Par. segregata in der Romintener Heide. In Wellenstein, Die Nonne in Ostpreußen. Monogr. angew. Entomol. **15**, 319—358 [1942]. — [3] Ders., Die Lebensweise der Raupenfliege *Par. segregata* in der Romintener Heide im Hinblick auf eine biol. Bekämpfung der Nonne. Ebenda **15**, 359—388 [1942].

[4] H. Prell, Die Lebensweise der Raupenfliegen. Z. angew. Entomol. **1**, 172—195 [1914]. — [5] Ders., Zur Biologie der Tachine *Par. segregata* u. *Panz. rudis*. Z. angew. Entomol. **2**, 57—148 [1915]. — [6] Ders., Zur Biologie der Nonnentachine. Vereinsz. Forst-, Jagd-, Naturkde. **1916/17**, 168—178.

BERICHTE

Genabhängigkeit biochemischer Reaktionen bei *Neurospora*

Nach Arbeiten von G. W. Beadle, E. L. Tatum, N. H. Horowitz und Mitarbeitern

Vor dem ersten Weltkrieg begannen die Arbeiten der Morgan-Schule an *Drosophila*, die in besonderem Maße die Vereinigung von Genetik und Zytologie ermöglichten, die schon Boveri eingeleitet hatte. Entsprechendes gilt für die im letzten Krieg durchgeführten Untersuchungen von Beadle, Tatum, Horowitz und Mitarbb. an *Neurospora* (Übersichten[1—6]) in bezug auf die Verknüpfung von Genetik und Biochemie, die bereits durch die Arbeiten von Kuhn und Moewus an *Chlamydomonas*, und von Kühn, Butenandt, Becker sowie Beadle und Ephrussi an Insekten (*Drosophila* und *Ephestia*) angebahnt war. Da diese Arbeiten in Deutschland immer noch kaum zugänglich sind, soll im folgenden über sie berichtet werden, soweit sie uns selbst erreichbar waren.

Wie bei den Arbeiten an *Drosophila* war die überlegte Wahl eines geeigneten Untersuchungsobjektes für den Erfolg entscheidend. Der zu den Ascomyceten gehörige rote Brotschimmel, *Neurospora*, ist aus mehreren Gründen besonders günstig:

1. Bei der Art *Neurospora crassa*, an der die meisten Untersuchungen durchgeführt werden, folgt schnell, nach 12 Tagen etwa, eine Generation auf die andere.

2. Der Pilz ist auf einem vollständig bekannten Medium züchtbar. Er benötigt an organischen Stoffen lediglich eine Energiequelle, wie z. B. Zucker, und außerdem nur noch Biotin. Biotin war aber nach der Aufklärung der Konstitution durch du Vigneaud und Mitarbb.[7] durch die Synthese der Merck-Laboratorien zugänglich[8].

3. Die vegetativen Zellen sind haploid, so daß gewöhnlich keine Komplikationen durch Dominanz und Rezessivität eintreten.

4. Die Art *Neurospora crassa* ist ein heterothallischer Zwitter, d. h. sie ist selbststeril und es sind +- und —- Stämme vorhanden, durch deren Kreuzung feststellbar ist, ob eine Abänderung auf einer Genmutation beruht.

5. Eine besondere Gunst bietet darüber hinaus das Verhalten der Ascosporen, die aus der Kreuzung zweier Stämme hervorgehen. Acht Ascosporen liegen in linearer Ordnung hintereinander, die alle von der gleichen Zygote durch drei aufeinanderfolgende Teilungsschritte abstammen. Die erste dieser Teilungen ist die Reduktionsteilung, aus der 2 Geschwisterzellen hervorgehen. Aus der einen entstehen die oberen 4 Ascosporen, aus der anderen die unteren 4. So kommt es vor, daß durch eine Mendel-Spaltung ein Merkmalspaar so verteilt wird, daß die oberen 4 das eine und die unteren 4 das andere Merkmal erhalten. Das ist aber streng nur der Fall, wenn kein crossing over stattfindet. Je häufiger das crossing over, desto mehr erfolgt eine Verteilung der allelen Gene auf beide Hälften des Ascus. Crossing over ist aber bei einem Gen desto häufiger, je größer der Abstand des Genlocus von der Spindelinsertionsstelle ist. Die Auszählung der Verteilung eines Merkmalspaars auf die oberen und die unteren 4 Ascosporen gibt also eine für jedes Gen charakteristische Zahl, wie sie der Schmelzpunkt für einen Stoff ist, so daß nur selten 2 verschiedene Gene darin übereinstimmen. Auf diese Weise ist es häufig möglich, an verhältnismäßig wenigen Nachkommen in der 1. Generation bereits zu entscheiden, ob die gleiche Merkmalsänderung bei 2 verschiedenen Pilzmycelien auf das gleiche oder auf 2 verschiedene Gene zurückgeht[9]. Die Chromosomenzahl von *Neurospora* ist haploid 7.

Zur Erzeugung und zum Nachweis von Mutationen, die Abänderungen im Stoffwechsel des Pilzes hervorbringen, wurde ein Verfahren angewandt, das den wichtigsten Gedanken in der ganzen Untersuchungsreihe darstellt[10]. Die Mutationen wurden erzeugt

[1] G. W. Beadle, Harvey Lectures, Ser. XL, 45 [1944].
[2] E. L. Tatum u. G. W. Beadle, Ann. Missouri Bot. Garden **32**, 125—129 [1945].
[3] Horowitz, Bonner, Mitchel, Tatum u. Beadle, Amer. Naturalist **79** [1945].
[4] G. W. Beadle u. R. A. F. Penrose jr., Memorial Lecture Proc. Amer. Philosoph. Soc. **90**, 5 [Dez. 1945].
[5] G. W. Beadle, Currents in Biochemical Research, edited by D. E. Green Interscience Publishers, Inc., New York, N.J. 1946.
[6] Herschel K. Mitchell, Federation Proc. **3**, 5 [Sept. 1946].
[7] V. du Vigneaud, Science [New York] **96**, 454 [1942].
[8] S. A. Harris, D. E. Wolf, R. Mozingo u. K. Folkers, Science [New York] **97**, 447 [1943].
[9] C. C. Lindegren, Iowa State Coll. J. Sci. **16**, 271 [1942] (zitiert nach [3]).
[10] G. W. Beadle u. E. L. Tatum, Proc. nat. Acad. Sci. USA **28**, 11, 499—506 [Nov. 1941].

Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

This work has been digitalized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung") beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.

durch Bestrahlung der asexuellen Sporen, der Konidien, mit Ultraviolett- oder Röntgenstrahlen. Die aus den Konidien ausgewachsenen Pilzfäden werden gekreuzt mit dem entgegengesetzten Typ eines unbestrahlten Wildstammes. Die entstandenen Ascosporen werden nun gezüchtet auf einem Medium, das möglichst vollständig in bezug auf die verschiedensten Vitamine, Aminosäuren und andere Wuchsstoffe ist und deshalb als Maximalmedium bezeichnet wird. Die in diesem Medium ausgewachsenen Pilzfäden werden nun in ein Minimalmedium übertragen, das nur die Stoffe enthält, die zum Wachsen des Wildstammes notwendig sind, also anorganische Salze, Zucker und Biotin. Wenn nun kein Wachstum des übertragenen Pilzfadens stattfindet, so ist das ein Zeichen dafür, daß eine Mutation stattgefunden hat, die den Pilz unfähig macht, einen Stoff selbst zu synthetisieren, der im Maximalmedium vorhanden ist. Durch eine Reihe von Testen mit verschiedenen Stoffgemischen kann dieser Stoff gewöhnlich aufgefunden werden.

Bis zum Jahre 1945 wurden auf diese Weise 80 000 Einzelsporen isoliert und darunter 500 Mutanten gefunden, die eine spezielle Synthese nicht ausführen können[3]. Unter diesen Mutanten betreffen viele die gleiche Änderung am gleichen Genort. Etwa 100 Mutanten sind schätzungsweise untereinander verschieden, von diesen können aber verschiedene den Ausfall des gleichen Stoffes bewirken. Im ganzen wurden bis dahin 30 Mutationen gefunden, bei denen die Synthese von Arginin gestört ist, 40 für Lysin, 4 für Cholin, 50 für Methionin. Weiterhin traten Mutationen auf, die in die Synthese von Aneurin, Lactoflavin, *p*-Aminobenzoesäure, Adermin, Pantothensäure, Inosit, Nicotinsäure, Leucin, Isoleucin-Valin, Cystin, Tryptophan und Prolin eingreifen. Bei dieser Aufzählung ist zu beachten, daß auf Grund des Untersuchungsverfahrens nur der Ausfall solcher Stoffe beobachtet werden kann, die dem Maximalmedium zugegeben werden.

Nach dieser Kennzeichnung des allgemeinen Untersuchungsverfahrens sollen einzelne Ergebnisse besprochen werden.

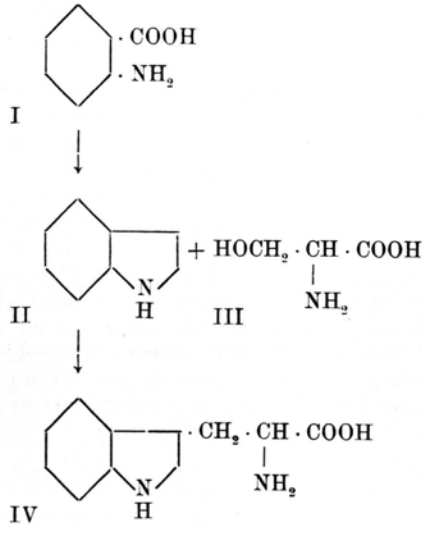
1. Synthese des Arginins bei *Neurospora*[11]

Bei Beginn der Untersuchung waren 15 Mutanten bekannt, die den Zusatz von Arginin zum Minimalmedium erforderten, um wachsen zu können. Die in der Einleitung geschilderte genetische Untersuchung erwies, daß es sich dabei um 7 verschiedene Gene handelte. Diese 7 verschiedenen Mutanten wurden nun daraufhin geprüft, ob bei ihnen Arginin durch Citrullin oder Ornithin zu ersetzen wäre. Es ergab sich, daß 4 Mutanten Ornithin und Citrullin an Stelle von Arginin verwenden können, 2 können Citrullin, aber nicht Ornithin, und eine weder Citrullin noch Ornithin zum Wachstum brauchen. Daraus geht hervor, daß bei 4 Mutanten die Synthese des Arginins vor der Stufe des Ornithins unterbrochen ist, bei zweien zwischen Ornithin und Citrullin und bei einer zwischen Citrullin und Arginin. Ferner ergibt sich aus dieser abgestuften Ordnung, daß der von Krebs für die Leber von Säugetieren aufgestellte Harnstoffzyklus auch bei *Neurospora* besteht und daß er hier durch die Hilfe der Genetik sogar besser gesichert ist als dort.

[11] A. Srb u. N. H. Horowitz, J. biol. Chemistry **154**, 129 [1944] (zitiert nach [3]).

2. Tryptophan-Synthese[12]

Unter 33 Mutanten, die Tryptophan zum Wachstum brauchen, wurden 2 verschiedene Typen festgestellt. Die Stämme des einen Typs können Anthranilsäure oder Indol an Stelle von Tryptophan verwenden, die anderen Indol, aber nicht Anthranilsäure. Daraus kann geschlossen werden, daß die Synthese über die Anthranilsäure (I) zum Indol (II) und von da aus zum Tryptophan (IV) verläuft. Die Rolle der Anthranilsäure als Zwischenprodukt geht auch daraus hervor, daß Anthranilsäure bei einem Stamm, der Indol,



aber nicht Anthranilsäure verwenden kann, sich im Kulturmedium anhäuft. Sie konnte daraus in genügender Menge isoliert werden, um eine vollständige Identifizierung zu gestatten. Die weitere Frage, wie der Weg vom Indol zum Tryptophan verläuft, wurde zunächst durch die Zugabe möglicher Zwischenstufen zum Kulturmedium untersucht. Es ergab sich, daß weder Skatol, Indolessigsäure, Indolpropionsäure, noch *l*-Kynurenin, Tryptamin, Indolmilchsäure und Indolbrenztraubensäure das Indol zu ersetzen vermögen. Das ließ vermuten, daß die Synthese vom Indol zum Tryptophan in einer Stufe verläuft. Die Beobachtung, daß das Indol nur verhältnismäßig langsam verbraucht wird, führte dazu, zu prüfen, ob ein Zusatz anderer Stoffe zum Kulturmedium den Verbrauch des Indols zu beschleunigen vermag. Es ergab sich, daß nur das *l*-Serin (III) unter vielen geprüften Stoffen spezifisch und in Abhängigkeit von der zugefügten Menge die Synthese des Tryptophans aus dem Indol beschleunigt. *l*-Serin wirkt doppelt so stark

[12] E. L. Tatum u. David Bonner, Proc. nat. Acad. Sci. USA **30**, 2, 30—37 [1944].

wie das Racemat. Daraus wird geschlossen, daß Indol mit Serin zur Bildung von Tryptophan zusammentritt.

3. Bildung von Cholin[6]

Die Bildung von Cholin erfolgt über Monomethylamino-aethanol. Dieses Zwischenprodukt konnte bei einem geeigneten Stamm isoliert und identifiziert werden.

4. Temperaturabhängigkeit der Bildung von Lactoflavin[13]

Bei den meisten der aufgetretenen Mutanten fällt die Synthese eines bestimmten Stoffes, der im Maximalmedium enthalten ist, vollständig aus. Die Verhältnisse liegen aber nicht immer so einfach. So wurde eine Mutation beobachtet, bei der die Synthese von Lactoflavin oberhalb einer Temperatur von 28° nicht stattfindet. Unterhalb einer Temperatur von 25° ist das Wachstum normal. Ob diese Störung darauf beruht, daß 2 verschiedene Gene bestehen, die für die Synthese oberhalb und unterhalb einer Temperatur von 25° verantwortlich sind, oder ob bei der Mutante ein besonders temperaturlabiles Ferment entstanden ist, wurde noch nicht geklärt.

5. Zuordnung der einzelnen Stoffwechseländerungen zu den Genen

Fast in allen untersuchten Fällen ergab sich, daß ein Gen nur in *eine* bestimmte chemische Reaktion eingreift. Das führte zu der Vermutung, daß jedes Gen nur mit *einem* bestimmten Ferment in unmittelbarer Beziehung steht, also ganz entsprechend den Befunden von Kuhn und Moewus an der einzelligen Alge *Chlamydomonas eugametos*. Von dieser Regel wurden nur zwei Ausnahmen gefunden:

a) Bei einer Mutation wurde beobachtet, daß gleichzeitig die Synthese von Valin und Isoleucin gestört war[14]. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, daß die Bildung einer gemeinsamen Vorstufe beider Aminosäuren unterbrochen wurde.

b) Vier verschiedene Mutanten wurden aufgefunden, bei denen die Synthese von Aneurin gestört war[15]. Zwei davon erfüllen die Forderung der eindeutigen Zuordnung von Gen und biochemischer Reaktion. Bei der einen ist die Synthese der Pyrimidin-Komponente gestört, bei der anderen die Verknüpfung zwischen Pyrimidin und Thiazolkomponente. Bei den beiden anderen Mutanten hat es den Anschein, als ob sowohl die Synthese der Pyrimidin-Komponente wie die der Thiazol-Komponente gestört ist; da beide Komponenten chemisch völlig verschieden sind, ist in diesem Falle eine Deutung auf Grund der sonst beobachteten eindeutigen Zuordnung zwischen Ferment und biochemischer Reaktion vorläufig nicht möglich.

[13] Herschel K. Mitchell u. Mary B. Houlahan, Amer. J. Bot. **33**, 1, 31—35 [Jan. 1946].

[14] David Bonner, E. L. Tatum u. G. W. Beadle, Arch. Biochemistry **3**, 1 [Okt. 1943].

[15] E. L. Tatum u. T. T. Bell, Amer. J. Bot. **33**, 1, 15—20 [Jan. 1946].

6. Biologischer Test für Wuchsstoffe mit *Neurospora*-Mutanten

Mit den verschiedenen Mutanten sind genaue und sehr spezifische Bestimmungen von Wuchsstoffen durchzuführen. Solche Bestimmungsmethoden wurden ausgearbeitet für Cholin, *p*-Aminobenzoesäure, Inosit, Adermin, Leucin, Adenin + Hypoxantin und Lysin[3,6]. Bei den Auswertungen können charakteristische Schwierigkeiten auftreten, die aber überwindbar sind, wie am Falle des Lysins geschildert werden soll[16]. Versucht man, in Eiweißhydrolysaten Lysin mit einer dafür geeigneten lysinbedürftigen Mutante nachzuweisen, so ergeben sich zunächst ungenaue Werte. Die weitere Untersuchung zeigte, daß nur die Gegenwart von Arginin eine Wachstumshemmung bei der lysinbedürftigen Mutante hervorruft. Wird das Arginin durch Zusatz von Arginase in Ornithin umgewandelt, so erhält man brauchbare Werte. Wiederholte Bestimmungen am gleichen Material schwanken um etwa 4%. Die Bestimmung von zugesetztem Lysin ergibt bei Hydrolysaten aus verschiedenen Eiweißstoffen Werte, die zwischen 97 und 109 % schwanken.

Nach vorläufigen Versuchen scheint es auch möglich zu sein, an unhydrolysiertem Eiweiß mit geeigneten Mutanten Aminosäurebestimmungen durchzuführen[6]. Zur Bestimmung des Wachstums des Pilzes bei der biologischen Auswertung eines Stoffes kann die Zunahme des Gewichtes des Mycels bestimmt oder die Zunahme der Länge der Pilzfäden gemessen werden. Als eine besonders empfindliche Methode ist hierzu noch die Beobachtung der Auskeimung der Konidien hinzugekommen. Es ergab sich bei der Bestimmung von Prolin, daß der Prozentsatz von auskeimenden Konidien proportional dem Logarithmus der Prolinzugabe ist, daß dieser Wert weniger als 5% schwankt und noch Mengen von 0,02 γ zu bestimmen gestattet[6]. Für Bestimmungen im Hydrolysat ist diese Methode vorläufig nicht anwendbar, weil verschiedene Aminosäuren eine Hemmung auf die Keimung ausüben.

7. Hypothese der Entstehung der Sexualität[17]

Beobachtungen an *Neurospora* haben Beadle zu einer Theorie der Entstehung der Sexualität geführt, bei der die einzelnen dabei angenommenen Übergangsstufen alle in der Natur verwirklicht sind. Wie Beadle und Coonradt ausführen, ist es sehr schwierig, zu verstehen, wie die einzelnen Schritte der Plasmaverschmelzung, der Kernverschmelzung und der Reduktionsteilung auftreten können, da sie alle zusammenzugehören scheinen. Es wurde nun bei *Neurospora* beobachtet, daß eine Plasmaverschmelzung ohne Kernverschmelzung auch bei Stämmen gleichen Typs auftritt. Es bilden sich dabei sogenannte heterocaryotische Stämme, die Kerne

[16] A. H. Doermann, J. biol. Chemistry **160**, No. 1 [Sept. 1945].

[17] G. W. Beadle u. Verna L. Coonradt, Genetics **29**, 291—308 [Mai 1944].

verschiedener Herkunft in ihrem Plasma haben und durch weitere Verschmelzungen auch noch mehr als zwei Arten von Kernen besitzen können. Die Anzahl der verschiedenen Kerne braucht dabei nicht gleich zu sein, sondern es kann durch verschiedene Teilungsgeschwindigkeit ein erheblicher Unterschied in der Häufigkeit der verschiedenen Kernsorten bestehen. Beadle und Coonradt gehen davon aus, daß in einem Maximalmedium die verschiedensten Mutanten auftreten und auch erhaltungsfähig sind. Denkt man sich nun den Übergang in ein Minimalmedium, so sind nur solche Mutanten nebeneinander erhaltungsfähig, die sich gegenseitig ergänzen. Diese aneinander gebundene Symbiose von zwei Stämmen, von denen jeder produziert, was dem anderen fehlt, könnte der erste Schritt des Zusammenlebens bei der Entstehung der Sexualität sein. Der nächste Schritt wäre die Plasmaverschmelzung zwischen diesen beiden Stämmen, die einen weiteren Selektionsvorteil bietet. Das enge dauernde Zusammenleben zweier Kerne vermag dann aber vielleicht die Grundlage dafür zu bilden, daß nun als nächster Schritt durch eine weitere mutative Änderung auch eine Kernverschmelzung zustandekommt, die aber instabile Bedingungen schafft und im nächsten Teilungsschritt durch die meiotischen Vorgänge wieder ausgeglichen wird. Übrigens sind die heterocaryotischen Stämme bei *Neurospora* auch dazu verwendbar, um die Erscheinungen der Dominanz und Rezessivität zweier Allele zu untersuchen, was sonst bei den haploiden Pilzfäden nicht möglich ist. Hierbei ergibt sich erwartungsgemäß, daß diese Stoffwechseldefekte immer rezessiv sind.

Zu dieser Sexualitätshypothese macht Max Hartmann folgende Bemerkung:

So einleuchtend diese Hypothese zunächst erscheint, so steht sie doch nicht im Einklang mit den Sexualitätserscheinungen dieser Pilze und denen der Protisten. Die betreffende *Neurospora*-Art ist bereits ein in seinem Genom sexuell differenzierter zwittriger Organismus, und die Verschiedenheit der +- und —-Stämme beruht nur auf genetischer Selbststerilität, ist mithin sekundär. Zudem gibt es bei Protisten (besonders Testaceen, Heliozoen und Plasmodien) Plasmaverschmelzungen in großem Umfang, die bestimmt nichts mit Befruchtungs- und Sexualitätsvorgängen zu tun haben, umgekehrt bei anderen Protisten extreme Autogamien, also echte Befruchtungsvorgänge, ohne Plasmaverschmelzungen. H. Friedrich-Freksa.

BESPRECHUNGEN

Synthetische Methoden der organischen Chemie. Von W. Theilheimer. Bd. I, 2. Aufl. 1947; 222 S., Preis Sfr. 25.—. Bd. II 1948; 309 S., Preis Sfr. 35.—. Verlag S. Karger, Basel und New York.

Der synthetisch arbeitende Chemiker, der moderne Methoden anwenden will, ist darauf angewiesen, in mühsamer Arbeit die Literatur nach passenden Beispielen durchzusehen. Nachschlagewerke, die die Arbeit erleichtern, existieren praktisch nicht, wenn man von dem Standardwerk von Houben absieht, das aber stark veraltet ist. Diese Lücke auszufüllen, hat sich in dankenswerter Weise der Verf. des vorliegenden Werks zur Aufgabe gesetzt. In einer fortlaufenden Reihe von Bänden sollen neue synthetische Methoden und auch altbewährte Vorschriften in neuer Anwendung in systematischer Durcharbeitung der neuesten Literatur registriert werden. Die Bände sollen in jährlichen Abständen erscheinen.

Im 1. Band werden Arbeiten der Jahre 1942 bis 1944 referiert. Eine allgemein anerkannte Systematik der Registrierung von Methoden der organischen Chemie existiert bisher nicht. C. Weygand hat in seinem Buch „Organisch-chemische Experimentierkunst" eine Systematik entwickelt, die sich bewährt hat. Hierauf aufbauend hat nun Theilheimer versucht, alle Reaktionen nach einem einfachen System zu ordnen. Zur Vereinfachung der Schreibweise führt er eine neue Symbolik ein mit besonderen Zeichen für Aufnahme, Umlagerung, Austausch und Abgabe und ordnet dann die Reaktionen nach der Reihenfolge der Elemente H, O, N, Halogen, S, übrige Elemente, C, die an ihr beteiligt sind. Eine weitere Unterteilung wird nach den für die Reaktion charakteristischen Hilfsstoffen vorgenommen. Wenn man das Buch aufschlägt, so bietet sich durch die ungewohnten Zeichen zunächst ein etwas verwirrendes Bild. Wenn man sich aber etwas näher mit der Einteilung und Symbolik beschäftigt, so erkennt man, daß tatsächlich eine systematische Ordnung der Reaktionen möglich ist, und es gelingt auch, mit ihrer Hilfe einen bestimmten Reaktionstyp zu finden. Freilich hat diese Formalistik auch ihre Nachteile, was der Verf. selbst zugibt, und manches findet man verstreut an verschiedenen Stellen, was man gerne zusammenhängend dargestellt sähe, und umgekehrt wieder manches mehrfach referiert, weil es sich in verschiedene Gruppen einordnen läßt. Trotzdem ist es zu begrüßen, daß überhaupt einmal der Versuch zu einer solchen Systematik unternommen worden ist. Um die Benutzung des Werks zu erleichtern, wenn man nicht an Hand der Reaktionsformelzeichen suchen will, ist ein ausführliches alphabetisches Register angefügt, in dem die gebräuchlichen Schlagworte, Methoden, Verbindungsklassen usw. zu finden sind. In den Referaten ist ganz kurz ein bestimmtes Beispiel aus der Literatur angeführt mit Angabe des Reaktionsweges, der Ausbeute, des Zitats im Chemischen Zentralblatt sowie der Originalstelle. Es wird bewußt auf eine erschöpfende Wiedergabe aller Literaturstellen über ein bestimmtes Gebiet verzichtet, und man muß sich mit der Auswahl begnügen, die der Verf. für wichtig und charakteristisch gehalten hat.