Mitarbeit von E. Rager).

Die Veränderung des Absorptionsspektrums organischer Chromophore läßt sich a) durch die Wirkung von Substituenten im gleichen Molekül, b) durch die Nähwirkung vom Nachbarmolekül im kondensierten System verstehen. Man kann kontinuierliche Absorptionsspektren, die auf einen Dissoziationsvorgang bei der Lichtabsorption hindeuten, in Gasform feststellen. Solche Spektren zeigen auch in kondensierten Systemen kontinuierliche Absorption. Andere Moleküle, die in Gasform stark ausgeprägte Schwingungsbanden zeigen, können diese je nach ihrer Störbarkeit auch noch in kondensierten Systemen zeigen. Im allgemeinen bleibt die relative Höhe der Schwingungsbanden in Gasform und in verschiedenen Lösungsmitteln weitgehend erhalten; auch kommen in verschiedenen Lösungsmitteln i. allg. die gleichen Elektronensprünge bei der Lichtabsorption zum Zug. In der vorliegenden Arbeit wird nun eine Reihe von Beispielen gefunden, in denen sowohl die relative Höhe der Schwingungsbanden als auch die Übergangswahrscheinlichkeit in verschiedenen Elektronenniveaus außerordentlich stark vom Lösungsmittel abhängig erscheint, z. B.

Bis-[1-äthylchinolin-2]-trimethinecyaninjodid,  
Bis-[1-äthylbenzthiazol-2]-trimethinecyaninjodid,  
Bis-[1-äthylbenzthiazol-2]- $\beta$ -methyl-trimethinecyaninjodid,  
Bis-[1-äthylchinolin-2]-monomethinecyaninjodid.

Bei diesen Farbstoffen nimmt Wasser eine besondere Ausnahme-stellung als Lösungsmittel ein. Während in den alkoholischen Lösungen das langwelligste (1.) Absorptionsband das stärkste ist und das *Beersche* Gesetz gültig ist, wird in den wäßrigen Lösungen das zweite bzw. dritte Absorptionsband nach der kurzwelligen Seite hin das höchste, und das *Beersche* Gesetz ist nicht erfüllt. In Lösungsmittelgemischen Methylalkohol-Wasser zeigt die Kurve der Veränderung des 1. Bandes einen deutlichen Knick; bei etwa 35 Mol.-% Methylalkohol in der wäßrigen Lösung gleicht sich das Spektrum dem in alkoholischer Lösung an. Die gleiche Wirkung hat Temperaturerhöhung der wäßrigen Lösung. Bei Zusatz von Salzen tritt beim 1. Farbstoff nur eine Bande bei 4900 Å auf. Alle diese Änderungen sind reversibel und können nicht durch Zersetzungen bedingt sein. Zur Erklärung wird das *Franc-Condon-Prinzip* herangezogen, das durch die Annahme der gegenseitigen Verschiebung der Potentialkurven im Grundzustand und im angeregten Zustand eine Erklärung für die Veränderung der Bandenhöhe ermöglicht. Die Wirkung der Lösungsmittel ist indirekt. Sie verändert den Polymerisationsgrad der gelösten Farbstoffe. Das wird mittels des Verteilungskoeffizienten zwischen zwei Lösungsmitteln nachgewiesen. Auf die Form der Absorptionskurven in Gelatinelösungen und ihre Verwertung zur Untersuchung der Konstitution solcher Lösungen wird hingewiesen.

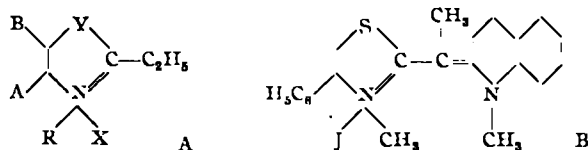
*Aussprache:*

Kohler, Obermensing. - Götze, Großhesselohe. - Riester,  
Dessau. - Vortr.

Dr.-Ing. Johannes Götze, Großhesselohe b. München:  
„Über eigenartige, an Stelle von Pseudocyaninen erhaltene Farbstoffe.“

Bei Untersuchungen an 2-Äthylsubstituierten Cyclaminiumsalzen (A) wurde beobachtet, daß diese sich bei der Reaktion mit 2-Jod-chinolin-jodmethylat (I) anders verhalten als die 2-Methylderivate, welche immer nur Pseudocyanine liefern. Die ersten Beobachtungen hierüber wurden von uns am 2-Äthyl-5-phenyl-thiazol-jodmethylat gemacht. Wir wandten drei bekannte Pseudocyaninsynthesen auf diesen Körper an: 1. Reaktion mit (I) in Natriumäthylat, 2. Reaktion mit (I) in Alkohol und Triäthylamin (Kodak), 3. Reaktion mit N-Methyl-2-thio-chinolon-jodmethylat in Pyridin (I.-G.). Bei allen drei Reaktionen konnte die Bildung des erwarteten Pseudocyanins B nicht beobachtet werden, dagegen entstand ein tieferfarbiger Körper in guter Ausbeute.

<sup>3)</sup> *W. Kleist*, Dissertation, Dresden 1933.



Die Versuche wurden dann auf das 2-Äthyl-benz-thiazol-jodäthylat ausgedehnt. Hier entstanden mit (I) zwei Farbstoffe, nämlich das zu erwartende, schwerlösliche gelbe Pseudocyanin (II) und reichlicher der leichtlösliche, unbekannte violette Farbstoff (III). Beim Studium der Literatur zeigte es sich, daß dieser Effekt schon einmal beobachtet, aber anscheinend nicht weiter untersucht wurde. Im Franz. Pat. 769754 (Kodak) wird beschrieben, daß aus dem rohen normalen Pseudocyanin (II) Unreinigkeiten von purpurroter Farbe ausgewaschen wurden. Um zu prüfen, ob dieses abnorme Verhalten der 2-Äthyl-cyclammoniumsalze auf diese allein beschränkt ist, wurde 2-Benzyl-benzthiazol-jodäthylat mit (I) zur Reaktion gebracht und gefunden, daß hier ganz besonders leicht der violette Farbstoff entsteht. Ein Pseudocyanin wurde nicht beobachtet. Daß es sich bei den neuen Farbstoffen nicht etwa um Isocyanine (IV) handelt, zeigt die Bestimmung der Absorptionsmaxima, sowie die Prüfung auf sensibilisierende Wirkung. Auch das Verhalten gegen verdünnte Lauge ist anders als bei Iso- und Pseudocyaninen. Vgl. folgende Tabelle:

Formel	Absorptionsmaxima $m\mu$	Sensibilisierungsbereich	Verhalten gegen verdünnte HCl	Verhalten gegen verdünnte NaOH
 (II) $C_2H_5$	482	bis 550 $m\mu$	langsame Entfärbung	Entfärbung
 (IV) $C_2H_5$	505	bis 600 $m\mu$	Entfärbung	Entfärbung
(III) Unbekannter Farbstoff	530	keine Sensibilisierung	Rasche Entfärbung, mit NaOH wieder violett	keine Entfärbung

Die analytische Untersuchung des Farbstoffes (III) (ausgeführt von meinem Mitarbeiter Dr. W. Günther, Privatdozent Dr. M. Boetius, Dresden, und Dr. Schoeller, Berlin) ergab, daß ihm die gleiche Bruttoformel wie dem Pseudocyanin (II) und dem Isocyanin (IV), nämlich  $C_{21}H_{21}N_2JS$  zukommt. Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

Dr. phil. H. Holch, Solln vor München: „Kornverteilungskurven.“

Statistische Angaben über den Anteil der verschiedenen Korngrößen am Aufbau einer photographischen Emulsion sind bisher fast ausschließlich durch Auszählen einer großen Anzahl von Körnern gewonnen worden, nachdem man diese vorher in verschiedene Größenklassen unterteilt hatte. So erhaltene Angaben eignen sich gut, um den Zusammenhang zwischen den photographischen Eigenschaften einer Emulsion und ihrer Kornverteilung zu untersuchen. Will man jedoch die Eigenschaften der einzelnen Größenklassen z. B. von der chemischen Seite kennenlernen, so ist eine Fraktionierung mit Hilfe der Sedimentation im Erd- oder Zentrifugalfeld der einfachste Weg, besonders seit *Schlesinger* gezeigt hat, daß Korngrößenbestimmungen auch mit nicht erschütterungsfrei laufenden gewöhnlichen Laboratoriumszentrifugen möglich sind. Voraussetzung ist, daß die Körner dem *Stokes'schen* Gesetz gehorchen. Deshalb wurden nur solche Halogensilbersuspensionen untersucht, deren Körner räumlich möglichst gleichmäßig ausgebildet waren. Folgende Arbeitsweise hat sich bewährt: Die weitgehend elektrolytfrei gewaschene photographische Emulsion wird in geeigneter Verdünnung eine bestimmte Zeit zentrifugiert, die überstehende Suspension vom Bodenkörper abgegossen und erneut zentrifugiert. Das wird wiederholt, solange noch Halogensilber in der Lösung vorhanden ist. Die Analyse der Bodenkörper gibt die Menge des jeweils ausgefallenen Anteils und mit den Zentrifugierzeiten zusammen die Sedimentierkurve. Wertet man diese nach den Gedankengängen *Odén's* aus, so erhält man rechnerisch oder graphisch die sogenannten Summen- und Kornverteilungskurven. Beiden gemeinsam sind als Abszissen die Radien, die aus den Zentrifugierdaten erhalten werden. Die Summenfunktion bringt nun den Anteil einer Größenklasse ( $r_1$  bis  $r_2$ ) am Gesamtgewicht als Differenz der Ordinaten zu  $r_1$  und  $r_2$  zur Darstellung. In der Verteilungsfunktion erscheint dieser Anteil als Fläche, die von den beiden Ordinaten zu  $r_1$  und  $r_2$ , der x-Achse und der Kurve begrenzt wird. Auf diese Weise wurde eine große Anzahl photographischer Emulsionen untersucht, um den Einfluß von Änderungen der Herstellungsbedingungen auf die Kornverteilung kennenzulernen. Als Beispiele seien angeführt: Änderung der Gelatine- und Halogenidkonzentration, des Halogenüberschusses, des Jodgehaltes, der Gelatineart usw. Sehr einfach gestalten sich auch Bestimmungen wie die des Jod- oder Farbstoffgehaltes der verschiedenen großen Halogensilberkörner.

## VIII. Fachgebiet Brennstoff- und Mineralölchemie.

(Fachgruppe des V. D. Ch.)

Vorsitzender: Direktor Dr. Bube, Halle.

Sitzung am 9. Juli 1936.

Geschäftliche Sitzung:

Jahresbericht, Kassenbericht, Entlastung des Kassenverwalters.

Wissenschaftliche Sitzung:

Prof. Dr. K. Neumann, Hannover: „Die Verbrennung in der Dieselmachine.“

Bei der motorischen Verbrennung spielt im Gegensatz zur Verbrennung in Feuerungen die Zeit eine fundamentale Rolle. Da die Drehzahl bei neuzeitlichen Motoren hoch liegt, so ist die Zeit eines Arbeitsspiels klein und beträgt nur wenige hundertstel Sekunden. Es sind deshalb nur hohe Verbrennungsgeschwindigkeiten und kleine Verbrennungsräume brauchbar. Da bei der Dieselmachine flüssiger Brennstoff eingespritzt und mit hochverdichteter heißer Luft verbrannt wird, so hängt die erreichbare Maschinenleistung von den Zustandsänderungen ab, die der Brennstoff bei seinem chemisch-physikalischen Umsatz in die Verbrennungserzeugnisse  $H_2O$  und

$CO_2$  durchläuft. Der Einspritz- und Verbrennungsvorgang wird in seiner zeitlichen Folge untersucht: Hierbei ergibt sich der Einfluß der Zerstäubung, der Durchschlagkraft der Brennstoffstrahlen, der Luftwirbelung auf die zeitliche und räumliche Gemischbildung. Einblicke in den zeitlichen Verbrennungsverlauf erhält man durch Druck- und Temperaturindizien. Durch Analyse des bei der Verbrennung ausgesandten und spektral zerlegten Lichtes wird der Reaktionsweg festgelegt, den der chemische Umsatz einschlägt.

Es zeigt sich, daß dieser Umsatz wie bei offenen Flammen über Radikalbildung erfolgt, daß schon vor Einsatz der eigentlichen Verbrennung Verdampfung in erheblichem Maße eintritt und daß die Verbrennungsgeschwindigkeit von einzelnen besonderen Umständen abhängt, die von Einfluß auf Leistung und Betriebseigenschaften der Maschine sind.

Die Umwandlung der flüssigen Phase in die gasförmige Phase ist von Reaktionshemmungen begleitet, die den zeitlichen Verbrennungsverlauf verschleppen. Zum Teil werden sie durch katalytische Einflüsse aufgehoben. Eine kinetische Untersuchung gibt Einblick in die Geschwindigkeitsverhältnisse bei der Verbrennung. Sie zeigt, daß besonders bei Mo-