

Eine frühe Konzeption der Agrikulturchemie: Johan Gottschalk Wallerius' „*Agriculturæ Fundamenta Chemica*“ (1761)

Christopher Halm, Universität Regensburg, Wissenschaftsgeschichte,
93040 Regensburg <Christopher.Halm@stud.uni-regensburg.de>

Die Geschichte der Agrikulturchemie beginnt nicht erst mit Justus Liebig's 1840 erschienenem Werk *Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie*¹. Diese Tatsache ist spätestens seit den 1950er Jahren ins Gedächtnis oder genau genommen wieder ins Gedächtnis der Geschichtsforschung gerückt.² Gleichwohl ist die Zeit vor Liebig und somit auch die Frühgeschichte der Agrikulturchemie bislang wenig erforscht.

Eine frühe Konzeption der Agrikulturchemie als Zweig der *Angewandten Chemie* liegt bereits bei Johann Gottschalk Wallerius und in seinem agrarchemischen Werk *Agriculturæ Fundamenta Chemica* von 1761 vor.³ Dieses kann als das erste umfassende Beispiel einer konzeptionellen agrarchemischen Forschung angesehen werden. Es erschien in einer Doppelausgabe auf Schwedisch und Latein, und wurde in mehrere Sprachen übersetzt. Sowohl vom Original als auch von den Übersetzungen wurden vielfach neue Auflagen veröffentlicht. In seiner Zeit erfuhr es große und positive Resonanz.⁴

Im Folgenden geht es zunächst um Wallerius' Lebensweg und die bisher über ihn getroffene wissenschaftshistorische Einschätzung, danach um die Agrikulturchemie als neues Feld der *Angewandten Chemie* und schließlich um Inhalte der *Agriculturæ Fundamenta Chemica*, d.h. um Wallerius' Konzeption einer Pflanzenernährungs- und Bodenbearbeitungslehre.

Lebensweg und wissenschaftshistorische Einschätzung

Johan⁵ Gottschalk Wallerius wurde 1709 als jüngster dreier Brüder im ländlichen Stora Mellösa nahe der Stadt Örebrö geboren. Er studierte an der Universität Uppsala Theologie, Philosophie, Mathematik, Physik, Astronomie und Medizin. Er war außerdem frühzeitig ausgebildet in Latein, Griechisch und Hebräisch, was

nicht verwunderlich ist, wenn man bedenkt, dass er einer großen und sehr anerkannten Pastorenfamilie entstammte.

Die Zeit nach dem Studium war von sehr wechselhaftem Erfolg beziehungsweise Misserfolg geprägt. Zweimal bewarb er sich auf ein Professorenamt innerhalb der medizinischen Fakultät, zweimal wurde es ihm zu jemandes anderen Gunsten (zunächst Nils Rosén und anschließend Carl Linné) verwehrt. Erst 1750 erfüllte sich sein Streben. Fortan bekleidete er an der Universität Uppsala den neu eingerichteten Lehrstuhl für Chemie, Metallurgie und Pharmazie.⁶

1767 schied Wallerius widerwillig aus seinem Amt aus. Bisher kann keine genaue Aussage darüber getroffen werden, ob der politische Richtungswechsel, der sich 1765/66 in Schweden vollzog, von direktem Einfluss auf Wallerius' universitärer Stellung war – man bedenke jedenfalls, dass er mit der bis dahin regierenden Fraktion der sogenannten *Hüte* langfristig gute Beziehungen pflegte.⁷

Die letzten Lebensjahre, ganze 18 weitere nach Ausscheiden aus dem Amt, verbrachte Wallerius auf seinem Landgut Hagelstena (Abb. 1), wo er insgesamt über drei Jahrzehnte hinweg landwirtschaftliche Beobachtungen tätigte, Experimente unternahm und Daten über Aussaatzeit und Ernteerträge sammelte.⁸ Im November 1785 starb er in Uppsala.



Abb. 1: Wallerius' Landgut Hagelstena.⁹

Wie urteilt die Geschichtsforschung über Wallerius? Er gilt als strenger Utilitarist, der stets auf politische Gönnerschaft bedacht die Institutionalisierung der Chemie innerhalb Schwedens erfolgreich vorantrieb. Dem schwedischen Wissenschaftshistoriker Hjalmar Fors nach lieferte er das, wonach die politischen Autoritäten des Landes verlangten, passte seine Rhetorik den Erwartungen der Politik an.¹⁰ Der große Erfolg seiner *Mineralogia*¹¹ aus dem Jahr 1747 ebnete ihm nicht nur den Weg in das neu geschaffene Professorenamt, sondern räumt ihm auch einen Platz in der Geschichte der Chemie ein.¹²

In seiner Antrittsrede als Professor unterteilte er die Chemie in einen Bereich der *reinen* und einen der *angewandten* Wissenschaft. Diese Unterscheidung hat in ihren groben Zügen bis heute Bestand. Gleichwohl ist sie den politischen und soziokulturellen Bedürfnissen der Zeit geschuldet gewesen.¹³ Folgt man dem schwedischen Historiker Liedman, so war die Begrifflichkeit «angewandte Wissenschaft» in Schwedens sogenanntem Zeitalter der Freiheit Synonym für den Begriff «Ökonomie» gewesen.¹⁴

Dass neben der *Mineralogie* auch Wallerius *Agrikulturchemie* ihre historische Bedeutung einfordert, ist keineswegs unbekannt. Zu auffällig sind die anerkennenden Worte aus dem späten 18. und beginnenden 19. Jahrhundert. Johann Friedrich Gmelin schlägt im dritten Band seiner *Geschichte der Chemie* (1799) einen wahren Lobgesang auf Wallerius an:

„Selbst auf die Landwirthschaft, und vornehmlich auf den Feldbau fieng man an die Chemie anzuwenden, aus der Beschaffenheit der Erde den Einflus[s] des Bodens auf das Gedeihen der Gewächse zu beurtheilen, und darinn die Mittel zu seiner Verbesserung zu suchen; der upsalische Lehrer J. G. Wallerius bemühte sich nicht nur darzuthun, was jeder Bestandtheil der Pflanzen zum Wachstum derselbigen beitrage, die Wirkung der sogenannten Beizen auf das glücklichere Aufkeimen der Samen, und das Aufkeimen selbst nach chemischen Grundsä[t]zen zu beurtheilen, und spürte der Bildung der Oele in den Gewächsen, der Ursache von der Unfruchtbarkeit der Felder, und dem Einflusse des Salz- und Thonbodens auf die Fruchtbarkeit nach, sondern entwarf auch chemische Grundsätze des Feldbaus, die sich auf die Natur der verschiedenen Bestandtheile in den Pflanzen und auf die Beschaffenheit der Erde, worinn die Pflanzen stehen, stü[t]zen, und suchte darinn die Mittel, den Boden zu verbessern, auf;“¹⁵

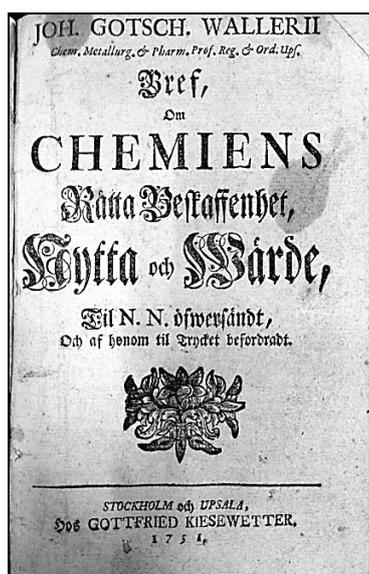
Wie sehr hinter Gmelins Beschreibung nicht nur ein bloßes Tätigkeitsfeld liegt, sondern eine von Wallerius mit programmatischer Ausrichtung begründete Konzeption zur Anwendung der Chemie auf die Landwirtschaft, soll im Folgenden anhand seiner Antrittsrede von 1751 sowie den zehn Jahre später erschienenen *Agriculturae Fundamenta Chemica* erläutert werden.

Die Agrikulturchemie als ein neues Feld der *Angewandten Chemie*

In der von Wallerius (neu) gegliederten Chemie steht unter der Rubrik *Angewandte Chemie (chemia applicata)* an siebenter Stelle die *chemia oeconomica*, darunter a) der Ackerbau (*agricultura*), b) die Chemie der Gärung (*ars zythopoeitica et zymothechnica*), c) die Kochkunst (*ars coquinaria*) und d) die Zuckerbäckereikunst (*ars confectionaria*).¹⁶

Der Antrittsrede, welche bereits 1751 in Form eines Briefes veröffentlicht wurde, kommt 1752 in den *Monatlichen Beiträgen zur Naturkunde* eine deutsche Übersetzung von Johann Daniel Denso zu.¹⁷ Sowohl in der schwedischen Originalfassung als auch in der deutschen Übersetzung wird der Chemie innerhalb des Agrarwesens eine weisende Rolle zugewiesen (siehe Abb. 2). Gleichwohl fehlt es in diesen beiden Ausgaben noch an einer tatsächlichen und umfassenden Konzeption eines agrarchemischen Programms.

1751 (Schwedisch) Wallerius



„VII. *Chemia Oeconomica* [...] (a) *Agricultura*, eller sielfwa Landt och åkerbruket; hwarwid Chemien wisar så wäl huru jordarterne igenkännas skola,“ (S. 23)

1752 (Deutsch) übersetzt von Denso



„VII. Die Haushaltungscheidekunst (*chemia œconomia*) [...] a) der Land- und Akkerbau selbst (*agricultura*) wobei die Chemie weiset, so wohl wie man die Erdarten erkennen, als auch in ihrer Güte verbessern sol[1],“ (S. 163)

Abb. 2: Wallerius' Antrittsrede (Erstveröffentlichung und in deutscher Übersetzung).

Die Inhalte seiner Antrittsrede übernimmt Wallerius wiederum in überarbeiteter und insbesondere gekürzter Form für den Anfang seiner *Physischen Chemie*. Jene erschien erstmals 1759 auf Schwedisch und in einer von Wallerius selbst unternommenen Übersetzung 1760 auf Latein. Kurioser Weise ist die von ihm selbst als Übersetzung titulierte lateinische Ausgabe genau genommen gar keine solche. Vielmehr ist sie eine erneute Be- und Überarbeitung seiner Antrittsrede wie auch seiner *Physischen Chemie*. Besonders das erste Kapitel orientiert sich dabei in Struktur, Inhalt und Text wieder deutlich stärker an der als Brief veröffentlichten Fassung von 1751 (siehe Abb. 2 und 3).

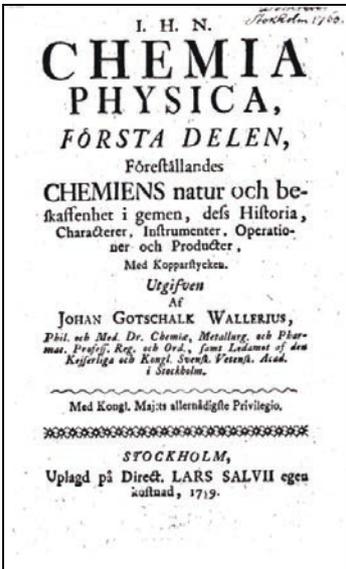
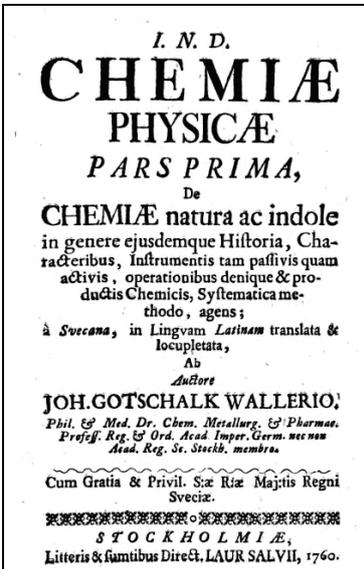
1759 (Schwedisch) Wallerius	1760 (Latein) Wallerius	1761/72 (Deutsch) übersetzt von Mangold
 <p>I. H. N. <i>Stockholm 1759.</i> CHEMIA PHYSICA, FÖRSTA DELEN, Förefällandes CHEMIENS natur och beskaffenhet i gemen, des Hiftoria, Charakterer, Instrumenter, Operationer och Producter, Med Kopparthicken. <i>Utgifven</i> Af JOHAN GOTTSCHALK WALLERIUS, <i>Phil. och Med. Dr. Chemia, Metallurg. och Pharmat. Profeff. Reg. och Ord., samt Ledamot af den Kungliga och Kongl. Svensk. Vetensk. Acad. i Stockholm.</i> Med Kongl. Majests allernädigste Privilegio. STOCKHOLM, Uplagd på Direct. LARS SALVII egen Kalltånd, 1759.</p>	 <p>I. N. D. CHEMIAE PHYSICAE PARS PRIMA, De CHEMIAE natura ac indole in genere ejusdemque Hiftoria, Characteribus, Instrumentis tam passivis quam activis, operationibus denique & productis Chemicis, Systematica methodo, agens; à <i>Sveccana</i>, in Lingvam Latinam translata & locupletata, Ab <i>Auctore</i> JOH. GOTTSCHALK WALLERIO, <i>Phil. & Med. Dr. Chem. Metallurg. & Pharmat. Profeff. Reg. & Ord. Acad. Imper. Germ. nec non Acad. Reg. Sc. Stock. membra.</i> Cum Gratia & Privileg. Sæ Ræ Majestis Regni Sveciæ. STOCKHOLMIE; Litteris & sumibus Direct. LAUR SALVII, 1760.</p>	 <p>Physische Chemie. welche von der Natur und Beschaffenheit der Chemie überhaupt von ihrer Geschichte, Zeichen, sowohl leidenden als wirkenden Werkzeugen, und endlich von den Arbeiten und hervorgebrachten chemischen Körpern, auf systematische Art handelt Aus dem Schwedischen ins Lateinische übersezt und vermehrt herausgegeben von Joh. Gottschalk Wallerius der Wissenschaft und Arzneiwissenschaft D. der Chemie, Metallurgie und Apothekerkunst Königl. ordentl. Lehrer, der Kaiserl. preussischen, wie auch der Königl. Schwedischen Medicin in Goetzbym Mitglied und nunmehr ins Deutsche übersezt und mit einigen nöthigen Anmerkungen versehen von D. Christ. Andr. Mangold der medicinischen Fakultät, der Chant. Weinigt. Med. der Wissen- und der Gelles. med. in Erfurt ordentl. Professor, der Medicin und Philosophie öffentl. Lehrer, und Mitglied der Königl. Medicin der Wissenschaften zu Wittenberg. Mit Kupfern. Schleusingen, bey Müller. 1772.</p>
<p>„VII. Chemia Oeconomica, hvilken i synnerhet med Hushålds saker har at sysla, så väl angående sjelfva Landt och Åkerbruket, som andra syslor vid Gjäsningar, Brygginga, Bakningar, med mera.“ (S. 4)</p>	<p>„VII. Chemia Oeconomica [...] a) <i>Agriculturæ Chemicæ</i>], quoad ad indolem agrorum & foecundationis, quæ & Pratorum & Horticulturam sub se comprehendit;“ (S. 8f)</p>	<p>„VII. Die Haushaltungschemie, (oeconomica) [...] a) die chemische Betrachtung vom Ackerbau, [...] in so ferne man auf die Beschaffenheit der Aecker und ihre Fruchtbarmachung siehet, worunter auch der Wiesen- und Gartenbau zu verstehen ist;“ (S. 10)</p>

Abb. 3: Wallerius' Überarbeitung der Antrittsrede und deutsche Übersetzung

Diese Beobachtung ist gerade deshalb so wichtig, weil in der lateinischen Neufassung erstmalig der Begriff des chemischen Feldbaus (*Agriculturae Chemica[e]*¹⁸) historisch auffindbar ist. Dabei ist anzumerken, dass er als Fachbegriff in die deutsche Übersetzung („chemische Betrachtung vom Ackerbau“; siehe Abb. 3) nicht übernommen wird, und als stehender Begriff «Agrikulturchemie» bis 1804, also in dem Jahr, in dem Hermbstädts *Archiv der Agrikulturchemie für denkende Landwirte*¹⁹ erschien, nach bisherigem Stand meiner Untersuchung, in der Schriftsprache nicht ein zweites Mal existent ist.

Dass Wallerius an besagter Textstelle von 1760 seiner der Landwirtschaft zugewandten Forschungstätigkeit der vorangegangenen zwölf Jahre nicht nur einen eigenständigen Begriff gibt, sondern die programmatische Konzeption einer Pflanzenernährungs- und Bodenbearbeitungslehre beabsichtigt, lässt sich an der Entstehung und an den Inhalten seiner binnen eines Jahres folgenden *Agriculturae Fundamenta Chemica* zeigen.

Wallerius' Pflanzenernährungs- und Bodenbearbeitungslehre

Das Werk *Agriculturae Fundamenta Chemica* mit einem Umfang von etwa 321 Seiten setzt sich zu vielen Teilen aus Aufsätzen zusammen, welche Wallerius in den 1750ern und in den Jahren 1760/61 verfasst hat (siehe Abb. 4).²⁰

- 1748 Diss. de schediasma chemicum, resolvens quæstionem, an & quousque chemia resolvat corpora naturalia in illas, a quibus fuerunt composita, partes?
- 1751 Diss. de principiis vegetationis. Cujus partem priorem²¹
- 1752 Diss. de artificiosa foecundatione immersive seminum vegetabilium
- 1754 Diss. de caussas sterilitatis agrorum exponens
- 1758 Diss. de emendatione agri
- 1760 Diss. de terra adamica
Diss. de lapide tonitruali
Diss. de agrilla ad fertilitatem contribuyente
Undersökning om den Jords beskaffenhet, som fås af Vatten, Vegetabilier och Animalier (1-4)
- 1761 Diss. de vegetatione seminum vegetabilium per mortem
Diss. de origine oleorum in vegetabilibus
Diss. De principiis corporum (kurz nach den *Agriculturae Fundamenta Chemica*)

Abb. 4: Wallerius' vorherige Arbeiten auf dem Gebiet des Ackerbaus

Zudem geht aus Wallerius' tabellarischem Bericht *Dreyßigjährige Beobachtungen bey dem Ackerbau* hervor, dass er sich spätestens ab dem Jahr 1747 mit Fragen der Landwirtschaft beschäftigte.²² Dass dieses Interesse nicht allein in der wissenschaftlichen Neugierde, sondern vermutlich auch in finanziellen Bedürfnissen begründet lag, wird deutlich, wenn man bedenkt, dass Wallerius bis 1765 keinen geregelten Lohn bezog und von daher wohl 1746/47 das bereits erwähnte Landgut Hagelstena erwarb, welches er bis zu seinem Ableben auch bewirtschaftete.²³

Im Grunde geht es in allen seinen agrarchemischen Werken in erster Linie darum, darzulegen, von was sich Pflanzen ernähren und wie sich der Prozess der Ernährung vom Menschen befördern lässt – damit letztendlich ein höherer Ernteertrag erzielt werden kann. Der im Merkantilismus eingebettete und utilitaristisch orientierte Forscher ist hierbei unverkennbar. Gleichwohl tut man Wallerius nicht Recht damit, ihn als starren Utilitaristen zu bezeichnen. Blickt man in das Vorwort seiner *Agrikulturchemie*, so fällt auf, dass bei ihm Motiv und Grund, sich überhaupt dem Ackerbau zuzuwenden, in einer von Gott dem Menschen auferlegten Aufgabe zu suchen ist. Er schreibt:

„Man weiß auch zur Genüge, daß derselbe [der Ackerbau] eine von Gott befohlene, auch an und vor sich selbst höchst nothwendige Kunst sey, und als die Mutter der übrigen Künste angesehen werden müsse; [...] Er ist ein gottseliger, im geringsten nicht gehäßiger, oder auf üble Gedanken führender Gewinn. Ohnerachtet aber dem Ackerbau so große und viele andere Lobsprüche gebühren, so müssen wir doch auch gestehen, daß er nicht nur mühselig und verdrüßlich, sondern auch, wegen mannigfaltig dabey vorfallenden Schadens, weniger einträglich sey. Es sind zwar diese Beschwerlichkeiten ursprünglich in dem göttlichen Fluche, welchen wir in dem zweyten Capitel des ersten Buches Mosis finden, gegründet, mehrentheils aber hängen sie doch auch von der unzulänglichen Kenntniß und Erfahrung des Ackerbaus ab.“²⁴

Zum einen kommt hier Wallerius' familiär geprägte Verwurzelung im christlichen Glauben zum Vorschein, zum anderen ist diese Textstelle Ausdruck einer in der Wolffschen Philosophie verankerten Überzeugung. Diese sogenannte auch Leibniz-Wolffsche Lehre sieht vor, dass alle Wissenschaft in einer von Gott bestmöglich geschaffenen Welt, in der alles seinen Grund hat und rational erklärbar sei, so getätigt und eingesetzt werden muss, dass sie, die Wissenschaft, dem Menschen dienlich ist – andernfalls nicht vernünftig sein kann und somit auch nicht nachgegangen werden sollte.²⁵

Dass Wallerius Anhänger dieser Lehre war, wird auch an anderen Stellen in seiner *Agrikulturchemie* ersichtlich. Zudem weist er in seiner Autobiographie explizit darauf hin, dass er zu Beginn seiner Studienzeit zunächst die Philosophie nach

Wolff studierte.²⁶ Ferner gilt sein älterer Bruder Nils, der bereits 1746 an der Universität Uppsala zunächst das Professorenamt für Logik und Metaphysik und ab 1755 das für Theologie bekleidete, als strengster Verfechter dieser Lehre innerhalb Schwedens.²⁷

Wie lässt sich Gottes Werk besser verstehen? Und wie können mehr Erträge erzielt werden? Um diese Fragen zu beantworten, bringt Wallerius in den *Agriculturæ Fundamenta Chemica* das zumeist praxisorientierte Wissen aus den aktuellsten Hausvaterschriften sowohl mit dem damals bekannten Wissen zur Pflanzenphysiologie als auch mit Denkweisen und Methoden der Chemie zusammen (Abb. 5).

Hausväterliteratur:

Karl Eskilsson Dahlman	<i>Swenska landhus-hålning</i> (1745) <i>Swenska hushålds-rön</i> (1746)
Henri Louis Duhamel du Monceau	<i>Traité de la culture des terres</i> (nach Jethro Tull) (1751)
Thomas Hale	<i>A Compleat Body of Husbandry</i> (4 Bände) (1756/1758)

Pflanzenphysiologie und Chemie (Auswahl):

Johan Baptista van Helmont ²⁸	<i>Ortus medicinae vel opera et opuscula omnia (posthum 1648)</i>
Johan Junker	<i>Conspectus formularum medicarum</i> (1723)
Stephen Hales	<i>Vegetable Staticks</i> (1727)
Herman Boerhaave	<i>Elementa chemiae</i> (1732)

Abb. 5: Auszug der Werke, auf die sich Wallerius in seiner Agrarchemie bezieht.

Wie sieht Wallerius' wissenschaftliches Vorgehen zur Ermittlung der Pflanzennährstoffe, welche er als Schlüssel zu einer gezielten Bodenbearbeitung und somit letztlich zur Ertragssteigerung verstanden hat, aus? Zunächst ermittelt er geleitet von der genannten Literatur und auf Basis eigenständig durchgeführter chemischer Experimente die Bestandteile (Grundstoffe) des Pflanzenkörpers. Als grundlegende erachtet er nur diejenigen, welche nach der vollständigen Verbrennung chemisch oder physikalisch noch nachweisbar sind. Er nennt: Wasser, Erde, Salz und Öl beziehungsweise Fett.²⁹ Anschließend vergleicht er jene Bestandteile mit denen, welche in der Luft, im Wasser und im Boden gebunden und gelöst vorliegen.

Im Sinne eines *skeptischen Chemikers*³⁰ unterwirft er Pflanzen, Wasser und verschiedene Erdarten (wie zum Beispiel Mergel, Ton und Sand) unspezifisch allerhand chemischer Trenn- und Analyseverfahren. Seine experimentellen Methoden gehen jedoch nicht über einfache Destillationen, Verbrennungen und Filtrationen hinaus. Seine verwertbaren Ergebnisse bleiben allesamt (nur) qualitativ. Und dennoch entwickelt er ausgehend von dem Vergleich der Bestandteile der Pflanzen mit denen der Luft, des Wassers und der Erde eine umfassende Pflanzenernährungslehre, aus welcher er anschließend eine Bodenbearbeitungslehre ableitet.

Wie lauten folglich die Inhalte seiner Ernährungslehre? Zum einen schließt er aus den pflanzenphysiologischen Experimenten Johan Baptista van Helmonts, Robert Boyles und Johann Theodor Ellers (siehe Abb. 5), dass sich Pflanzen ausschließlich von Wasser ernähren beziehungsweise ernähren können. Zum anderen schlussfolgert er – sowohl aus Johan Adam Külbels preisgekröntem Aufsatz *Sur la cause de la fertilité des terres*³¹ von 1739 als auch aus einer Anmerkung Georg Ernst Stahls³² wie auch aus dem in der Hausväterliteratur geschilderten Praxis- und Erfahrungswissen und letztlich noch aus der einfachen Analogie, dass ein Mensch sich bloß von Wasser und Brot ernähren, jedoch dadurch nicht herrlich leben könne – dass Wasser allein nicht ausreichend Grund für ein üppiges Pflanzenwachstum sein kann.³³ Demnach muss es einen weiteren Nährstoff geben. Und diesen erkennt er in dem Fett beziehungsweise Öl.

Das Fett ist dabei selbstverständlich weder das, was heutzutage unter einem Fett verstanden wird, also keine Fettsäureester, noch ist damit im engeren Sinn Johan Joachim Bechers Fetterde die *terra pinguis* gemeint. Es ist vielmehr ein hypothetisches Konstrukt oder ein Prinzip, das zwischen den ursprünglichen vier Elementen und den mannigfach komplex zusammengesetzten Körpern, den sogenannten höheren *mixtae*,³⁴ der Natur steht. Bei Wallerius ist das Fett nun ein niedrigeres *mixtae* – es besteht lediglich aus Wasser, Säure, brennbarem und erdigem Material.³⁵

Chemisch-experimentell gesehen versteht er unter dem Fett die verschiedenen *Corpora*, die zusammen diejenigen Öle bilden, welche sich beispielsweise durch das Auspressen von Pflanzen hervorbringen lassen.³⁶ Davon leitet Wallerius letztlich auch seine der Geschichtsforschung bekannte Aussage ab, dass sich Pflanzen nur von ihnen gleichartigen Stoffen ernähren.³⁷

Des Weiteren ist auch ein phänomenologischer Erklärungsansatz für den Fettbegriff auffindbar. Sowohl bei Kübel als auch bei Francis Home – ein anderer, schottischer Agrarchemiker, der 1757 *The Principles of Agriculture and Vegeta-*

tion veröffentlicht, aber von Wallerius in der ersten Auflage seiner *Agriculturae Fundamenta Chemica* nicht zitiert wird³⁸ – findet sich zudem die Erklärung, dass das Schwarze der Erde ein klares Zeichen für das Vorhandensein von Fett sei.³⁹

Ferner muss das Verständnis über das Fett und dessen Zusammenhang zur Bodenfruchtbarkeit zu Wallerius' Zeit als ein historisches Faktum erachtet werden. Zum einen findet sich der Fettbegriff als ein Indikator, wenn nicht sogar als ein Äquivalent für eine fruchtbare Erde schon in Plinius' viel rezipierter *Naturgeschichte*.⁴⁰ Zum anderen war im allgemeinen Sprachgebrauch der Bauern und Landwirte eine fette Erde eine fruchtbare Erde – und diese war obendrein nun einmal meistens schwarz. Folglich ist bei Wallerius das Vorhandensein der schwarzen Humuserde ein Indiz für einen fruchtbaren, also fettigen Boden. Hierin liegt unter anderem auch die etwas fälschliche Einschätzung der Geschichtsforschung, dass Wallerius ein Humustheoretiker war.⁴¹

An dieser Stelle darf festgehalten werden, dass Wallerius nur Fett und Wasser als Nahrungsmittel ansieht. Dem folgend stellt sich die Frage, wie die Pflanze diese Nahrungsmittel aufnimmt und woher sie die beiden beziehen kann. Zur Beantwortung dieser Frage muss verstanden werden, dass Wallerius in mechanistischer Manier auf die Welt blickt und nicht im Sinn hat, einer möglichen *Chrysopoeia* vollständig zu entsagen. Unterdessen sind bei ihm Wasser und Luft Fluida, welche als Lösungsmittel und Träger- beziehungsweise Transportmittel für verschiedene Stofflichkeiten (in Form von kleinen Teilchen) wirken. Damit nun eine Pflanze ein Teilchen in sich aufnehmen kann, muss dieses klein genug und ausreichend in Wasser aufgelöst sein, um durch die winzigen Poren der Blätter und Wurzeln in den Pflanzenkörper gelangen zu können. Da erdige Substanzen nach Wallerius nicht auflösbar und ohnehin viel zu groß seien, entfallen sie als Nahrungsmittel. Erden, welche sich im Pflanzenkörper finden lassen und letztendlich deren Festigkeit ausmachen, seien lediglich transmutiertes Wasser.

Mit Boerhaaves *Instrumenten-Lehre*⁴² erklärt Wallerius alle weiteren Aspekte der Pflanzenernährung. Das heißt, er untersucht und beschreibt jede Substanz, aber auch jede Tätigkeit danach, ob sie auf einer *materiellen* und/oder *werkzeuglichen* Art und Weise dem Pflanzenwachstum dienlich ist. So werden beispielsweise Wasser und Fett, die als Nahrung direkt in die Pflanze eingehen, einem *materiellen* Charakter zugeschrieben.⁴³ Das Pflügen des Bodens jedoch ist nur von einem *werkzeuglichen* Standpunkt aus Nahrung der Pflanze, da es dessen Ernährungsprozess fördert, der Pflug aber nicht als Nährmittel in die Pflanze eingeht. Salze sind ebenfalls nur *werkzeuglich* wirkende Substanzen. Sie sorgen dafür, dass sich das Fett in Wasser lösen kann. Ebenso dient oder schadet die Wärme nur auf einer *werkzeuglichen* Art dem Pflanzenwachstum: Bei Hitze dehnen sich die Poren

der Pflanzen weit aus und es dringt (zu) viel Wasser in sie ein; bei Kälte ziehen sie sich zusammen, sodass die Nährstoffe zu groß für ein Eindringen in den Pflanzenkörper sind. Die Wirkung des Bodens ist ebenfalls lediglich eine *werkzeugliche*. Je nach Zusammensetzung und Gefüge ist der Boden mehr oder weniger dazu befähigt, Wasser und Fett in sich zu halten, Wurzelwuchs und Pflanzenhalt zu ermöglichen.⁴⁴

Mit diesem Hintergrund lässt sich auch die Wirkung der Luft, wie sie ähnlich schon von Hales und Junker beschrieben wurde, erklären. Für Wallerius gibt es nichts stärker Fruchtbarmachendes als die Luft. In ihr sind als animalische und vegetabilische Ausdünstungen alle wässrigen und fettigen Teilchen enthalten, welche die Pflanze ernähren. Von daher könne jeder unfruchtbare Boden in einen fruchtbaren verwandelt werden, sofern er nur ausreichend belüftet werde.⁴⁵

Mit demselben Ansatz definiert er auch, was ein Dünger und was ein Vermengungsmittel ist. Dünger sind Substanzen, die Fett und/oder Wasser enthalten; Vermengungsmittel alle jene, welche ebenso als Substanz dem Boden beigegeben werden können, allerdings nur auf einer *werkzeuglichen* Art dem Pflanzenwachstum zugutekommen.⁴⁶

Und hier schließt sich nun der Kreis zur Bodenbearbeitung und damit auch zur praktischen Tätigkeit des Menschen (Bodenbearbeitungslehre). Jener muss den Boden nämlich gemäß seiner chemischen und physikalischen Bodenzusammensetzung entsprechend so stark pflügen, vermengen und düngen, dass er ausreichend Nahrung aus der Luft aufnehmen und in sich behalten kann.

Wallerius' Verdienst und Scheitern – ein wissenschaftshistorisches Fazit

Wallerius' utilitaristisch geprägter und christlich-gläubiger Geist hat ihn auf das Feld der Agrarwissenschaften geführt. Als Anhänger der Wolffschen Philosophie sieht er in den Methoden und Denkweisen der Chemie ein Mittel, Gottes Schöpfung besser zu verstehen und somit letztendlich den Ackerbau zu reformieren.

Durch ein sehr eklektisches und zugleich chemisch-experimentell überprüfendes Vorgehen hat er ein neues Feld der *Angewandten Chemie* betreten und vordefiniert, gab der Agrikulturchemie einen Namen und ein Programm. Dabei sind die *Agriculturæ Fundamenta Chemica* das geordnete, theoretisierende und didaktische Produkt seiner wissenschaftlichen Methode. Sie sind seine Vorstellung, seine Konzeption eines wissenschaftlich betriebenen Ackerbaus. Sein Verdienst liegt darin, das Pflanzengedeihen als ein kombiniertes Ergebnis aus den Bedin-

gungen des Bodens und dem Einfluss der Luft erklären zu wollen, und davon ausgehend die Handlung des Menschen zu determinieren.⁴⁷ Rückblickend kann sein Werk nicht nur als richtungsweisend für weitere agrarchemische Forschungen, sondern auch für die Herausbildung der Agrikulturchemie als eigenständige Wissenschaft gesehen werden.

Gleichwohl ist seine Lehre zur Bodenbearbeitung für die landwirtschaftliche Praxis ‚keinen Deut besser oder schlechter‘ als diejenigen Lehren aus den damaligen Hausvaterschriften. Auch war er einer von vielen, der sich wissenschaftlich, vornehmlich mit chemischen Methoden und Denkweisen, mit der Landwirtschaft beschäftigte, dabei Akteuren wie Home und Külbel in einem gewissen Denkstil mehr ähnelt, als sich von ihnen herabsetzt.

Letztendlich fußt seine Konzeption einer Pflanzenernährungslehre (noch) auf Grundlagen und Denkart der Chemie, welche bereits zwei Jahrzehnte später fundamental erneuert, gar gänzlich verworfen wurden. Da er zudem als *skeptischer* Chemiker nur qualitativ arbeitete, blieben ihm, trotz einer intensiven Einbeziehung der Luft, die tatsächlichen Nahrungsmittel der Pflanzen sowie der Prozess der Ernährung verborgen. Er ist nicht die Person, von der Boerhaave einst in seiner *Elementa* schrieb – eine Person, die glücklich sein wird, wenn sie die verborgene Tugend, die sogenannte geheimnisvolle Speise der Luft entdeckt hat.⁴⁸

Summary

The article deals with the Swedish chemist Johan Gottschalk Wallerius and his works on agriculture, especially his "Agriculturæ Fundamenta Chemica" (1761). Wallerius conceived Agricultural Chemistry as a part of Applied Chemistry, but also as a science in its own respect. This paper argues that the conception of Agricultural Chemistry is the product of both Wallerius' biography and his socio-political circumstances. Moreover, Wallerius used Boerhaave's instrument-element distinction and Boyle's scepticism to organise and theorise the agrarian knowledge of his time.

Der Beitrag steht im Zusammenhang mit meinem von der Heinrich-Böll-Stiftung geförderten Dissertationsprojekt zur Frühgeschichte der Agrikulturchemie (1760–1840).

- ¹ Justus Liebig, *Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie* (Göttingen 1840).
- ² Siehe u. a.: Charles Albert Browne, "A Source Book of Agricultural Chemistry", hrsg. von Francis Verdoorn, *Chronica Botanica*, 81 (Waltham/MA 1944), S. 1-290. Fritz Giesecke, "Der niedersächsische Raum – die Geburtsstätte der Agrikulturchemie und des landwirtschaftlichen Untersuchungswesens", hrsg. von Fritz Giesecke, *Bodenfruchtbarkeit als Fundament der Qualitätserzeugung. Festschrift zum 90jährigen Bestehen der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Ebstorf* (1952), S. 11-21. Günter Wendt, *Carl Sprengel und die von ihm geschaffene Mineraltheorie als Fundament der neuen Pflanzenernährungslehre* (Diss.) (Wolfenbüttel 1950), S. 1-13.
- ³ Johan Gottschalk Wallerius (Praes.) / Gustav Adolf Gyllenberg (Resp.), *Agriculturae Fundamenta Chemica* (Lat.) = *Åkerbrukets Chemiska Grunder* (Schw.) (Diss.) (Uppsala 1761).
- ⁴ Auf Deutsch erschien das Buch je als eigenständige Ausgabe erstmalig 1764 in Berlin, 1765 in Bern und 1770 in Graz, außerdem 1766 in Yverdon und 1774 in Paris auf Französisch und 1770 in London auf Englisch. Eine neue Auflage auf Schwedisch erschien 1778. Die jüngste Ausgabe des Buchs ist die vierte Auflage einer englischen Neuveröffentlichung von 1824. Bzgl. der positiven Resonanz z.B.: „In this respect, I doubt not but that the following may be of great utility. Foreign nations have expressed their approbation of it, by translating it into their languages; and I hope it will not be less relished here, where every improvement in agriculture meets with the kindest reception.“ R. Griffiths (Hrsg.): "Article III. Mills' natural and chemical Elements of Agriculture", Rezension zu: G. A. Gyllenberg & J. G. Wallerius, *The Natural and Chemical Elements of Agriculture* (London 1770), *The Monthly Review*, 43 (1771), S. 427-430. Im *Dictionnaire des sciences médicales* steht zu Wallerius: „célèbre chimiste et minéralogiste [...] Ses travaux en chimie et en minéralogie le firent bientôt connaître honorablement dans toute l'Europe, [...] Il appliqua fort heureusement la chimie à l'agriculture, et l'on peut le considérer, à proprement parler, comme le fondateur de la chimie agricole.“ Charles Louis Fleury Panckoucke (Hrsg.), "Wallerius (Jean-Gottschalk)", *Dictionnaire des sciences médicales. Biographie médicale* (Paris 1825), Bd. 7, S. 460-461.
- ⁵ In der Literatur erscheint Wallerius in der Regel mit dem Vornamen *Johan*, wenn gleich auch sein eigentlicher Vorname wohl *Johannes* war. Siehe dazu: [Nils Zenzén] / Johan Gottschalk Wallerius, "Johan Gottschalk Wallerius' Självbiografi. Med inledning utgiven av Nils Zenzén", *Lychnos* (1953), S. 235-259, hier S. 236.
- ⁶ Zu Wallerius' frühen Lebensdaten: ebd., S. 236-243. Ders., "Johan Gottschalk Wallerius (1709-1785) and Axel Frederik Cronstedt (1722-1765)", hrsg. von Sten Lindroth, *Swedish Men of Science* (Stockholm 1952), übers. von Barnett Anderson, S. 92-104, hier S. 92-95.
- ⁷ Zu Wallerius' Verstrickung mit der schwedischen Politik und dem wirtschaftlich wichtigen *Board of Mines* Vgl. Hjalmar Fors, *Mutual Favours. The Social and Scientific Practice of Eighteenth-Century Swedish Chemistry* (Diss.) (Uppsala 2003), S. 34-49.

- ⁸ Siehe zu Wallerius' Lebensdaten und zum Berarbeitung des Landguts Hagelstena: ebd., S. 49-59. Johan Gottschalk Wallerius, "Dreyßigjährige Beobachtungen bey dem Ackerbau", *Der Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik*, 41 (1783), Orig.: Observationer vid åkerbruket gjorda i 30 år (1747-1777) (Schwed.) (1779), übers. von Abraham Gotthelf Kästner, S. 3-21. Herman Hofberg (Hrsg.), "Wallerius, Johan Gottschalk", *Svenskt biografiskt handlexikon* (Stockholm²1906), Bd. 2, S. 689f.
- ⁹ Quelle: Carl Erik Bergstrand, *Johan Gottschalk Wallerius som landbrukskemist och praktisk jordbrukare* (Stockholm 1885), S. V.
- ¹⁰ Fors, *Mutual Favours*, S. 39.
- ¹¹ Johan Gottschalk Wallerius, *Mineralogia, eller mineralriket indelt och beskrivet* (Stockholm 1747).
- ¹² Partington hebt Wallerius *Mineralogie* hervor. Siehe: James Riddick Partington, *A History of Chemistry* (London 1962), Bd. 3, S. 169-172.
- ¹³ Die Aufteilung der Chemie in einen Bereich der *reinen* und *angewandten* Wissenschaft kann als Kind einer größeren Wissenschaftskonzeption der Aufklärung betrachtet werden. Dahingehende Ideen lassen sich in jener Zeit auch bei Michael Lomonossow sowie bei den französischen Aufklärern, welche an der *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des Sciences, des Arts et des Métiers* (1753) beteiligt waren, finden. Vgl. dazu: Christoph Meinel, "„... die Chymie anwendbarer und gemeinnütziger zu machen“ – Wissenschaftlicher Orientierungswandel in der Chemie des 18. Jahrhunderts", *Angewandte Chemie*, 96 (1984), S. 326-334, hier S. 326 & 328-330. Fors macht auf starke Parallelen zw. Wallerius und William Cullen aufmerksam und betont Wallerius' Bemühen die Chemie als Wissenschaft nach ihrem (sozialen, wirtschaftlichen und politischen) Nutzen auszurichten. Siehe: Fors, *Mutual Favours*, S. 42f. Zu Cullens wissenschaftliche Leistung und ebenfalls agrarchemischer Ausrichtung hat Charles W. J. Whithers geschrieben. Seine positivistischen Einschätzungen sind jedoch mit Vorsicht zu betrachten, insbesondere deshalb, weil Cullen seine wissenschaftlichen Ergebnisse auf diesem Gebiet nicht veröffentlichte und sie in seinen eigenen Worten nur in Form einer edierten Briefsammlung, herausgegeben von John Thomson (erste Auflage 1832), bekannt geblieben sind. In Briefkontakt stand Cullen zu Henry Home (Lord) Kames, der einen Teil des Wissens aus der Korrespondenz für seinen *The Gentleman Farmer* (1776) nutzte. Siehe dazu: Charles W. J. Whithers, "William Cullen's Agricultural Lectures and Writings and the Development of Agricultural Science in Eighteenth-Century Scotland", *Agricultural History Review*, 37 (1989), S. 144-156. John Thomson, *An Account of the Life, Lectures and Writings of William Cullen* (Edinburgh & London 1832), Bd. 1, S. 60f. Jan Golinski, "Chemistry", *Eighteenth Century Science*, hrsg. von Roy Porter, *The Cambridge History of Science* (Cambridge 2003), Bd. 4, S. 375-496, hier S. 378-380. Ders., "Utility and Audience in Eighteenth-Century Chemistry: Case Studies of William Cullen and Joseph Priestley", *British Journal for the History of Science*, 21 (1988), S. 1-31. Archibald & Nan L. Clow, *The Chemical Revolution. A Contribution to Social Technology* (London 1952), S. 480-483.
- ¹⁴ Sven-Eric Liedman, *Den synliga handen: Anders Berch och ekonomiännena vid 1700-talets svenska universitet* (Stockholm 1986), S. 29-34 & 42-44.

- ¹⁵ Johann Friedrich Gmelin, *Geschichte der Chemie seit dem Wiederaufleben der Wissenschaften bis an das Ende des 18. Jahrhunderts* (Göttingen 1799), Bd. 3, S. 3.
- ¹⁶ Einteilung und Begrifflichkeiten angelehnt an: Johan Daniel Denso (Übers.), "Von der Chemie" & "Beschlus[s] des Artikels von der Chemie", *Monatliche Beiträge zur Naturkunde*, 1 & 2 (1752), 1. Teil S. 61-96 & 2. Teil S. 161-176, hier 1. Teil S. 64 & 71, 2. Teil S. 163-167.
- ¹⁷ Diese Übersetzung war Wallerius durchaus bekannt und er nahm sie mitunter als gegebenen Anlass, selbst eine Übersetzung „in die gelehrte Sprache“ (also Latein) auf sich zu nehmen. Siehe (z.B.): Johan Gottschalk Wallerius, *Chemiæ physicæ* (Stockholm 1760), S. 9.
- ¹⁸ Wallerius schreibt in nicht korrektem Latein (wie im Zitat Abb. 3 zu sehen ist) „*Agriculturæ Chemica*“. Der fachliche Schwerpunkt der Begriffskombination liegt zudem nicht auf der Chemie. Da, wo die Chemie hervorzuheben ist, setzt er den Begriff „Chemia“ voran, z.B. „*Chemiæ Physicæ*“, „*Chemia Medica*“, „*Chemia Lithurgica*“, „*Chemia Halurgica*“, „*Chemia Tejurgica*“, „*Chemia Metallurgica*“, „*Chemia Hyalurgica*“, „*Chemia Oeconomica*“ (etc). Johan Gottschalk Wallerius, *Chemiæ Physicæ pars prima*, (Stockholm 1760), Deckblatt & S. 4-8.
- ¹⁹ Sigismund Friedrich Hermbstädt (Hrsg.), *Archiv der Agrikulturchemie für denkende Landwirte*, 7 Bde. (1804-1817).
- ²⁰ Aufgelistet sind nur die Werke, welche sich auf eine Analyse der Pflanze und oder des Bodens beziehen. Von Wallerius existieren daneben auch eine Vielzahl an Schriften zum Wasser, deren Inhalte ebenfalls in die *Agriculturæ Fundamenta Chemica* eingingen. Schriften, welche ebenfalls eine Untersuchung des Boden oder der Pflanze darboten und nach 1761 verteidigt wurden, sind die *Dreyßigjährigen Beobachtungen bey dem Ackerbau* (Orig. 1779; siehe Anmerkung 8) sowie die *Diss. de terra salina sterili* (1764) und die *Diss. de differentia et examine oleorum* (1765).
- ²¹ Mehrere Hauptaussagen dieser Abhandlung ähneln so sehr den *Agriculturæ Fundamenta Chemica*, dass man den Eindruck erhält, sie ist vielleicht ein früher Entwurf derer. Dafür sprechen auch die vermehrten benannten Bezugnahmen auf Külbel, van Helmont, Boyle, Eller, Boerhaave und Dahlman. Interessanter Weise muss neben Wallerius auch sein Doktorand Jakob Sten (der Sohn) als Autor des Aufsatzes gelten. Darauf weisen einige Passagen Mitten im Text wie „sub Præsidio Celeberrimi Domini Præsidis“ hin. Johan Gottschalk Wallerius (Praes.) / Jakob Sten (der Sohn) (Resp.), *Specimen academicum de Principiis vegetationis* (Stockholm 1751), S. 2. Ferner weckte diese Ausgabe auch international Interesse, was an einer Übersetzung für die Zeitschrift *Physikalische Belustigungen* zu erkennen ist: Johann Gottschalk Wallerius, "Von den Ursachen welche bey dem Wachsthum der Pflanzen bemerkt werden", *Physikalische Belustigungen*, 21 (1753), hrsg. von Gotthelf Abraham Kästner, S. 773-813.
- ²² Siehe Anmerkung 8 und 21.
- ²³ Wallerius, *Själviografi*, S. 241-250. Zenzen, *Wallerius and Cronstedt*, S. 94f.
- ²⁴ Johan Gottschalk Wallerius, *Chymische Grundsätze des Ackerbaues. Aus dem Lateinischen übersetzt und mit Anmerkungen erläutert* (Berlin 1764), Orig.: *Agriculturæ Fundamenta*

- Chemica (Lat.) = Akerbrukets Chemiska Grunder (Schwed.) (1761), übers. von Johann Georg Krünitz, S. 3-5.
- ²⁵ Vgl. Die Leibniz-Wolffsche Philosophie (Universität Leipzig), <research.uni-leipzig.de/agintern/uni600/ug137d.pdf> (22.12.2015). Holger Bönig, "Nachwort", *Volksaufklärung. Ausgewählte Schriften* (Stuttgart 1993), hrsg. von Holger Bönig & Reinhart Siebert, Bd. 1, S. 265-283.
- ²⁶ Wallerius, *Själviografi*, S. 241.
- ²⁷ Vgl. Tore Frängsmyr, "The Mathematical Philosophy", *The Quantifying Spirit in the Eighteenth Century* (Berkeley & Los Angeles/CA 1990), hrsg. von Tore Frängsmyr / J. L. Heilbron / Robin E. Rider, S. 27-44, hier S. 39-43.
- ²⁸ Wallerius bezieht sich auf van Helmonts Weidenexperiment, welches von Robert Boyle und Johann Theodor Eller wiederholt wurde. Boyle benutze anstatt einer Weide einen Kürbis und Eller eine Wassermelone.
- ²⁹ Wallerius, *Chymische Grundsätze des Ackerbaues*, S. 1-31.
- ³⁰ Zum Begriff «*skeptischer Chemiker*» siehe z.B.: William H. Brock, *Viewegs Geschichte der Chemie* (Braunschweig/Wiesbaden 1997), Orig.: The Fontana History of Chemistry (London 1992), übers. von Brigitte Kleidt & Heike Voelker, *Viewegs Geschichte der Naturwissenschaften*, S. 29-56.
- ³¹ Johannes Adam Kübel, *Qua quæstionem physicam quænam sit causa fertilitatis terrarum* (Lat.) = *Sur la question physique [...], quelle soit la cause de la fertilité des terres* (Frz.) (Original vorgelegt bei der *Académie des sciences, belles-lettres et arts de Bordeaux* 1739) (Leiden 1743).
- ³² Wallerius bezieht sich auf Stahls *Zymotechnia fundamentalis* (1697), gibt die Textstelle jedoch nicht an. Wallerius, *Chymische Grundsätze des Ackerbaues*, S. 77.
- ³³ Ebd., S. 108.
- ³⁴ Der Begriff «*mixtae*» wird hier angelehnt an Brock verstanden. Brock, *Geschichte der Chemie*, S. 53.
- ³⁵ Wallerius, *Chymische Grundsätze des Ackerbaues*, S. 22
- ³⁶ Ebd., S. 18-22.
- ³⁷ Ebd. S. 36. Wendt, *Carl Sprengel*, S. 6f.
- ³⁸ Francis Home wird bis in die heutige Zeit fälschlicher Weise von der Geschichtswissenschaft eine gewisse Priorität vor Wallerius zugewiesen. Dieser Fehler geht auf eine Einschätzung Brownes zurück, der Kübel und die frühen agrarchemischen Werke Wallerius' (und anderer Autoren wie Johann Heinrich von Denffer) nicht kannte. Da sich Wallerius und Home in den 1750ern und 1760ern gegenseitig nicht zitieren, kann keine gesicherte Aussage darüber getroffen werden, ob sie sich oder die Werke des anderen derzeit kannten. Erst in der zweiten Auflage der *Agriculturæ Fundamenta Chemica* (1778) nimmt Wallerius, um seine Ernährungslehre zu bekräftigen und um wohl auch gegenüber der Lavoisier'schen Chemie zu verteidigen, mehrfach Bezug auf Francis Home. Johan Gottschalk Wallerius,

Åkerbrukets Chemiska Grunder (Stockholm ²1778), S. 123, 218 & 229-232. Ferner darf der Verweis auf einen Herrn Home (nicht sicher ob Francis oder Henry Home Lord Kames) in Wallerius' *Physischer Chemie* (dt. Übersetzung, Leipzig ²1780, S. 41) nicht als Beleg gelten, da dieser nachträglich von dem Übersetzer hinzugefügt wurde. Brownes Einschätzung, dass Wallerius' *Agriculturæ Fundamenta Chemica* dem Werk von Homes bemerkenswert ähneln, kann ich zudem nicht vollständig teilen. Solch ein Urteil mag gewissermaßen für den Aufbau und den analytischen Einbezug des Bodens als wichtiger Faktor des Pflanzenwuchses stimmen, für die Forschungsmethode, den Inhalt und die Art der Darbietung allerdings nicht. Browne, *Sourcebook of Agricultural Chemistry*, S. 117 & 128. Ein Beispiel für die Fortsetzung des Fehlers ist: Frank N. Egerton, "History of Ecological Sciences, Part 43: Plant Physiology, 1800s", *Bulletin of the Ecological Society of America*, 93 (2012), S. 197–219, hier S. 197f.

- ³⁹ Eine phänomenologische Erklärung des Fettbegriffes lässt sich an vielen Stellen in Homes Buch über die Prinzipien des Ackerbaus und der Vegetation finden. Nachstehend ist ein eindringliches Beispiel gegeben: Francis Home, *The Principles of Agriculture and Vegetation* (London ²1759), S. 13.
- ⁴⁰ Gaius Plinius Secundus, *Naturalis Historia*, Buch 17, Cap. III / §§ 25-29 & Cap. IV / §§ 42-45.
- ⁴¹ Siehe z.B.: Karl Scharrer, "Die Bedeutung der Mineralstoffe für die Pflanzen; Historisches", *Die Mineralische Ernährung der Pflanze*, Handbuch der Pflanzenphysiologie / Encyclopedia of Plant Physiology (Berlin/Göttingen/Heidelberg 1958), hrsg. von Wilhelm Ruhland, Bd. 4, S. 851-866, hier 851-856 & insbes. im Register S. 1113.
- ⁴² Zur Boerhaaves *Instrumenten-Lehre*: John C. Powers, *Chemistry without Principles: Herman Boerhaave on Instruments and Elements*, *New Narratives in Eighteenth-Century Chemistry*, hrsg. von Lawrence M. Principe, Archimedes. New Studies in the History and Philosophy of Science and Technology, 18 (Dordrecht 2007), S. 45-61.
- ⁴³ Wallerius, *Chymische Grundsätze des Ackerbaues*, S. 37-39 & 85-108.
- ⁴⁴ Da sich diese Lehre über das gesamte Buch erstreckt, sind hier nur zwei Beispiele gegeben. Siehe mit Hinblick auf die Wirkung der Wärme und der Salze: ebd., S. 59-66 & 149-165.
- ⁴⁵ Ebd., S. 72-85.
- ⁴⁶ Ebd., S. 195-223.
- ⁴⁷ Dazu zählen Bodengefüge, Bodenzusammensetzung, Feuchte und Wärme sowohl im Boden als auch in der Luft, sowie die Wallerius unbekannt *Luftspeise (occultum vitae pabulum)*, Ebd., S. 78-81 & 90).
- ⁴⁸ Diese Passage ist angelehnt an: Powers, *Chemistry without Principles*, S. 58. Powers nimmt Bezug auf: Herman Boerhaave, *Elements of Chemistry* (London 1735), hrsg. von Timothy Dallowe, 2 Bde., Orig.: *Elementa chemiae* (Leiden 1732), S. 291.