

## Von den chemischen Simultansystemen.

Erwiderung an E. Abel.

Von

A. Skrabal, w. M. d. Österr. Akad. d. Wiss., Graz<sup>1</sup>.

(Eingelangt am 11. Mai 1951. Vorgelegt in der Sitzung am 7. Juni 1951.)

1. In seinen Ausführungen zu meiner letzten Arbeit<sup>2</sup> wendet sich Kollege *Abel*<sup>3</sup> vornehmlich gegen „*meine Simultankinetik*“. Sie ist nicht von heute auf morgen entstanden, sondern die Frucht einer langjährigen, experimentellen und theoretischen Befassung mit den Problemen der chemischen Kinetik. Ich darf sie mit allem Recht als „*mein*“ Werk bezeichnen, obwohl sich dieses auf den gesicherten Ergebnissen meiner Vorgänger und Vorläufer aufbaut. Den Ausgangspunkt meiner Überlegungen bildet der grundlegende Begriff der „*unabhängigen Reaktionen*“<sup>4</sup>, der von *R. Wegscheider* und von *A. Rakowski* geschaffen wurde und notwendig zur Ein- und Mehrakttheorie der Simultankinetik führt.

Meine Simultankinetik ist zweifellos *neu*, und alles Neue erfordert Zeit, um sich durchzusetzen. Diese Neuheit und nicht — wie *Abel* meint — die Terminologie ist der *wahre* Grund, warum meine Simultankinetik bisher noch nicht die gehörige Beachtung gefunden hat.

2. *E. Abel* beanstandet die vielen Termini, weil er nicht wahrhaben will, daß hinter den Worten Begriffe stehen. Einzelne dieser Begriffe sind sehr alt. So geht die Zerlegung der Zeitgesetze der chemischen Kinetik in einen thermodynamischen und einen kinetischen Anteil auf *J. H. van 't Hoff* zurück<sup>5</sup>. Ersteren habe ich als „*Richtungsdifferenz*“, letzteren als „*Geschwindigkeitsfaktor*“ bezeichnet. Diese Zerlegung läßt sich sowohl bei den nicht weiter teilbaren Urreaktionen als auch bei den aus letzteren aufgebauten Bruttovorgängen durchführen. Das muß so sein, denn mit den Teilreaktionen sind notwendig auch die betreffenden

<sup>1</sup> Anschrift: Graz, Humboldtstraße 29.

<sup>2</sup> *A. Skrabal*, Mh. Chem. **82**, 210 (1951).

<sup>3</sup> *E. Abel*, Mh. Chem. **82**, 377 (1951).

<sup>4</sup> Siehe namentlich *A. Skrabal*, Österr. Chemiker-Ztg. **50**, 219 (1949).

Bruttoreaktionen ins Gleichgewicht gelangt. An den schönen Untersuchungen von *E. Abel* und *Hermann Schmid*<sup>6</sup> über die Kinetik der Salpetrigsäure habe ich vor kurzem die Bedeutung der beiden Begriffe dargetan<sup>5</sup>.

3. Ganz besonders scharf wendet sich *Abel* gegen die *Mehrakttheorie*, die er als „Zerstückelung“ des Reaktionsablaufes von Simultansystemen bezeichnet, und gegen die von mir immer wieder geltend gemachte, zwischen zwei Reaktionsakte fallende „reaktions- oder umsatzlose Pause“.

Beide folgen aus den simultanen Differentialgleichungen, die bei *monomolekularen* Systemen leicht zu integrieren sind. Bei *zwei* unabhängigen Reaktionen resultiert die quadratische Gleichung<sup>7</sup>

$$\left. \begin{aligned} \varrho^2 - \alpha \varrho + \beta &= 0 \\ \alpha &= k_1 + k_2 + k_3 + k_4 \\ \beta &= k_1 k_3 + k_1 k_4 + k_2 k_4 \end{aligned} \right\}$$

mit den Wurzeln  $\varrho_1$  und  $\varrho_2$ .

Wenn  $\varrho_1$  und  $\varrho_2$  von ähnlicher Größenordnung sind ( $\varrho_1 \sim \varrho_2$ ), so verläuft der Vorgang als Einakter. Ist jedoch  $\varrho_1 \gg \varrho_2$ , so entartet die quadratische Gleichung zu den beiden linearen:

$$\varrho - \alpha = 0, \quad \alpha \varrho - \beta = 0.$$

Erstere liefert die große Wurzel  $\varrho_1 = \alpha$ , letztere die kleine  $\varrho_2 = \beta/\alpha$ , und der Vorgang verläuft als Zweiakter.

Sind im System drei unabhängige Reaktionen vorgelegen, so resultiert die kubische Gleichung

$$\varrho^3 - \alpha \varrho^2 + \beta \varrho - \gamma = 0,$$

wo  $\alpha, \beta, \gamma$  wieder die Geschwindigkeitskoeffizienten enthalten. Sind alle drei Wurzeln von ähnlicher Größe, so liegt der Einakter vor. Sind es zwei, so entartet die kubische Gleichung zu einer quadratischen und einer linearen, und es resultiert der Zweiakter. Sind schließlich alle drei Wurzeln untereinander sehr verschieden, so degeneriert die kubische Gleichung zu drei linearen und der Vorgang ist ein Dreiakter.

Bei *n* unabhängigen Reaktionen kann also der Ablauf des Systems als Einakter bis *n*-Akte erfolgen<sup>8</sup>.

<sup>5</sup> Literatur in *A. Skrabal*, Mh. Chem. **82**, 107 (1951).

<sup>6</sup> *E. Abel* und *Hermann Schmid*, Z. physik. Chem. **132**, 55 (1928); **134**, 279 (1928); **136**, 135, 419, 430 (1928); **148**, 337 (1930); Z. Elektrochem. **35**, 712 (1929); **36**, 692 (1930); **37**, 626 (1931); **43**, 337 (1937).

<sup>7</sup> *A. Skrabal*, Homogenkinetik, S. 190ff. Dresden und Leipzig. 1941.

<sup>8</sup> Eine eingehende Lösung und Diskussion des Problems habe ich in einer Arbeit durchgeführt und das Manuskript einer führenden Zeitschrift vorgelegt; es wurde jedoch durch Bombeneinwirkung vernichtet. Seither

Analog verhalten sich die Systeme polymolekularer Reaktionen, nur sind die Differentialgleichungen derartiger Systeme im allgemeinen nicht integrierbar.

4. Vollständig ablehnend verhält sich *Abel* gegenüber der zwischen zwei Reaktionsakten liegenden „reaktions- oder umsatzlosen Pause“, von der er behauptet, daß es eine solche „selbstverständlich nicht gibt“. Überzeugender und eindringlicher als Worte vermögen Zahlenbeispiele zu wirken. Ich wähle einen sehr drastischen Fall, den ich vor Jahren ausgerechnet habe<sup>9</sup>. Es handelt sich um ein System, das ein monomolekulares Pendant zu dem System der Jod-Jodion-Katalyse ist. Im ersten Akte des Zweiakters verläuft  $A \rightarrow B$  allein im merklichen Ausmaße. Diese Reaktion ist zur Zeit  $10^5$  so gut wie abgelaufen. Die Reaktion  $B \rightarrow C$  des zweiten Aktes setzt erst zur Zeit  $10^{43}$  merklich ein. In den ungeheueren Zeitabschnitt von  $10^5$  bis  $10^{43}$  fällt die reaktionslose Pause. Während derselben herrscht Reaktionsstillstand, alle Konzentrationen sind *konstant* und kein meßbarer Umsatz hat statt. Die konstanten Konzentrationen der reaktionslosen Pause sind  $A = 10^{-38}$ ,  $B = 1$  und  $C = 10^{-6}$ . Erst im Zeitpunkt  $10^{47}$  hat auch die Reaktion des zweiten Aktes ihren Abschluß gefunden.

Die chemische Reaktion ist ein „Ereignis“, das erst dann einsetzt, wenn seine Zeit gekommen ist, und abschließt, wenn diese verstrichen ist. Das gilt sowohl für einfache, als auch für Bruttoreaktionen. Die Reaktion  $A \rightarrow B$ , die denkbar einfachste, habe den Koeffizienten  $k = 1$  von der Dimension Minute<sup>-1</sup> und soll von  $A = 1$  ausgehen. Obwohl ihre Geschwindigkeit zu Anfang ( $t = 0$ ) am größten ist, ist ihr Umsatz erst nach  $10^{-3}$  Minuten merklich, und nach 10 Minuten ist die Reaktion abgelaufen<sup>10</sup>. Jede Reaktion hat also *ihre Zeit* und *ihren eigenen Zeitmaßstab*. Bei den Reaktionen eines Mehrakters sind diese sehr verschieden und daher die reaktions- oder umsatzlose Pause zwischen den aufeinanderfolgenden Akten.

Ich wäre Herrn Kollegen *Abel* sehr dankbar, wenn er meine Überlegungen und Rechnungen überprüfen und mich auf etwaige Fehler aufmerksam machen würde.

Von der reaktionslosen Pause macht man in der chemischen Praxis weitgehend Gebrauch. Soll nach einem Simultansystem ein *bestimmter Stoff* in *bester Ausbeute* gewonnen werden, so wird man ihn nach seiner Bildung im betreffenden Reaktionsakte während der diesem Akte folgenden Pause aus dem System herausnehmen und ihn derart vor seiner Abreaktion bewahren.

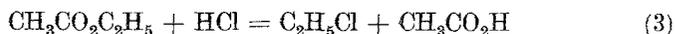
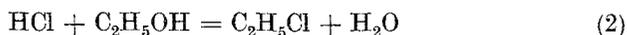
---

habe ich weder Zeit noch Lust gehabt, die Rechenarbeit neuerlich in Angriff zu nehmen (A. S.).

<sup>9</sup> A. Skrabal, Mh. Chem. **66**, 129 (1935).

<sup>10</sup> A. Skrabal, Homogenkinetik, S. 20.

So haben in dem aus Essigsäure, Alkohol und Chlorwasserstoff hergestellten System folgende drei Reaktionen



statt, von welchen jedoch wegen der Beziehung  $(1) + (3) = (2)$  nur zwei unabhängig sind. Das System kann daher entweder als Einakter oder als Zweiaakter abreagieren.

Im üblichen Experimente liegt ein Zweiaakter vor. Im ersten Akt verläuft die durch HCl katalysierte Reaktion (1) am raschesten, erst im zweiten, viel langsameren Akte bildet sich Äthylchlorid in erheblichem Ausmaße. Nimmt man daher mit Ende des ersten Aktes das gebildete Äthylacetat durch Destillation bei tiefer Temperatur aus dem System heraus, so kann man den Essigester in *besserer* Ausbeute erhalten, als dies nach der Lage des totalen Gleichgewichtes möglich wäre<sup>11</sup>. Die reaktionslose Pause, die es — nach *Abel* — „selbstverständlich nicht gibt“, ist also von eminenter praktischer Bedeutung.

5. Der *Abel* vorschwebende „unzerstückelte Reaktionsverlauf“ entspricht dem *Einakter*. Er hat statt, sowie die Geschwindigkeiten einer „erlaubten Gruppe“ von unabhängigen Reaktionen des Systems von ähnlicher Größe sind, und sein Ergebnis ist das totale Gleichgewicht<sup>4</sup>. Gäbe es nur Einakter, so wäre dies der Fatalismus in der Chemie. Aus einer tausendfältigen Erfahrung weiß man aber, daß das chemische Geschehen *lenkbar* ist, und die Lenkung eines vorgegebenen Systems kann nur in der Weise vorgenommen werden, daß man die relativen Geschwindigkeiten der einzelnen unabhängigen Reaktionen derart ändert, daß das Geschehen in die *gewünschte* Reaktionsbahn *geleitet* wird. Als dann resultieren aber *Mehrakter*. Alle Momente, die die Geschwindigkeiten der unabhängigen Reaktionen verschiedentlich oder selektiv beeinflussen (Katalyse, Konzentration, Temperatur, Medium, ja sogar der Mischungsvorgang<sup>12</sup>), haben auch lenkende Wirkung.

6. Auch die „Fließgleichgewichte“, die — nach *Abel* — „mit mir ihr arges Spiel treiben“, gehen immer nur aus *Mehraktern* hervor. Sie sind nicht im vorhinein gegeben, sondern müssen sich in einem Reaktionsakte erst ausbilden, worauf sie in den folgenden Akten Fließgleichgewichte sind. Lange Zeit war die Benennung „laufendes Gleichgewicht“ üblich. Der Zoologe *L. von Bertalanffy*<sup>13</sup> — und nicht ich — hat für letzteres

<sup>11</sup> *R. Wegscheider* und *W. von Amann*, Mh. Chem. **36**, 633 (1915). — *A. Skrabal*, Z. Elektrochem. **43**, 309 (1937).

<sup>12</sup> *A. Skrabal*, Österr. Chemiker-Ztg. **48**, 77 (1947).

<sup>13</sup> *L. von Bertalanffy*, Biologie und Medizin, S. 11. Wien. 1946.

das Wort „Fließgleichgewicht“ geprägt. Als Chemiker verstehe ich unter letzterem ein „*chemisches Gleichgewicht*“, der Biologe von Bertalanffy faßt den Begriff weiter, indem er *auch stationäre Zustände* miteinbezieht. Es kommt nicht auf das Wort an, sondern auf das, was darunter gemeint ist. Welche verschiedenen Begriffe stehen nicht alle hinter den Worten „System“, „Körper“ und „Phase“! In der Folge habe ich dem einfachen Worte „Fließgleichgewicht“ gegenüber dem Doppelworte „laufendes Gleichgewicht“ den Vorzug gegeben.

In einem Gefäß, dessen Inhalt durch seine Wände vor der Aufnahme von Wärme aus der Umgebung durch Leitung und Strahlung geschützt ist (Thermosflasche), befinde sich bei gegebenem Druck Eis und Wasser von der betreffenden Schmelztemperatur. Es liegt ein *stehendes* Gleichgewicht vor, die absoluten und relativen Mengen von Eis und Wasser ändern sich *nicht*. Eine derartige Thermosflasche ist eine ideale Vorrichtung. In der Wirklichkeit gibt es keine solche, die reale Vorrichtung und ihr Inhalt werden aus der wärmeren Umgebung *langsam* Wärme erhalten. Wir haben dann Eis und Wasser im *Fließgleichgewicht*. Die aufgenommene Wärme wird dazu verwendet, um Eis von Schmelztemperatur in Wasser von Schmelztemperatur zu verwandeln. Das Schmelzwasser wird sich auf Kosten des Schmelzeises vermehren. Die Geschwindigkeit des Schmelzprozesses wird aber nicht von letzterem selbst, sondern von der Geschwindigkeit der *Wärmeaufnahme* abhängen.

Genau so liegen die Dinge bei einem *chemischen Fließgleichgewicht* in der homogenen Mischphase. Die Geschwindigkeit einer im *Gleichgewicht* verlaufenden Reaktion ist *nicht* von der der Gleichgewichtsreaktion selbst, sondern von der Geschwindigkeit jener Vorgänge abhängig, die das Gleichgewicht zu stören suchen. Eine im Gleichgewicht verlaufende Reaktion *treibt nicht*, sondern *wird getrieben*. Die Geschwindigkeitskoeffizienten der *treibenden* Reaktionen allein gehen in die Rechnung ein, die der getriebenen nur in Form ihres Quotienten, also als *Gleichgewichtskonstante*.

7. In der Bezeichnungsweise meiner Arbeit<sup>2</sup> (S. 213) besteht zwischen den Geschwindigkeiten dreier Reaktionen die Beziehung:

$$x_1' = x_2' + x_3',$$

wo  $x_2'$  die Geschwindigkeit der inversen Jodhydrolyse ist. Ist  $x_2'$  gegenüber  $x_3'$  verschwindend klein, so wird hieraus  $x_1' = x_3'$  und es resultiert das Zeitgesetz der Jodionkatalyse von G. Bredig. Auf der anderen Seite kann aber die Geschwindigkeit der inversen Jodhydrolyse:

$$x_2' = x_2 \text{ HB } x - \lambda_2 A$$

relativ *derart groß* sein, daß die Jodhydrolyse zu einem *Fließgleichgewicht* wird. Alsdann kann man die beiden Terme in dem Ausdruck für  $x_2'$

einander gleichsetzen und derart für das Instabile  $x = \lambda_2 A / \kappa_2$  HB gewinnen. Der Wert von  $x_2'$  ist aber *nicht* Null, sondern eine *kleine* Differenz. Ihr Wert berechnet sich nach  $x_2' = x_1' - x_3'$  aus den Geschwindigkeiten der beiden *treibenden* Reaktionen.

Von zwei amerikanischen Milliardären soll der eine ein Kapital von  $A = 10^9 + 10^3$ , der andere „*nur*“ ein solches von  $B = 10^9$  Dollar haben. Man darf dann sagen, daß beide Milliardäre *gleich reich* sind, und in guter Näherung  $A = B$  setzen. Man darf aber ja nicht  $A - B = 0$  annehmen, sondern es ist  $A - B = 10^3$ , und 1000 Dollar sind ein ganz schönes Geld, mit dem man etwas anfangen kann. Sowohl  $\kappa_2$  HB  $x - \lambda_2 A$  im Fließgleichgewichte, als auch das  $A - B$  der beiden Milliardäre sind kleine Differenzen. Sie heißen auch *schädliche* Differenzen, weil bei ihrem Aufscheinen in der Rechnung *Vorsicht* geboten ist<sup>14</sup>.

Meine Berechnung von  $x_2'$  gilt stets und unabhängig davon, ob das Instabile HXO Sammel- oder Verzweigungsstelle ist. *E. Abel* rechnet anders. Indem er „Gleichgewicht meint, wenn er von Gleichgewicht spricht“, setzt er auch im Fließgleichgewichte  $x_2' = 0$ . Ein  $x_2' = 0$  kann aber mit einem *endlichen*  $x_3'$  *nicht* in einem *endlichen* Verhältnis stehen. Daher gelangt *Abel* in ein Dilemma, wenn HXO Verzweigungsstelle ist. Einen Ausweg aus der Klemme suchend, kommt er zur Behauptung, daß die Halogenhydrolyse *nicht* im Gleichgewichte sein kann, wenn HXO Verzweigungsstelle ist.

*Theoretisch* ist *jede* Reaktion erst nach unendlicher Zeit im Gleichgewichte, im *Experimente* ist das Gleichgewicht *erzielt*, wenn die beiden Terme einer reversiblen Reaktion einander gleichgesetzt werden können. Das gilt sowohl für das stehende wie für das laufende Gleichgewicht<sup>15</sup>.

Nach diesen Darlegungen treiben also die Fließgleichgewichte nicht mit mir, sondern mit *Abel* „ein gar arges Spiel“.

8. An der Erforschung des Reaktionsspiels zwischen Wasserstoff-superoxyd, Halogen und Halogenion haben nicht nur *Abel* und seine Mitarbeiter, sondern auch eine *amerikanische* Schule (*W. C. Bray*, *H. A. Liebhafsky*, *R. S. Livingston* u. a.) wesentlichen Anteil. Die Meinungen über dieses System gehen in diesen beiden Schulen weit auseinander und eine Einigung ist bisher *nicht* erfolgt. Das Reaktionsspiel ist also tatsächlich ein *strittiges* Problem. Strittig ist die Frage, ob die Halogenhydrolyse ein Fließgleichgewicht sein kann. Die Amerikaner nehmen ein solches an, *Abel* nicht oder nur fallweise. Eine weitere Frage betrifft die Bruttoreaktionen: Halogenbildung, Halogenverbrauch oder Halogenidbildung und Katalyse des  $H_2O_2$ -Zerfalles. In dieser Sache konnten sich *E. Abel* und *H. A. Liebhafsky* *nicht* einigen, das zwischen den beiden

<sup>14</sup> *A. Skrabal*, Homogenkinetik, S. VI des Vorwortes.

<sup>15</sup> *A. Skrabal*, Ber. dtsh. chem. Ges. 77 (A), 1 (1944).

Streitern ausgetragene Duell währte durch Jahre (1928 bis 1935), der Kampf verlief aber unentschieden und die Gegner schieden unversöhnt.

Es läßt sich nun zeigen, daß sich ein aus  $m$  Reaktionen bestehendes System häufig auf eine *geringere* Zahl von  $n$  *unabhängigen Reaktionen* zurückführen läßt. Auf die Frage: wie groß ist die *Zahl* der unabhängigen Reaktionen? gibt es immer eine *eindeutige* Antwort. Dagegen ergibt die andere Frage: *welche* der Reaktionen kann man als die unabhängigen hinstellen? *mehrere*, zuweilen sogar *sehr viele Lösungen*<sup>4</sup>. In unserem Falle der *drei* Bruttoreaktionen lautet die Antwort auf die erste Frage:  $n = 2$ , die auf die zweite Frage: *beliebige zwei* der drei Bruttoreaktionen. Die zweite Frage hat also *drei Lösungen*.

9. Diese *drei Lösungen* folgen auf der Basis der chemischen *Stöchiometrie* und werden vom „reinen *Mathematiker*“ als gleichberechtigt hingestellt werden können. Der *Experimentator* und „*Rechner*“ wird aber unter den drei möglichen Lösungen eine geeignete *Auswahl* treffen und *jene* Reaktionen wählen, die unter den gegebenen Verhältnissen auch für sich allein, also „*isoliert*“ beobachtet werden können. Stets gilt das für die *reine Katalyse*, in welcher das Reaktionsspiel immer endet. Als *zweite* Reaktion wird er jene wählen, deren Umsatzvariable einen *positiven* Wert hat. Das ist entweder der *Halogenverbrauch*, wenn sich das Halogenid im Zuge des Geschehens vermehrt, oder die *Halogenbildung*, wenn sich Halogen vermehrt und Halogenid vermindert. Indem er diese Wahl trifft, vermeidet er bei der Berechnung der *Reaktanten* die schädlichen Differenzen. In meiner Arbeit<sup>9</sup> aus dem Jahre 1935 habe ich dies dargetan und die Bruttoreaktionen in ihrer Abhängigkeit von den Versuchsbedingungen *und* der Zeit in einem *Schema* übersichtlich dargestellt.

10. Ungefähr gleichzeitig, aber etwas später haben sich *E. Abel* und *L. Blumenkranz*<sup>16</sup> mit demselben Thema befaßt. In ihren Ausführungen sagen sie: „Von Jodentwicklung zu Jodverbrauch geht das Reaktionsspiel stetig über unter Passierung reiner  $H_2O_2$ -Katalyse, des einzigen Punktes, wo selbst in der Tat Jod im (thermodynamischen) Hydrolysegleichgewicht steht.“ Aus dieser Schriftstelle läßt sich auf die Meinung der Verfasser schließen, wonach im *zeitlichen Zuge* des Reaktionsspieles die reine Katalyse *passiert* werden könne. In seiner letzten Arbeit weist nun *Abel*<sup>3</sup> darauf hin, daß sich diese Passierung auf die stetige Variierung der *Versuchsbedingungen* bezieht.

*E. Mach*<sup>17</sup> sagt: „Nicht das, was der feine Naturbeobachter oder Menschenkenner an halbbewußten Konjekturen in seinem Inneren birgt, sondern nur was er klar genug besitzt, um es *mitteilen* zu können, gehört der Wissenschaft an.“

<sup>16</sup> *E. Abel* und *L. Blumenkranz*, Mh. Chem. **66**, 188 (1935).

<sup>17</sup> *E. Mach*, Populärwissenschaftliche Vorlesungen, 4. Aufl., S. 59. Leipzig. 1910.

Diese Klarheit vermissen ich in dem oben zitierten Passus von *E. Abel* und *L. Blumenkranz*<sup>18</sup>. Dagegen sind *meine* Ausführungen<sup>9</sup> über die Bruttoreaktionen in ihrer Abhängigkeit von den Versuchsbedingungen und in ihrer zeitlichen Folge, namentlich in der schematischen Darstellung, ebenso klar und übersichtlich, wie unmißverständlich.

11. *E. Abel* nimmt Anstoß an den vielen Termini meiner Simultankinetik. Als Gegner der Akttheorie sind dies natürlich alle Termini, die mit der Silbe *Akt* enden. Von den anderen beanstandet er auch die „*Astrukturellen*“. Die chemischen Reaktionen verlaufen sehr häufig nicht direkt, sondern über instabile Zwischenformen. Von letzteren hat *R. Wegscheider*<sup>19</sup> vor einem halben Jahrhundert gesagt: „Isolierbar oder in Lösung nachweisbar scheinen Zwischenformen nur zu sein, wenn sie bestimmten Konstitutions- oder Konfigurationsformeln entsprechen.“ Damit ist gesagt, daß es auch andere Zwischenformen gibt, die dieser Bedingung *nicht* genügen, und die man daher als „*Astrukturelle*“ bezeichnen kann. Unter diesem Namen kann *alle* die Gebilde subsumieren, die, je nach den Vorstellungen, die man sich von ihrer Natur gemacht hat, die verschiedensten Namen erhalten haben, wie: Vorstufen, unfertige Molekeln, angeregte Molekeln, energiereiche Molekeln, Vorstoffe, Fahrzustände, Übergangszustände, Intermediärzustände, Reaktionsknäuel, Stoßkomplexe, kritische Komplexe. Ohne diese „*Astrukturellen*“ findet man in der chemischen Kinetik *nicht* sein Auslangen<sup>20</sup>.

Meine Simultankinetik ist ein *neues Wissensgebiet*<sup>21</sup> und hat daher ein Anrecht auf eine *eigene Terminologie*. Das gilt für alle *neuen* Gebiete des Wissens und Könnens. Die Sprache des „alten Seebären“ ist eine andere als die der „Landratte“. Der *Segler* hat für die Einrichtungen seines Fahrzeuges und für seine Manöver eigene Namen geschaffen, die dem Nichtsegler fremd sind. Und wenn letzterer in seiner Laiensprache von den Dingen des Seglers spricht, so wird sich dieser des Schmunzelns nicht enthalten können.

<sup>18</sup> Vgl. auch *E. Abel*, Z. physik. Chem. **136**, 161 (1928).

<sup>19</sup> *R. Wegscheider*, Mh. Chem. **21**, 361 (1900); Z. physik. Chem. **34**, 290 (1900).

<sup>20</sup> Vgl. u. a. *A. Skrabal*, Angew. Chem. **54**, 343 (1941).

<sup>21</sup> *A. Skrabal*, Österr. Chemiker-Ztg. **48**, 163 (1947); **50**, 226 (1949).