

Rainer Werthmann, Christian-Heinrich Wunderlich

Eine Rekonstruktion alchemischer Laborprozesse

am Beispiel der *Processus Universalis*
Rezeptgruppe

Alchemische Labore. Alchemical Laboratories, Sarah Lang (Hg.), unter Mitarbeit von Michael Fröstl & Patrick Fiska, Graz 2023, S. 351–362, DOI: <https://doi.org/10.25364/978390337404118>

Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Attribution 4.0 International Lizenz, ausgenommen von dieser Lizenz sind Abbildungen, Screenshots und Logos.

Rainer Werthmann, werthmann.rainer@t-online.de
Christian-Heinrich Wunderlich, CHWunderlich@lda.stk.sachsen-anhalt.de

Abstract

This article draws conclusions from experiences gained in the experimental replication of the alchemical processes described in the *Processus Universalis* recipe group. It shows how the interaction between historical texts and present-day experimentation can provide insights into the assumptions upon which the descriptions and recipes of historical chemical processes were based. It also shows how the *Experimental History of Science* can be used as a tool for conducting plausibility checks for processes described in historical sources. Furthermore, the methodological significance of qualitative experiments facing the lack of quantitative information is discussed as well as the problem of reconstructing seventeenth or eighteenth century knowledge and conceptualizations of raw materials.

Keywords: Processus Universalis, Sendivogius, Experimental History of Science, chemical translation, plausibility check

Zusammenfassung

Der Beitrag resümiert die Erfahrungen aus der experimentellen Nachstellung von in der *Processus Universalis* Rezeptgruppe beschriebenen alchemischen Prozessen. Er zeigt, wie die Interaktion von historischem Text und modernem Experiment Rückschlüsse auf zugrundeliegende Vorstellungen bezüglich wissenschaftlicher Grundannahmen und Weltansichten der Laborierenden zulässt. Es wird auch dargelegt, wie historisch-chemische Experimente zur Plausibilitätsprüfung von in historischen Quellen beschriebenen Prozessvorschriften eingesetzt werden können. Methodische Fragen wie etwa die Bedeutung qualitativer Experimente angesichts lückenhafter quantitativer Angaben oder die Rekonstruktion von im 17./18. Jahrhundert vorhandenen Rohstoffen werden behandelt.

Schlagwörter: Processus Universalis, Sendivogius, Experimental History of Science, historisch-chemische Experimente, Plausibilisierung

Alchemische Labore

Auf der Tagung „Alchemische Labore“ präsentierten die Autoren die experimentelle Rekonstruktion eines in der Alchemieliteratur des 17. und 18. Jahrhunderts in vielen Versionen vorliegenden alchemischen Prozesses. Es ist der *Processus Universalis*, die Herstellung des Steins der Weisen aus Erde, der auf Michael Sendivogius (1566–1636) zurückgeführt wird. Dabei sollen Bodenproben mit Wasser ausgelaugt, die Auslaugungslösung eingedampft und in verschiedenen Prozessschritten weiterverarbeitet werden. Im vorliegenden Beitrag geht es vor allem um die Methodik der Nacharbeitung und einige konkrete dabei aufgetretene Fragestellungen.

Zur Beschreibung von (al-)chemischen Prozessen

Ein heutiger Chemiker und ein vor Jahrhunderten tätiger Alchemist haben eine zentrale Gemeinsamkeit: ihre Laborerfahrung. Sie ist der Schlüssel für den Vergleich von historischen und heutigen Versuchsbeschreibungen. Bei der Prüfung, ob das historische und das nachgearbeitete Experiment wirklich identisch sind, muss streng unterschieden werden zwischen Beobachtungen und deren Interpretation. Ist das Experiment dasselbe, ist auch die Summe der möglichen Beobachtungen dieselbe. Die Interpretation, die dahinterstehende Theorie und auch die Auswahl der für wesentlich gehaltenen Beobachtungen ist jedoch zeit- und kulturabhängig. Ein Beispiel hierfür aus der Medizin gibt Ludwik Fleck: Für den Anatomen Bartholinus aus dem 17. Jahrhundert war es wichtig, dass die Gesamtzahl der Knochen des menschlichen Skeletts eine bestimmte Zahl ergab.¹ Eine besondere Bedeutung hatten die Sesambeine, isolierte Knochenbildungen in Sehnen, Bändern oder Gelenkkapseln. Ihnen widmete er zwanzig- bis dreißigmal so viel Text wie ein modernes Anatomiebuch. Heute haben die Sesambeine und auch die Gesamtzahl der Knochen ihre ehemalige Bedeutung verloren. Um also die Aufzeichnung eines historischen mit einem nachgearbeiteten neuzeitlichen Experiment zu vergleichen, kommt es darauf an, möglichst alle beschriebenen Beobachtungen zu berücksichtigen und gegebenenfalls zu verifizieren, seien sie heute als wichtig oder als unbedeutend eingestuft. Wenn dies in größerem Umfang gelungen ist, ist plausibel davon auszugehen, dass dasselbe Experiment vorliegt. Die Auswahl der durch den historischen Autor als wesentlich betrachteten Beobachtungen, etwa eine für den heutigen Naturwissenschaftler nebensächliche Zahlensymbolik, sagt dann bereits etwas über die damalige Interpretation aus.

1. Fleck 1980, 165–190, insbes. 183–184

Herangehensweise im Fall des *Processus Universalis*

Eine chemische Nachstellung textuell überlieferter alchemischer Prozesse ist alles andere als trivial und erfordert ein hohes Maß an Kenntnissen und Erfahrungen aus den verschiedensten Gebieten der Chemie. Da beim *Processus Universalis* häufig genaue Mengen- und Temperaturangaben fehlen, kann es beim Nacharbeiten nicht um ein quantitativ genaues Kopieren gehen, sondern vor allem um die Einschätzung dessen, was prinzipiell möglich oder aber begründet unwahrscheinlich ist. Extraktionsvorgänge etwa können hohe oder niedrige Ausbeuten erbringen, eine niedrige Ausbeute kann aber durch eine Erhöhung der Einsatzmenge und/ oder ein nachfolgendes stärkeres Aufkonzentrieren durch Eindampfung kompensiert werden. Optimierende Untersuchungen, wie mit nachgebauten Apparaturen möglichst hohe Extraktionsausbeuten erzielt werden können, sind zwar nützlich für eine Beurteilung der vor Jahrhunderten eingesetzten Arbeitstechniken, aber für die Frage, ob das Experiment überhaupt durchführbar war, ohne große Bedeutung. Daher ist die genaue Festlegung der Forschungsfrage und der Zielsetzung der Nachstellung essentiell. In einem Parameterfeld mit wenigen konkreten Angaben können bereits einfache qualitative oder halbquantitative Versuche Aussagen ermöglichen, die für ein großes Gebiet an Reaktionsbedingungen Gültigkeit haben. Wichtige Fragen dazu sind etwa: Liegen die Ausbeuten in einem Bereich, dass mit einem gewissen Fleiß überhaupt ein Ergebnis erzielbar ist? Welchen pH-Wert haben die Reaktionslösungen? Welche Stoffe können aus dem System prinzipiell abdestillieren, verdampfen oder ausfallen, welche nicht? Gibt es Neben- oder Spurenbestandteile, die im Text beschriebene, aber ansonsten unerklärliche Effekte erzeugen?

Andererseits gibt es in den historischen Texten Details, die nicht unmittelbar zur Chemie gehören, deren Auswirkungen aber berücksichtigt werden müssen. Solche Gesichtspunkte können sein: Wie beeinflussen die Jahreszeit, die Entnahmetiefe, die Pflanzen auf der Oberfläche und schließlich die neuzeitliche Düngung die Zusammensetzung der Bodenextrakte? Es zeigt sich in der experimentellen Arbeit, dass diese Faktoren sehr wohl einen Einfluss haben, wenn man heute beurteilen will, was man z. B. vor 400 Jahren im Experiment wahrgenommen hat.

Erlaubte Variationen für den Experimentator

Es ist davon auszugehen, dass in einem Zeitalter mit schwankender Chemikalienqualität, ohne Standardlösungen und mit einer Temperaturbestimmung, die sich neben wenigen Fixpunkten an indirekten Wirkungen und an der Beobachtung und Erfahrung orientiert hat, es im Detail dem Experimentator überlassen war, wie er mit seinen Ausgangsstoffen und seinen Apparaturen die erwünschten Ergebnisse

erzielte.² Dasselbe gilt auch für den heutigen nacharbeitenden Chemiker. Und wenn er dabei herausfindet, dass etwa die erhaltenen Substanzen in einem bestimmten Konzentrationsbereich und unter bestimmten Reaktionsbedingungen eine Rotfärbung durch kolloidales Gold zeigen können, dann ist genau das der Beleg, dass diese Reaktion auch für den historischen Praktiker im Bereich des Möglichen lag, wenn sie auch vielleicht nicht verlässlich immer auftrat.

Experiment versus Hypothese

Gelingt ein solcher Abgleich der historischen Arbeitsvorschrift mit einem heute durchgeführten Versuch nicht, handelt es sich vielleicht um eine andere Reaktion, gegebenenfalls mit ungewöhnlicher oder bewusst verschleiender Nomenklatur.³ Oder aber es geht gar nicht um ein konkretes Experiment, sondern um die Beschreibung einer Hypothese, eher um ein „Wie sollte es der Theorie entsprechend sein?“ als um ein „Was wurde beobachtet?“. Der Übergang vom Experiment zur Hypothese geht in historischen Prozessvorschriften oftmals mit einer Änderung der Wortwahl einher, einer Verschiebung von Beschreibung zu Bewertung, von Sachbetontheit zu emotionaler Färbung, von Detailtreue zu allgemeineren Aussagen oder auch zu einer extremen, aber stereotypen Detailliertheit. Ein konkretes Experiment ist dann mangels notwendiger Angaben nicht mehr durchführbar. In vielen mehrstufigen Herstellungsvorschriften ist ein solcher Bruch erkennbar, indem die ersten Reaktionsschritte gut nachvollziehbar, die späteren aber hypothetisch sind, wie es auch Lawrence Principe an dem Buch *Von dem großen Stein der Uralten* von Basilius Valentinus nachweist.⁴ Ein Ziel unserer experimentellen Arbeiten am *Processus Universalis* war es, diesen Bruch möglichst genau zu lokalisieren.

Spezielle Aspekte

Die detaillierte Schilderung der experimentellen Arbeiten ist einer späteren Veröffentlichung vorbehalten.⁵ Die bisherigen Versuche und deren Ergebnisse sollen aber hier schon kurz vorgestellt werden. Der erste Schritt ist eine Bodenextraktion mit Wasser. Zu der Frage, welche Erde zu nehmen ist, gibt es in den verschiedenen Textversionen abgesehen von der Lokalisierung in Mitteleuropa und der Erwähnung

2. Johann Rudolph Glauber (1604–1670) definierte einmal die einzustellende Temperatur eines Ofens dadurch, dass eine Probe Pottasche = Kaliumcarbonat innerhalb einer bestimmten Zeit verdampfen müsse. Werthmann, Rainer, Publikation in Vorbereitung.

3. Principe 2013, 143–157

4. Valentinus 1599; Principe 2013, 157–158

5. Moenius, Kraft, Görmär o. D. Siehe zum *Processus Universalis* auch den Beitrag von Moenius, Kraft und Görmär in diesem Band.

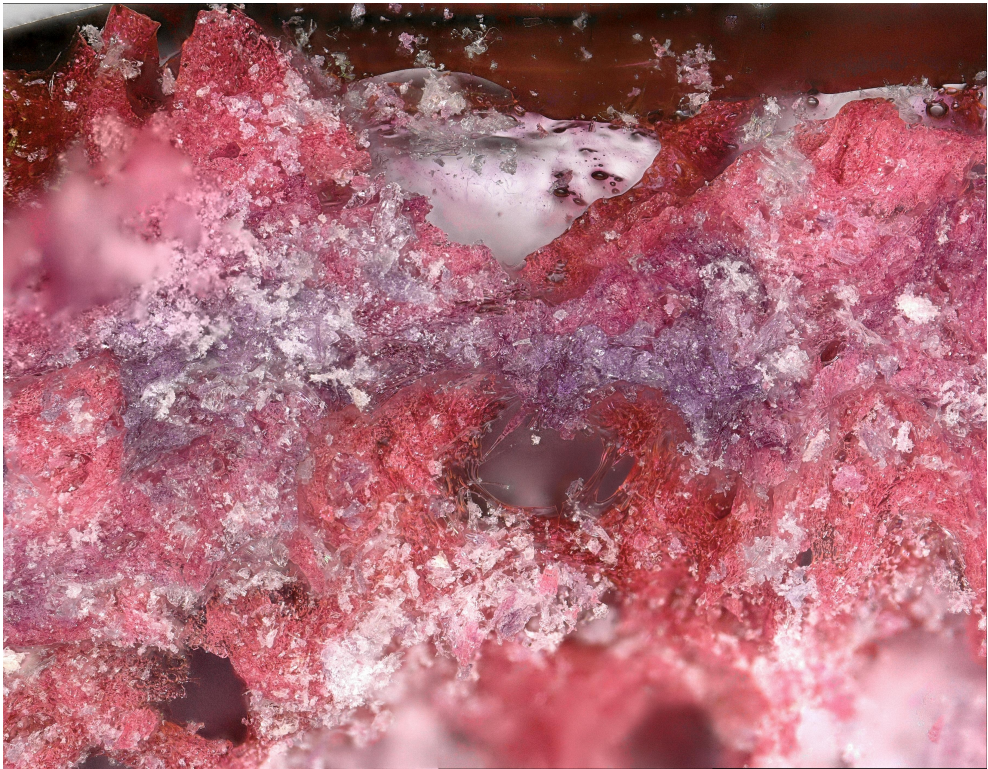


Abbildung 65.: **Durch kolloidales Gold rot gefärbtes Glas als Endprodukt des experimentell nachvollziehbaren Teils des *Processus Universalis*, Foto Christian-Heinrich Wunderlich, Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt**

von Grasland keine Hinweise auf spezielle geologische oder klimatische Voraussetzungen. Also war von einem Kulturboden auszugehen, der den Verhältnissen im 17. und 18. Jahrhundert, das heißt vor der flächendeckenden Einführung der Mineraldüngung, am besten entsprach. Ein derartiger Boden ist noch in einigen Parzellen des „Ewigen Roggenanbaus“ der Universität Halle-Wittenberg zu finden. Es wurden Proben von seit 1878 ungedüngtem sowie von nur mit Stallmist gedüngtem Boden verwendet. Die Auslaugung erfolgte im Labormaßstab, unter Verwendung von je etwa einem Kilogramm Boden pro Versuch. Die Extrakte wurden eingedampft und untersucht.⁶ Erwartungsgemäß bestand der durch lösliche Huminstoffe leicht gelblich gefärbte Rückstand aus einer Salzmischung, die Nitrat, Sulfat, Phosphat und

6. Die Analytik mit den heute in der Bodenkunde üblichen Methoden übernahm dankenswerterweise die Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Abteilung Landwirtschaftliches Untersuchungswesen in Halle.

Spuren von Chlorid enthielt, wobei der mit Stallmist gedüngte Boden einen deutlich höheren Chlorid- wie auch Nitratgehalt aufwies. Als Kationen fanden sich vor allem Kalium und Calcium. Natrium dürfte zum Chloridgehalt in etwa äquivalenter Menge vorhanden sein. Da die Ausbeute an Eindampfrückstand aus den Bodenproben recht gering war und es andererseits nicht als sinnvoll erachtet wurde, kubikmeterweise Erde zu verarbeiten, wurden auf Basis der erhaltenen Analytik Modellsalzmischungen aus modernen Laborchemikalien hergestellt. Zur vorgeschriebenen trockenen Destillation wurden sowohl moderner Töpferton als auch die verwendete Ackererde mit dem synthetischen „Erdsalz“ gemischt, getrocknet und in einer gläsernen Retorte langsam bis auf Rotglut erhitzt. Ab etwa 300–400 °C entwickelten sich braune Dämpfe, die sich in einer wassergekühlten Vorlage zu einer gelblichen Flüssigkeit abschieden. In allen Fällen war es möglich, in dieser Flüssigkeit Blattgold in Lösung zu bringen. Die zu Grunde liegenden chemischen Prozesse dürften dem historischen Salz-Glasurbrand entsprechen.⁷ Die Alumosilikate und der Quarz der mineralischen Bodenmatrix wirken hier als Lewis-Säure, die sich mit den Kationen der Salze zu Alkali-Erdalkali-Gläsern umsetzen. Dabei werden Salpeter- und Chlorwasserstoffsäure gebildet. Das hierzu nötige Wasser stammt aus den Tonmineralen, sei es als ehemals anhaftende Feuchte, sei es aus der Wasserabspaltung bei der Umwandlung etwa von Kaolin in Metakaolin (etwa 500–600 °C).

Die Experimente zeigen, dass zur Gewinnung eines derartigen „Königswassers“ geringe Mengen von Chloriden vorhanden sein müssen. Die Frage dürfte durchaus berechtigt sein, woher diese Chloride, ohne die der Versuch nicht funktioniert, ursprünglich stammen. Während die Herkunft von Chlorid in Stallmist-gedüngten Böden von den Tieren herrührt (auch im 17. Jahrhundert war schon Viehsalz gebräuchlich), ist das bei ungedüngten Böden nicht zu erwarten. Heute stammt in landwirtschaftlich genutzten Böden das Chlorid überwiegend aus dem Kalidünger. Im 17. und 18. Jahrhundert kamen nur die meist sehr viel geringeren geologisch bedingten Gehalte in Frage, Verdunstungsrückstände von Bewässerungswasser etwa aus Flüssen sowie auf dem Luftweg vom Meer herangetragene Salzwassertröpfchen. Ein Arbeitsort in Meeresnähe hätte garantiert den Versuchsdurchführenden größeren Erfolg beschert als einem weit im Landinneren tätigen Meister. Doch gerade dies wurde in den vorliegenden historischen Texten nicht thematisiert.

Die Erdproben wurden in einem Kammerofen mit Temperatursteuerung bei unterschiedlichen Temperaturen geglüht und anschließend extrahiert. Die Extrakte reagieren mehr oder weniger alkalisch. In einigen Proben konnte ein Gemisch aus Carbonaten und Silikaten nachgewiesen werden („Alkaliwasserglas“). Die Extrakt- ausbeute aus bei niedrigerer Temperatur geglühten Erden war dabei höher als bei

7. Siehe z. B. Foerst 1966, 527; Krüger 1960, 56; Vogel 1954, 102

solchen, die bei hoher Temperatur gegläht werden. Eine Erklärung könnte sein, dass die Bildung löslicher Alkalisilikate („Wasserglas“) bereits bei mäßiger Hitze abläuft. Nach der Zersetzung vorhandenen Calciumcarbonats zu Calciumoxid bei höheren Temperaturen reagiert dieses jedoch zu weniger wasserlöslichen und damit auch weniger in den Extrakten vorhandenen Calciumsilikaten.

Beim trockenen Destillieren der Mischung aus Erde und Salz wurde ein weißer Belag beobachtet, der besonders deutlich wurde, wenn viel Natriumchlorid im Salz enthalten war. Reiner Kaolin, mit Kochsalz versetzt und gegläht, erzeugte ebenfalls solche Beläge. Sie waren nicht resublimierbar, aber löslich in Salzsäure. Die alten Darstellungsvorschriften sehen darin ein *sal volatile*, ein flüchtiges Salz, das mit dem nichtflüchtigen Salz und der abdestillierenden Säure zu einer Dreierheit zusammengefasst wird. Während Kaolin von Säuren wenig angegriffen wird, wird der durch Glühen entstehende Metakaolin durch Mineralsäuren zersetzt. Bei dem Belag handelt es sich offenbar um flüchtiges Aluminiumchlorid, das an der Glaswand mit Wasserdampf zu Aluminiumhydroxiden und -oxiden reagiert hat. Die entstandene Salzsäure hat den Metakaolin angelöst, Aluminiumchlorid ist sublimiert und wurde durch verdampftes Wasser zersetzt. Das Wasser stammte entweder aus der noch andauernden Kaolinzersetzung oder aus zurückfließendem Destillat. Das mit einfachen Reaktionsgefäßen nachgearbeitete Experiment hat hier gezeigt, dass „prozessbedingte Verunreinigungen“ Phänomene erzeugen können, die den alten Experimentatoren wichtig waren und die auch reproduzierbar sind. Für einen heutigen Wissenschaftler stellen sie normalerweise unerwünschte und zu vermeidende Nebeneffekte dar, die dadurch leicht unbeachtet bleiben. Es dauerte auch bei uns Nacharbeitenden eine gewisse Zeit, bis wir den weißen Belag als Phänomen akzeptiert hatten, das für die Autoren des 17. und 18. Jahrhunderts von Bedeutung war.

Ein *sal volatile* im sonst üblichen Sinne, das heißt sublimierbare Ammoniumsalze, kann bei der beschriebenen Destillation von Erden im *Processus Universalis* nicht auftreten. Ammonium und Nitrat sind hier gleichzeitig vorhanden und zersetzen sich unter den Bedingungen der Destillation, wie auch beim „Verkochen“ von Ammoniumverbindungen in salpetersaurer Lösung.⁸ Der nächste wesentliche Schritt war die Auflösung von Gold und die Erzeugung von roten Produkten. Gibt man zu einer Wasserglaslösung einige Tropfen Goldchloridlösung hinzu, bildet sich ein gelber, flockiger Niederschlag bzw. bei höherer Konzentration ein gelbes Gel. Wird die Probe erhitzt bis zum Glühen, entstehen glasartige, purpurrote bis violette Massen (Abb. 65). Es dürfte sich bei diesem Produkt um eine Art „Goldrubin-Wasserglas“ handeln, wobei die Farbe von kolloidalem Gold herrührt. In der Originalvorschrift werden das silikathaltige „fixe Salz“ und das im *spiritus mundi* aufgelöste Gold nicht nacheinan-

8. Siehe Lehrbücher der analytischen Chemie, z. B. Jander & Blasius 1970, 218

der zugegeben, sondern das Gold wird in einer Mischung aller drei oben erwähnten Komponenten gelöst. Goldchlorid käme also eher mit frisch gefällter kolloidaler Kieselsäure aus dem Alkalisilikat zur Reaktion. Beim Erhitzen und Schmelzen kommt es auch hier zu roten Produkten.

Der Erkenntnisgewinn des Nacharbeitens

Was hilft es einem heutigen Chemiker, eine historische Arbeitsvorschrift entweder genau nachzuarbeiten oder experimentell zumindest ihre Plausibilität zu bestätigen, auch wenn sich die letzten Reaktionsschritte zum Stein der Weisen als unpraktizierbare Hypothesen herausstellen? Wir erhalten so einen Einblick in die Grundsätze, die etwa im 17. oder 18. Jahrhundert bei der Beurteilung von Reaktionen wichtig waren und die durchaus naturphilosophischer Art sein konnten. Die Arbeitsvorschriften des *Processus Universalis* sind durchzogen von der Dreiheit: *sal fixum*, *sal volatile*, *spiritus mundi*. Experimentell sind die drei durchaus identifizierbar: Das *sal fixum*, das fixe, hitzebeständige Salz, umfasst wasserlösliche anorganische Stoffe, die nicht leicht verdampfbar oder sublimierbar sind. Das können im sauren Bereich Salze wie Natriumchlorid oder Calciumsulfat sein, im alkalischen Kaliumcarbonat und Alkalisilikate. Beim *sal volatile*, dem flüchtigen Salz, kommen wie erwähnt die theoretisch naheliegenden Ammoniumsalze in diesem Fall nicht in Frage. Plausibel lässt es sich als verdampfendes und dann hydrolysierendes Aluminiumchlorid erklären. Der *spiritus mundi*, d. h. der Weltgeist, ist eine Mischung aus Salz- und Salpetersäure in einem Verhältnis, das von den Konzentrationen der entsprechenden Anionen in der Bodenlösung bestimmt wird. Aus allen dreien entsteht das *menstruum universale*, das universelle Lösungsmittel. Für einen heutigen Chemiker klingt diese Identifikation klangvoller Begriffe wie „Weltgeist“ oder „universelles Lösungsmittel“ mit Mischungen einfacher Grundchemikalien ernüchternd. Es ist eine Grundlage der heutigen Chemie, einen Stoff nur aufgrund seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften zu betrachten, ohne Berücksichtigung seiner Herkunft, seines Entstehungsprozesses oder gar seiner philosophischen Bedeutung. Dies ist eine Auswirkung der Fortschritte der analytischen Chemie ab etwa dem Ende des 18. Jahrhunderts. Alle anorganischen Haupt-, Neben- und Spurenbestandteile von Stoffen konnten im Laufe der Zeit bestimmt werden; 100 %-Analysen wurden möglich. Vorher waren jedoch mangels weiterer Informationen der Herstellungsweg und die Herkunft der Rohmaterialien für die Charakterisierung von Stoffen von viel größerer Bedeutung, denn man wusste ja nicht, welche noch unbekannten Bestandteile und Prozesse bei der Entstehung der Stoffe eine Rolle gespielt hatten. Das führte etwa zu einer alchemischen Rezeptur aus der Zeit um 1700, nach der gewöhnliches Messing nicht nach dem üblichen metallurgischen Verfahren erzeugt, sondern aus Feinchemikalien im Labo-

rofen hergestellt und als Rarität „goldfarbenes Kupfer“ genannt wurde.⁹ So musste es auch als etwas Besonderes erscheinen, wenn Königswasser, eine Mischung aus Salz- und Salpetersäure, nicht durch Zusammengießen der entsprechenden käuflichen, ätzenden Chemikalien erzeugt wurde, sondern durch Extraktion von fruchtbaren Böden und Hitzebehandlung der entstehenden Produkte. In diesem Sinne muss es auch für den *Processus Universalis* nahe gelegen haben, etwa die Fähigkeit des erhaltenen Säuredestillates, Gold zu lösen, mit der auf den Erdboden scheinenden Sonne und der Wirkung der auf ihm wachsenden Pflanzen zu verknüpfen. Friedrich Wöhlers Harnstoffsynthese, die zeigte, dass eine aus einem lebendigen Körper stammende Verbindung auch ohne die postulierte „Lebenskraft“ im Labor synthetisiert werden konnte, stammt immerhin erst aus dem Jahre 1828.

Zusammensetzung aus bekannten Teilvorschriften

Der erste Teil des *Processus Universalis* enthält experimentell gut nachvollziehbare Vorschriften. Gelegentlich wird sogar ein Hinweis auf allgemein bekannte Prozesse gegeben. Die Extraktion von Böden und die Gewinnung eines Erdsalzes wird mit der Herstellung von Salpeter verglichen. Eine ausführliche Anleitung dazu liegt in dem Werk *Beschreibung allerfürnemisten Mineralischen Ertzt, unnd Bergwercks arten*, später auch unter dem Titel *Aula subterranea* von Lazarus Ercker vor, das ab 1574 in mehreren Auflagen erschienen ist.¹⁰ Zur Destillation von Säuren aus dem erhaltenen Erdsalz wird auf die Methodik der Salzsäureherstellung verwiesen. Ein Standardwerk, in dem dies erläutert wird, dürfte *Basilica chymica* von Oswald Croll gewesen sein, das auch in dem 1609 gegründeten chemiatriischen Institut der Universität Marburg als Lehrbuch benutzt wurde.¹¹ Johann Rudolph Glauber übernimmt dieses Verfahren in seinem 1657 erschienenen Buch *Trost der Seefahrenten*.¹² Diese Verweise belegen, dass die ersten Stufen des *Processus Universalis* wirklich durchführbar waren. Bei Schwierigkeiten mit den Experimenten hätte man in Standardwerken nachschlagen können.

Ende des praktischen Teils

Der experimentell gut nachvollziehbare Teil des *Processus Universalis* endet mit der Herstellung des *menstruum universale*, des universellen Lösungsmittels. Unter bestimmten Bedingungen lässt sich Gold darin nicht nur auflösen, sondern auch daraus

9. Nach einer Handschrift im Landesarchiv Thüringen, Thüringisches Staatsarchiv Gotha; Werthmann, Rainer, Publikation in Vorbereitung.

10. Ercker 1672, 305–321

11. Croll 1623, 144

12. Glauber 1657, 34–36

wieder als rotes Kolloid fällen. Der hypothetische Teil der Vorschrift beginnt mit der Angabe, dieses rote Pulver sei nicht von besonderem Wert, sondern das Wesentliche sei ein rotes Korn. Die Arbeitsvorschriften zur Weiterverarbeitung dieses roten Kornes sind durch eine vom ersten Teil stark abweichende Wortwahl charakterisiert. Die danach beschriebenen Prozesse sind wohl eher naturphilosophisch zu verstehen.

Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des Forschungsprojektes „Nachstellen alchemischer Vorschriften“, das von der Gerda-Henkel Stiftung finanziell gefördert wurde. Die Autoren danken sowohl der Gerda-Henkel Stiftung, als auch dem Forschungszentrum Gotha für deren Unterstützung.

Rainer Werthmann studierte Chemie und Mineralogie und promovierte in anorganischer Kristallchemie. Er arbeitete in der Düngemittelindustrie und in der Entsorgung gefährlicher Abfälle. Seit Mitte der 1990er Jahre forscht und publiziert er auf den Gebieten Archäometrie, experimentelle Archäologie und Geschichte der Chemie. Schwerpunkte sind die experimentelle Rekonstruktion von chemischen Prozessen und Arbeitstechniken aus der Zeit der Alchemie und das Verständnis historischer chemischer Theorien. Er ist unabhängiger Forscher, berät Industrieunternehmen und Museen und erarbeitet Ausstellungen zur Alchemie. Er ist Mitglied des Netzwerks Alchemie an der Universität Erfurt und Mitautor des Buches „Johann Rudolph Glauber. Alchemistische Denkweise, neue Forschungsergebnisse und Spuren in Kitzingen“ (2011).

Heinrich Wunderlich studierte Chemie an der Universität Bonn und promovierte in anorganischer Chemie über die Struktur und Geschichte des historischen Farbstoffs Türkischrot. Seit 1996 ist er am Landesmuseum für Vorgeschichte in Halle als Leiter der Restaurierungswerkstatt und Chemiker beschäftigt. Er untersuchte den 2012 entdeckten, vom Ende des 16. Jahrhunderts stammenden Abfall eines alchemistischen Laborbetriebs in Wittenberg. Mitglied des Netzwerks Alchemie an der Universität Erfurt und Mitherausgeber des Buches „Alchemie und Wissenschaft des 16. Jahrhunderts. Fallstudien aus Wittenberg und vergleichbare Befunde“ (Halle 2016).

Literaturverzeichnis

- [1] Croll, Oswald. 1623. *Basilica Chymica oder Alchymistische Königlich Klynod*. Frankfurt.
- [2] Ercker, Lazarus. 1672. *Aula subterranea [...]*. Frankfurt.
- [3] Fleck, Ludwik. 1980. *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*. Frankfurt.
- [4] Foerst, Wilhelm, ed. 1966. *Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie*, Bd. 17. München.
- [5] Glauber, Johann Rudolf. 1657. *Trost der Seefahrenten*. Amsterdam.
- [6] Jander, G. & Blasius, E. 1970. *Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie*. Stuttgart.
- [7] Moenius, Thomas, Alexander Kraft und Gerhard Görmar. „Das *Processus Universalis* Konzept nach Michael Sendivogius. Versuch einer inhaltlichen Systematisierung alchemischer Experimentaltex-te“. Publikation in Vorbereitung.
- [8] Principe, Lawrence M. 2013. *The Secrets of Alchemy*. Chicago.
- [9] Krüger, G. 1960. *Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft* 37. Zitiert nach Foerst 1966.
- [10] Valentinus, Basilius. 1599. *Von dem großen Stein der Uhralten*. Eisleben.
- [11] Vogel, H., 1954. *Euro-Ceramic* 4. Zitiert nach Foerst 1966.