

also auch die Logik, reduziert werden können. Ihr Programm charakterisieren sie als 'Mathesis universalis' (s.d.) [5]. G. W. LEIBNIZ argumentiert gegen diesen Algebraismus. Er vertritt die Auffassung, daß es eine beiden übergeordnete Formalwissenschaft gibt, die er «*Characteristica universalis*» (s.d.) nennt. Diese allgemeine Zeichenlehre soll sowohl Mathematik als auch Logik als Teildisziplinen enthalten [6]. Die spätere Boole-Schrödersche «*Algebra der Logik*» (s.d.) ist kein Reduktionismus von Logik auf Mathematik, sondern eine Erweiterung der Mathematik durch die Einfügung einer Klassen-Algebra.

3. *Mathematisch-logische R.* – Einflußreicher und philosophisch bedeutsamer als die Algebra der Logik sind die Versuche G. FREGES und B. RUSSELLS, die Gesetze der Arithmetik auf solche der Logik zu reduzieren. Hier spricht man von «*Logizismus*» (s.d.) [7]. Auch die Mengenlehre (s.d.) kann als eine Realisierung des Logizismus angesehen werden, insofern ihre Grundbegriffe zur Logik gerechnet werden. Dazu ist noch eine gemischte Art von R. zu erwähnen, nämlich:

4. *Die metaphysisch-logische oder ontologisch-logische R.* – In diesem Falle werden ontologische oder metaphysische Strukturen durch logische ausgedrückt und manchmal auch auf sie reduziert. Ein Beispiel dafür ist die logische Formulierung des Individuenbegriffes durch LEIBNIZ, die in einer R. individueller Substanzen auf die maximal-konsistente Menge ihrer Eigenschaften besteht. Mit Hilfe der Relation des Fallens-unter-einen-Begriff wird diese Relation intensional durch die Begriffsinklusion oder die Beziehung Begriff-Teilbegriff repräsentiert [8].

*Anmerkungen.* [1] L. B. PUNTEL: Art. «Reductionism», in: *Handbook of metaphysics and ontology* (1991). – [2] Vgl. J. M. BOCHENSKI: *Formale Logik* (1956) 165; vgl. H. BURKHARDT: *Logik und Semiotik in der Philos. von Leibniz* (1980) 65f. – [3] Vgl. S. HAACK: *Philos. of logics* (Cambridge 1978) 221f. – [4] R. DESCARTES: *Regulae ad dir. ing. Oeuvr.*, hg. CH. ADAM/P. TANNER (Paris 1897ff.) 10, 349-469; *La géométrie*, a.O. 6, 367-485; vgl. G. LOECK: *Descartes' Größenlogik am Beispiel orthogonaler Verknüpfungen*, in: *Praktische Logik*, hg. P. KLEIN (1990) 85-119; H. W. ARNDT: *Methodo scient. pertractatum. Mos geometr. und Kalkülbegriff in der philos. Theorienbildung des 17. und 18. Jh.* (1971) 30f. – [5] Vgl. BURKHARDT, a.O. [2] 190f. – [6] L. COUTURAT: *Opusc. et fragm. inéd. de Leibniz* (Paris 1903) 37, 98-99, 341-343, 530-531, 548-555, 563; vgl.: *La logique de Leibniz* (Paris 1901) 292; BURKHARDT: *The Leibnizian characteristic universalis as link between grammar and logic. Speculat. grammar, univ. grammar and philos. analysis of language* (Amsterdam 1987) 43-63. – [7] Vgl. Art. «*Grundlagenstreit 2.*». – [8] COUTURAT: *Opusc. ....*, a.O. [6] 403; vgl. BURKHARDT, a.O. [2] 166f. H. BURKHARDT

II. *Naturphilosophie.* – Das Wort «R.» hat in der Naturphilosophie spät, im Grunde genommen erst im Rahmen des wissenschaftstheoretischen Reduktionismus eine scharfe terminologische Bedeutung erhalten. Wenn man von den umgangssprachlichen Verwendungen, die vor allem im angelsächsischen Sprachraum (reduction) häufig sind, absieht, lassen sich der Sache nach zwei Formen der R. in der Naturphilosophie finden: Die erste hat dinglichen Charakter und meint, daß sinnlich wahrnehmbare Eigenschaften eines Gegenstandes zurückgeführt werden sollen auf bestimmte Relationen zwischen einer endlichen Anzahl von unveränderlichen Elementarbestandteilen. Dieses Konzept kann realistisch verstanden werden oder aber auch im heuristischen Sinne, wobei letzteres zur Konstruktion von Modellen führt,

die theoretische Entwürfe veranschaulichen sollen [1]. Die zweite Form der R. ist theoretischer Art und meint die Rückführung von Theorien oder ganzen Disziplinen auf Basistheorien oder -disziplinen. Während die erste Form eine bis in die Antike zurückreichende Tradition besitzt und aufs engste mit dem Atomismus und der Lehre von den primären und sekundären Qualitäten verbunden ist [2], hat sich die zweite Form erst spät herausgebildet, da sie voraussetzt, daß es fertig ausgebildete Theorien und Disziplinen schon gibt.

So ist es nicht verwunderlich, daß reduktionistische Ansätze dieser Art ihre Blütezeit erst im 19. Jh. erlebten: In der Physik versuchte man, die in Makrotheorien beschriebenen thermischen und elektromagnetischen Phänomene durch Mikrotheorien zu erklären bzw. zu veranschaulichen (L. BOLTZMANN, J. C. MAXWELL); in der Biologie hoffte man, mit Hilfe der sich rasch entwickelnden organischen Chemie, die traditionellen funktionalen Erklärungen auf molekularbiologische Erklärungen reduzieren zu können (G. R. TREVIRANUS, K. W. VON NÄGELI, J. LIEBIG); schließlich schien in unserem Jahrhundert durch die Entwicklung der Quantentheorie eine R. der Chemie auf die Physik erreichbar [3]. Die methodologische und naturphilosophische Reflexion dieser fachwissenschaftlichen Entwicklungen schlug sich im späten 19. Jh. und zu Beginn unseres Jahrhunderts in physikalistischen Ansätzen nieder [4].

Eine besondere Variante der genannten allgemeinen Formen der R. findet sich in der romantischen Naturphilosophie, insbesondere bei J. W. RITTER, F. VON HARDENBERG (NOVALIS) und F. W. J. SCHELLING. Hier lehnte sich die Verwendung des Begriffs «R.» eng an die Entwicklung des terminologischen Gebrauchs in der Chemie an.

In der Chemie versteht man unter R. die Aufnahme von Elektronen durch ein Molekül (Atom), wobei das abgebende Molekül (Atom) oxidiert wird. R. bedeutet also insbesondere die Rückgängigmachung eines Oxidationsvorgangs. Bevor man die Elektronentheorie der Valenz [5] entwickelt hatte, verstand man R. und Oxidation als stoffliche Vorgänge, nämlich als Vereinigung eines Moleküls (Atoms) mit Wasserstoff (R.) bzw. Sauerstoff (Oxidation). Diese Auffassung von R. konnte sich natürlich erst nach A.-L. DE LAVOISIER entwickeln und durchsetzen.

Vor Lavoisier hatte der Begriff «reductio» in der Chemie eine recht unscharfe Bedeutung. Im 17. Jh. spricht z.B. J. JUNGIUS davon, daß ein Körper reduziert werde, «wenn er, nachdem er durch irgendeine Änderung (mutatio) entstanden ist, wieder in denselben Körper übergeht (transeat), aus dem er entstanden ist» [6]. Diese Formulierung hat ihre Wurzeln im speziellen Interesse der damaligen Chemie an Verfahren, welche Metalloxide auf ihre Metalle reduzieren [7]. Jungius unterscheidet übrigens diese Form des Reduktionismus von der R. im theoretischen Sinne (ein Phänomen wird auf Prinzipien des Erkennens reduziert, wenn es daraus abgeleitet werden kann [8]). Mit dieser Begriffsbestimmung haben Jungius und seine Nachfolger die R. an die chemische Analyse gebunden: Einen Stoff reduzieren heißt, ihn in seine ursprünglichen Bestandteile zerlegen. Die Aufgabe der stofflichen Analyse wurde von der Chemie allerdings nur zögernd aufgegriffen, da sie aus der Sicht traditioneller, aus der Alchemie und der aristotelischen Naturphilosophie stammender Vorstellungen als nicht sinnvoll erscheinen mußte: Synthetische Prozesse wurden traditionell als Entwicklungsprozesse im organi-

schen Sinne gedeutet, und solche Prozesse des Wachsenden und Reifens können nicht einfach rückgängig gemacht werden. Selbst R. BOYLE, obwohl als Physiker Atomist, glaubte als Chemiker an die unbeschränkte Wandelbarkeit der Materie, weswegen ihm der Versuch einer R. von Verbindungen auf letzte stoffliche Elemente als verborgene Anstrengung erschien [9].

Erst mit A.-L. DE LAVOISIER erlebte die chemische Analyse ihren Durchbruch und dies nicht zuletzt aufgrund einer praxisnahen Bestimmung des Elementbegriffs: Ihm galten solche Substanzen als «einfach», die sich mit chemischen Mitteln nicht weiter zerlegen lassen. Diese «Elemente» bleiben bei physikalischen oder chemischen Veränderungen erhalten und können durch künstliche oder natürliche Prozesse zu neuen Substanzen vereinigt werden, wobei diese Vereinigung zumindest im Labor rückgängig gemacht werden kann (mit Hilfe dieses Kriteriums erhielt Lavoisier eine erste Liste von Elementen, darunter allerdings auch den Wärmestoff und das Licht [10]). Lavoisier vermochte mit Hilfe seines neuen Elementbegriffs auch der alten, aus der Alchemie stammenden Redeweise von den «Prinzipien» einen neuen Sinn zu geben: Die einfachen Substanzen sind die Träger jener Eigenschaften, durch die Stoffklassen bestimmt werden und die damit ein «Prinzip» verkörpern (z.B. liegt allen Säuren ein allgemeines säurebildendes Prinzip zugrunde, die Eigenarten der unterschiedlichen Säuren werden dann durch das Hinzutreten eines weiteren stoffspezifischen Prinzips erklärt [11]).

Für die romantische Naturphilosophie war die Chemie Leitwissenschaft; durch die Aufarbeitung ihrer jüngsten Entwicklung wollte man neue Orientierungen für die Naturphilosophie gewinnen. Dabei konzentrierte man sich insbesondere auf den Umstand, daß chemische Vorgänge anders als mechanische eine zeitliche Richtung haben, also als Prozesse [12] in Erscheinung treten und – nach damaligem Kenntnisstand – von zwei Prinzipien, Oxidation und R. (Desoxidation, Hydrogenation), beherrscht werden. Diesem Aspekt versuchte man, ein generelles Prinzip abzugewinnen: Alle Naturvorgänge werden durch gegengerichtete Prinzipien auf dem Pfad ihrer Entwicklung (Prozeß) gehalten. In diesem Sinne versuchte J. W. RITTER Oxidations- bzw. R.-Vorgänge mit der Dynamik der Erdgeschichte und der Geschichte des Lebens in Verbindung zu bringen (R. = Regeneration, Leben, Freiheit; Oxidation = Erstarrung, Tod, Abschluß [13]). Zugleich stellte er auch eine Verbindung zu galvanischen Prozessen her; hierbei zeigte sich, wie fruchtbar er die naturphilosophische Orientierung in experimentelle Arbeit umsetzen konnte: Durch einfache Versuche an der galvanischen Zink-Kupfer-Kette konnte er zeigen, daß galvanische Prozesse immer mit Oxidations- und R.-Vorgängen verbunden sind [14]. Seine Überzeugung, daß auch Licht einen «chemischen Gegensatz» in sich trägt, führte ihn zur Entdeckung der Ultraviolettstrahlen und zur Erkenntnis, daß an der Luft (ultra)violettes Licht reduzierend, (ultra)rotes oxidierend wirkt [15].

Während G. W. F. HEGEL im Rahmen seiner naturphilosophischen Ausführungen kaum [16], NOVALIS nur fragmentarisch, aber in ähnlicher Weise wie Ritter auf R. eingeht, hat F. W. J. SCHELLING dem Prinzip der R. in seiner Naturphilosophie einen zwar spekulativen, aber dennoch deutlich erkennbaren Ort eingeräumt [17]. Sein Anliegen war es insbesondere, die Kluft zwischen anorganischer und organischer Natur zu überbrücken.

Dazu ging er von der Vorstellung aus, daß alle Heterogenität der Materie Folge des in unterschiedlichem Maße erfolgenden Zusammenwirkens zweier Prinzipien ist: einem positiven, reduzierenden und einem negativen, oxidierenden Prinzip. Durch das Licht werden Pflanzen in die Lage versetzt, «Lebensluft» zu produzieren, die dann vom «tierischen Leben» aufgenommen wird, welches im Austausch zersetzte Lebensluft an die Pflanzen abgibt. Das Licht wird dabei als Mittel der R., die Vegetation als negativer, das tierische Leben als positiver Lebensprozeß bestimmt. Im tierischen Leben selbst stehen den durch die Aufnahme von Lebensluft bedingten Oxidationsprozessen R.-Prozesse gegenüber, welche sich in der Fähigkeit, auf Reize zu reagieren (Irritabilität), zeigen. Durch das Zusammenwirken von Oxidation und R. wird ein Organisationszusammenhang gestiftet, der sich nicht – jetzt im theoretischen Sinne verstanden – auf Mechanik reduzieren läßt [18]. Neben Schelling räumte L. OKEN dem Oxidations- bzw. R.-Prinzip eine zentrale Stelle im Aufbau seiner Naturphilosophie ein, wobei er diese Prinzipien mit Spekulationen von der Umwandlung des Äthers in Materie durch das Licht verband [19]. Schließlich sei noch H. STEFFENS erwähnt, der Schellings Vorstellungen direkt aufnahm und versuchte, sie bei der Konstruktion einer Naturgeschichte der Erde zu nutzen [20].

*Anmerkungen.* [1] So z.B. schon bei D. BERNOULLI: *Hydrodynamica* (Straßburg 1738); dtsh.: *Hydrodynamik* (1965) 10. Teil. – [2] Vgl. Art. «Atomismus», «Qualität». – [3] Vgl. H. PRIMAS: *Chemistry, quantum mechanics and reductionism* (1981). – [4] Art. «Physikalismus», «Reduktionismus», «Materialismus» (physiologischer Materialismus). – [5] C. A. RUSSELL: *The hist. of valency* (Leicester 1971). – [6] J. JUNGUS, in: H. KANGRO: *J. Jungius' Experimente und Gedanken zur Begründ. der Chemie als Wiss.* (1968) 31. – [7] Bis Lavoisier wurde der Begriff «reductio» in der Chemie auch in dieser spez. Bedeut. verwendet, vgl. z.B. Art. «Reductio Chymica», in: J. H. ZEDLER: *Großes vollst. Univ.-Lex.* 30 (1741, ND 1961). – [8] KANGRO, a.O. [6]. – [9] R. BOYLE: *The sceptical chymist* (London 1661); dtsh.: *Der skept. Chemiker* (1929). – [10] Vgl. A.-L. DE LAVOISIER: *Traité élément. de chimie, prés. dans un ordre nouveau et d'après les découvertes mod.* 1-2 (Paris 1789). – [11] Vgl. hierzu J. R. PARTINGTON: *A hist. of chemistry* 3 (London 1962) ch. IX. – [12] Vgl. Art. «Prozeß» und K. RÖTTGERS: *Der Ursprung der Prozeßidee aus dem Geiste der Chemie. Arch. Begriffsgesch.* 27 (1983) 93-157. – [13] J. W. RITTER: *Frg. aus dem Nachlaß eines jungen Physikers* 1-2 (1810); *Auswahl* (1968) *Frg.* Nr. 51. 71. 209. – [14] Beiträge zur näheren Kenntnis des Galvanismus und der Resultate seiner Untersuchung 1-2 (1801/05). – [15] *Physisch-chem. Abh. in chronolog. Folge* 2 (1806). – [16] Vgl. D. ENGELHARDT: *Hegel und die Chemie* (1976) 98. – [17] Vgl. bes. F. W. J. SCHELLING: *Von der Weltseele, eine Hypothese der höheren Physik zur Erkl. des allg. Organismus* (1798). *Sämmtl. Werke*, hg. K. F. A. SCHELLING 1/2 (1857). – [18] a.O. 549. – [19] L. OKEN: *Lehrb. der Nat.philos.* (Zürich 1843, ND 1991) bes. 2. Teil. – [20] H. STEFFENS: *Über den Oxydations- und Desoxydations-Prozeß der Erde. Z. spekulat. Physik* 1/1 (1800) 137-168. R. KÖTTER

**Reduktion, eidetische, (Ideation)** ist in der Phänomenologie E. HUSSERLS das methodisch gesicherte Verfahren der Wesensschau [1]. Ihr Ziel ist die Erfassung des Apriori als «Eidos» [2]. Wie die Erfahrung empirischer Allgemeinheiten geht auch die e.R. von Singulärem aus. Im Unterschied zu jener aber löst sich die e.R. vom faktischen Vorkommen einer Vielheit von Individuen (empirische Variation) [3]. Sie geht im Rahmen der phänomenologischen Epoché (s.d.) von einem als Exempel angesetzten wirklichen oder phantasierten individuellen