

Unklare Verhältnisse oder: Über synthetische Farbstoffe um 1860

Alexandre Métraux

Résumé : La thèse selon laquelle la découverte (ou l'invention) des matières colorantes synthétiques de la première génération (autour de 1860) auraient causé l'émergence de nouvelles pratiques épistémiques est examinée à la lumière de documents de l'époque. L'analyse d'une part des journaux intimes de l'un des assistants d'August W. Hofmann, et d'autre part de plusieurs articles consacrés à la nature des colorants synthétiques ne permet pas de corroborer cette thèse.

Abstract: The thesis according to which the discovery (or the invention) of the synthetic dyestuffs of the first generation (around 1860) gave rise to new material practices is examined in the light of several documents of the time. The analysis of the diaries of one of August W. Hofmann's assistants, on the one hand, and of several articles addressing the the nature of synthetic dyestuffs does not corroborate the said thesis.

Ungezähmte Substanzen

Dass die neuen, chemisch rätselhaften künstlichen Farbstoffe zwischen 1855 und 1870 auch neue Praktiken der Chemie bedingt haben sollen, ist eine beliebte These — glaubt man der Sekundärliteratur. In Anknüpfung an die Pioniermonographien von Beer [1959] und Travis [1993] sind einige mehr oder weniger umfangreiche Arbeiten entstanden, welche die These von den neuen materiellen Praktiken zu untermauern sich anheischig gemacht haben. Vor wenigen Jahren hat Andrew Pickering [1998] am Paradebeispiel der künstlichen Farbstoffe sogar eine posthumanistische Sozialgeschichte emergenter materieller Praktiken entwickelt. Eine anders gestimmte Hypothese hat dagegen François Dagognet in dem Buch *Rematéraliser* [1985] vorgeschlagen.

Dagognet kontrastierte in diesem Text die von Reinheitsvorstellungen besessene Scheidekunst der Zeit vor 1820 (und die damit Hand in Hand gehende Verachtung für Abfälle und Rückstände aller Art) mit der neuen organischen Farbstoffchemie, die aus einem genuinen Erkenntnisinteresse fürs Unreine, Trübe, materiell Abfällige hervorgegangen sei. Die von diesem Autor aufgestellte These lautete: “[...] der Sinn für den ‘Geist’ [sc. beispielsweise den Weingeist] und die Verstoßung der Schlacken hat den Fortschritt der Analyse ebenso verzögert wie den der Entdeckungen — die Metaphysik stand eigentlich der Physik im Wege.” [Dagognet 1985, 39]

Sonderbar ist es allerdings, dass weder Pickering noch Dagognet einschlägige Originalquellen französischer oder englischer Provenienz ausgewertet haben. Was an den Orten der Farbstoffchemie (Laboratorien, Manufakturen usw.) *getan* wurde, bleibt bei beiden Autoren — und bei einigen anderen auch — ausgeblendet. So wird zwar einiges über neue materielle Praktiken gesagt; *wie* sich diese Praktiken gestaltet haben, ist indes bis heute (soweit ich das abzuschätzen vermag) noch nicht untersucht worden. Deshalb ist weitgehend unbekannt, ob die Chemiker, deren Assistenten in den Lehr- und Forschungsanstalten, die Laborgehilfen und die Fabrikanten die Substanzen, mit denen sie es zu tun hatten, auch zum Gegenstand epistemologischer Reflexionen gemacht haben und ob sie sich ihrer Handlungsmotive wirklich bewusst waren. Mit einem Wort, es ist noch nicht dargelegt worden, *wie* Farbstoffe durch Kopf- und Handarbeit die angenommenen neuen Praktiken hervorgebracht und *wie* diese Praktiken auf die Auffassung der Farbstoffe abfärbt haben. Erst der Einblick in die tatsächlichen Praktiken der Farbstoffleute erlaubt es einem eigentlich, die von Pickering aus der einen, von Dagognet aus der anderen Perspektive vermuteten Transformationsprozesse zu erfassen.

Der vorliegende Essay besteht aus dem Versuch einer Artikulation der auf die anfänglich undurchsichtigen Farbstoffe gerichteten Hand- und Kopfarbeit der Regenbogenmacher — *rainbow makers* heißen sie bei Anthony Travis. Meine These lautet, dass sich die Labor-Praktiken der 'neuen' Farbstoffchemiker von denen der Chemiker der vorangehenden Generation nicht wesentlich unterschieden haben. Eine zweite, darauf aufbauende und ergänzende These besagt, dass die frühen künstlichen Farbstoffe durch Zirkulation zwischen Labor, Manufaktur und Handel, mit anderen Worten: durch wirtschaftlichen Erfolg stabilisiert und normalisiert wurden. Bestätigt sich diese zweite Vermutung, ergeben sich daraus einige Folgerungen, auf die ich zum Abschluss dieses Essays kurz eingehe.

Die belebten und unbelebten Akteure

Zunächst stelle ich die belebten und die chemischen 'Protagonisten' der Geschichte vor und streife einige Fragen der Terminologie.

Zwei künstliche Farbstoffe spielen eine Hauptrolle — das Mauveïn und das Fuchsin. Beide wurden, da es sich um Derivate von Anilin handelte, der Familie der Anilinfarben zugeordnet. In beachtlichen Mengen wurden sie ab 1860 fabriziert.

Das Anilin selbst bestimmte sich als Abkömmling des Nitrobenzols, das seinerseits als Abkömmling des Steinkohleeröls gewonnen wurde. Beim Steinkohleeröl handelte sich um den übelriechenden, zähflüssigen, klebrigen Abfall, der bei der Verkoksung von Kohle zur Gewinnung von Ofen-, Dampfmaschinen- und Leuchtgas entstand.

Mauveïn und Fuchsin wurden, wie die natürlichen Farbstoffe (etwa Indigo oder Krapprot), bald nach ihrer Entdeckung und nach dem Bau geeigneter Produktionsanlagen für die Zeugfärberei und für den Kattundruck hergestellte. (Der Terminus 'Kattun' bezeichnet ein baumwollenes, mittelfeines, unterschiedlich dichtes Gewebe in Leinwandbindung.)

Was die belebten Protagonisten angeht, so handelt es sich um August Wilhelm Hofmann (1818-1892), seines Zeichens und in dem uns interessierenden Zeitabschnitt (1855 bis 1865) Direktor des Royal College of Chemistry an der Oxford Street in London; ferner um William Henry Perkin (1838-1907), den Entdecker des Mauveïns; und schließlich um Herbert McLeod, der von 1860 bis 1865 Hofmanns getreuer und weidlich ausgebeuteter Gehilfe, Laborhandlanger, Demonstrator, *ghostwriter*, Assistent, Buchhalter, Korrektor und Teilzeitsekretär in eins war.

Im Hintergrund des Geschehens sind in unterschiedlicher Ferne die Schatten vornehmlich einiger europäischer Chemiker und englischer und französischer Farbstofffabrikanten sowie die Umrisse von Glasbläsern, Instrumentenmachern, Patentleuten, Richtern, Destillateuren, Zeugherstellern, Schneidern, Kriegsministern und Verwaltungsbeamten zu sehen. Bei diesen Figuren handelt es sich um die Vertreter jener Sektoren, die unmittelbar oder mittelbar mit Farbstoffen, Textilien und Textilverarbeitung zu tun hatten.

Die beiden künstlichen Farbstoffe bereiten in sprachlicher Hinsicht jedem *narrator historiae* einige Kopfschmerzen. Wie viele der industriell und in Labors verwendeten Grundstoffe und andere chemisch relevanten Substanzen besaßen sie damals mehrere Namen. Da die Zusammensetzung einiger Substanzen in der Zeit zwischen 1830 und 1870 unterschiedlich bestimmt wurde, sollte man nicht davon ausgehen, dass die verschiedenen Namen als *salva veritate* austauschbare Synonyme dienen. Daraus folgt auch, dass die Substitution der Namen durch chemische Formeln keinen Ausweg aus der Vielfalt der Namen anbietet. Der Vereinfachung halber bediene ich mich im folgenden der von August Kekulé [1867] vorgeschlagenen Nomenklatur. Da jedoch selbst bei Kekulé die Nomenklatur nominelle Doppelgänger aufweist, so verwende ich bei den künstlichen Farbstoffen die leichter zu memorierenden Bezeichnungen (also ‘Mauveïn’ statt ‘Perkin’s mauve’).

Vom Abfall zum chemischen Fall

Wie angedeutet, steht der Steinkohleteer am Ursprung der Fallgeschichte. Der Ursprung selbst trägt allerdings die Züge eines stofflichen Paradoxes: Steinkohleteer wird im 18. Jahrhundert in verhältnismäßig geringen Mengen durch Steinkohledestillation zur Gewinnung von Fugenfüllstoff im Schiffsbau gewonnen. Die dabei entstehenden flüchtigen Gase bilden ein wertloses Abfallprodukt, das man unbesorgt in die Umgebung entweichen lässt.

Mit der technisch erfolgreichen Bändigung der bei der Steinkohledestillation anfallenden flüchtigen Substanzen kehrt sich das ursprüngliche Verhältnis um: Es wird nun Gas in großen Mengen zum Betrieb von Industrieöfen und von Dampfmaschinen, ab 1812 zunehmend auch zur Gewinnung von Leuchtstoff produziert. Hand in Hand mit der Gasproduktion wächst die Menge des Abfalls in Gestalt von Steinkohleteeröl an.

Was in unserem Fall als Abfall und was als Ware bestimmt wird, ist eine Angelegenheit, die mit der Chemie fast nichts, mit dem Energien-

bedarf der Industrie und dem Kreislauf von Materie fast alles zu tun hat. Die *Reinheit* der flüchtigen oder öligen Ware spielt übrigens chemisch, metaphysisch oder sonstwie kaum eine Rolle, weil das Geschehen von einer anderen Frage beherrscht wird: Wie lassen sich die Gasmenngen ertragreich verkaufen, ohne dass die Abfallmengen einen Krisenfall verursachen (denn die Lagerung und mögliche Vernichtung des Abfalls ist ein gewichtiger Kostenfaktor).

Steinkohleteeröl ist ein ausnehmend komplexer Abfall. Wahrgenommen wird er als Gemisch aus teils stinkenden, teils wohlrig riechenden Substanzen, die im einzelnen chemisch unbekannt sind und mit denen man vorerst noch nichts anzufangen weiß. Unter den Abfallstoffen identifiziert man nach und nach Verbindungen, die mit einzelnen, im Steinöl oder in Pflanzen bereits gefundenen oder auch im Labor anhand chemischer Reaktionen hervorgebrachten Substanzen identisch zu sein scheinen.

Die für die Darstellung und die Produktion künstlicher Anilinfarben wesentliche Verbindung Anilin wurde zuerst 1826 von Unverdorben in den Produkten der trockenen Destillation von Indigo entdeckt; Runge fand es 1834 im Steinkohleteeröl und bezeichnet es als Kymol (weil es mit Bleichkalk eine blaue Farbreaktion auslöst); um 1860 ist also bekannt, dass es durch eine Vielzahl von Reaktionen entsteht (vgl. Kekulé 1867, 91). Das Benzol (auch Benzin genannt), die Grundsubstanz sowohl des Nitrobenzols wie auch des aus dem Nitrobenzol gewonnenen Anilins, wurde 1825 durch Faraday entdeckt, und zwar in der Flüssigkeit, die bei der Gewinnung von Leuchtgas durch Kompression von Öl abgeschieden wird; 1845 zeigte Hofmann, dass es im Steinkohleteeröl reichlich vorkommt, nachdem Mitscherlich es 1834 durch Destillation von Benzoesäure mit Kalk dargestellt hatte [vgl. Kekulé 1867, 42].

Wie diese Verbindungen miteinander zusammenhängen, soll nach der Narration der Entdeckung des Mauveïns und des Fuchsins dargelegt werden.

Mauveïn und Fuchsin

1856 arbeitet Perkin als Assistent Hofmanns am Royal College of Chemistry. Hofmann sucht nach einem künstlichen Äquivalent des *Chinins*. Die beiden Männer experimentieren folglich *im Kontext der Pharmakochemie* mit Substanzen der Amino-Gruppe des Benzols, in der Erwartung, dass irgendeine dieser stickstoffhaltigen Verbindungen durch Reaktion mit einem anderen Stoff das gesuchte Medikament hervorbringen

werde. Nach Hofmanns Hypothese sollen zwischen natürlichen stickstoffhaltigen Basen — zu ihnen gehört offenkundig das Chinin — und den Aminen, d. h. den stickstoffhaltigen Kohlewasserstoffverbindungen, enge Verwandtschaftsbeziehungen bestehen.

In den Ostertagen bringt Perkin in seinem kleinen Privatlabor und allem Anschein nach ohne vorherige Rückfrage bei seinem Meister Allyltoluidinsulfat, das Salzderivat eines der genannten Amine, mit Kaliumbromat zur Reaktion. Es entsteht eine dunkelrotbraune Suppe. Um Chinin kann es sich nicht handeln, denn dieses ist weiß. Der *Chininversuch* ist ein weiteres Mal missglückt. Der im Experiment durch Reaktion entstandene Stoff ist, so besehen, wieder nur Abfall — wie das Steinkohleteeröl, aus dem die Amino-Gruppe des Benzols gewonnen wird, es ursprünglich auch war. Perkin meint jedoch, es nicht mit einem missglückten Chinin-Experiment, sondern mit einem Versuch zu tun zu haben, der ein mögliches *Färbemittel* hervorgebracht hat. Entgegen seiner Absicht (die auf die Entdeckung eines Chinin-Äquivalents gerichtet war) ist er, wie er glaubt, vermutlich einem Farbstoff *auf die Spur* gekommen.

In einem weiteren Versuch wird nun ein dem Allyltoluidinsulfat offenbar verwandtes Anilinsalz mit einem oxidierenden Stoff zur Reaktion gebracht. Diesmal entsteht ein schwarzer Niederschlag, der, mit Alkohol extrahiert, ein leuchtendes Violetrot ergibt. Der Abfall aus dem Steinkohleteeröl nimmt in seinem Kopf die Züge eines chemischen Vorfalles an, der bei genauerer Analyse (Wiederholung des Versuchs unter modifizierten Bedingungen usw.) nach und nach zu einem industriell verwertbaren Fall wird. Perkin hat einen künstlichen Farbstoff entdeckt, oder — was semantisch beinahe auf das Eine hinausläuft — hat einen Farbstoff hergestellt. Noch nicht einmal zwanzigjährig, gibt er seine Stellung am Royal College of Chemistry auf, führt in den folgenden Wochen in London und in Schottland bei skeptischen Färbern und Kattundruckern viele Versuche mit kleinen Mengen des nach wie vor im Labor erzeugten Farbstoffs durch, gründet mit Unterstützung seiner Familie ein Unternehmen, und bringt 1858 schließlich das später so genannte Mauvein auf den Markt. Ab 1859 ist Mauvein in England und Frankreich für die Zeugfärbung zu erwerben — fast zufällig entspricht es auch einem damals in der Damenbekleidung hochbeliebten Farbton [vgl. Travis 1993, 35-46].¹

Dokumente über Fehlversuche mit dem Anilinfarbstoff in jenem Sommer 1856 sind (anscheinend) nicht überliefert. Was also konkret in der Verschränkung von Kopf- und Handarbeit abgelaufen ist, weiß man nicht. Dagegen ist bekannt, dass der Transfer der im Labor nach dem für klei-

1. Eine kürzere Rekonstruktion der Episode findet man in Travis [1992, 30-31].

ne Mengen angemessenen Mauveïn-Rezept in große Produktionsanlagen, die auch wirtschaftlich ergiebig funktionieren, erhebliche Schwierigkeiten bereitet hat. Die Mengen des auf dem Markt zu erwerbenden Anilins sind unbedeutend. Deshalb entwickelt Perkin ein Verfahren zur Anilinherstellung. Rohstoff in diesem Verfahren ist das Benzol, das von den Destillateuren angeliefert und mit rauchender Salpetersäure zur Reaktion gebracht wird. Nun zeigt es sich aber, dass für Perkin die *Brauchbarkeit* des angelieferten Benzols entscheidend ist und nicht dessen Reinheit — *reines* Benzol ist auf dem Chemiemarkt wegen der Produktionsmethoden der Destillateure und wegen der materiellen Eigenschaften des Rohstoffs, d. h. des Abfalls von Steinkohleteeröl, nicht zu erhalten.

Unter dem Blickwinkel des Materials, das in der Entdeckung/Erzeugung des Mauveïns die Hauptrolle spielt, macht sich eine sonderbare *Doppelexistenz* des Farbstoffs bemerkbar. Das Mauveïn ist 1860 in zwei materiologisch unterscheidbaren Zuständen vorhanden: zum einen ist es eine Substanz, die im Labor als Experimentalfarbstoff identifiziert wird, und zum anderen ist es ein kommerzieller Farbstoff, der als Objekt der Patentierung und der industriellen Herstellung anerkannt ist.

Diese *Doppelexistenz* bleibt nicht ohne Folgen. In der Frühphase seiner Existenz zirkuliert das Mauveïn zwischen Markt und Labor hin und her. Nachdem es, wie angegeben, als künstliches Färbungsmittel den Markt erobert hat, findet es den Weg zurück in die Laboratorien der Chemiker und wird dort erneut untersucht. Und dabei nimmt es sich beinahe wie ein unbekanntes Objekt der Chemie aus. Es wird mit anderen Substanzen gemischt, zur Reaktion gebracht und verschiedenen Bestimmungsversuchen unterworfen, *obwohl* die Genealogie zwischen dem anfänglichen *Experimentalfarbstoff* Mauveïn und dem *Industrieprodukt* Mauveïn allen beteiligten Personen bewusst ist. So teilt der Entdecker/Erfinder Perkin die ihn plagenden Ungewissheiten über die chemischen Eigenschaften des Mauveïns selbst mit, und zwar in einer am 19. August 1863 bei der Royal Society eingereichten Denkschrift:

Es mag den Anschein machen, dass die Chemie von Mauve [sc. Mauveïn] ziemlich vernachlässigt worden sei. Denn seine Zusammensetzung ist noch nicht herausgefunden worden, obgleich sie den Gegenstand mehrerer Aufsätze kontinentaleuropäischer Chemiker gebildet hat. Die chemischen Eigenschaften [the chemical nature] sind im allgemeinen noch nicht begriffen. Auf diesen Umstand ist es zurückzuführen, dass viele Diskrepanzen zwischen den Ergebnissen verschiedener Experimentatoren bestehen, die sich mit diesem Gegenstand auseinandergesetzt haben. [Perkin 1863, 713]

Perkin berichtet im Anschluss an diese Feststellung von seinen *lege artis* durchgeführten Analysen des Farbstoffs und gelangt zu dem ernüchternden Ergebnis, dass auch er die Zusammensetzung nicht hat bestimmen können. Das heißt indes auch, dass sich die Praktiken der Regenbogenmacher auf eine Substanz beziehen, deren Aufbau, Zusammensetzung und Verunreinigungsanfälligkeit chemisch undurchsichtig sind.

Ambiguitäten vergleichbarer Art manifestieren sich ebenfalls an einem anderen Farbstoff der ersten Generation: am Fuchsin, der zweiten Anilinfarbe, die wie ihr Vorfahre rasch Berühmtheit erlangt. Der Farbstoff wird so getauft, weil sein chromatischer Wert mit dem Farbton roter Fuchsien beinahe perfekt übereinstimmt und weil er anfänglich von der Lyoner Firma Renard frères hergestellt wird.

Perkins Mauveïn hat im Vereinigten Königreich und in Frankreich bald die Suche nach anderen Anilinfarbstoffen ausgelöst. Bei dieser Suche wird in Analogien gedacht. Wenn ein Stoff mit einem anderen verwandt ist, so steht zu vermuten, dass sein Verhalten mit dem seines Verwandten verwandt ist. Andere Reagenzien als die von Perkin verwendeten könnten, so die Überlegung in Analogien, andere Farbstoffe hervorbringen, und Verwandte des Anilins oder Verwandte der Vorstufe des Anilins, des Nitrobenzols, tun dies womöglich auch. . .

Von dieser traditionellen Denkpraxis lässt sich auch François Verguin (1814-1864) leiten. Als ein praktisch erfahrener Chemiker führt er zunächst Experimente mit Anilin und gebräuchlichen Reagenzien durch ('gebräuchlich' heißt in diesem Fall: mit den im Labor oder in den Abstellkammern chemischer Firmen verfügbaren Substanzen). Ende 1858 oder Anfang 1859 tröpfelt er routinemäßig eine Zinnchloridlösung in erhitztes Anilin. Dabei beobachtet er die Bildung eines braunen Niederschlags. Eine geringe Menge dieses Niederschlags gibt er — ohne zu ahnen, was da geschehen wird — in Wasser, das sich sogleich intensiv rötet [vgl. Kekulé 1867, 177 sowie Travis 1993, 67-68]. Doch *anders* als vor ihm Perkin, der ein künstliches Pharmakon suchte, verhält sich Verguin zu *seiner* Rotsuppe wie ein Chemiker, der sofort ein lukratives Geschäft mit einem neuen Farbstoff wittert. Entschlossen appliziert er die Rotsuppe auf ein Stück Seide, "das sich viel schöner färbt als mit französischem Purpur"[Verguin, zit. in Travis 1993, 68]. Bereits im April 1859 meldet die Firma Renard frères ein Patent auf das Verfahren zur Herstellung von Fuchsin an, im Mai gelangt das Produkt auf den Markt und erweist sich als Verkaufsschlager.

Da die in der Firma der Brüder Renard installierte Anlage weniger Produktionsschritte voraussetzt als das Perkinsche Verfahren zur Herstellung von Mauveïn, will die Konkurrenz nicht einfach zusehen, wie

die Lyoner Regenbogenmacher den Markt zu erobern im Begriffe sind. Deshalb entwickeln Firmenchemiker alternative Produktionsverfahren, bei denen wieder andere Reagenzien zur Anwendung gelangen. Wegen Patentstreitigkeiten werden Gerichte angerufen, die angesehene Chemiker als Gutachter bestellen. Die Gutachten offenbaren jedoch, dass keine *eindeutigen* Unterschiede zwischen den Anilinrotsorten bestehen, oder genauer: es gelingt den Gutachtern nicht, *eindeutige* Differenzen zwischen den verwandten Rotfarbstoffen zu bestimmen, und dies, obwohl auch in diesem Fall die materielle Genealogie der Produkte evident ist. Es handelt sich jeweils um Farbstoffe, die aus dem industriell hergestellten Anilin gewonnen werden — und auf dem Markt erworbenes Anilin besitzt für alle erkennbar die bekannten chemischen Eigenschaften des Anilins.

Man hat es folglich mit einem Farbstoff zu tun, der im Labor auf diverse Art dargestellt und in Anlagen unterschiedlicher Architektur unter Verwendung unterschiedlicher Reagenzien produziert wird. Diese Konstellation bildet für neugierige, an der Schaltstelle zwischen Forschung und Fabrikation arbeitende Chemiker vom Schlage Hofmanns eine Herausforderung. So führt dieser eine umfassende Untersuchung des Fuchsin durch, über die er in einer Reihe kleinerer Schriften berichtet, die am 20. Februar 1862 sowie am 2. und am 9. Juni 1863 bei der Royal Society eingereicht werden.

Für uns sind die beiden zuletzt erwähnten relevant. Hofmann schreibt, er könne den Nachweis dafür erbringen, dass das *industriell hergestellt Anilin* unrein sei. *Im Labor dargestelltes reines Anilin* siede bei 182° ; werde *dieses Anilin* mit einem der in der Fabrikation von Fuchsin verwendeten Reagenzien in Berührung gebracht, entstehe *kein Anilinrot*. Das auf dem Markt angebotene Anilin dagegen siede je nach Lieferung bei Temperaturen *zwischen* 182° und 220° . Folglich enthalte das „kommerzielle Anilin vermutlich eine andere, analoge oder homologe Base, die an der Generierung des roten Farbstoffs beteiligt“² sei [Hofmann 1863a, 647]. Dem eine Woche später eingereichten Bericht ist dann zu entnehmen, dass jenes andere, an der Hervorbringung des Anilinrots beteiligte Prinzip das Toluidin ist. Daraus folgt, dass weder reines Anilin noch reines Toluidin Fuchsin ergeben. Erst die ungefähre *Mischung* von Anilin und Toluidin im Verhältnis von 2 zu 1 zaubert das Fuchsin hervor — unter der Bedingung allerdings, dass ein wenig überschüssiges Anilin beigegeben wird, wie die Farbstoffhersteller gegenüber Hofmann eingeräumt

2. Vgl. ferner die Passage aus Hofmann [1863b, 647]: “*It is thus obvious that commercial aniline contains a base different from normal aniline, the cooperation of which is indispensable for the production of anilin-red.*”

hätten. Aber die Bildung des Fuchsin selbst bleibt, wie der Schluss des zweiten Texts festhält, rätselhaft wie zuvor [vgl. Hofmann 1863b, 648].

Das *kommerzielle Fuchsin* lässt sich somit als Paradebeispiel für die Handhabung eines chemisch unerklärten, vom Produktionsergebnis zu urteilen jedoch sehr erfolgreichen, durch den Markt normalisierten Stoffs anführen. Als Gegenbeispiel ist *unter diesen Vorgaben* das Mauveïn anzusehen. Denn sowohl das im Labor dargestellte reine Anilin wie auch das in der Fabrikation verwendete unreine Anilin bringen Mauveïn hervor. Und das heißt, dass Anilin das eine Mal nur *dank* seiner Verunreinigungen Fuchsin erzeugt und das andere Mal *trotz* seiner Verunreinigungen Mauveïn.

Erblickt man in Hofmanns Publikationen den mehr oder weniger getreuen Ausdruck seiner wissenschaftlichen Einstellung, dann bilden für ihn (und in weiterer Folge für seine Assistenten) das reine, im Labor dargestellte Anilin, das kommerzielle Anilin, das verunreinigende, aber farbenträchtige Toluidin, das Mauveïn und das Fuchsin ein Ensemble von Objekten, die sich aufgrund materiell unzweifelhafter Abhängigkeiten als eng verwandt erweisen. Da diese Objekte mangels *chemischer* Evidenzen primär aufgrund ihrer materiologischen Genealogie (d. h. letztlich aufgrund ihrer Gewinnung aus dem Benzol) Stabilität und epistemische Relevanz erhalten, stellt sich nunmehr die Frage, ob dieser Umstand auch mit den materiellen Praktiken verknüpft ist.

Die materiellen Praktiken am *Royal College of Chemistry*

Zur Beantwortung dieser Frage ist die Innenperspektive der Laborarbeit zu untersuchen. Die hierfür notwendige Rekonstruktion hat es jedoch *nicht* auf die Analyse von Versuchsplänen aus den in den Publikationen Hofmanns und anderer Chemiker mitgeteilten Formeln abgesehen, sondern auf die konkrete Handarbeit und deren Sequenzierung. Die Frage lautet also: Enthalten die verfügbaren Quellen genügend deutliche Hinweise darauf, dass die Farbstoffchemiker in ihren Laboratorien manuell und intellektuell anders vorgegangen sind als ihre Zeitgenossen in anderen Laboratorien und als die Chemiker der vorangehenden Generation? Und sind diese Hinweise so beschaffen, dass daraus auf *neue* materielle Praktiken geschlossen werden kann, von denen Pickering gesprochen hat?

Hofmann selbst experimentiert vergleichsweise wenig; er scheint motorisch etwas unbeholfen zu sein. So kommt es, dass er manche der in den

frühen 1860er Jahren durch Texte publik gemachte Experimente entweder durch seine Mitarbeiter ausführen lässt oder ehemalige Schüler, z. B. Edward Chambers Nicholson von der Anilinfirma Simpson, Maule & Nicholson in London, mit deren Durchführung beauftragt.

Nun findet sich unter den Mitarbeitern Hofmanns der bereits erwähnte Herbert McLeod, dessen Tagebücher Einblick in das Alltagslebens eines Forschungsgehilfen gewähren [vgl. McLeod 1987].³

In den Wochen, in denen die zuletzt genannten Berichte Hofmanns [vgl. 1863a und 1986b] vorbereitet werden, ist McLeod mit der Durchführung mehrerer Anilinexperimente beauftragt. Daraus folgt, dass es zu Hofmanns Berichten einen Begleittext gibt, der Informationen über einzelne Experimentalhandlungen, über die Verarbeitung chemischer Daten, über die Widerborstigkeit von Materialien usw. gibt. Meine These lautet, dass McLeods Einträge Aufschluss über den Denk- und Arbeitsstil bei der Durchführung dieser Anilinexperimente geben.

Ich zitiere zuerst zwei typische Einträge im Wortlaut, damit man sich ein Bild von McLeods Tagebüchern⁴ zu machen vermag, und teile dann einige Ergebnisse der Inhaltsanalyse mit.

Der Eintrag vom 29. Januar 1863 lautet (unter Absehung der zwei letzten Zeilen):

Got up late. Wrote the minutes of the meeting last night. Went to the College. Distilled two charges of the liquid with NaOH until the C_6H_7N was expelled. Made a mixture of carbonate of ammonium, water, chloroform and alcohol that Browne advised me to take. Went to see Mr Salmon. He is a little better today. He was just going out and we walked into Oxford Street together. Went to the Abbey. Good Anthem. Went to the College. Fetched the chloroform bottle for Browne. Dined at the Cavendish. Came home. Had tea with Browne. Read the Times. [McLeod 1987, 29. Januar 1863]

3. Die Tagebücher aus den Jahren 1860 bis 1870 sind lediglich in einer Edition in Mikrofiches verfügbar. Die Einträge füllen etwa 1000 transkribierte, jedoch nicht nummerierte Seiten. Deshalb werden Passagen aus diesem Dokument nach dem Entstehungsdatum zitiert.

4. Bei Diskussionen über die Tagebücher McLeods ist mir zu bedenken gegeben worden, dass es sich bei diesem Dokument um eine von religiösen Motiven bestimmte 'Buchführung' (etwa in dem bei Pietisten üblichen Sinne) handeln könnte. Ich habe gegen diese Deutung nicht das Geringste einzuwenden, halte jedoch die vielen auf die Alltagsarbeit im College of Chemistry sich beziehenden Passagen für chemiegeschichtlich relevant, gleichgültig, in welchem Motivationszusammenhang sie entstanden sein mögen.

Am nächsten Tag heißt es:

Sandwith came and had breakfast with us and he and Browne and I went to the service at the Abbey. After the service Browne left us and Sandwith and I went round the chapels. Walked with him to Charing Cross. Went to the Collge. Continued the expulsion of aniline from the base. Commenced the solution of the contents of two tubes that were finished yesterday. Dined at the Cavendish. Came home. Wrote a little of the experiments. John Browne came in and we had some tea. Wrote some more of the experiments. [...]
[McLeod 1987, 30. Januar 1863]

‘Went to the College’ und ‘Wrote some of the experiments’ sind stehende Wendungen, die in den Tagebüchern immer wieder vorkommen. Erstere ist selbstverständlich; letztere leider kryptisch, da sie gelegentlich auf die vom Autor für seine Lehrtätigkeit an einer Töchterschule in Wandsworth vorbereiteten Experimente *oder* auf Versuche verweist, die im Auftrag Hofmanns durchgeführt werden. Man weiß deshalb nicht immer, welche Versuche im Tagebuch gemeint sind.

Wie in jedem Chemielabor, ereignen sich auch am Arbeitsplatz McLeods mehr oder weniger unangenehme Zwischenfälle. Einige der für Hofmann veranstalteten Anilinversuche verlaufen nicht erwartungsgemäß: mal platzt ein Gefäß unter der Einwirkung von Hitze, mal ist aus Versehen eine Substanz nicht richtig abgemessen worden, dann schlägt ein Vorgang ein unerwartet langsames Tempo ein usw. [vgl. McLeod 1987, 17. Februar 1863].

Natürlich ereignen sich im Laboratorium auch etwas gravierendere Zwischenfälle — so, wenn eine ganze Vorrichtung explodiert [vgl. McLeod 1987, z. B. 11. November 1863, 10. Dezember 1863, 17. Februar 1864] oder wenn ein Digerierprozeß immer wieder durch unkontrollierbare Umstände zunichte gemacht wird.⁵ Ferner scheinen Unfälle mit schwerwiegenden Verletzungen unvermeidbar zu sein. McLeod notiert derartige Unfälle und äußert für das Befinden der verbrannten oder sonstwie verletzten Kollegen auch Mitgefühl [vgl. McLeod 1987, z. B. 17. Februar 1864].

Was nun die chemische Arbeit im engeren Sinne betrifft, unterscheiden McLeods Aufzeichnungen eindeutig zwischen Demonstrationsversuchen und Forschungsexperimenten.

Die im Labor durchgeführten Demonstrationsversuche bilden die Vorstufen der von Hofmann in seinen Lehrveranstaltungen und an anderen

5. Unter ‘digerieren’ versteht man das Ausziehen löslicher Bestandteile aus einem Gemisch mit Hilfe eines geeigneten Lösungsmittels.

Orten vorgeführten chemischen Prozesse. Da die Demonstrationsversuche Belegcharakter besitzen, weil sie dazu angetan sind, eine Hypothese zu bestätigen, darf deren Durchführung nicht fehlschlagen. Führt ein im Hinblick auf eine *rite* veranstaltete Demonstration gemachter Vorbereitungs- oder Vorlaufversuch nicht zum beweiskräftigen Resultat, ist der zu demonstrierende Prozess, die veranschaulichende Analyse usw. durch irgendeine Störung behindert. Epistemisch betrachtet, wird die Störung *nicht* als Gegenbeweis gedeutet, sondern als kontingente Behinderung der Beweisführung. Die erfolgreiche, weil durch keinen kontingenten Umstand behinderte Demonstration (=Beweisführung) dient somit als Maßstab für das, was chemisch der Fall *ist*. Verhält sich etwas im Vorversuch nicht so, wie es sich verhalten *muss*, ist die Ursache der Störung nicht in der Natur der experimentell verwendeten Substanzen zu suchen, sondern in der mangelhaften Beschaffenheit der Apparatur, in unbemerkten Verunreinigungen oder in der unsachgemäßer Manipulation des Experimentaldispositivs.

Anders steht es um die Forschungsexperimente. Diese Experimente werden in Ermangelung eines bereits bestehenden Erfolgskriteriums durchgeführt. Oder anders ausgedrückt: Die Ursachen und die Umstände des Verhaltens von Substanzen sind nicht eindeutig identifizierbar, so dass die Grenzen zwischen dem, was chemisch der Fall ist, und dem, was möglicherweise als Störfaktor in Betracht zu ziehen ist, verwischt sind.

Beispielhaft für eine derartige Situation ist etwa der Eintrag vom 11. Juli 1863: "Went to the Collge. Set the digester going again. The mixture was solid and had become red but did not give a very deep colour when dissolved in alcohol." [McLeod 1987, 11. Juli 1863] Etwas hat sich der intensiven Rötung des Alkohols in den Weg gestellt — McLeod weiß aber nicht, *was* die erwartete Rötung verhindert hat. Drei Tage später heißt es: "The solution in alcohol was very much coloured." [McLeod 1987, 14. Juli 1863] Eine Erklärung für das merkwürdig wechselhafte Verhalten des Zielobjekts der Experimente (einer Mischung aus Anilin, Toluidin und Tetrachlorkohlenstoff⁶) wird nicht angeboten. Es folgt auch keine Bemerkung über die zwischen dem 11. und dem 14. Juli getroffenen Gegenmaßnahmen. Daraus sollte nicht auf Gedankenlosigkeit geschlossen werden; immerhin findet sich unter dem 13. Juli die Notiz: "Put four small paper cylinders round the floats on the mercury cups to prevent the dirt from the mercury from getting on to the platinum." [McLeod 1987, 13. Juli 1863] Diese Aufzeichnung bezieht sich zwar nicht auf ein Experiment mit der Anilin-Toluidin-Mischung, doch ebenso wenig auf ei-

6. Vgl. McLeod [1987, 14. Juli 1863]: "[...] mixture of CCl_4 , $\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$ and $\text{C}_7\text{H}_9\text{N}$ [...]."

ne Praxis, die, weil sie andere Substanzen zum Gegenstand hat, ganz andere Handlungsregeln befolgt. Mit anderen Worten, das Bewusstsein für Störfaktoren (Verunreinigungen, unzureichend gefertigte Behälter usw.) ist in McLeod nicht weniger wach als dasjenige für unklare chemische Verhältnisse. Aber die anfallenden Beobachtungsdaten sind nicht alle gleichmäßig relevant. Sie werden notiert, nach Bedarf abgerufen oder ohne spätere Verwendung dem Laborbuch überlassen. Als Beleg seien erneut die Mischungsexperimente genannt. Nach 28, 5 Stunden bringt die Digestion der Mischung aus Anilin, Toluidin und Tetrachlorkohlenstoff in einem kurzen und moderat erhitzten Behälter ein ziemlich festes Produkt hervor [vgl. McLeod 1987, 29. Juni 1863]; fast zwei Wochen später wird die nach gleicher Rezeptur zubereitete Mischung unter starker Hitze digeriert und erzeugt wiederum eine feste Substanz [vgl. McLeod 1987, 11. Juli 1863]. Die Identität des Ergebnisses unter grundverschiedenen Digerierbedingungen ruft weder Erstaunen noch gezielte Nachfragen noch die Veränderung des Experimentaldesigns noch die Modifikation des Rezepts hervor. Das zeigt, dass die intendierte Veranlassung materieller Prozesse (allerdings bei nur vagen Vorannahmen des Ergebnisses) eine Häufung von Informationen über Substanzen verursacht, von denen ein Bruchteil verwertbar ist, während der Großteil letztlich zu semantischem Abfall wird (wie die von diesen Informationen denotierten Reaktionsprodukte, die nach Abschluss der Experimente, wenn sie nicht wiederverwertet werden können, als Abfall weggeschafft werden).

Auffallend ist indes, dass McLeod über Farbstoffversuche in genau gleicher Weise berichtet wie über Versuche mit anderen organischen und über Experimente mit anorganischen Substanzen. Das mag mit dem am Hofmannschen College gepflegten Arbeitsstil zusammenhängen. Eine Stellung *à part* nehmen die Farbstoffe im Kontext der materiellen Praktiken jedenfalls *nicht* ein.

Da heißt jedoch nicht, dass der Gehilfe Hofmanns angesichts von Neuentdeckungen in Indifferenz verharrt. So heißt es im Tagebuch beispielsweise: "Went to the College. The doctor [sc. Hofmann] told me that he had made a fine discovery and that aniline blue is the triphenylated rosaniline." [McLeod 1987, 18. Mai 1863] Einige Tage später schreibt McLeod:

Tried the action of concentrated H_2SO_4 upon a solution of mauve [sc. Perkin's mauve, d. h. Mauveïn], as it has been put wrong in the report. It just becomes blue then green and on addition of water became blue and lastly mauve. The doctor had not time to settle. Dined at the Cavendish. [McLeod 1987, 30. Mai 1863]

Hofmanns Anilinblau — es sollte zu einem wirtschaftlich erfolgreichen künstlichen Farbstoff werden — beschäftigt McLeod auch in den folgenden Tagen, denn der Meister fordert ihn auf, die französische Fassung eines Berichts über diese Entdeckung/Erfindung zu schreiben [vgl. McLeod 1987, 26. Juni 1863].⁷ Und endlich notiert er am 20. Februar 1864: “Walked to the College. Got two bottles of Richard and some HA. Came home to dinner. Dissolved some Rosaniline in HA to make ink and some of Hofmann’s patent violet for ink.” [McLeod 1987, 20. Februar 1864]⁸

Dieses Interesse für Anilinfarben verdankt sich vermutlich der engen Zusammenarbeit zwischen Hofmann und McLeod. Doch anders als bei den Regenbogenmachern im Fabrikationssektor verläuft McLeods Aufmerksamkeit für diese Substanzen nicht auf einem konstant bleibenden hohen Niveau, sondern nimmt die Gestalt einer Kurve mit Höhen und Tiefen an. Diese Schwankungen dürften ihrerseits abhängig sein von der Natur der Experimentalobjekte, mit denen der Gehilfe sich gerade zu beschäftigen hat.

Folgerungen

Wie bereits angedeutet, entpuppt sich McLeod nicht als die *dramatis persona*, die die *neuen materiellen Praktiken* der Farbstoffchemie repräsentierte. Vielmehr arbeitete er nach Routineskripts,⁹ denen farbstoffchemische Besonderheiten kaum zugeschrieben werden dürfen. Denn schenkt man den verfügbaren Dokumenten Glauben, stand die Verbindung von Kopf- und Handarbeit in den Räumen des Royal College of Chemistry nicht unter dem Zeichen einer farbstoffbedingten Innovation. Die Alltagsarbeit an dieser Institution entsprach weitgehend der Alltagsarbeit an anderen europäischen Institutionen, an denen die Untersuchung von Farbstoffen keine oder eine nur untergeordnete Rolle spielte.

In seinen Publikationen unterstrich Hofmann mehrmals die Kunst-

7. Der englischsprachige Bericht über das Anilinblau wird am 30. Juni der Royal Society zugeleitet; vgl. Hofmann [1865].

8. Bei dem von McLeod genannten Farbstoff handelt es sich um das inzwischen patentierte Hofmann-Blau. Was das Symbol HA bezeichnet, geht aus dem Tagebuch jedoch nicht hervor.

9. Als “Skript” bezeichne ich die Sequenz von Einzelhandlungen, die aufgrund von Quellen (Laborbücher, Tagebücher, Publikationen usw.) im Rückblick rekonstruierbar sind. So kann man festhalten, dass die von Hofmann oder von seinen Gehilfen vorgenommenen Analysen insofern nach Skripts durchgeführt wurden, als *typische Handlungen* (etwa die Prüfung der Löslichkeit einer Substanz in Alkohol) ausgeführt wurden.

fertigkeit der in der Fabrikation tätigen Regenbogenmacher, die auf empirischem Wege, d. h. auf der Grundlage von Versuch und Irrtum, etliche Verfahren zur Herstellung künstlicher Farbstoffe entwickelten. Diese Aussagen deuten auf eine gewisse *Eigenständigkeit der in den Farbstoffmanufakturen erprobten Praktiken* hin. Das heißt jedoch auch, dass die für die Fabrikation künstlicher Farbstoffe relevanten Verbindungen zwar zwischen Laboratorien und Manufakturen zirkulierten, dass diese Zirkulation aber durch zwei, durch unterschiedliche Praktiken charakterisierte Bereiche führte, von denen nur der eine innovative Praktiken entwickelt haben dürfte.

Für die von Dagognet vertretene These, dass die Farbstoffchemie Folge eines Einstellungswandels (von der Reinheit der Scheidekunst zum unreinen Abfall) gewesen sei, spricht folglich wissenschaftsgeschichtlich so wenig wie für die von Pickering vorgetragene These, dass die Farbstoffchemie neue materielle Praktiken in akademischen Institutionen generiert habe. Vielmehr sind die neuen materiellen Praktiken, wenn überhaupt, außerhalb der Laboratorien der akademischen Chemie entstanden — in den Fabrikationsräumen der Regenbogenmacher.

Dieser Umstand lädt zu einer epistemologischen Nachbemerkung ein.

Wie ich zu zeigen versucht habe, waren die künstlichen Farbstoffe um 1860 epistemisch hochgradig labil. Weder die Chemiker noch die Fabrikanten kannten die wesentlichen Eigenschaften der Stoffe, mit denen sie es zu tun hatten. Als Ergebnis von Bastelei und als wirtschaftlich relevante Objekte waren die Farbstoffe dagegen hochgradig stabil und normalisiert. Dieser Umstand untermauert einmal mehr die geschichtliche Tatsache der häufig zu beobachtenden Nachrangigkeit der Theorie gegenüber der Praxis.

Daraus folgt, dass die in diesem Essay vorgestellten Farbstoffe Mauveïn und Fuchsin als chemisch wichtige Objekte nicht bei oder nach der Analyse ihrer Merkmale stabilisiert und normalisiert wurden, sondern bei ihrer Entstehung in mehr oder weniger zufälliger Mischung mit Reagenzien. Sowohl Perkin wie auch Verguin hatten keine Ahnung, was geschehen würde, als sie Substanzen zur Reaktion brachten, die später (mit oder ohne Bereinigung des Herstellungsverfahrens) mit den Namen 'Mauveïn' beziehungsweise 'Fuchsin' belegt würden.

Nun hat Saul Kripke in seinem Buch *Naming and Necessity* die Ansicht vertreten, dass die von Frege und Russel vorgeschlagene Theorie, nach der Namen Abkürzungen von Beschreibungen seien, die ein Individualobjekt (eine Person) unverwechselbar bezeichneten, falsch sei und durch die Lehre der festen Designatoren ersetzt werden könne. Nach

dieser Lehre zeichnen sich Namen (sowohl von Personen wie auch von natürlichen Arten [*natural kinds* oder *species*]) dadurch aus, dass sie als feste Designatoren fungieren, deren Sinn (nach Freges Terminologie) oder Referenz (*reference* in der Terminologie Kripkes) nicht durch Beschreibungen, sondern durch eine Ursprungstaufe (*initial baptism*) festgelegt wird, und zwar vermittels von Verweisungen auf einige kontingente Eigenschaften des Objekts [vgl. Kripke 1980, 106 und ff.].

Die empirisch unzweifelhafte Tatsache, dass der Farbstoff Mauvein anfänglich nicht den Namen 'Mauvein' (oder einen synonymen Namen) trug, ändert nichts an der Tatsache, dass der namenlos gefundene Stoff genau der Stoff war, der den Namen 'Mauvein' (oder einen synonymen Namen) trägt. Und die Tatsache, dass über die Eigenschaften von Mauvein zuerst Ratlosigkeit herrschte, die danach nur punktuell durch wissenschaftliche Informationen beseitigt wurde, ändert wiederum nichts an der Tatsache, dass Mauvein der Referent war, der durch den festen Designator 'Mauvein' bezeichnet wurde.

Wie immer man die Auffassung Kripkes bewerten mag: die hier vorgeschlagene Rekonstruktion der chemiegeschichtlichen Episode der frühen Farbstoffe deutet darauf hin, dass sich die Regenbogenmacher Kripkekonform verhalten haben.

Da Kripke in der letzten Vorlesung von *Naming and Necessity* einen Brücke zu epistemologischen Themen schlägt, diese Themen aber lediglich streift, steht zu vermuten, dass die Analyse des Falls der Regenbogenmacher (und verwandter Fälle) hilfreich ist für die Ausarbeitung (1) der Theorie der Festlegung des Sinns von Namen (im Sinne Freges) und (2) der Theorie der Forschung als der Entdeckung *wesentlicher* oder *notwendiger* Eigenschaften natürlicher Arten.¹⁰

Bibliographie

BEER, JOHN J.

1959 *The Emergence of the German Dye Industry*, Urbana, IL: Urbana Illinois Press, 1959.

DAGOINET, FRANÇOIS

1985 *Rematéraliser. Matières et matérialismes*, Paris: Vrin, 1985.

HOFMANN, AUGUST W.

1863a Contributions towards the history of the colouring matters derived from aniline, *Proceedings of the Royal Society of London*,

10. Für Kritik an einer früheren Fassung dieses Textes und für Anregungen danken ich Christoph Hoffmann und Hans-Jörg Rheinberger (beide Berlin).

12, 645-647.

1863b Contributions towards the history of the colouring matters derived from coal-tar, *Proceedings of the Royal Society of London*, 12, 647-648.

1865 Researches on the colouring matters derived from coal-tar, no. 2: On aniline-blue, *Proceedings of the Royal Society of London*, 14, 9-14.

KEKULÉ, AUGUST

1867 *Chemie der Benzolderivate oder der Aromatischen Substanzen*, Band 1, Erlangen: Ferdinand Enke, 1867.

KRIPKE, SAUL

1980 *Naming and Necessity*, Oxford: Basil Blackwell, 1980.

MCLEOD, HERBERT

1987 *Chemistry and Theology in Mid-Victorian London: The Diary of Herbert McLeod, 1860-1870*, ed. by Frank A. J. L. James, London: Mansell, 1987 (microfiches).

PERKIN, WILLIAM

1863 On Mauve or Aniline-Purple, *Proceedings of the Royal Society of London*, 12, 713-715.

PICKERING, ANDREW

1998 *The alchemical wedding of science and industry: Synthetic dyes and social theory*, unveröffentlichtes Manuskript, University of Illinois at Urbana, Juni 1998.

TRAVIS, ANTHONY

1992 Science's powerful companion: A. W. Hofmann's investigation of anilin red and its derivatives, *British Journal of the History of Science*, 25, 27-44.

1993 *The rainbow makers: the origins of the synthetic dyestuffs industry in Western Europe*, Bethlehem, PA: Lehigh University Press, 1993.