

Dr. Joachim Schummer

Philosophie der Chemie: Rück- und Ausblicke

Was ist Philosophie?

Philosophie ist konkret und abstrakt. Sie ist konkret im Gespür für Probleme, die jeden – oder jeden in einem bestimmten Bereich – betreffen. Sie ist abstrakt in der kritischen Formulierung und Lösung von Problemen, indem sie von besonderen Bedingungen und Voreingenommenheiten abstrahiert. Philosophie erfordert Kreativität, Phantasie und die Bereitschaft zu Unkonventionellem in der Wahl der Problemzugangsweisen. Wie alle Wissenschaften ist sie als Methode lehr- und entwickelbar, sofern ein gewisses Talent vorhanden ist. Philosophie beginnt dort, wo Wissenschaftler nicht mehr weiter fragen. Was heute Philosophie ist, kann morgen Wissenschaft sein – Naturwissenschaft, Sozialwissenschaft oder Geisteswissenschaft –, Philosophie hat keine Vorlieben.

Gute Philosophie bleibt nie stehen, ist stetes Weiterfragen, Neugier. Gute Philosophie, obwohl fragend kosmopolitisch und allgemein, passt sich im Stil ihrem Zuhörerkreis an, ohne sich anzubiedern. Schlechte Philosophie ist dogmatisch, esoterisch, selbstgefällig, selbstbezüglich und in Schulen organisiert, die einem das Denken abnehmen und die sich gegenseitig bekämpfen. Schlechte Philosophien, die sich streiten, dienen bestenfalls der Unterhaltung; gute Philosophie hilft gegen Erstarrung. Jede Gesellschaft entscheidet über ihr Bildungssystem darüber, was sie eher wünscht.

Die philosophische Ausblendung und (Wieder-)Entdeckung der Chemie

Philosophie im heutigen Sinne ist als akademische Disziplin eine relativ junge Erscheinung, und noch jünger ist ihre Teildisziplin Wissenschaftsphilosophie – ursprünglich ein Spezialdiskurs zur Etablierung angewandter Mathematik als einer Naturwissenschaft, dann als Naturwissenschaft schlechthin und schließlich als Modell einer jeden Wissenschaft. So war bis vor kurzem das, was *Wissenschaftsphilosophie* hieß, kaum mehr als ein mit universalem Anspruch debattiertes Bündel von internen Methodenfragen der mathemati-

schen Physik, was entweder Verwunderung, Kritik oder meistens Desinteresse provozierte unter Naturwissenschaftlern wie Chemikern, Biologen und Experimentalphysikern. Es waren zuerst Biologen und an Biologie interessierte Philosophen, die sich in den 1970er Jahren zusammentaten und ihre eigenen, für sie viel dringlicheren philosophischen Fragen formulierten: zur Klärung biologischer Begriffe, zur Evolutionstheorie, zur biologischen Klassifikation, zur evolutionären Erkenntnistheorie, zur biomedizinischen Ethik usw.

Mit Ausnahme der kommunistischen Länder Europas einschließlich der DDR, deren Philosophen sich auf chemiephilosophische Thesen von Friedrich Engels beziehen konnten, kam ein analoger Prozess aus der Begegnung von Chemikern, an Chemie interessierten Philosophen und Wissenschaftshistorikern erst Ende der 1980er Jahre in Gang – zuerst in Holland und Italien, dann in Deutschland, England, Polen und Frankreich und später in den USA und vielen anderen Ländern. In Deutschland war die Chemiephilosophie anfangs sogar besonders aktiv durch das Programm *Chemie und Geisteswissenschaften* des Stifterverbandes (Mittelstraß, Stock 1992; Janich, Rüchardt 1996), durch Peter Janichs regelmäßiges *Erlenmeyerkolloquium zur Philosophie der Chemie* in Marburg (Janich 1994; Janich, Psarros 1996, 1998), sowie durch einen bundesweiten Arbeitskreis *Chemie und Philosophie* (Psarros, Ruthenberg, Schummer 1996). Aus den nationalen Initiativen verschiedener Länder wurde über gemeinsame Tagungen und den regelmäßigen Austausch über das damals ganz neue Internet bald eine internationale Bewegung mit einer internationalen Fachgesellschaft, jährlichen Symposien und zwei Fachzeitschriften. So ging das seit 1995 vom Verfasser herausgegebene Mitteilungsblatt des deutschen Arbeitskreises ab 1997 über in *Hyle: International Journal for Philosophy of Chemistry*, und 1999 startete der Engländer Eric Scerri *Foundation of Chemistry* – beide Zeitschriften werden heute in den USA herausgegeben.

In den wenigen Jahren sind etwa 600 Aufsätze und mehr als 40 Bücher erschienen, und man kann mit Recht sagen, dass Chemiephilosophie innerhalb der Wissenschaftsphilosophie heute das dynamischste Gebiet mit dem größten Zuwachs ist. Unter den Publikationen sind auch solche, die sich mit der früheren Geschichte der Chemiephilosophie beschäftigen, und dabei ist Erstaunliches zu Tage getreten. Nicht nur ist die Chemie bzw. die Elementenlehre seit eh und je der Grundstein jeder Naturphilosophie gewesen, auch hat sich eine Reihe von philosophischen Klassikern zum Teil in eigenen Abhandlungen ausführlich mit der Chemie beschäftigt. Die modernen Philosophiehistoriker hatten das bisher schlichtweg als unwichtig erachtet. In einigen

Fällen sind die chemiephilosophischen Abhandlungen sogar erst in den vergangenen Jahren publiziert oder übersetzt worden.

Themen der modernen Chemiephilosophie

Die Vielfalt der Themen und Fragen der modernen Chemiephilosophie ist so umfangreich, dass es unmöglich ist, in dem vorgegebenen Rahmen auch nur einen knappen Überblick zu liefern. Interessierte Leser seien daher auf neuere Überblicksaufsätze (Schummer 2003d, 2004b) sowie auf die online-Bibliographie (www.hyle.org) verwiesen. Stattdessen möchte ich im Folgenden an Beispielen illustrieren, wie die ganze Palette der philosophischen Teildisziplinen fruchtbar gemacht werden kann zur Untersuchung der Chemie (Schummer 2002a). Ich kann dabei kaum mehr als Andeutungen und Fragestellungen formulieren und muss mich auf wenige Themen beschränken, die meinen eigenen Arbeiten entnommen sind. Zur Abschreckung beginne ich mit den abstraktesten Themen.

(1) Philosophische Logik

Im Unterschied zu – und vor – jeder symbolischen oder formalen Logik untersucht die philosophische Logik die abstrakten Begriffsstrukturen, mit denen wir unsere Welt beschreiben. Die begriffliche Struktur der Chemie baut auf einem eigenen Typus von Relationsbegriffen auf, der zwar von einigen philosophischen Klassikern – wie Hegel, Peirce, Cassirer oder Bachelard – bemerkt, aber nicht systematisch weiterverfolgt wurde. So beschreibt beispielsweise eine chemische Eigenschaft eine dynamische und kontextabhängige mehrwertige Relation zwischen verschiedenen Substanzen (A hat die Eigenschaft, mit B unter bestimmten Bedingungen zu C und D zu reagieren) und ist damit gänzlich verschieden von klassischen Eigenschaften (A hat vier Ecken). Entsprechend sind auch alle Stoffbegriffe andersartig als Dingbegriffe, was übrigens in der Grammatik aller indoeuropäischen Sprachen verankert ist. Eine Aufgabe der philosophischen Logik ist es zu untersuchen, wie sich die logischen Eigenheiten der chemischen Grundbegriffe auf alle abgeleiteten höherwertigen Begriffe, Klassifikationsstrukturen und Theorien der Chemie weitervererben. Ohne ein solches grundlegendes Verständnis bleibt die Chemie nicht nur jeder Formalisierung, sondern auch den meisten Schülern verschlossen, weil der typische Chemieunterricht bis heute ein wildwüchsiges Begriffschao ist, bei dem nicht nur Schülern, sondern auch Logikern die Haare zu Berge stehen. Die Unbeschwertheit von selbst elementaren logischen Regeln wird beispielsweise deutlich, wenn ein Chemiker erst das Symbol $10d$ für eine Strukturformel zur Darstellung eines Moleküls einführt, spä-

ter mit *10d* das Molekül selber bezeichnet und schließlich im *experimentellen Teil* berichtet, er habe 5 g von *10d* über 2 Stunden im Rückfluss gekocht. (Schummer 1996a/c, 1997d, 1998a)

(2) Ontologie

Wenn die Begriffsstrukturen verwendet werden, um unsere Welt zu strukturieren, betreten wir den Bereich der Ontologie. Für ihre gegenwärtig mehr als 20 Millionen Substanzen besitzt die Chemie das anspruchsvollste Klassifikationssystem überhaupt, für das es keine Analogie in anderen Wissenschaften gibt. Die Chemie ist im Unterschied etwa zur Physik (auch) eine klassifikatorische Wissenschaft, und damit drängen sich ontologische Fragen auf wie: Was sind chemische Entitäten, Spezies und Stoffklassen, welche Begriffe von Ähnlichkeit, Klassenzugehörigkeit und -unterscheidung und welche Klassenhierarchien liegen der chemischen Klassifikation zugrunde? Obwohl diese Fragen bisher kaum verstanden sind, verändern Chemiker gegenwärtig ihre Klassifikationsstrukturen mit kaum vorhersehbaren Folgen: Während die klassische chemische Klassifikation auf einer strikten Korrespondenz zwischen Reinstoffen und Molekülen beruht, werden neuerdings auch quasmolekulare Spezies in die Klassifikation aufgenommen, wie z. B. Molekülfragmente aus der Massenspektroskopie, Molekülzustände in Argonmatrix sowie zunehmend molekulare Reaktionszwischenzustände oder Konformere, die in Mischungen zwar spektroskopisch charakterisierbar, aber daraus nicht weiter isolierbar sind. Das würde eigentlich eine grundlegende Reform des gesamten chemischen Begriffsapparats erforderlich machen. Aus wie vielen chemischen Spezies besteht beispielsweise reines Wasser? Wie lässt sich damit eine chemische Reaktion von Wasser beschreiben – im Unterschied etwa zum Wechsel des Aggregatzustandes? (Schummer 1996a, 1998a, 2002b)

(3) Erkenntnistheorie

Die erwähnte komplexe Struktur von chemischen Eigenschaften bedingt es, dass chemisches Wissen nie abgeschlossen ist, dass ein Stoff unter neuen, bisher nicht untersuchten Bedingungen ganz neue Eigenschaften aufweisen kann. Infolgedessen ist der gesamte Erkenntnisapparat der Chemie völlig anders gestaltet als der der mathematischen Physik, die es primär nicht mit realen, sondern mit idealen Gegenständen und idealisierten Bedingungen zu tun hat, für die universale Gesetze axiomatisch formuliert werden können. Die Chemie, einschließlich der physikalischen Chemie, arbeitet stattdessen mit einer Vielzahl von Modellen, deren Anwendungsbereiche unter pragmatischen Gesichtspunkten gegeneinander abgesteckt werden müssen und für

die die Rolle des Experimentierens eine völlig andere ist. Die erkenntnistheoretische Aufgabe der Chemiephilosophie besteht in erster Linie darin, die Rolle des Experiments und die verschiedenen Typen der chemischen Modellbildungen und Erkenntnisstile und ihre jeweiligen Beziehungen zueinander sowie zu physikalischen Theorien zu analysieren. (Schummer 1994, 1998b, 1999a, 1999–2000, 2004c)

(4) Methodologie

Während Physikphilosophen glauben (machen), dass alle Wissenschaftler ausschließlich nach wahren Theorien zur Beschreibung der Natur streben und es Aufgabe der Wissenschaftstheorie sei, eine entsprechende Methode zu formulieren, ist die große Mehrheit der Chemiker – und wegen der alles dominierenden Größe und des Einflusses der Chemie auch die Mehrheit aller Naturwissenschaftler – tatsächlich damit beschäftigt, neue Substanzen zu synthetisieren. Chemische Synthese ist ohne Zweifel die auffälligste Eigenheit der Chemie und zugleich die philosophisch unbeachteteste, weil sie in keines der herkömmlichen wissenschaftstheoretischen Bilder passt. Für die Wissenschaftstheorie der Chemie ist damit die Aufgabe gestellt, die Zwecke, Verfahren, Techniken und die Dynamik der chemischen Synthese auf einer allgemeinen Ebene zu analysieren. Dabei zeigt sich, dass wir ein besseres Verständnis der chemischen Theorien benötigen, weil diese nämlich, im Unterschied etwa zu quantenmechanischen Theorien, nicht bloß natürliche Phänomene erklären und voraussagen, sondern auch Anleitungen liefern für die millionenfach erfolgreiche Herstellung neuer Stoffe. (Schummer 1996a, 1997b/c, 1999b, 2003c)

(5) Sprachphilosophie und Semiotik

Chemiker besitzen eine eigene Zeichensprache aus Strukturformeln und Reaktionsmechanismen, die wiederum ohne Beispiel im gesamten Bereich der Wissenschaften ist und geradezu zu einer semiotischen Analyse herausfordert. (Semiotik ist die allgemeine Wissenschaft der Zeichen und Zeichensysteme.) Im Unterschied zu rein ikonischen, symbolischen oder indexikalischen Zeichensystemen – nach der klassischen Semiotik von Peirce und Morris – handelt es sich hier um ein besonderes Zeichensystem mit speziellen theoretischen Elementen. Es erlaubt Chemikern nicht nur, auf knappe und präzise Weise miteinander über chemische Entitäten und Relationen zu kommunizieren, es ist auch das wichtigste theoretische Instrument zur Voraussage und zur Synthese neuer Substanzen. Trotz seines beispiellosen Leistungsvermögens, besitzen wir bis heute ein noch unzureichendes Verständnis, wie

theoretische Elemente in dieses Zeichensystem integriert sind und ob es sich hier um einen eigenen Typus einer stetig erweiterbaren Theorie handelt, der vom klassischen wissenschaftlichen Theorietypus einer möglichst geschlossenen axiomatischen Struktur grundlegend verschieden ist. (Schummer 1996d, 1998a)

(6) Technikphilosophie

Obwohl die präparative Chemie wegen ihres Herstellungspotentials herausragt, bedeutet dies noch lange nicht, dass es sich hierbei um Technik handelt. Die präparative Chemie ist vielmehr ein gutes Beispiel, um Standardunterscheidungen zwischen Wissenschaft und Technik nach ihrem zugrunde liegenden Wissenschaftsverständnis zu hinterfragen. Dabei zeigt sich, dass sich alle diese Ansätze auf vormoderne Wissenschaftsideen beziehen, die in den Experimentalwissenschaften keine Geltung mehr haben. Die philosophische Untersuchung der Synthesechemie ermöglicht so ein präziseres Verständnis nicht nur von Wissenschaft und Technik, sondern auch von deren Verhältnis zueinander. Wenn beispielsweise Technikhistoriker heute die chemische Industrie als einziges Beispiel einer tatsächlich wissenschaftsbasierten Industrie herausstellen, dann sind Philosophen herausgefordert, die besondere erkenntnistheoretische Beziehung zwischen chemischer Wissenschaft und chemischer Technik zu analysieren, ohne beide miteinander zu vermischen. (Schummer 1996b, 1997a)

(7) Wissenschaftstheorie

Wissenschaftstheorie im Sinne einer Theorie der Wissenschaften kann sich heute nicht mehr den Luxus leisten, partikuläre Züge einzelwissenschaftlicher Forschung als Modell oder Grundlage einer jeden Wissenschaft schlechthin zu stilisieren. Die Vielfalt und Verschiedenheit wissenschaftlicher Disziplinen und Methoden erfordert einen sehr viel differenzierteren und vorsichtigeren Zugang, als etwa die alte chemievergessene Wissenschaftstheorie durch eine neue chemiezentrierte Wissenschaftstheorie zu ersetzen. Gleichwohl kann die Chemie sowohl wegen ihrer alle anderen Disziplinen dominierenden Größe als auch wegen ihrer breiten interdisziplinären Vernetzung als Ausgangspunkt dienen, zumal heute fast alle natur- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen den experimentellen Methodenapparat und die molekulare Perspektive der Chemie integriert haben. Wissenschaftstheorie untersucht die Gemeinsamkeiten und Unterschiede sowie interdisziplinären Verknüpfungen und Barrieren zwischen den verschiedenen einzeldiszi-

plinären Formen der Begriffs- und Modellbildung, ihren Forschungszwecken und -methoden. (Schummer 2003b, 2004d/e)

(8) Naturphilosophie

Während in allen anderen Naturwissenschaften Natur per Definition der Gegenstand der jeweiligen wissenschaftlichen Untersuchung ist, scheint dies in der Chemie ganz anders zu sein, wie die gängige Gegenüberstellung *chemisch versus natürlich* belegt, die übrigens von Nichtchemikern wie von Chemikern verwendet wird. Die Philosophie ist hier herausgefordert zu untersuchen, auf welchem Naturbegriff diese Unterscheidung beruht und ob sie überhaupt sinnvoll begründet ist. Historische Analysen zeigen, dass die Gegenüberstellung in der griechischen Naturphilosophie unbekannt war und erst durch christliche Lehren in frühester Zeit eingeführt wurde und sich seitdem hartnäckig gehalten hat. Systematische Analysen zeigen, dass die Gegenüberstellung gar keinen deskriptiven Gehalt besitzt und stattdessen lediglich normativen Zwecken für implizite pseudo-moralische Bewertungen dient. Philosophen sind hier herausgefordert, die Grundlagen zu bereiten für einen normativen Diskurs, indem sie die impliziten Annahmen explizit machen und die moralischen Fragen scheiden von den pseudo-moralischen, die zwar im moralischen Gewand erscheinen, sich aber als ästhetische, religiöse, politische oder persönlich bedingte Fragen identifizieren lassen (s. u.). (Schummer 2001a, 2003c/e)

(9) Philosophie der Literatur

Ein weiteres philosophisches Aufgabenfeld, um implizite normative Annahmen explizit zu machen, ist die Analyse der so genannten schönen Literatur, insofern diese das öffentliche Bild des Wissenschaftlers wesentlich mitbestimmt hat. Zwar gibt es viele Klagen über die vermeintliche *Kluft zwischen den zwei Kulturen* und über das schlechte Image von Wissenschaftlern, wie es etwa durch Geschichten des *mad scientist* vermittelt wird. Und es ist auch bekannt, dass die dominante Wissenschaftlerfigur in der Literatur wie in Filmen eine eigenartige Mischung aus mittelalterlichem Alchemisten und modernem Chemiker ist. Wenig bekannt ist hingegen, warum Schriftsteller diese Figuren überhaupt kreierten. Eine Untersuchung der klassischen Literatur des 19. Jahrhunderts zeigt, dass Schriftsteller tatsächlich die zeitgenössische Chemie und nur diese auf den Pranger stellten, und zwar aus metaphysischen, moralischen und theologischen Gründen. Hier sind wiederum Chemiephilosophen gefragt zur Untersuchung der literarischen Anklagen der Chemie wegen Partikularismus, Materialismus, Atheismus, Hybris usw., die bis heute

das öffentliche Bild nicht nur des Chemikers, sondern aller Naturwissenschaftler bestimmen. (Schummer 2004f)

(10) Philosophische Ethik

Obwohl angewandte Ethik heute ein florierendes Gebiet der Philosophie ist, muss man mit Erstaunen zur Kenntnis nehmen, dass Philosophen auch hier die Chemie peinlichst gemieden haben, trotz der Chemiebezogenheit zahlreicher einschlägiger Probleme: von Umweltfragen über Probleme der Pharmakologie bis zur Chemiewaffenforschung. Die allgemeine Tatsache, dass Chemiker nicht nur Wissen produzieren und die Welt beschreiben, sondern diese mit der Herstellung neuer Stoffe immer auch verändert haben, hat seit Beginn öffentliche Kritik provoziert. Die Aufgabe der philosophischen Ethik ist es hier, die eigentlich moralischen Fragen von den pseudo-moralischen Fragen, wie sie etwa durch die Literatur und normative Naturbegriffe vermittelt werden, zu separieren, um einen ethischen Rahmen für einen aufgeklärten moralischen Diskurs zur Chemie zu bereiten. (Schummer 2001b, 2001–2002, 2004a)

(11) Ästhetik

Chemiker machen mehr als alle anderen Wissenschaftler Gebrauch von verschiedensten Mitteln zur Visualisierung, von einfachen Strukturzeichnungen bis zur *virtuellen Realität*. Darüber hinaus haben Chemiker in den letzten Jahren zunehmend auch die Schönheit ihrer Syntheseprodukte hervorgehoben, und es gibt sogar klare empirische Evidenz, dass dies tatsächlich auch eine Forschungsmotivation ist. Beide Befunde laden ein zu einer systematischen Untersuchung der Rolle der Ästhetik in der Chemie. Eine ästhetische Analyse der Chemie kann Aufschluss geben über die Momente der Kreativität und Innovation in der chemischen Forschung. Insofern Schönheit tatsächlich ein akzeptierter Forschungswert ist, ist zu untersuchen, auf welcher ästhetischen Theorie der Schönheitsbegriff beruht und wie sich ästhetische Werte mit erkenntnistheoretischen und moralischen Forschungswerten vertragen. (Schummer 1995a, 2003a; Spector, Schummer 2003)

Ausblicke

Innerhalb der Wissenschaftsphilosophie ist die Chemiephilosophie heute wie gesagt das Gebiet mit den größten Zuwachsraten, gemessen an Publikationen und Nachwuchswissenschaftlern. Die jahrzehnte- beziehungsweise jahrhundertelange philosophische Ausblendung der Chemie hat ein Reflexi-

onsvakuum hinterlassen, das jetzt mit rasanter Geschwindigkeit nachgeholt wird, nachdem der Prozess einmal angestoßen war. Obwohl wesentliche Anstöße dazu Anfang der 1990er Jahre aus Deutschland kamen, ist der Trend hier leider umgekehrt, d. h., das chemiephilosophische Potential tendiert gegen null. Abschließend möchte ich die drei wichtigsten Gründe dafür benennen.

(1) Im Unterschied zu fast allen Ländern in Europa und Nordamerika ist das Fach Philosophie in Deutschland weder in der Sekundär- noch in der Tertiärausbildung verankert, d. h., wer nicht Philosophie als eigenes Hochschulstudienfach wählt, der bekommt in der Regel weder im Gymnasium noch in der Hochschule philosophische Inhalte vermittelt, während etwa Bibelkunde an allen staatlichen Schulen Pflichtfach ist. Infolgedessen kennt der durchschnittliche deutsche Chemiehochschulabsolvent zwar 2000–3000 Jahre alte vorderorientalische Volksweisheiten, weiß aber nicht einmal, was Philosophie ist. Ein Blick auf die Biographien derjenigen, die Anfang der 1990er Jahre den Anstoß zu Chemiephilosophie in Deutschland gaben, zeigt, dass sie dies nicht wegen, sondern trotz des Bildungssystems taten, indem sie den mühsamen Weg eines Doppel- oder Zweitstudiums wählten.

(2) Der radikale Bildungsabbau im deutschen Hochschulsystem hat Fächer wie Philosophie besonders hart getroffen. So wurde beispielsweise die Zahl der Philosophieprofessuren an meiner ehemaligen Universität in Karlsruhe innerhalb von zehn Jahren von drei auf eine gekürzt und das Studienfach abgeschafft. Unter diesen Bedingungen hat sich die akademische Philosophie auf ihre *Kernbereiche* zurückgezogen, d. h. auf Philosophiegeschichte und etablierte Schulthemen. Eine Hochschulkarriere mit innovativen Forschungsthemen wie Chemiephilosophie ist in Deutschland damit unmöglich. Hinzu kommt, dass die 5. Novelle des Hochschulrahmengesetzes von 2002 dem wissenschaftlichen Nachwuchs ein de facto Berufsverbot erteilt hat, sodass diejenigen, die den mühsamen Weg eines Chemie-und-Philosophie-Doppelstudiums mit anschließender Promotion und Habilitation beschritten haben, ins Ausland abwandern.

(3) Die meisten Philosophen in Deutschland schreiben und lesen nachweislich nur deutsche Aufsätze, obwohl Englisch in der Philosophie wie in allen anderen Fächern längst zur lingua franca geworden ist. Diese Bequemlichkeit hat nicht nur dazu geführt, dass deutschsprachige Philosophie international nicht mehr wahrgenommen wird, sondern auch dazu, dass die meisten deutschen Philosophen die internationale Philosophie nicht mehr wahrnehmen. Weil sich die moderne Chemiephilosophie aufgrund ihrer parallelen Entstehung in vielen verschiedenen Ländern rasch auf internationaler Ebene eta-

blieren konnte, liegt sie heute weitgehend außerhalb des deutschen Wahrnehmungskreises.

Literatur

- Janich, P. (Hrsg.) (1994): *Philosophische Perspektiven der Chemie*. Mannheim.
- Janich, P.; Psarros, N. (Hrsg.) (1996): *Die Sprache der Chemie*. Würzburg.
- Janich, P.; Psarros, N. (Hrsg.) (1998): *The Autonomy of Chemistry*. Würzburg.
- Janich, J.; Rüdhardt, Ch. (Hrsg.) (1996): *Natürlich, technisch, chemisch. Verhältnisse zur Natur am Beispiel der Chemie*. Berlin.
- Mittelstraß, J.; Stock, G. (Hrsg.) (1992): *Chemie und Geisteswissenschaften: Versuch einer Annäherung*. Berlin.
- Psarros, N.; Ruthenberg, K.; Schummer, J. (Hrsg.) (1996): *Philosophie der Chemie – Bestandsaufnahme und Ausblick*. Würzburg.
- Schummer, J. (1994): Die Rolle des Experiments in der Chemie. In: Janich 1994, S. 27–51.
- Schummer, J. (1995a): Ist die Chemie eine schöne Kunst? Ein Beitrag zum Verhältnis von Kunst und Wissenschaft. In: *Zeitschrift für Ästhetik und Allgemeine Kunstwissenschaft*, 40, S. 145–178.
- Schummer, J. (1995b): Zwischen Wissenschaftstheorie und Didaktik der Chemie: Die Genese von Stoffbegriffen. In: *chimica didactica*, 21, S. 85–110.
- Schummer, J. (1996a): *Realismus und Chemie. Philosophische Untersuchungen der Wissenschaft von den Stoffen*. Würzburg.
- Schummer, J. (1996b): Die stoffliche Weltveränderung der Chemie: Philosophische Herausforderungen. In: Hubig, C.; Poser, H. (Hrsg.): *Cognitio humana – Dynamik des Wissens und der Werte*. XVII. Deutscher Kongreß für Philosophie, Leipzig 1996, Workshop-Beiträge. Bd. 1, S. 429–436.
- Schummer, J. (1996c): Philosophie der Stoffe, Bestandsaufnahme und Ausblick. Von der Entstofflichung der Welt zur ökologischen Relevanz einer Philosophie der Chemie. In: Psarros, Ruthenberg, Schummer 1996, S. 143–164.
- Schummer, J. (1996d): Zur Semiotik der chemischen Zeichensprache: Die Repräsentation dynamischer Verhältnisse mit statischen Mitteln. In: Janich, Psarros 1996, S. 113–126.
- Schummer, J. (1997a): Challenging Standard Distinctions between Science and Technology: The Case of Preparative Chemistry. In: *Hyle*, 3, S. 81–94.
- Schummer, J. (1997b): Scientometric Studies on Chemistry I: The Exponential Growth of Chemical Substances, 1800–1995. In: *Scientometrics*, 39, S. 107–123.

- Schummer, J. (1997c): Scientometric Studies on Chemistry II: Aims and Methods of Producing new Chemical Substances. In: *Scientometrics*, 39, S. 125–140.
- Schummer, J. (1997d): Towards a Philosophy of Chemistry. In: *Journal for General Philosophy of Science*, 28, S. 307–336.
- Schummer, J. (1998a): The Chemical Core of Chemistry I: A Conceptual Approach. In: *Hyle*, 4, S. 129–162.
- Schummer, J. (1998b): Physical Chemistry: Neither Fish nor Fowl? In: Janich, Psarros 1998, S. 135–148.
- Schummer, J. (1999a): Epistemology of Material Properties. In: *Proceedings of the 20th World Congress of Philosophy, Boston/MA, USA, August 10–16, 1998*. Boston.
- Schummer, J. (1999b): Coping with the Growth of Chemical Knowledge: Challenges for Chemistry Documentation, Education, and Working Chemists. In: *Educación Química*, 10, Nr. 2, S. 92–101.
- Schummer, J. (Hrsg.) (1999–2000): *Models in Chemistry*. *Hyle* Sonderband, Nr. 5.2 (Models in Theoretical Chemistry), Nr. 6.1 (Molecular Models), Nr. 6.2 (Modeling Complex Systems).
- Schummer, J. (2001a): Aristotle on Technology and Nature. In: *Philosophia naturalis*, 38, S. 105–120.
- Schummer, J. (2001b): Ethics of Chemical Synthesis. In: *Hyle*, 7, S. 103–124.
- Schummer, J. (Hrsg.) (2001–2002): *Ethics of Chemistry*. *Hyle* Sonderband, Nr. 7.2, Nr. 8.1.
- Schummer, J. (2002a): *Chemical Relations: Topics in the Philosophy of Chemistry*. Habilitationsschrift. Universität Karlsruhe.
- Schummer, J. (2002b): The Impact of Instrumentation on Chemical Species Identity: From Chemical Substances to Molecular Species. In: Morris, P. (Hrsg.): *From Classical to Modern Chemistry: The Instrumental Revolution*. Cambridge, S. 188–211.
- Schummer, J. (2003a): Aesthetics of Chemical Products: Materials, Molecules, and Molecular Models. In: *Hyle*, 9, S. 77–108.
- Schummer, J. (2003b): Chemical versus Biological Explanation: Interdisciplinarity and Reductionism in the 19th-Century Life Sciences. In: Earley, J. E. (Hrsg.): *Chemical Explanation: Characteristics, Development, Autonomy*. New York (*Annals of the New York Academy of Science*, Vol. 988), S. 269–281.
- Schummer, J. (2003c): The Notion of Nature in Chemistry. In: *Studies in History and Philosophy of Science*, 34, S. 705–736.
- Schummer, J. (2003d): The Philosophy of Chemistry. In: *Endeavour*, 27, S. 37–41.

- Schummer, J. (2003e): Naturverhältnisse in der modernen Wirkstoff-Forschung. In: Kornwachs, K. (Hrsg.): *Technik – System – Verantwortung*. Münster, S. 629–638.
- Schummer, J. (2004a): Ethische Aspekte der Verteilungsgerechtigkeit in der chemischen Forschung. In: Sedmak, Cl. (Hrsg.): *Option für die Armen in den Wissenschaften*. Band 2: Naturwissenschaften und Technik. Freiburg i. Br. (in Vorbereitung)
- Schummer, J. (2004b): The Philosophy of Chemistry: From Infancy Towards Maturity. In: Baird, D.; Scerri, E.; MacIntyre, L. (Hrsg.): *Philosophy of Chemistry: Synthesis of a New Discipline (Boston Studies in the Philosophy of Science series)*. Dordrecht. (in Vorbereitung)
- Schummer, J. (2004c): Why do Chemists Perform Experiments? In: Sobczynska, D.; Zeidler, P.; Zielonacka-Lis, E. (Hrsg.): *Chemistry in the Philosophical Melting Pot*. Frankfurt am Main, S. 395–410.
- Schummer, J. (2004d): Multidisciplinarity, Interdisciplinarity, and Patterns of Research Collaboration in Nanoscience and Nanotechnology. (erscheint in *Scientometrics*)
- Schummer, J. (2004e): Interdisciplinary Issues of Nanoscale Research. In: Baird, D.; Nordmann, A.; Schummer, J. (Hrsg.): *Discovering the Nanoscale*. (in Vorbereitung; elektronische Vorabpublikation unter <http://www.cla.sc.edu/cpecs/nirt/papers.html>)
- Schummer, J. (2004f): *The Chemist in Modern Anti-modern Literature*. (zur Veröffentlichung eingereichtes Manuskript)
- Spector, T.; Schummer, J. (Hrsg.) (2003): *Aesthetics and Visualization in Chemistry*. *Hyle* Sonderband, Nr. 9.1–2.