Instrumentengeschichten

Falk Müller

Kusukawa, Sachiko/Maclean, Ian, 2006. *Transmitting Knowledge. Words, Images, and Instruments in Early Modern Europe*. Oxford: Oxford University Press, 296 S., ISBN-13: 978-0199288786.

Morrison-Low, Alison D., 2007. *Making Scientific Instruments in the Industrial Revolution*. Hants/Burlington: Ashgate, 576 S., ISBN-13: 978-0754657583.

Schickore, Jutta, 2007. *The Microscope and the Eye. A History of Reflections, 1740–1870*. Chicago: Chicago University Press, 320 S., ISBN-13: 978-0226737843.

Reinhardt, Carsten, 2006. *Shifting and Rearranging. Physical Methods and the Transformation of Modern Chemistry*. Sagamore Beach: Science History Publications, 435 S., ISBN-13: 978-0881353549.

Vor über einem Jahrzehnt hatten Thomas Hankins und Robert Silverman in ihrem Buch *Instruments and the Imagination* den epistemischen Status wissenschaftlicher Instrumente im Anschluss an Ausführungen Francis Bacons als Zwischenzustand beschrieben, angesiedelt irgendwo zwischen den Wörtern und den Dingen. Die Instrumente waren „certainly things, but things whose purpose it is to help us analyze and reason about things. They are things we construct to represent and interpret nature. In these capacities they act more like words.“ (S. 9) Die Frage, ob instrumentelle Inskriptionen „wie die Worte eines Magiers“ dabei helfen, die Geheimnisse der Natur zu enthüllen oder ob sie nur das wiedergeben, was von menschlichen Konstrukteuren in sie hineingelegt wurde, konnte den beiden Autoren zufolge allerdings kaum durch eine Zunft von Wissenschaftshistorikerinnen und -historikern beantwortet werden, die Instrumente nur durch die Brille ihrer mathematischen Ausbildung sahen oder ihre Forschung eher in „libraries

filled with words rather than in laboratories filled with instruments“ betrieben (S. 10). Seitdem hat sich viel getan. In einer Reihe von Studien wurde das Innenleben von Laboratorien untersucht und Experimente wurden gar rekonstruiert, um die materiellen Bedingungen experimenteller Praxis zu erforschen. Insgesamt hat eine Verschiebung des Augenmerks stattgefunden – weg von den Ideen, den Theorien und Wörtern, hin zu Heuristiken und Methoden, zu materiellen Kulturen und Dingen. Dabei hat sich gezeigt, dass der ambivalente Status wissenschaftlicher Instrumente, aufgefasst als vermittelnde Instanz zwischen einer Vielfalt von Positionen der Wissenschaftsgeschichte, interessante Zugänge zum Prozess der Entstehung und Ausbreitung von lokalem Wissen ermöglichen kann.

Eine weitere Konsequenz dieser Verschiebung war die Erkenntnis, dass erfolgreiche Forschung ihren Ursprung oftmals in den Randgebieten von oder in den Zonen zwischen den etablierten Forschungsstrukturen und Disziplinen hat. Wissenschaft erscheint hier als Produkt der Kooperation, des kommunikativen Austausches und der gegenseitigen Stabilisierung einer Reihe von durchaus autonom operierenden Gruppen mit je eigenen Praktiken und Wissenskulturen, die sich nicht aufeinander reduzieren lassen. Die Wissenschaftsgeschichte hat sich in der Folge immer stärker auch als Kulturgeschichte der Wissenschaften verstanden und sich einer Reihe von benachbarten Disziplinen geöffnet oder völlig neue Forschungsfelder für sich entdeckt. Auch der hier besprochene Sammelband und die drei Monographien haben sich auf die eine oder andere Weise (und über einen Zeitraum von der frühen Neuzeit bis ins 20. Jahrhundert) mit den Grenzbereichen zwischen verschiedenen Wissenskulturen – sowohl zeitlicher als auch räumlicher Natur – und den sich dort bildenden vermittelnden Instanzen und Strukturen beschäftigt.

Wörter, Bilder, Instrumente

Der von Sachiko Kusukawa und Ian Maclean herausgegebene Sammelband vereint neun Aufsätze, deren Autoren sich mit dem Zusammenspiel von Wörtern, Bildern und Instrumenten bei der Vermittlung von Wissen in der frühen Neuzeit beschäftigen. Es hat Sinn, nach der Wechselwirkung dieser Faktoren zu fragen, zumal für diese Zeit, in der viele Gelehrte mit der Konstruktion und dem Verkauf von Instrumenten ein Zubrot verdienten und die Veröffentlichung von naturphilosophischen Abhandlungen vom Aufbau komplexer Netzwerke aus Patronen, Mäzenen, Verlegern, Handwerkern, Künstlern und Wissenschaftlern abhing. Die zunehmende Bedeutung praktischen Wissens, das wachsende Bedürfnis, das aus eigener Erfahrung gewonnene Wissen darzustellen, und eine zunehmend inhomogene Zusammensetzung der Leserschaft – etwa Patrone und Mitglieder der Höfe, die

unterhalten werden wollten – stellten aber auch hohe Anforderungen an die Wissensvermittlung. Sie fanden ihren Niederschlag in hybriden und neuartigen Darstellungsformen, in der Kombination geometrischer und naturalistischer Elemente ebenso wie in Illustrationen praktischer Erfahrungen, die im Gewand traditioneller geometrischer Demonstrationen daherkamen. Dies zeigt etwa Sven Dupré am Beispiel der Vermittlung von Wissen über die Erzeugung und Benutzung von konkaven Spiegeln in Manuskripten und Büchern des 15. und 16. Jahrhunderts. Anhand weniger Beispiele deckt er ein kompliziertes Geflecht visueller Strategien auf und ermöglicht damit interessante Einblicke in die Werkstatt und das Versuchslabor der visuellen Vermittlung von Wissen in der frühen Neuzeit. Catherine Eagleton verfolgt in ihrem Artikel die Übersetzungsprozesse eines spezifischen Typs von Sonnenuhren im 15. Jahrhundert, des *Navicula*, indem sie Diagramme und Beschreibungen auswertet sowie Instrumente aus verschiedenen Ländern untersucht. Während sich für England aufgrund der Ähnlichkeit verschiedener noch vorhandener Instrumente die Ausbildung eines einheitlichen, vermutlich durch mündliche Überlieferung gestützten Designs feststellen lässt, zeigt ein vergleichbares, von Wien aus verbreitetes Instrument, das *Organum Ptolomei*, interessante Abweichungen. Sie lassen sich nur aus der fehlerhaften Übermittlung von Informationen über das *Navicula* erklären. Erst die vergleichende ‚Lektüre‘ der vorhandenen Instrumente, Texte und Diagramme zeigt, wie sich aus dieser fehlerhaften Übermittlung und den nachfolgenden Korrekturen ein neuer Instrumententyp entwickeln konnte, durch den letztendlich sogar die ursprüngliche Form des *Navicula* abgelöst wurde.

Sachiko Kusakawa beschäftigt sich in ihrem Beitrag mit der Funktion naturalistischer Abbildungen in der Wissensvermittlung des 16. Jahrhunderts am Beispiel des Botanikers Leonard Fuchs und des Anatomen Andreas Vesalius. Sie legt dar, wie beiden Forschern der Naturalismus als Vehikel für die Darstellung von Idealtypen diene. In einigen Abbildungen kam es zudem zu Überlagerungen von alternativen Sichtweisen, die sich nur bei einer ausreichenden praktischen Erfahrung, bei sehr genauer Kenntnis der Vorgängerliteratur oder anhand der Begleittexte richtig interpretieren ließen. Auf diese Weise konnte Vesalius auf Diskrepanzen seiner Beobachtungen zu den Texten Galens hinweisen und sich gleichzeitig auf dessen Autorität berufen. Im Unterschied dazu versucht Christoph Lüthy die Diskrepanz zu erklären, die in Descartes' *Principia Philosophiae* zwischen dessen offenem Antiatomismus und der offensichtlich atomistischen Bildsprache seiner Illustrationen auftritt. Die Abbildungen wurden von vielen seiner Zeitgenossen als realistische Darstellungen mikrophysikalischer Prozesse aufgefasst und übten schließlich einen prägenden Einfluss auf die Ausbildung der uns heute noch vertrauten visuellen Kultur des atomistischen Mechanismus aus. Lüthy zufolge sollten die Abbildungen aber vor allem als strategische Ele-

mente in einer von Descartes' methodischen Vorstellungen abweichenden visuellen Rhetorik angesehen und untersucht werden. Bilder mussten die mathematische Argumentation an Stellen ersetzen, an denen die deduktive Herleitung der physikalischen Phänomene aus metaphysischen Prinzipien zu keinem eindeutigen Ergebnis führte oder die Überprüfung logischer Deduktionen an den unzulänglichen empirischen Mittel scheiterte. Mit Hilfe der Abbildungen, so Lüthy, konnten den Lesern Beobachtungen der makroskopischen Welt und daraus abgeleitete Hypothesen über den Aufbau der mikrophysikalischen Welt anschaulich dargestellt werden. Die visuelle Imagination nahm demzufolge eine vermittelnde Position zwischen „logischer Deduktion“ und „rhetorischer Überredung“ ein – es war nicht Descartes als strenger Methodiker, der durch die Bilder sprach, sondern der pragmatische Vermittler eines praktischen Wissens über die Natur.

Ian Maclean untersucht Diagramme, die auf mittelalterlichen Traditionen schematischer Darstellung aufbauen und im späten 15. Jahrhundert bis weit ins 16. Jahrhundert hinein bei der Verteidigung von Galens medizinischen Theorien Verwendung fanden. Er demonstriert die verschiedenen Funktionen, die ihnen als hermeneutische, pädagogische oder mnemotechnische Hilfsmittel zukamen. Ihm zufolge dienten sie als visuelle Beweise oder Mittel der Überzeugung, als Mittel der Verknüpfung und Gegenüberstellung von Medizin und Naturphilosophie, als Hilfsmittel für den praktizierenden Arzt, als Ausdruck der Denkweise einer spezifischen Schule oder einfach als Versuch, eine komplexe Theorie zu visualisieren. Dabei diskutiert Maclean auch eine sich entwickelnde Eigendynamik der zunehmend komplizierter werdenden Diagramme. Alexander Marr wertet ein Notizbuch von Mutio Oddi aus, in dem dieser den Produktionsprozess seines 1625 erschienenen mathematisch-technischen Traktats *Dello squadro* dokumentiert hat. Anhand der zahlreichen Kontakte mit Verlegern, Künstlern und Handwerkern sowie der Listen von Käufern und Beschenkten kann Marr zeigen, wie viele Personen an der Produktion eines solchen Buches beteiligt waren und wie aufwändig und kostspielig die Herstellung der Diagramme und damit die Vermittlung praktischen Wissens in dieser Zeit war. Adam Mosley beschäftigt sich in seinem Artikel mit der Beziehung zwischen den repräsentativen, zum Beispiel pädagogisch-modellhaften, und den praktisch-numerischen Funktionen von astronomischen Instrumenten des 16. Jahrhunderts. Dabei hebt er die Überlagerung unterschiedlicher Funktionen der Instrumente, etwa als pädagogische Lehr- und Denkwerkzeuge, und deren Rolle in den Debatten über die mathematische und physikalische Natur konkurrierender kosmologischer Theorien hervor. Im Aufbau und der Funktionsweise der Instrumente musste zudem Rücksicht auf die unterschiedlichen Erwartungen eines sich wandelnden Publikums genommen werden. Isabelle Pantin geht in ihrem Beitrag auf Keplers visuelle Strategien bei der Verbreitung der kopernikanischen Ideen ein. Wandte er sich in seinen frühen Schriften an einen engen

Kreis von Fachwissenschaftlern, so öffnete er sich aber spätestens mit seiner *Epitome* neuen Strategien der visuellen Repräsentation und Demonstration. Sie waren auf die Lehre an den Schulen und Universitäten ausgerichtet und sollten der kopernikanischen Lehre eine größere Präsenz verschaffen. Durch diese Öffnung sei eine bunte Mischung unterschiedlicher Genres und Stile entstanden, in der sich neben den vertrauten geometrischen Demonstrationen schematische Darstellungen des kopernikanischen Systems oder der keplerschen Physik finden, die ohne Erklärung für sich allein wirken sollten. Volker Remmert beschäftigt sich schließlich in seinem Artikel mit Titelpupfern mathematischer und astronomischer Werke des 17. Jahrhunderts. Er weist auf die Dichte und Vielfalt der dort eingesetzten rhetorischen Elemente hin, die die jeweiligen Autoren auf verschlüsselte, teilweise aber auch auf sehr direkte Weise hinsichtlich ihrer kosmologischen Vorstellungen und ihrer religiösen Einstellung verorten. Gleichzeitig sollten sie aber auch den Patronen schmeicheln und für die wissenschaftliche Reputation des Autors werben.

Auch wenn die Rolle und Funktion visueller Darstellungen und die Ausbildung neuer Elemente einer visuellen Rhetorik im Mittelpunkt der meisten Beiträge stehen, bietet der Sammelband einen sehr guten Einstieg und Überblick über die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Instrumenten, Wörtern und Bildern in einer sich wandelnden frühneuzeitlichen Wissenschaft. Die einzelnen Beiträge hätten das Material für eine systematische Diskussion der medialen Funktionen von Instrumenten, Wörtern und Bildern in dieser dynamischen Zeit geboten. Diese Möglichkeit wurde bedauerlicherweise vertan. Die medientheoretischen Ausführungen in der Einleitung sind kein befriedigender Ersatz für eine derartige Diskussion. Zudem wären zusätzliche Hinweise auf vorhergehende und nachfolgende Entwicklungen hilfreich gewesen. Sie hätten diesen schönen Band noch weiter abgerundet und ihn einem breiteren Leserkreis zugänglicher gemacht.

Instrumentenmacher in der industriellen Revolution

Alison Morrison-Low, Kuratorin am National Museum of Scotland in Edinburgh, versucht in ihrem Buch die engen Grenzen subdisziplinärerer Spezialisierung aufzulockern und wirtschafts-, familien-, wissenschafts- und technikhistorische Ansätze zusammenzuführen. Ihr zugehörte nahm das englische Instrumentenmacherhandwerk in seiner Blütezeit zwischen circa 1750 und 1851 eine bisher unterschätzte Rolle in der industriellen Revolution und für die Entwicklung des britischen Empires ein. Mit ihrem Ansatz versucht die Autorin, aus dem Schatten der oftmals als zu spezialisiert und technisch angesehenen Instrumentengeschichte hervorzutreten und das Potential und die Bedeutung wissenschaftlicher Instrumente auch für die allgemeine Ge-

schichtswissenschaft und die Wirtschafts- und Sozialgeschichte zu verdeutlichen. Insgesamt erscheint das Instrumentenhandwerk in ihrer Analyse als ein Wirtschaftsbereich, in dem sich traditionelle Strukturen lange gegen den Vormarsch industrieller Produktionsformen behaupten konnten, der aber trotzdem eine große Innovationsbereitschaft und Dynamik zeigte.

Ein zentrales Anliegen der Autorin liegt in der Aufwertung der Aktivitäten in den bisher vernachlässigten ‚Provinzstädten‘ Birmingham, Liverpool, Manchester, Sheffield und – etwas weniger ausführlich – Bristol und York. Hierbei geht sie auch auf die geographisch bedingte Ausbildung lokaler Märkte und Spezialisierungen ein. Auch wenn provinzielle Instrumentenmacher vor allem als Subunternehmer den führenden Londoner Herstellern zuarbeiteten, so zeige sich doch, dass sich einige von ihnen im Laufe des 18. und 19. Jahrhunderts größere staatliche Aufträge sichern und mit Präzisionsinstrumenten auch einen internationalen Markt bedienen konnten. Anhand verschiedener Beispiele diskutiert Morrison-Low die familiären und sozialen Verhältnisse der Instrumentenmacher, die Zusammensetzung und Veränderung der Sortimente, die Vernetzung und die Migrationsbewegungen (unter anderem die Anwerbung ausländischer Fachkräfte) sowie den Informationsaustausch – inklusive Fällen von Industriespionage. Dabei arbeitet sie unter anderem den Grad der Arbeitsteilung und Industrialisierung, die Folgen neuer Marketingstrategien – beispielsweise die Bereitstellung von aufeinander abgestimmten Sortimenten für die Grundausstattung neu gegründeter amerikanischer Universitäten – und die besondere Rolle von Frauen heraus.

Wirtschaftshistorische Fragestellungen wie etwa zu Angebot und Nachfrage in einer sich wandelnden Konsumkultur handelt die Autorin in gesonderten Kapiteln ab. So gewannen neben dem Wettlauf um die Produktion von Spitzengeräten immer stärker volksbildende und erzieherische Aspekte und die Bereitstellung von billigen und verlässlichen Instrumenten – insbesondere Mikroskopen – an Bedeutung. Auch die Ausstellung und Vorführung von Instrumenten in wissenschaftlich-technischen Vereinen und Galerien führten ihr zufolge zu einer Differenzierung des Angebots und der Nachfrage. Anhand der unterschiedlichen Funktionen von Instrumenten unterscheidet Morrison-Low insgesamt sechs Typen von Kunden: Dilettanten (Instrumente als Statussymbol), Praktiker (beispielsweise nautische und geodätische Geräte), Lehrer (Demonstrationsmodelle), Privatleute (Uhren, Brillen, Mikroskope), Wissenschaftler und staatliche Organisationen (Präzisionsmessgeräte, Standardmaße). Im Anhang findet sich eine Liste der ‚provinziellen‘ Instrumentenmacher und eine umfangreiche Bibliographie. Die Vielfalt und der Umfang der genutzten Quellen beeindrucken: Instrumente aus Museums- und Privatsammlungen, wissenschaftliche Veröffentlichungen, Briefwechsel, Adressbücher, Geburtsregister, Zeitungen, Flugblätter, aber auch Werbebroschüren und Kataloge.

Schon in ihrer Einleitung weist Morrison-Low auf die inhomogene Zusammensetzung der Gruppe der Instrumentenmacher und ihres Objektbereichs hin, auf die vielschichtigen Beziehungen der Handwerker mit Wissenschaftlern und anderen Personengruppen, die über ihr Interesse oder den Bedarf an wissenschaftlichen Instrumenten nicht nur vom Wissen und vom Angebot der Instrumentenmacher profitieren, sondern eigene Erfahrungen und eigenes Wissen in die weitere Entwicklung der Instrumente einbringen konnten. Insgesamt wird deutlich, dass es in vielen Fällen Aufgabe der Instrumentenmacher war, zwischen verschiedenen Gruppen, Institutionen und Wissenskulturen zu vermitteln und in materialisierter Form Lösungen und Kompromisse anzubieten. Teilweise wurden sie dabei zu Schöpfern eigener Formen und Darstellungsweisen von Wissen. Für ein wissenschaftshistorisches Publikum hätte die Diskussion dieser Funktion ein eigenes Kapitel verdient, denn das Thema wird hier durch den starken Fokus auf den Wandel der Konsumkultur sowie sozial- und wirtschaftshistorische Fragestellungen leider nur implizit abgehandelt.

Die Physiologie der Mikroskopie

Im Zentrum von Jutta Schickores Buch steht die Geschichte der Mikroskopie im späten 18. und frühen 19. Jahrhundert. Sie wählt damit einen Zeitraum, der in einschlägigen wissenschaftshistorischen Untersuchungen über die aufregende Anfangsphase der Mikroskopie im 17. Jahrhundert oder die physikalische Durchbildung des Mikroskops in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts nur in Randbemerkungen, vor allem als Phase der Stagnation und Verunsicherung, erwähnt wird. Ein Wandel in der Wahrnehmung des Mikroskops von einem unzuverlässigen und mit vielen Fehlern behafteten Hilfsmittel zum zentralen Forschungsinstrument der biologischen und medizinischen Forschung wird dort erst aufgrund entscheidender optischer Verbesserungen ab den 1830er Jahren festgestellt. Schickores Bilanz der wissenschaftlichen Mikroskopie in dieser Phase fällt weitaus positiver aus. Als entscheidend für die Akzeptanz und Legitimierung der Mikroskopie als wissenschaftliche Praxis sieht sie dabei einen Prozess der reflexiven Einbindung in den weiteren kulturellen Rahmen einer neuen Wissenskultur, die neben technischen Verbesserungen und einer Fortentwicklung der Anleitungsbücher auch die Erforschung des Sehnervs und der Retina sowie die physiologischen Wahrnehmungstheorien von Johannes Müller umfasste. Des weiteren geht es ihr darum, den Beitrag dieses Prozesses zur Entwicklung des „modernen Beobachters“ als neuen Typus eines reflexiv arbeitenden und fortschreitenden Forschers herauszuarbeiten: ein mit der Welt nur durch sinnlich vermittelte Signale verbundener autonomer Beobachter, „who is severed from the external world through a veil of sensations with no distinct external referent“ (S. 6).

Eine zentrale Rolle für den argumentativen Zusammenhang des Buches spielen die Konzepte der „second-order practices“ und der „second-order discourses“. Darunter versteht Schickore jene Praktiken und Diskurse, die sich nicht auf den Forschungsgegenstand als solchen beziehen, sondern in denen es reflexiv um die Methoden geht, die für die Erforschung eines Objekts eingesetzt wurden, sowie um die Vorteile, Möglichkeiten und Grenzen der Instrumente und die Stellung des Beobachters. Auf diese Weise bettet Schickore die Mikroskopie in eine komplexe Diskurslandschaft ein, in der britische Anleitungsbücher für den mikroskopischen Praktiker und der Einsatz von Mikroskopen bei der Überprüfung und Verbesserung von Präzisionsinstrumenten im 18. Jahrhundert ebenso ihren Ort haben wie optische Spielereien und Untersuchungen zu optischen Täuschungen im frühen 19. Jahrhundert. Als Leitmotiv ihrer Exkursionen in diese Diskurslandschaft dient die mikroskopische Untersuchung des (menschlichen) Auges. Diese Untersuchungen bildeten nach Ansicht der Autorin eine wichtige Grundlage für Diskussionen über die Rolle physiologischer Faktoren in einem um organische Komponenten erweiterten technischen Wahrnehmungsapparat.

Diskussionen über die Rolle der menschlichen Physiologie in der Mikroskopie wurden Schickore zufolge auch durch Verfahren befördert, mit denen die Vergrößerungsleistung und die Auflösung unterschiedlicher Mikroskope verglichen werden konnten. Diese Verfahren hätten zudem Folgen für die soziale Organisation wissenschaftlicher Wahrnehmung gehabt: So verstärkten sie beispielsweise die Konkurrenz, aber auch die Kommunikation zwischen Forschern mit verschiedenen Geräten oder zwischen verschiedenen Instrumentenmachern. Hier fand auch eine Differenzierung zwischen den professionellen Mikroskopikern und den Amateuren statt, zwischen den reinen Vergrößerern und den auf hochwertige Bilder bedachten Forschern, für die die Qualität und Vielfalt der im Mikroskop beobachtbaren Strukturen und Objekte im Vordergrund stand. Wie Schickore zeigt, war es vor allem die Einführung von Testobjekten – zunächst natürlichen, später auch mechanischen Ursprungs – in den 1820er und 1830er Jahren, die solche Unterscheidungen ermöglichte und erzwang. Die Testobjekte bildeten danach einen objektiven Maßstab, anhand dessen sich eine wachsende Zahl von Faktoren identifizieren und vergleichend diskutieren ließ, die für eine erfolgreiche Handhabung der Mikroskope relevant waren. Durch die Einführung solcher Differenz generierenden Objekte, mit der oftmals auch eine physikalische Klärung von Störungen einherging, und durch die Veröffentlichung eines neuen Typus von methodenkritischen Hand- und Anleitungsbüchern bildete sich der Autorin zufolge spätestens seit den 1840er Jahren eine wachsende Anzahl reproduzierbarer und durch verschiedene Prüfverfahren legitimer Methoden heraus. Die beim Mikroskopieren auftauchenden Fehler wurden demnach immer mehr als eindeutig identifizierbare Fehler des me-

thodischen Vorgehens erkannt und stellten damit nicht mehr ein generelles Problem der mikroskopischen Praxis dar.

In der Einleitung seiner *Micrographia* von 1664 beschreibt Robert Hooke die mikroskopische Praxis als einen iterativen Kreislauf aus dem Zusammenspiel von Auge, Hand und Geist, in dem sich aus verschiedenen Eindrücken und Beobachtungen langsam Bilder und Abbildungen des beobachteten Objekts formen würden. In ihren Exkursen in die Welt der mikroskopischen Praktiken und der Diskurse zweiter Ordnung zeigt Schickore, dass an jedem Punkt dieses Kreislaufs weitere Praktiken und Diskurse andocken können und zusätzliche Faktoren einbezogen werden müssen. Das Buch hätte an Prägnanz gewonnen, wenn Diskussionen der epistemologischen Dimensionen der untersuchten Prozesse stärker vom historisch-narrativen Teil getrennt worden wären. Die Definition und Kontextualisierung von Schlüsselbegriffen wie etwa den Diskursen und Praktiken zweiter Ordnung bleibt dadurch insgesamt etwas blass. Zudem bleiben einige wichtige Aspekte unterbelichtet. So geht die Autorin beispielsweise auf die Anfertigung von Zeichnungen und deren kognitive Funktion beim Erfassen des im Mikroskop Gesehenen sowie ihre Rolle als vermittelnde Instanz zwischen einzelnen Praktikern kaum ein.

Die Physikalisierung der chemischen Forschung im 20. Jahrhundert

Am Beispiel von sechs Forschern diskutiert Carsten Reinhardt in seinem Buch den radikalen Wandel, den die chemische Forschungspraxis und die Chemie als Disziplin durch die Einführung physikalischer Analysemethoden in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts erfahren haben. Wie er zeigt, wurden zu dieser Zeit in akademischen und industriellen Forschungseinrichtungen traditionelle Verfahren der chemischen Analyse durch ultraviolett-, infrarot- und massenspektroskopische Verfahren sowie durch Kernmagnetresonanzverfahren (NMR) ergänzt und zunehmend ersetzt. Aus molekülphysikalischen und quantenmechanischen Prinzipien abgeleitet, wurden diese Verfahren noch während des Zweiten Weltkriegs (teilweise im Rahmen militärischer Forschungsprogramme) oder in der unmittelbaren Nachkriegszeit in die chemischen Laboratorien eingeführt. Auf welche Weise die neuen Methoden in der Chemie etabliert wurden, stellt Reinhardt in seinem Buch anhand von fünf thematischen Schwerpunkten dar: die Entwicklung physikalischer Methoden und Instrumente im Labor, ihre Anpassung und Anwendung auf chemische Konzepte, die Standardisierung und Vermittlung der Verfahren, die Verschränkung von universitärer und industrieller Forschung sowie die Verbreitung und institutionelle Organisation der Instrumente und Methoden. Ein besonderes Augenmerk legt er dabei auf

die Rolle der Industrie bei der Entwicklung, Vermarktung und Durchsetzung der neuen Forschungstechnologien. Weitere Schwerpunkte bilden die Automatisierung der Geräte und die Einführung der elektronischen Datenverarbeitung.

Reinhardt beschränkt sich in seiner Analyse auf die NMR-Technologie und die Massenspektroskopie, deren Entwicklung er anhand von Publikationen, Labortagebüchern, Briefen und anderen privaten Unterlagen dokumentiert. Zusätzlich fließen Informationen aus Interviews mit den untersuchten Forschern ein. Die meisten dieser Forscher agierten als Teil einer „middlemen culture“ gleichzeitig in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen und vermittelten als sogenannte „lead user“ oder „method maker“ zwischen der akademischen Wissenschaft und der Industrie und damit zwischen den unterschiedlichen Ansprüchen und Anforderungen, Motiven und Methoden der beteiligten Disziplinen und Forschungskulturen. Durch diese besondere Stellung hätten sie teilweise einen beträchtlichen Einfluss auf die weitere Entwicklung in mehreren Bereichen gleichzeitig gehabt.

Reinhardt zufolge hatte die Einführung physikalischer Verfahren zwar keine Reduktion der Chemie auf die Physik zur Folge, beförderte insgesamt aber eine Aufsplitterung und Dezentralisierung der chemischen Disziplin. Zum einen sei es zu disziplinären Ausfransungen durch die Bildung neuer hybrider Forschungsfelder wie der Biochemie, Geochemie oder Molekularbiologie gekommen. Zum anderen hätten die traditionellen chemischen Methoden seit der chemischen Revolution den Status eines Gründungsmythos inne und damit eine identitäts- und disziplinistiftende Funktion, die nun durch die neuen Verfahren und Strukturen in Frage gestellt wurde. Aufgrund der Geschwindigkeit und Empfindlichkeit der neuen Nachweisverfahren eröffneten sich der Chemie aber auch völlig neue Möglichkeiten und Märkte (beispielsweise durch die Umweltanalytik). Wie Reinhardt zeigt, war auch die institutionelle Organisation der Chemie von der Einführung der neuen Forschungstechnologien betroffen. So hätten die kostspieligen Geräte den Aufbau von separaten Forschungsabteilungen und von Instituten befördert, die auf universitärer, regionaler oder gar nationaler Ebene als Servicezentren verschiedenen Forschungsbereichen zuarbeiteten. Die Neuorganisation der chemischen Forschungslandschaft fand demnach teilweise in einem Umfeld statt, das von den traditionellen Forschungsstrukturen getrennt war.

Auch aufgrund des narrativen und gut lesbaren Stils dürfte Reinhardts Buch sowohl für Chemiehistoriker als auch für all diejenigen von Interesse sein, die sich über die Wechselwirkung zwischen wissenschaftlicher Forschung und Instrumentierung, insbesondere im Kontext der Kooperation von akademischer und industrieller Forschung, informieren wollen. Zudem bietet es aber auch den Fachwissenschaftlern aus den entsprechenden Gebieten eine Vielzahl interessanter Details. Die Entwicklung der NMR-Verfahren und der Massenspektroskopie stellen dabei nur einen kleinen Aus-

schnitt der Chemiegeschichte des 20. Jahrhunderts dar, und vielleicht lässt sich anhand der gegebenen Beispiele und Exkurse die Dimension der von Reinhardt untersuchten Umgestaltung der Chemie durch die physikalischen Methoden nicht einmal vollständig erfassen. Dagegen erscheint die Untersuchung der flächendeckenden Durchdringungen und Durchbildung eines Forschungsbereiches durch neue Methoden, neue Instrumente und instrumentelle Praktiken richtungweisend, denn diese Prozesse gehen über den Anwendungsfall Chemie hinaus. Die Untersuchung der lokalen Ausbildung von Heuristiken und Methoden und deren Verbreitung anhand der Entwicklung von Netzwerken und materiellen Kulturen, wie sie Reinhardt vorgelegt hat, bietet einen alternativen, immer noch vernachlässigten Zugang zur Entwicklung der Wissenschaften des 20. Jahrhunderts jenseits von Großforschung und großen Maschinen.

1987 forderte Peter Galison in seinem Buch *How Experiments End*, man müsse in der Instrumentengeschichte die materiellen Kulturen der Wissenschaften wie ein Archäologe untersuchen, um verschüttete theoretische Annahmen und experimentelle Praktiken herauszuarbeiten (S. 252). Auch wenn Instrumente in den Argumentationen und Narrationen der hier besprochenen Publikationen ein unterschiedliches Gewicht haben und ihnen unterschiedliche Funktionen zukommen, konnten die Autorinnen und Autoren verschiedene archäologische Schichten freilegen und damit neue Perspektiven auf die von ihnen untersuchten materiellen Kulturen eröffnen. Instrumente und die mit ihnen verbundenen Praktiken dienten ihnen dabei als Zeugnisse für die materiellen Bedingungen struktureller Differenz innerhalb spezifischer Wissenskulturen oder als Boten und Vermittler von Wissen zwischen verschiedenen Kulturen. Historische Untersuchungen des Entstehungskontextes und des Transfers wissenschaftlicher Instrumente ermöglichen es also, die Herausbildung, Etablierung und Dynamik materieller Kulturen nachzuvollziehen und sie bilden damit einen wichtigen Zugang zum Verständnis der gegenseitigen Abgrenzung und Durchdringung von Wissenskulturen und letztendlich von Prozessen, die zur Ausbildung neuer Wissenskulturen führen.

Falk Müller
 Historisches Seminar
 Arbeitsgruppe Wissenschaftsgeschichte
 Johann Wolfgang Goethe-Universität
 Grüneburgplatz 1
 60323 Frankfurt am Main
 E-Mail: falk.mueller@em.uni-frankfurt.de