

Keine Bibliothek**

Roald Hoffmann*

I

Die kombinatorische Chemie löst widersprüchliche Reaktionen aus – sie ist ein phantastisch effizienter Weg zu Entdeckungen, sie ist gedankenlos bis unsportlich, sie ist der perfekte biomimetische Prozess. Alle diese Sichtweisen erfassen ein paar Aspekte eines sehr heißen Themas. Ich finde Albert Eschenmosers Sicht besonders erhellend.^[1]

„The essential step in combinatorial chemistry is not the synthesis; rather it is finding a target, based on specific properties. Combinatorial synthetic research is an adaptation to what nature has been doing all the time: synthesis followed by selection, as opposed to synthesis by design. The aim of combinatorial chemistry is primarily discovering a molecule, whereas that of chemical synthesis is constructing a molecule.“

Im Mittelpunkt steht bei der modernen kombinatorischen Praxis immer irgendwann im Verlauf der Synthese die Erzeugung eines großen Satzes an Molekülen. Die Wege, die zu diesem Satz führen, sind zahlreich und raffiniert – die Verbindungen können in einem Gefäß zusammengefasst sein, sie können aber auch mit effizienten Reaktionen einzeln hergestellt (und zur Identifizierung vorbereitet) werden. Außerdem können die Moleküle so verschiedenartig sein, wie es chemisch nur irgend möglich ist, oder auch sich um ein Strukturmerkmal gruppieren, dessen Nützlichkeit bereits bekannt ist. Die Wege, die aus diesem Satz herausführen, sind gleichfalls sehr zahlreich – der Forscher kann nach Aktivität suchen, sei es nach seinem eigenen Herzen oder nach dem seines Arbeitgebers, oder er kann ein Biomolekül sich seinen Partner, der es inhibiert oder aktiviert, unter den vielen Kandidaten suchen lassen. Doch egal was er macht,

damit der Prozess funktioniert, muss es viele verschiedene Moleküle geben.^[2]

Ich bewundere den Einfallsreichtum der kombinatorischen Chemie und schätze, wie sie philosophische Fragen in die übliche wissenschaftliche Synthese einführt. Aber etwas in ihrer Nomenklatur geht mir gegen den Strich. Das ist die gängige Bezeichnung eines großen kombinatorischen Molekülsatzes als Bibliothek.

Dieser Molekülsatz hat mit einer Bibliothek so wenig wie nur irgend vorstellbar gemein! Für mich, einen nichtreligiösen Flüchtling des zweiten Weltkriegs, der bis zum Alter von 13 Jahren kein Buch besaß, war eine Bibliothek fast das Heiligste, was ich mir vorstellen konnte. Ich erinnere mich an nahezu alle meine Bibliotheken: die kleine Bücherei des Flüchtlingslagers in Bindermichl, Österreich; die Stadtbücherei in München, in der ich mich auf die lange Warteliste für den nächsten Karl-May-Band mit den Abenteuern von Kara Ben Nemsis oder Old Shatterhand setzen ließ; die wunderschöne öffentliche Bibliothek in Woodside, Queens, die mit Wandzeichnungen geschmückt ist, die von hervorragenden Künstlern während der Großen Depression geschaffen wurden.

Ja, das waren *Bibliotheken* (Abbildung 1). Sie waren angefüllt mit organisiertem Wissen, mit Weisheit, mit (für einen Jungen) Schlüpfrigem, verborgen unter dem Tisch des Bibliothekars. Diese wahren Bibliotheken waren das Werk von Männern und Frauen, die Lachen und Weinen prägten und die Entropie besiegten. Der Satz aller denkbaren Moleküle oder ein endlicher Untersatz daraus ist, selbst wenn wir ihn „chemisch“ lesen können, einer Bibliothek nicht ähnlicher als der Satz aller Bücher, die durch das zufällige Anordnen von Buchstaben entstehen.

II

Weder die Verlockungen der Kombinatorik noch die kritische Würdigung des Mangels an Bedeutung im Ergebnis des kombinatorischen Prozesses sind neu. Einer der ältesten kabbalistischen Texte ist *Sefer Jezira* – vermutlich im dritten oder vierten nachchristlichen Jahrhundert entstanden. Es ist eine kurze und geheimnisvolle Dichtung, vielleicht als Leitfaden für jüdische mystische Praktiken gedacht. Das Tor zur Erkenntnis wird durch Permutation der Buchstaben des hebräischen Alphabets geöffnet.^[3]

[*] Prof. R. Hoffmann
Department of Chemistry and Chemical Biology
Baker Laboratory
Cornell University, Ithaca, NY 14853-1301 (USA)
Fax: (+1) 607-255-5707
E-mail: rh34@cornell.edu

[**] Ich danke Albert Eschenmoser, Sylvie Coyaude und Henning Hopf für ihre Kommentare.

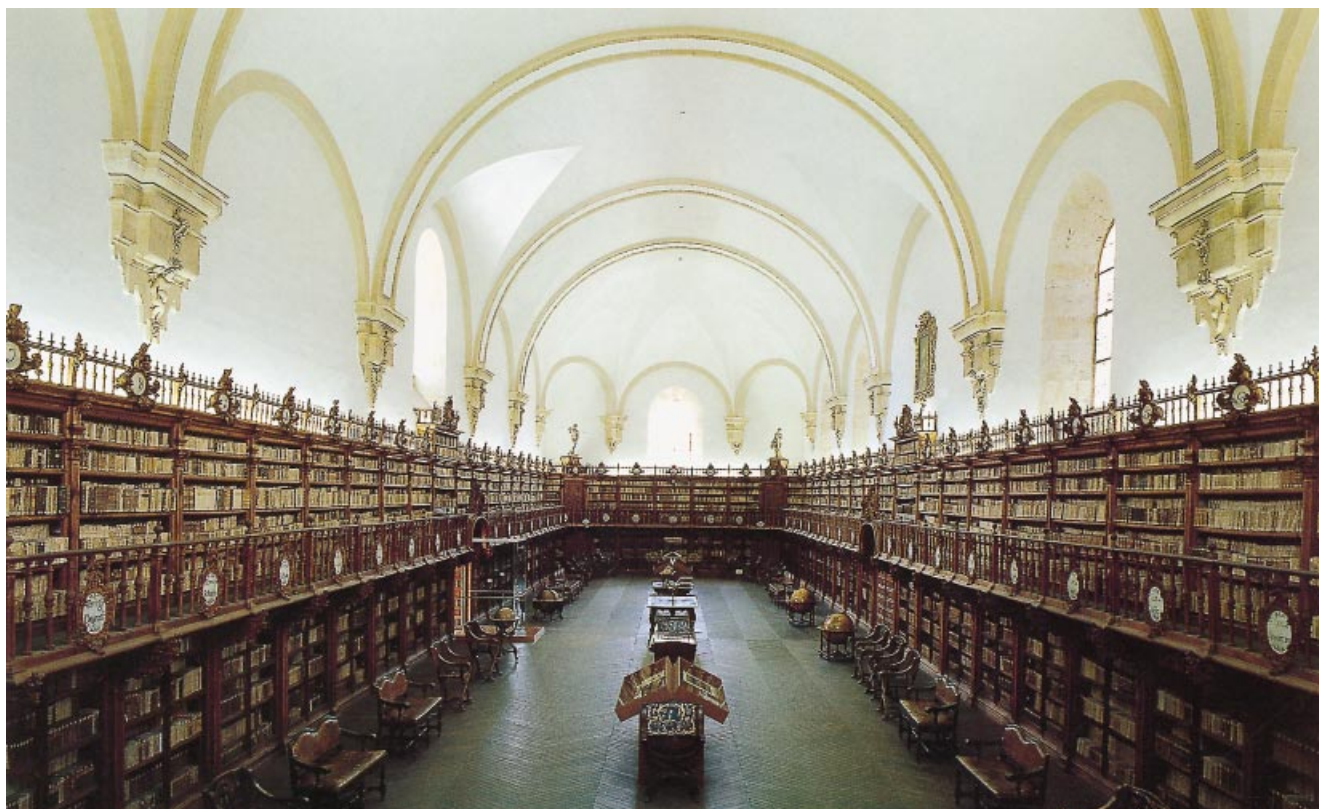


Abbildung 1. Ansicht der Universitätsbibliothek von Salamanca als Beispiel für eine „richtige“ Bibliothek. (Aus *Salamanca – Ciudad patrimonio de la humanidad de España*, Artéc Impresiones, Segovia, 1998.)

„Zweiundzwanzig Buchstaben:
er zeichnete sie, hieb sie,
wog sie, und wechselte sie,
verschmelzte sie,
bildete durch sie die Seele alles Gebildeten,
und die Seele alles das gebildet werden sollte.“
In Sefer Jezira wird dann ein bisschen gerechnet:^[4]
„Zwei Buchstaben bauen zwei Häuser
Drei Buchstaben bauen sechs Häuser
Vier Buchstaben bauen vierundzwanzig Häuser
Fünf Buchstaben bauen hundert und zwanzig Häuser
Sechs Buchstaben bauen siebenhundert und zwanzig Häuser;
Und von dannen und weiter geh aus,
Und denke was der Mund nicht reden
Und das Ohr nicht hören kann.“

Was die Verständlichkeit dessen angeht, was erhalten wird, ungeachtet der Tatsache, dass es der Mystik einen Zugang zum Garten (der Philosophie) verschafft, meinte Cicero in *De Natura Deorum* durch die Worte des Stoikers Lucilius Balbus bei seiner Kritik an der Philosophie der Epikureer:^[5]

„Hic ego non mirer esse quemquam, qui sibi persuadeat corpora quaedam solida atque individua vi et gravitate ferri mundumque effici ornatissimum et pulcherrimum ex eorum corporum concursione fortuita? Hoc qui existimat fieri potuisse, non intellego, cur non idem putet, si innumerabiles unius et viginti formae litterarum vel aureae vel qualeslibet aliquo coiciantur, posse ex iis in terram excussis annales Enni, ut deinceps legi possint, effici; quod nescio an ne in uno quidem versu possit tantum valere fortuna.“^[*]

Trotz dieser Logik blieb die irrationale und zugleich zutiefst menschliche Suche nach Sinn in dem Versuch erhalten, durch Kombinatorik inspiriert zu werden. Der Weg des Kabbalismus ist ein herausragender. Ihn entlang wandelte der bemerkenswerte katalanische Mystiker und Schriftsteller Ramon Llull (1232–1316), der gedanklich neun Absolute Prinzipien, neun Relative Prinzipien, neun Fragen (ob? was? wovon? warum? etc.), neun Subjekte, neun Tugenden und neun Laster auf verschiedenen Rädern anordnete. Stellen Sie sich nun vor, dass diese Räder konzentrische Reifen bilden,

[*] Soll ich mich nun hier nicht wundern, dass es jemanden gibt, der sich einredet, eine Art von festen und unteilbaren Körpern bewege sich infolge ihrer Schwerkraft (durch den Weltraum) und unsre so wunderbar ausgestattete und herrliche Welt entstehe aus dem zufälligen Zusammentreffen dieser Körper? Wer glaubt, dass das geschehen konnte, von dem Mann kann ich nicht begreifen, warum er sich nicht auch einbildet, wenn man die Formen der einundzwanzig Buchstaben, aus Gold oder sonst einem Material, irgendwo zusammenwürfe, könnten sich aus ihnen, wenn man sie auf den Erdboden schüttete, die „Annalen“ des Ennius so bilden, dass man sie der Reihe nach lesen könnte; dabei dürfte der blinde Zufall wahrscheinlich auch nicht bei einem einzigen Vers so viel fertigbringen können!

und setzen Sie sie in Schwung. Llull war der Auffassung, dass alle Elemente eines vernünftigen Universums in dieser seiner *Ars Combinatoria* enthalten waren.^[6]

Vierhundert Jahre später wurden zwei sehr verschiedene Menschen von Llulls Vision verführt. Der eine war der Universalgelehrte (und Alchemist) und Jesuit Athanasius Kircher (1601–1680), der andere der große Philosoph und Miterfinder der Infinitesimalrechnung Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716). Leibniz schrieb eine *Dissertatio de Arte Combinatoria*, und in einem Brief von 1679 beschreibt er den Wert seiner Kombinatorik:^[7]

„Car mon invention contient l'usage de la raison tout entier, un juge des controverses, un interprete des notions, une balance pour les probabilités, une boussole qui nous gvidera sur l'ocean des experiences, un inventaire des choses, un tableau des pensées, un microscope pour eplucher les choses presentes, un telescope pour deviner les éloignées, un Calcul general, ...“^[*]

Das klingt ganz nach einem meiner Kollegen in der Theoretischen Chemie... Doch Leibniz war nur bei seinen Behauptungen extravagant; schließlich machte er tatsächlich etwas aus ihnen – zu unser aller Nutzen.

Die Kombinatorik lag im 17. Jahrhundert in der Luft. So berechnete 1622 der Mathematiker Paul Guldin die Gesamtzahl aller mit 23 Buchstaben generierbaren Ausdrücke, unabhängig davon, ob sie einen Sinn haben und aussprechbar sind, aber ohne Wiederholungen mitzurechnen, und 1636 führte Pater Marin Mersenne eine ähnliche Berechnung für die Zahl der „Gesänge“ (generierbaren musikalischen Sequenzen) durch, die sich über eine Spanne von drei Oktaven, also mit 22 Tönen, erzeugen lassen.^[8]

Und zugleich ist es so einfach, sich über die *Ars Combinatoria* lustig zu machen. Beispielsweise macht sich Jonathan Swift (1667–1745) die Sicht Ciceros zu eigen; Kapitän Gulliver besucht die große Akademie von Lagado, wobei er feststellt:^[9]

„...a frame... twenty-foot square, placed in the middle of a room. The superficies were composed of several bits of wood, about the bigness of a dye, but some larger than others. They were all linked together by slender wires. These bits of wood were covered on every square with paper pasted on them, and on these papers were written all the words of their language... but without any order. The pupils... took each of them hold of an iron handle... and giving them a sudden turn the whole disposition of the words was entirely changed... The professor shewed me several volumes in large folio already collected, of broken sentences, which he intended to piece together, and out of these rich materials to give the world a compleat body of all arts and sciences; which however might be still improved, and much expedited, if the publick would raise a fund for making and employing five hundred such frames in Lagado.“^[**]

Ich kann hier auch den alten englischen Brauch nicht auslassen, die Kirchenglocken im Wechsel zu läuten. Der Satz

aller Permutationen wird Wechselläuten („peal“) genannt; um ein solches Wechselläuten mit zwölf Glocken zu läuten, bräuchte man vierzig Jahre. Hinter diesem entzückenden musikalischen Brauch steckt kein Anspruch auf tiefes Verständnis, nur ein Weg ins Sublime im ursprünglichen Wort-sinn. Das Wechselläuten hat im Englischen zu einer Redewendung geführt und spielt in dem unterhaltsamen Roman von Dorothy Sayers *The Nine Tailors* eine zentrale Rolle.^[10]

Die Spur führt weiter in das zwanzigste Jahrhundert. In einer von Arthur C. Clarkes bemerkenswerten Kurzgeschichten, *The Nine Billion Names of God*, nutzt ein tibetisches Kloster zu einem sehr frühen Zeitpunkt einen Computer, um alle durch Permutation erzeugbaren Neunbuchstaben-Namen von Gott aufzulisten – ein kleiner kombinatorischer Satz nach heutigen Maßstäben. Als sie damit fertig sind... nun, Sie müssen die Geschichte schon selbst lesen.^[11]

Eine von Raymond Queneaus Erfindungen ist ein Sonett, bei dem jede Zeile aus zehn Varianten ausgewählt werden kann. Die Bedeutung kommt hier so überraschend zum Vorschein wie die Funktion bei einem Tetradecapeptid.^[12]

III

Meiner Meinung nach gibt es für die Verwendung des Wortes Bibliothek in dem hier diskutierten Zusammenhang zwei mögliche kulturelle Begründungen. Die erste dürfte kombinatorisch arbeitenden Chemikern nicht gefallen. Sie findet man in einer der erstaunlichsten Kurzgeschichten von Jorge Luis Borges, *Die Bibliothek von Babel*. Borges' Hauptfigur ist ein Mann, der in einer phantasmagorischen Umgebung lebt:^[13]

„Das Universum (das andere die Bibliothek nennen) setzt sich aus einer unbegrenzten und vielleicht unendlichen Zahl sechseckiger Galerien zusammen...Auf jede Wand jeden Sechsecks kommen fünf Regale; jedes Regal fasst dreiundzwanzig Bücher gleichen Formats; jedes Buch besteht aus vierhundertzehn Seiten, jede Seite aus vierzig Zeilen, jede Zeile aus etwa achtzig Buchstaben von schwarzer Farbe.“

[*] Meine Erfindung enthält die Anwendung der ganzen Vernunft, eine Beurteilung der Streitigkeiten, eine Interpretation der Anmerkungen, eine Waage für die Wahrscheinlichkeiten, einen Kompass, der uns über das Meer der Erfahrungen leitet, eine Bestandsaufnahme der Dinge, eine Zusammenstellung der Gedanken, ein Mikroskop, um die gegenwärtigen Dinge sichtbar zu machen, ein Fernrohr, um die künftigen vorherzusehen, ein allgemeines Rechenverfahren, ...

[**] ... einen Rahmen ... [der] zwanzig Fuß im Quadrat von der Bodenfläche ein[nahm] und in der Mitte des Raumes [stand]. Die Oberfläche bestand aus lauter durch Draht verbundenen, würfelförmigen Holzstücken, die verschieden groß und auf allen Seiten mit Papier beklebt waren. Auf diesem Papier standen alle Wörter ihrer Sprache in ihren verschiedenen Modis, Zeit- und Deklinationsformen, aber ohne jede Ordnung. ... ergriffen seine Schüler die vierzig am Rand angebrachten Hebel und legten sie um. Auf einen Schlag änderte sich dadurch die Ordnung der Wörter. ... der Professor zeigte mir mehrere Folianten, in denen Tausende solcher Satzketten gesammelt waren. Er beabsichtigte, sie eines Tages zusammenzusetzen und der Welt mit diesem reichen Material eine vollständige Bibliothek aller Künste und Wissenschaften zu geben. Ein Unternehmen, das sehr verbessert und beschleunigt werden könnte, wenn die Öffentlichkeit durch eine Sammlung die Mittel aufbrächte, um noch weitere fünfhundert solcher Maschinen in Lagado aufzustellen.

In eleganter Prosa erkundet hier Borges die tief melancholische und desillusionierte Seite des optimistischen Sehens in *Sefer Jezira*. In der vollkommen sinnlosen Welt aller möglichen Buchstabenkombinationen setzt der Mensch – verurteilt, nach Ordnung zu suchen – seine ganze Hoffnung in einen zufällig entstandenen Satz. Das ist die trostloseste aller denkbaren Bibliotheken.

Die zweite Begründung ist optimistischer. Die DNA-Sequenz des Menschen ist wie die eines jeden Organismus eine Bibliothek, woran mich Eschenmoser erinnert hat.^[14] Das Genom ist die Aufzeichnung der Experimente der Evolution, von Sackgassen und phantastischen Verbesserungen. Die größte biologische Tragödie unserer Zeit, die durch den Menschen verursachte Auslöschung einer Vielzahl von Arten, kann als Betrug an unserem Verstand interpretiert werden, als ein Verstoß gegen das, was dem zweiten Adam in *Genesis 2:15* aufgetragen worden war, als ... die absolute Bücherverbrennung. Das Auslöschen einer Art ist wie das Betreten einer alten Bibliothek (der DNA der Art), in der man das Buch nicht öffnet, ja nicht einmal wenigstens ins Regal stellt, sondern es einfach den Flammen unserer Gier übergibt.

Jetzt war ich voller Ärger etwas vom Thema abgekommen, aber ich denke zu Recht. Die Testsätze der kombinatorischen Chemie als Bibliotheken zu bezeichnen entstand vermutlich im Zusammenhang mit DNA-Sequenzen.^[15] Trotzdem möchte ich weiterhin behaupten, dass es keine Bibliotheken sind.^[16] Allerdings gibt es einen Anflug von Rechtfertigung durch die Verknüpfung mit dem Genom.

IV

Warum verwendet man das Wort Bibliothek, um eine mit viel Geschick hergestellte Sammlung von Molekülen zu bezeichnen, die in irgendeiner Form „verhört“ werden sollen? Warum nicht Lagerhaus oder Supermarkt oder auch Lotterie? Könnte derselbe Grund dahinter stecken wie hinter der Neigung der Wissenschaftler, Konzepten auch heute noch latinisierte oder sich aus dem Griechischen ableitende Namen zu geben, obwohl die Zeit, in der Latein und Griechisch Teil ihrer Ausbildung waren, lange vorbei ist – das Suchen nach einem Gütesiegel, vermischt mit einem Hauch gelehrter Anmaßung? Die Schönheit des vom Menschen gemachten Plans, vermählt mit dem aleatorischen Wunder der gerichteten freien Energie sollte doch genügen. Wir brauchen diese scheinbare Kultiviertheit nicht.

Aber wir brauchen, brauchten einen Begriff. Und aus irgendeinem Grund genügte der in der frühen Literatur über kombinatorische Chemie häufig zu findende „Pool“, ein hübscher, neutraler Begriff, nicht. Ich selbst musste nie mit aufsässigen Polymerkügelchen oder Laborrobotern oder mit Reaktionen, die funktionieren sollten, es aber nicht taten, kämpfen und habe deshalb kein Recht, die Wahl zu kritisieren, die im Eifer des Gefechts von den Protagonisten getroffen wurde. Aber es macht trotzdem Spaß, darüber nachzudenken, was hätte sein können. Wollte man die angelsächsische sprachliche Vormachtstellung auf friedlichem Weg bekämpfen, hätte man, so meinte ein Freund, für Potpourri stimmen können oder für Méli-mélo oder für Ollapodrida. Oder, möchte ich hinzufügen, für Vivoli zu Ehren

der besten Eisauswahl der Welt. Man könnte auch die pseudomarkige Modernität von Combiset oder Diverset ausprobieren, wenn der letzte Begriff nicht schon als Warenzeichen geschützt wäre. Sollte man auf den Reichtum anspielen wollen, der einige (vielleicht zu viele) der unternehmerisch tätigen kombinatorisch arbeitenden Chemiker blendet, warum nicht Portfolio?

Meine persönlichen Favoriten habe ich mir bis zum Schluss aufgehoben. Der erste ist das einfache und liebenswert internationale Wort, das wir der französischen Sprache verdanken und das mir Sylvie Coyaud vorgeschlagen hat: Bouquet. Es vermischt die Vorstellung von Blumen mit einem Hauch von Büchern (bouquin ist auf Französisch der Schmö-

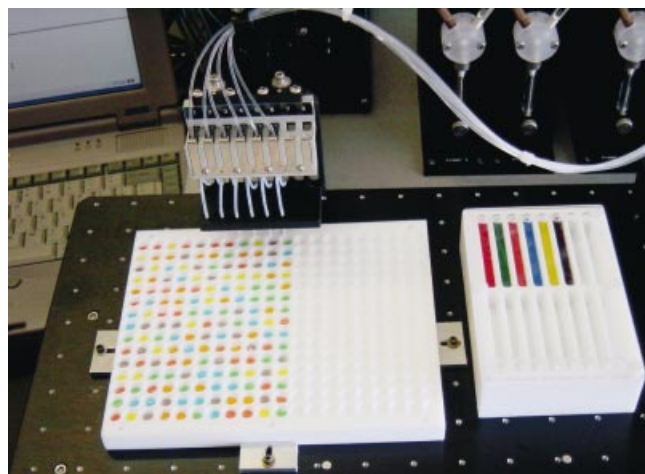


Abbildung 2. Eine kombinatorische Bibliothek (wir danken Professor Selim Senkan, University of California at Los Angeles, für das Bild, auf das wir in seinem Aufsatz^[17] aufmerksam wurden) hat gewisse Ähnlichkeiten mit einem Pralinen-Sortiment (das Bild wurde von der Confiserie Sprüngli, Schweiz, zur Verfügung gestellt).

ker). Und dann das deutsche „Sortiment“, das sich vom italienischen *sortimento* ableitet und für den Einsatz im Englischen kleingeschrieben werden sollte. Ein einfaches, klares Wort, das im Duden tatsächlich über die Auswahl an Büchern in einer Buchhandlung definiert wird! Mir erscheint dieses Wort keineswegs prosaisch – denn es erinnert mich an all die Eindrücke, die meinen Sinnen geboten werden, wenn ich in die Coniserie Sprüngli am Paradeplatz in Zürich hineingehe: die Welt köstlichster Süßigkeiten, hergestellt von genialen Menschen; ein Sortiment, das darauf wartet, gekostet zu werden (Abbildung 2).

- [1] A. Eschenmoser in einem Interview mit I. Hargittai: *Chem. Intell.* **2000**, 6(3), 6.
- [2] Siehe beispielsweise: P. Seneci, *Solid-Phase Synthesis and Combinatorial Technologies*, Wiley-Interscience, New York, **2000**; *Molecular Diversity and Combinatorial Chemistry* (Hrsg.: I. M. Chaiken, K. D. Janda), American Chemical Society, Washington, **1996**; *Combinatorial Chemistry* (Hrsg.: S. R. Wilson, A. W. Czarnik), Wiley, New York, **1997**.
- [3] *Sefer Jezira – Das Buch Jezira* (Hrsg.: E. Goodman-Thau, C. Schulte), Akademie Verlag, Berlin, **1993**, S. 9.
- [4] *Sefer Jezira – Das Buch Jezira* (Hrsg.: E. Goodman-Thau, C. Schulte), Akademie Verlag, Berlin, **1993**, S. 12.
- [5] M. T. Cicero, *De Natura Deorum/Vom Wesen der Götter* (Übersetzer: W. Gerlach, K. Bayer), Heimeran Verlag, München, **1978**, Buch II, Abschnitt 93, S. 250/251.
- [6] Siehe beispielsweise U. Eco, *Die Suche nach der vollkommenen Sprache* (Übersetzer: B. Kroeber), C. H. Beck, München, **1994**, S. 68 ff. (dort wird die *Ars Combinatoria* als *Ars Magna* bezeichnet); R. Lullus, *Ars brevis* (übersetzt und mit einer Einführung herausgegeben von A. Fidora), Felix Meiner, Hamburg, **1999**, S. XV–XVIII, 6–21.

- [7] G. W. Leibniz in einem Brief vom April 1679 an Johann Friedrich, den Herzog von Hannover: G. W. Leibniz, *Sämtliche Schriften und Briefe*, Akademie-Verlag, Berlin, **1970**, erste Reihe (allgemeiner politischer und historischer Briefwechsel), zweiter Band (1676–1679), S. 168.
- [8] Diese Informationen stammen aus einer Sekundärquelle, einem außergewöhnlichen Buch: U. Eco, *Die Suche nach der vollkommenen Sprache* (Übersetzer: B. Kroeber), C. H. Beck, München, **1994**, S. 149 f.
- [9] J. Swift, *Gulliver's Travels into Several Remote Nations of the World, Part III. A Voyage to Laputa, Balnibarbi, Luggnagg, Glubbdubdrin and Japan*, Benjamin Motte, London, **1726** [Transitbooks, Zürich, **1975**].
- [10] D. L. Sayers, *The Nine Tailors*, Harcourt Brace, New York, **1934**.
- [11] A. C. Clarke, *The Nine Billion Names of God: The Best Short Stories of Arthur C. Clarke*, Harcourt Brace & World, New York, **1967**, pp. 3–11.
- [12] R. Queneau, *Hunderttausend Milliarden Gedichte* (Übersetzer: L. Harig), Zweitausendeins, Frankfurt, **1994**. Eine Suche im Internet nach diesem Werk enthüllt interessante Kommentare zum geistigen Urheberrecht: Sind alle Sonette von Queneau durch das Copyright geschützt?
- [13] Die Bibliothek von Babel: J. L. Borges in *Gesammelte Werke, Erzählungen Band 1* (nach der Übersetzung von K. A. Horst, bearbeitet von G. Haefs), Carl Hanser Verlag, München, **1981**; mit freundlicher Genehmigung des Verlages.
- [14] A. Eschenmoser, Zürich, persönliche Mitteilung.
- [15] Ich wäre den Lesern für Hinweise auf das erste Auftreten des Wortes Bibliothek im derzeitigen chemischen oder biologischen Zusammenhang dankbar.
- [16] Das ist nicht der Ort, um nach den Ursprüngen der Wörter library und Bibliothek zu suchen. Eine vollständige Suche würde sicherlich eine solche füllen, und diese enthielte bestimmt den Roman der Bibliomanie schlechthin, der übrigens von einem promovierten Chemiker geschrieben wurde: E. Canetti, *Die Blendung*, Hauser, München, **1992**.
- [17] S. Senkan, *Angew. Chem.* **2001**, 113, 322–341; *Angew. Chem. Int. Ed.* **2001**, 40, 312–329.

Medizinische Chemie: Herausforderungen und Chancen

Günther Wess,* Matthias Urmann und Birgitt Sickenberger

1. Einleitung

Das weltweit sinkende Interesse an der Chemie steht außer Frage,^[1] nicht umsonst fühlte sich Stephen Lippard herausgefordert, eine Standortbestimmung vorzunehmen und unter

[*] Prof. Dr. G. Wess

Aventis Pharma Deutschland GmbH
Leitung Drug Innovation & Approval (DI&A) Deutschland
Gebäude H 825, Industriepark Höchst, 65926 Frankfurt (Deutschland)
Fax: (+49) 69-305-3221
E-mail: guenther.wess@aventis.com
Dr. M. Urmann
Aventis Pharma Deutschland GmbH
Gebäude G 838, Industriepark Höchst, 65926 Frankfurt (Deutschland)
Dr. B. Sickenberger
Aventis Pharma Deutschland GmbH
Königssteiner Str. 10
65812 Bad Soden am Taunus (Deutschland)

Mitwirkung zahlreicher Kollegen, unter dem Titel „New frontiers in basic chemistry“, 22 Ziele der Chemie zu formulieren.^[1c] Auch die Beiträge „New voices in Chemistry“, erschienen in *Chemical & Engineering News* anlässlich des 125-jährigen Bestehens der American Chemical Society, beschreiben die Suche nach neuen Aufgabengebieten und Herausforderungen.^[2]

Im speziellen Fall der Medizinischen Chemie in der Pharmaindustrie ist die Entwicklung der vergangenen Jahrzehnte keinesfalls freundlicher. Angetrieben durch neue Erkenntnisse und Methoden hat sich die Rolle der naturwissenschaftlichen Disziplinen in der Arzneimittelforschung kontinuierlich geändert.^[3, 4] Danach war die erste Epoche von der Organischen Chemie dominiert, die zweite dagegen von einem eher rationalen Ansatz geprägt, in dem sich das Wissen über Enzyme und Rezeptoren entwickelte und der Dialog zwischen Chemikern und Biologen an Bedeutung zunahm.