
Wilhelm Schütz

Michail Wassiljewitsch Lomonossow

Biografien hervorragender Naturwissenschaftler, Techniker und Mediziner Band 7
1970 BSB B. G. Teubner Leipzig
Abschrift und LaTeX-Satz: 2023

<https://mathematikalpha.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort des Verfassers	4
2	Im Elternhaus am Weißen Meer	8
3	Studienjahre in Russland und in Deutschland	11
4	Der Universalgelehrte und Künstler	18
5	Aus seinem naturwissenschaftlichen und technischem Schaffen	25
5.1	Über den natürlichen Wetterzug in den Bergwerken	26
5.2	Vorwort zu seiner russischen Übersetzung der Wolffschen Experimentalphysik .	28
5.3	Das Lomonossowsche System der Physik	29
5.4	Über die Wärme und die Kälte (Theorem 1 des Konspekts)	33
5.5	Über die elastische Kraft der Luft (Theorem 2 des Konspekts)	36
5.6	Physikalische Chemie (Theorem 3 des Konspekts)	37
5.7	Über die Struktur der Kristalle	40
5.8	Über die elektrischen Erscheinungen in der Atmosphäre (Theorem 5 des Konspekts)	41
5.9	Über das Licht und die Farben (Theorem 6 des Konspekts)	43
5.10	Optische Instrumente und optisches Glas	45
5.11	Die Erhaltung des Gesamtgewichts bei chemischen Reaktionen	47
5.12	Die Atmosphäre des Planeten Venus	48
6	Der Vorkämpfer für die Aufklärung in Russland	51
7	Letzte Lebensjahre und Tod	57
8	Schrifttum	61

Vorwort des Herausgebers

Mit dem Namen Michail W. Lomonossow verknüpfen sich große Traditionen der internationalen Wissenschaftsentwicklung. Lomonossow war einer der ganz großen schöpferischen Menschen seiner Zeit.

Wie leicht schreiben sich derartige Worte nieder, doch wie schwer ist es, einem Menschen in seiner Zeit ein derartiges Prädikat zu verleihen. Was bedeutet es, in der Geschichte, in der Wissenschaftsgeschichte ein großer Mensch zu sein?

Was muss dieser Mensch getan haben, damit die Geschichte das zu seiner Zeit gefällte Urteil bestätigt oder den zu seiner Zeit Verkannten bzw. Unterschätzten später rehabilitiert und als bedeutenden Wissenschaftler ausweist?!

Diese Verkennung oder Unterschätzung bedeutender Wissenschaftler war nicht immer nur zufällig. Wie oft geschah es in der Geschichte, dass zumindest Teile der herrschenden Mächte die Bedeutung einer neuen Leistung negierten, den Schöpfer dieser Leistung als Narren, als Sonderling, als Geisteskranken hinstellten und abstempelten, ihn gar auf den Scheiterhaufen schleppten.

Wissenschaftler zu sein, bedeutet immer in der Geschichte - doch heute mehr denn je -, nicht nur Entwicklungsgesetze der Natur und der Gesellschaft zu entdecken, es bedeutet auch zugleich, für deren Nutzung im Sinne des gesellschaftlichen Fortschritts einzutreten.

Die Entwicklung der Wissenschaft vollzog und vollzieht sich innerhalb der Klassengesellschaft. Die Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse geschah und geschieht immer klassengebunden. Klassen-indifferent ist nur das Naturgesetz, seine Entdeckung und Nutzung ist und bleibt ein gesellschaftlicher Prozess.

Nicht jedem Wissenschaftler war im Verlauf der Geschichte der Menschheit dieser Zusammenhang klar. Nicht jeder Wissenschaftler erkannte in jedem Fall die Notwendigkeit des Eintretens für den Fortschritt sowohl im spezifischen Wissenschaftsbereich als auch im gesellschaftlichen Bereich allgemein.

Doch wie auch immer sein Wirken verlief, letztendlich konnte es nur von den progressiven Kräften der Gesellschaft zum Wohl der Menschheit genutzt werden. Als M. W. Lomonossow lebte, waren die Entwicklungsgesetze der Gesellschaft noch unbekannt.

Doch als sie von Karl Marx und Friedrich Engels entdeckt wurden, hatte das Gesamtschaffen Lomonossows in Russland in Gestalt des damaligen Bildungssystems schon solche Früchte getragen, dass die zaristische Gewaltherrschaft es nicht verhindern konnte, dass an der Petersburger Universität, in der Stadt, wo M. W. Lomonossow wirkte, W. I. Uljanow sein Diplom mit Auszeichnung bestand.

In Russland das wissenschaftliche Leben in Forschung und Lehre eigentlich erst richtig begründet zu haben und der ganzen Menschheit viele schöpferische Gedanken für den wissenschaftlichen und historischen Prozess zur Weiterentwicklung übergeben zu haben, das ist das Verdienst jenes Bauernjungen, dessen Name aus der Wissenschaftsgeschichte nicht wegzudenken ist und dessen Tradition heute vor allem in der Sowjetunion, aber auch in allen anderen Ländern lebendig ist.

Michail W. Lomonossow war, ist und bleibt einer der bedeutendsten schöpferischen Menschen der Geschichte, der es verdient, in jedem Land der Erde an hervorragender Stelle geachtet und gewürdigt zu werden.

Eberhard Wächtler

1 Vorwort des Verfassers

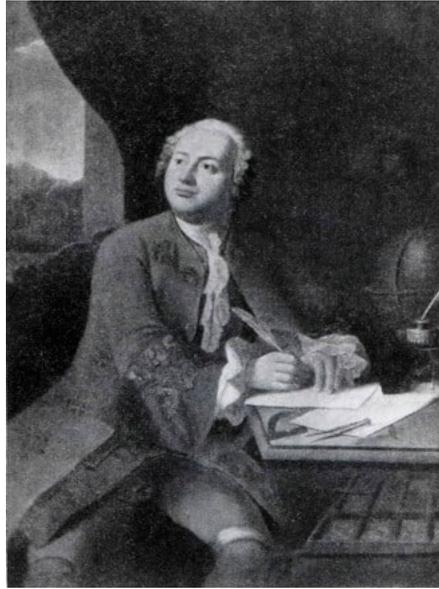


Abb. 1. M. W. Lomonossow (Gemälde eines unbekanntes Künstlers des 18. Jh. im Staatlichen Historischen Museum Moskau)

Wie froh doch schafft es sich für die Gesellschaft.
Michail W. Lomonossow

Die Staatliche Lomonossow-Universität in Moskau trägt den Namen eines Universalgelehrten des 18. Jahrhunderts, dessen Leben und Werk es wohl verdienen, ebenso weithin bekannt zu werden, wie die Universität es bereits ist, deren Gründung im Jahre 1755 er angeregt und vorbereitet hat.

Nach der auf Befehl Peters des Großen erfolgten Einrichtung der Kaiserlich- Russischen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg im Jahre 1724 war diese Universitätsgründung die zweite große, im Geiste der Aufklärung getroffene institutionelle Maßnahme zu dem Zweck, eine eigene Intelligenz heranzubilden und das noch rückständige Russland in der Pflege und Nutzung der Wissenschaften mit den westlichen Ländern konkurrenzfähig zu machen.

Die damals gehegten kühnen Erwartungen sind 200 Jahre später, in der Sowjetepoche, weit übertroffen worden: Viele hundert Ausländer aus aller Welt studieren an sowjetischen Hochschulen, und in der naturwissenschaftlichen und der medizinischen Großforschung liegt die UdSSR heute mit den USA in der Spitzengruppe der Konkurrenten.

Zufall - oder vielleicht auch kein Zufall -, dass Russland mit Michail Lomonossow (1711-1765) und Amerika mit Benjamin Franklin (1706-1790) gleichzeitig im Jahrhundert der Aufklärung die naturwissenschaftliche Arena betraten.

Eingeordnet in die Geschichte der Naturwissenschaften war es die Zeit nach Isaak Newton (1643-1727): Die von Nikolaus Kopernikus (1473-1543) eingeleitete Geburt der klassischen Naturwissenschaft war vollzogen. Ein mechanistisches Weltbild war entstanden, dessen physikalisch-mathematische Grundlagen, Newtons "Philosophiae naturalis principia mathematica" (1687), erst zweihundert Jahre später durch Relativitätstheorie und Quantentheorie erschüttert werden konnten.

Unter denen, die ins Land kamen, befanden sich viele Deutsche, und das 18. Jahrhundert ist durch die Intensität deutsch-russischer Beziehungen ausgezeichnet [25]. Deutsche Gelehrte

wie Leibniz und Christian Wolff waren an der Gründung der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg ebenso rühmlich beteiligt wie Messerschmidt, Strahlenberg und Steller an der Erforschung Sibiriens.

Zahlreiche Deutsche waren als Professoren an der Akademie und in deren Verwaltung tätig. Einige wählten Russland zur zweiten Heimat.

Das Kommen und Gehen der Gelehrten und der Austausch akademischer Schriften führten dazu, dass die neu gegründete Akademie rasch in Kontakt kam mit der älteren Schwester in Berlin sowie mit den Universitäten Göttingen, Halle (Saale), Leipzig, Marburg, Tübingen und dem sächsischen montanwissenschaftlichen Zentrum Freiberg.

Diesen Umständen, dem Bedarf des Staates an Bergbauingenieuren, den schon entwickelten deutsch-russischen wissenschaftlichen Beziehungen und nicht zuletzt seiner eigenen Tüchtigkeit verdankte Lomonossow seine Delegation zum Studium nach Marburg und Freiberg.

Mit Lomonossow begann der Aufschwung der Wissenschaft in Russland, und durch ihn und seine Schule wurde sie zum Gegenstand gesellschaftlicher Auseinandersetzungen. Lomonossow gehörte der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg seit 1742 als Adjunkt und seit 1745 bis zu seinem Tode als Mitglied in verschiedenen Leitungsfunktionen an.

Sein hoher Rang in der Wissenschaft wird - außer durch sein Werk selbst - ausgewiesen durch gutachtliche Äußerungen des berühmten, aus der Schweiz stammenden und damals in Berlin lebenden Mathematikers, Physikers und Philosophen Leonhard Euler (1707-1783) sowie durch seine Ernennungen zum Ehrenmitglied der Kungliga Svenska Vetenskap Akademie zu Stockholm (gegr. 1739) im Jahre 1760 und des Instituto di Bologna (gegr. 1712) im Jahre 1764.

Das zu Lebzeiten in der Heimat genossene Ansehen verdankt Lomonossow allerdings in erster Linie seinen grundlegenden wissenschaftlichen Werken über die russische Sprache und die frühe russische Geschichte, sodann seinen Werken der Dichtkunst und der Mosaikbildnerie, in denen er nicht zuletzt seiner Bewunderung für Peter den Großen und dessen Taten begeisterten Ausdruck zu geben wusste.

Peters des Großen (1672-1725) epochale Leistung war die Eingliederung Russlands als Großmacht in das europäische Staatensystem und die Aufschließung des Landes für den Einfluss der fortgeschrittenen geistigen und wirtschaftlichen Entwicklung Westeuropas.

Dem durch die Reformen Peters des Großen eingeleiteten gesellschaftlichen Fortschritt standen große Teile der Feudalklasse des Landes ablehnend oder gar feindlich gegenüber, so dass er nur in zäher Auseinandersetzung mit reaktionären Kräften Boden gewinnen konnte.

Unter diesen Umständen waren Männer vonnöten, die sich wie Lomonossow leidenschaftlich für das Neue einsetzten. Und das Besondere an Lomonossow war, dass er aus dem Volke stammte und sich für das Reformwerk in seiner ganzen Breite einsetzte.

Ganz besonders lag ihm die Heranbildung einer russischen Intelligenz am Herzen. Sein Vertrauen in die Schöpferkraft russischer Menschen war unbegrenzt und unerschütterlich. So hat er als Professor und Mitglied der Akademie bei der Schaffung günstiger Voraussetzungen für die Entwicklung der Fähigkeiten des russischen Volkes seine Kräfte nicht geschont und konnte am Ende seines Lebens auf beachtliche, im Kampf gegen Gleichgültigkeit, Trägheit und offenen wie versteckten Widerstand errungene Erfolge zurückblicken.

Als Wissenschaftler war Lomonossow Materialist, aber der Materialismus seiner Zeit war noch nicht in der Lage, die objektive Gesetzmäßigkeit der gesellschaftlichen Entwicklung zu erkennen. Dementsprechend hat er weder, als die Umstände ihn zum Besitzer eines großen Gutes mit einer Glasfabrik machten, noch in späteren Jahren, als er sich mit staatstheoretischen

Entwürfen befasste, daran gedacht, die Leibeigenschaft abzuschaffen.

Die Rechtmäßigkeit des Zarentums stellte er nicht in Frage und erhoffte sich, wie die Mehrzahl der zeitgenössischen französischen Enzyklopädisten, das "Glück" der Staatsbürger von den einsichtsvollen Reformen aufgeklärter allmächtiger Monarchen.

Meine langjährige persönliche Bekanntschaft mit Lomonossows Lebensumständen und einigen seiner physikalisch-chemischen Abhandlungen verdanke ich der Sammlung "Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften" und danach dem Band IV von "Ostwalds Annalen der Naturphilosophie"; in diesem Annalen-Band berichtete der verdienstvolle Erschließer des physikalischen und chemischen Nachlasses Lomonossows B. N. Mentschutkin über Ergebnisse seiner Archivarbeiten in den ersten Jahren unseres Jahrhunderts.

Weiterreichenden Interessen kamen in den letzten Jahren neuere Verlagswerke aus der Produktion der DDR entgegen; es handelt sich um qualifizierte Übersetzungen entsprechender sowjetischer Werke.

Im Jahre 1954 erschien im Verlag Rütten & Loening, Berlin, die umfassende Lomonossow-Biographie des sowjetischen Schriftstellers, Philologen und Lomonossow-Forschers A. A. Morosow, und im Jahre 1961 brachte der Akademie-Verlag Berlin zwei Bände ausgewählter Schriften Lomonossows, darunter auch eine Anzahl Briefe, heraus.

Die imponierende Persönlichkeit Lomonossows und der durch die neuen Verlagswerke gewonnene umfassende Überblick über sein Lebenswerk regten mich an, aus physikalischer Sicht das Manuskript zu dem vorliegenden Lomonossow-Bändchen zu schreiben. Wer sich der Mühe unterzieht, diese kleine Biographie mit der großen Morosowschen zu vergleichen, wird feststellen, dass ich ihr naturgemäß viel verdanke, andererseits aber auch, insbesondere bei der Beurteilung und Wertung wissenschaftsgeschichtlicher Zusammenhänge, eigene Wege gegangen bin.

Die reiche Lomonossow-Literatur, die in der Lomonossow-Biographie Morosows nachgewiesen wird, ist seitdem erheblich umfangreicher geworden, nicht zuletzt aus Anlass von Lomonossows 250. Geburtstag im Jahre 1961 und seines 200. Todestages im Jahre 1965.

Inzwischen sind auch zahlreiche Aufsätze über Spezialthemen in deutscher Sprache erschienen, auf die im Schrifttum hingewiesen wird. Eines dieser Themen ist die Lomonossow-Rezeption [27]. Für die deutsche Öffentlichkeit tauchte der Name Lomonossow erstmalig bereits im Jahre 1746 auf.

Die "Göttingischen Zeitungen von gelehrten Sachen" und die "Erlangischen gelehrten Nachrichten" berichteten damals, dass Lomonossow in St. Petersburg Vorlesungen über Christian Wolffs Physik in russischer Sprache halte. Die erste Rezension einer seiner naturwissenschaftlichen Abhandlungen findet man in dem angesehenen Leipziger Referatenorgan "Neue Zeitungen von gelehrten Sachen" des Jahres 1750.

Als erste Übertragung einer naturwissenschaftlichen Abhandlung Lomonossows ins Deutsche erschien 1764 seine vier Jahre zuvor gehaltene »Rede über die Erzeugung von Metallen durch Erdbeben«.

Seitdem ist das Interesse an dem Universalgenie nicht verlorengegangen, wendete sich jedoch zeitweise mehr dem Naturwissenschaftler, dann wieder dem Historiker, dem Philologen oder dem Dichter zu.

Eine französische Untersuchung [9] kommt zu dem entsprechenden Ergebnis für Frankreich und bekräftigt auch ihrerseits die Richtigkeit der These jüngerer sowjetischer Forscher, wonach Lomonossow in wechselseitigem Nehmen und Geben an der Entwicklung des materialistischen Denkens in Westeuropa teilgenommen hat.

Bleibt schließlich noch die Frage, ob und in welcher Hinsicht Lomonossow in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts unserer lernenden und studierenden Jugend noch Vorbild sein kann. Als Universalgelehrter natürlich nicht:

Wir leben im Zeitalter der wissenschaftlich-technischen Revolution, und die Entwicklung hat es mit sich gebracht, dass selbst ein Physiker oder Chemiker nur noch auf dem einen oder anderen Teilgebiet seines Faches wirklich Fachmann und produktiv tätig sein kann.

Vorbildlich jedoch über zwei Jahrhunderte hinweg ist Lomonossows leidenschaftliches Lernenwollen, das ihn sogar die gesicherte berufliche Zukunft in der Heimat aufgeben lässt, um die für einen Wissenschaftler erforderliche Schulbildung zu erwerben, seine Wertschätzung einer theoretisch gut fundierten Wissenschaft und, nachdem er sein Ziel erreicht hat, sein offener Blick für technische Anwendungen der Wissenschaft und seine Bereitschaft, Wissen und Können für die Lösung nationaler Aufgaben einzusetzen, insbesondere wissenschaftliche Erkenntnisse dem Volke zugänglich und der Volkswirtschaft nutzbar zu machen.

Meiner Frau, Dr. Lucy Schütz geb. Mensing, danke ich für eine Durchsicht des Manuskriptes und Hilfe beim Lesen der Korrektur.

Jena, Mai 1969

Wilhelm Schütz

Im Text werden die Anführungszeichen »...« überall dort verwendet, wo es sich um Äußerungen Lomonossows, zitiert nach [3] oder [6], handelt; die Anführungszeichen >...< weisen auf Zitate aus Morosows Text [6] hin; eckige Klammern [...] schließen Anmerkungen und Erläuterungen des Verfassers sowie Hinweise auf das Schrifttum ein.

2 Im Elternhaus am Weißen Meer

Michail Wassiljewitsch Lomonossow wurde in dem Dorfe Mischaninskaja auf der "Großen Insel", die der Bischofsstadt Cholmogory gegenüber in der nördlichen Dwina liegt, im Jahre 1711 geboren, vermutlich am 8. (19.) November. Ungefähr 50 km vom Geburtsort entfernt mündet die Dwina bei Archangelsk ins Weiße Meer.

Sein Vater war der Staatsbauer Wassili Dorofejewitsch Lomonossow. Die Staatsbauern, typisch für den hohen Norden Russlands der damaligen Zeit, waren privilegierte Besitzer des dem Zaren gehörenden Landes, kopfsteuerpflichtig, aber nicht leibeigen.

Wie es landesüblich war, betrieb der Vater neben der Landwirtschaft das Fischereigewerbe und brachte es durch Fleiß, Tüchtigkeit und Glück zu einigem Wohlstand. Er konnte sich ein Haus bauen und im Besitz eines eigenen zweimastigen Schiffes, der "Tschaika" [Möwe], seinem Gewerbe nachgehen; er übernahm aber auch Güter- und Warentransporte und trieb mit den Waren Handel.

Seine Mutter war die verwaiste Tochter des Diakons einer Nachbargemeinde. Unter ihrer Obhut verlebte Michailo glückliche erste Kinderjahre und wuchs zu einem gesunden und kräftigen Jungen heran mit offenen Sinnen für die herbe Schönheit seiner Heimat.

Morosow betont, dass Lomonossow nicht in einer rauchigen Bauernhütte geboren wurde und dass das damalige Weißmeerküstengebiet keineswegs ein vergessener und trostloser Landstrich war.

>Im freien Norden war genügend Raum für russisches Talent, Geschicklichkeit und Erfindungsgabe, die nicht durch die willenslos machenden Rechtsverhältnisse der Leibeigenschaft gefesselt waren. Über dem Bauern des Nordens schwebte nicht die Macht des kleinen Gutsherrn ... Wenn auch der dörfliche "Mir" [Dorfgemeinde] die allgemeine Bedrückung durch das auf der Leibeigenschaft beruhende Feudalsystem zu spüren bekam, so entwickelte er sich doch mit größerer Selbständigkeit und eröffnete der persönlichen Initiative und Unternehmungslust ein weites Betätigungsfeld ...

'Nicht die Kargheit einer freudlosen eindruckssarmen Kindheit ohne richtige Erziehung' hatte ihn umgeben, wie der bekannte Ethnograph S. W. Mazimow sagte, sondern Vielgestaltigkeit und Buntheit des Lebens, Unruhe der Gedanken, schöpferische Erregung, Wissensdurst und Unternehmungslust ...<

Nachdem Michailo das zehnte Lebensjahr erreicht hatte, nahm ihn der Vater im Sommer und Herbst auf seiner "Tschaika" mit zum Fischfang im Weißen Meer und im Eismeer, so dass er wie ein echter Pomore [Küstenlandbewohner] frühzeitig mit den Schwierigkeiten und Gefahren der Fischerei vertraut wurde.

>Das innere Erleben eines Pomoren, der von langer und aufregender Seefahrt zurückkehrt, stellte er viele Jahre später in einer seiner Oden dar:

»Wenn übers tiefe Meer der Schwimmer
zu allzufernen Ufern schwimmt,
die er nicht kennt, scheint ihm, dass nimmer
sein weiter Weg ein Ende nimmt.
Sein Auge folgt dem Flug der Vögel,
erkennt der Luft, des Wassers Regel,
und wenn er mit erschöpfter Hand
das Land berührt, nach langem Sehnen,

da küsst er unter Freudentränen
die weichen Gräser und den Sand.«<

>Die mit dem Vater unternommenen Fahrten entwickelten in dem Jüngling Kühnheit und Unerschrockenheit, Zähigkeit und Findigkeit, ungewöhnliche Körperkraft, Selbstbewusstsein und Beobachtungsgabe.<

Lomonossows Vater war ein aufgeschlossener und unternehmungslustiger Mann, doch konnte er weder lesen noch schreiben. Von der Nützlichkeit dieser Künste war er jedoch so sehr überzeugt, dass er seinem Sohn Michailo vom 11. oder 12. Lebensjahr an Gelegenheit gab, deren Anfangsgründe zu erlernen.

Wenn es auch wohl nicht viel gewesen sein mag, was zunächst der Nachbar und dann der Gemeindegüter zu bieten hatten, das Wenige fiel aber bei diesem aufgeweckten Jungen auf den fruchtbarsten Boden.

Er half sich selbst weiter, wobei ihm die Slawische Grammatik von Meleti Smotrizkij und das Lehrbuch der Arithmetik von Leonti Magnitzki sehr zustatten kamen. Die beiden Bücher, die er sich im Dorf zu verschaffen wusste, nannte Lomonossow später das »Tor seiner Gelehrsamkeit«.

Die Arithmetik interessierte ihn so sehr, dass er sie immer bei sich trug, und indem er sie »unaufhörlich las, lernte er sie auswendig«. Sie war als Lehrbuch für Navigationsschulen unter Peter dem Großen herausgegeben worden und vermittelte Kenntnisse der Arithmetik, Geometrie, Physik und Astronomie.

Gedichte religiösen Inhalts, wie der Psalter von Simeon Polozki, weckten das Interesse des Knaben an der Dichtkunst.

War es von frühester Jugend an die Natur, die ihren Zauber auf Michailos empfängliches Gemüt ausgeübt hatte, so wurden es mehr und mehr die Bücher, denn er begriff sehr bald, dass er viel mehr aus ihnen lernen konnte, als der unmittelbaren Erfahrung zugänglich war. In dem Maße, wie sich sein geistiger Horizont weitete, wurde ihm seine Heimat zu eng; bald gab es dort nichts mehr für ihn zu lernen.

Als ihm schließlich auch noch die zweite Stiefmutter das Leben im Elternhaus unerträglich machte, begab er sich nach umsichtiger Vorbereitung heimlich auf den Weg nach Moskau, um sich dort den Zugang zur Wissenschaft zu erkämpfen. Dass es für ihn als einen kopfsteuerpflichtigen Bauernsohn ein harter Kampf sein würde, war ihm klar, aber er fürchtete den Kampf nicht.

Um nach Moskau zu kommen, schloss er sich Ende des Jahres 1730 einem Gefrierfischtransport an. "Seine Absicht sorgsam verbergend" zitiert Morosow eine Biographie, die die Akademie 1784 zu Ehren Lomonossows herausgebracht hat, "schaute er morgens, gleichsam aus Neugier, dem Aufbruch jener Schlittenkolonne zu. In der folgenden Nacht, als im Hause seines Vaters alles schlief, zog er sich zwei Hemden und einen Fellmantel über und eilte der Transportkolonne nach.

Am dritten Tage holte er die Kolonne, die schon 70 Werst (ca. 75 km) zurückgelegt hatte, ein.

Ihr Führer wollte ihn nicht mitnehmen, aber von Bitten und Tränen bestimmt, er möge ihn doch Moskau sehen lassen, willigte er schließlich ein."

Sein Reisegepäck bestand aus den beiden genannten Büchern, drei Rubeln und einem Pass, der ihm von dem Cholmogorsker Woiwoden für ein Jahr ausgestellt worden war.

Es wird nicht berichtet, dass Lomonossow seine Heimat je wieder gesehen hat, aber er hat ihr immer eine liebevolle Erinnerung bewahrt; er hat sie in seinen Oden besungen und sich gerne im Gespräch mit Landsleuten, die ihn in Petersburg besuchten, in die Heimat zurückversetzen lassen.

Jugenderlebnisse, die man nur im hohen Norden haben konnte, regten ihn zu mancherlei wissenschaftlichen Untersuchungen an und halfen ihm bei der Durchführung anderer Untersuchungen. Von den Vorzügen der Natur des Nordens für die körperliche und geistige Gesundheit des Menschen künden seine Verse:

»Arg ist der Sturm, die Ruhe aber übertrifft
an Bosheit ihn, sie lähmt das Blut wie starkes Gift.
Die lange Hitze raubt Gesundheit und Verstand,
indes der Nordfrost selber allen Schaden
bannt ...«

3 Studienjahre in Russland und in Deutschland

Am 15. Januar 1731 gelang es Lomonossow, in der Slawisch-Griechisch-Lateinischen-Akademie im Saikonospasski-Kloster, der sogenannten Spasski-Schule, Aufnahme zu finden. Dort wurde in den vier unteren Klassen Latein, Slawisch und Gesang nach Noten gelehrt und Elementarunterricht in Geographie, Geschichte und Mathematik erteilt; er absolvierte die vier Klassen in zweieinhalb Jahren.

In den zwei mittleren Klassen unterrichtete man in Beredsamkeit, Redekunst und Literatur; Griechisch erlernte Lomonossow autodidaktisch.

Rückblickend auf diese erste Etappe seines Bildungsweges schreibt Lomonossow am 10. Mai 1753 an seinen Gönner, den Grafen I. I. Schuwalow:

»Als ich in der Spasski-Schule lernte, drangen auf mich von allen Seiten übermächtige Anfechtungen ein, die mich von den Wissenschaften abzulenken trachteten und in den damaligen Jahren eine fast unwiderstehliche Kraft besaßen. Auf der einen Seite sagte der Vater, der außer mir keine Kinder hatte, dass ich als sein einziger Sohn, ihn verlassen und all den Wohlstand (nach den damaligen Verhältnissen) aufgegeben habe, welchen er für mich im Schweiß seines Angesichts erworben hatte, und den sich nach seinem Tode fremde Menschen aneignen würden.

Auf der anderen Seite stand unsägliche Armut: Bei einem Stipendium von drei Kopeken pro Tag fiel für meine Ernährung täglich nicht mehr als eine halbe Kopeke für Brot und eine halbe Kopeke für Kwaß ab; das übrige ging für Papier, Schuhe und die sonstigen Bedürfnisse drauf. So lebte ich fünf Jahre lang und gab die Wissenschaft nicht auf.

Auf der einen Seite schrieb man mir, dass vortreffliche Leute von dort, welche die Wohlhabenheit meines Vaters kannten, mir ihre Töchter zur Frau geben würden, die sie mir auch schon während meines dortigen Aufenthaltes angeboten hatten; auf der anderen Seite schrien die Schulkinder und kleinen Gören, indem sie dabei mit den Fingern auf mich wiesen; "Seht dort, was für ein Dummkopf da gekommen ist, noch mit zwanzig Jahren Latein zu lernen!"...«

In je höhere Klassen der Spasski-Schule er aufrückte, desto weniger entsprachen der Unterricht und das Gebotene seinen Ansprüchen. Das gilt insbesondere für seine vorrangigen Interessengebiete Philosophie, Physik und Mathematik.

So war er glücklich, als er Ende 1735 aus der 7. Klasse heraus nach Petersburg an das Gymnasium der Akademie der Wissenschaften delegiert wurde.

Die Versorgung der Gymnasiasten ließ auch dort noch viele Wünsche offen, doch sicherte die Unterstellung unter die Akademie, die damals noch von den Ideen der Aufklärung beherrscht wurde, eine freiere und gehobenere geistige Atmosphäre als in den Mauern des Moskauer Klostergebäudes.

Im Petersburger Akademiegynasium genoss Lomonossow den ersten Physikunterricht, und zwar von dem Akademiemitglied Professor Dr. Krafft (1701-1754), der als gewandter Lektor galt und die bedeutendste Sammlung physikalischer Instrumente in ganz Europa besessen haben soll.

Nur zehn Monate dauerte indessen dieser erste Aufenthalt Lomonossows in St. Petersburg. Mit zwei anderen jungen Leuten wurde er seiner naturwissenschaftlichen Neigungen und seiner guten Leistungen wegen ausersehen, für den Staatsdienst als wissenschaftlicher Bergbauoffizier ausgebildet zu werden.

Da es an der Akademie mit der Chemie haperte, hielt man ein Auslandsstudium der drei künftigen Bergbauoffiziere für notwendig. Man erinnerte sich an die guten Beziehungen der

Akademie zu dem berühmten Gelehrten Christian Wolff (1679-1754), damals Professor an der Universität in Marburg a. d. Lahn.

Wolff hatte als Berater bei der Gründung der Petersburger Akademie der Wissenschaften mitgeholfen, war Ehrenmitglied der Akademie und erklärte sich bereit, die jungen Leute kostenlos zu unterweisen. Ende September 1736 reisten die drei Auserwählten von Kronstadt aus über die Ostsee nach Travemünde und mit der Postkutsche weiter nach Marburg. Vierzehn Tage nach ihrer Ankunft wurden sie am 17. November immatrikuliert.

Lomonossow war damals bereits 25 Jahre alt, dementsprechend auch selbstbewusster und zielstrebigter als seine jüngeren Mitstudenten im ersten Studienjahr. Er brachte umfassende und gründliche naturwissenschaftliche Kenntnisse mit, die er dem Akademiegymnasium in St. Petersburg und nicht zuletzt seinem intensiv betriebenen Bücherstudium verdankte.

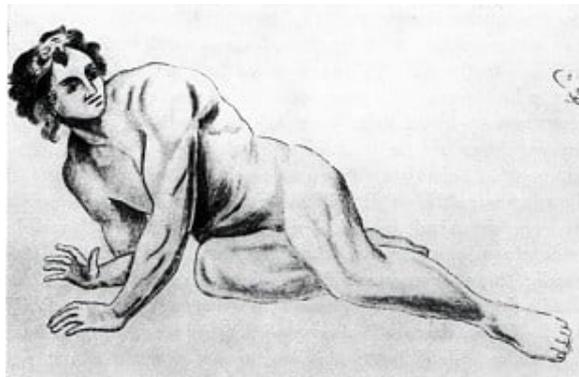


Abb. 2. Handzeichnung Lomonossows aus seiner Studienzeit

Aus eigenhändigen Berichten, die Lomonossow nach Petersburg schickte, geht hervor, dass er unter der Leitung von Professor Wolff Mathematik, Mechanik, Physik, Logik und Metaphysik sowie bei Professor Julius Duising die Chemie nach den 1728 erschienenen "Institutiones Chymicae dogmaticae et experimentalis" des Jenaer Professors Hermann Friedrich Teichmeyer (1685-1744) studierte; außerdem übte er sich in der französischen Sprache und im Zeichnen.

Beweisstücke für seine wachsende wissenschaftliche Selbständigkeit sind die Probearbeiten, die er der Akademie von Marburg aus vorgelegt hat.

Fleiß und edles Wissensstreben machten aus Lomonossow aber keinen Banausen. Er fand Gefallen am lustigen, allerdings auch aufwendigen Studentenleben. Zu seinem Glücke erwies sich Professor Wolff auch in dieser Hinsicht als verständnisvoll, denn er griff zuletzt sogar einmal in die eigene Tasche, als die Gläubiger seines Schülers auf andere Weise nicht mehr zu beschwichtigen waren.

Nach drei Jahren hielt man in Petersburg das Grundstudium der drei Studenten in Marburg für abgeschlossen und gab ihnen die Anweisung, sich nach Freiberg in Sachsen zu begeben, um dort ein zweijähriges Spezialstudium des Bergbaues und der Metallurgie anzuschließen. Mit seiner Beurteilung durch Professor Wolff konnte Lomonossow zufrieden sein:

"Der junge Mann von vorzüglichem Scharfsinn, Michailo Lomonossow, hörte von der Zeit an, da er zum Studium nach Marburg gekommen war, oft meine mathematischen und philosophischen, besonders aber physikalischen Vorlesungen und liebte außerordentlich eine gründliche Unterrichtung. Wenn er sich in Zukunft mit dem gleichen Eifer weiterentwickeln wird, dann zweifle ich nicht, dass er, in die Heimat zurückgekehrt, ihr Nutzen bringen wird, was ich von Herzen wünsche."

Die Wertschätzung war, unbeschadet gegensätzlicher philosophischer Standpunkte (siehe den Brief an L. Euler), wechselseitig:

Lomonossow bewunderte die Persönlichkeit Wolffs, der, gleich ihm aus einfachen Verhältnissen stammend, es trotzdem in der Wissenschaft zu hohem Ansehen gebracht hatte, Er schätzte Wolffs Bildung und Belesenheit, aus der er vielfachen Nutzen ziehen konnte, und war zeitlebens dankbar für das ihm in Marburg erwiesene Wohlwollen.

In Marburg machte er sich insbesondere mit Wolffs mathematischer Lehr- und Forschungsmethode vertraut, die er in späteren Jahren selbständig auf die Chemie und die Elektrizitätslehre angewandt hat. Die Methode heißt übrigens nicht mathematisch, weil sie sich in besonderem Maße mathematischer Hilfsmittel bedient, sondern weil sie das in der Mathematik bewährte Schema der Beweisführung konsequent befolgt.

Die "Wolffische Experimentalphysik" fand Lomonossow so gut, dass er sie ins Russische übersetzte und mit einem Vorwort versah. Die erste Auflage erschien 1746, eine zweite, mit Ergänzungen versehene im Jahre 1760; das bemerkenswerte Vorwort ist im Kap. IV unter 2, abgedruckt.

Als die drei russischen Studenten am 25. Juli 1739 in Freiberg ankamen, erwarteten sie dort schlimme Nachrichten. Ihr neuer Mentor, der Bergrat Professor Johann Friedrich Henckel (1679-1744), hatte den Auftrag, ihnen zu eröffnen, dass man in Petersburg über ihr aufwendiges Leben in Marburg ungehalten sei und dass sie in Zukunft nur noch mit der Hälfte ihres bisherigen Stipendiums würden rechnen können. Die Not, mit dem Stipendium auskommen zu müssen, konnte also in Freiberg nur noch größer werden.



Abb. 3. Der Freiburger Obermarkt mit dem Wohnhaus Dr. Henckels (Pfeil), in dem Lomonossow zeitweilig wohnte. (Nach einem Aquarell von A. Müller 1882; Original im Stadt- und Bergbaumuseum Freiberg/Sa)

Für Lomonossow gab es aber auch noch andere Nöte. Damals war in Freiberg nur eine angesehene montanistische Ausbildungsstätte, die als Organ des Sächsischen Oberbergamtes vorwiegend von erfahrenen Praktikern für Praktiker betrieben wurde; den Status einer Bergakademie erlangte diese erst 1765.

Lomonossow war enttäuscht, dass in Freiberg - im Gegensatz zu Marburg - theoretischen Problemen wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde; dass keine Montanwissenschaft gelehrt wurde; andererseits sah er sich infolge fehlender Berufspraxis vielen seiner Kommilitonen gegenüber im Nachteil.

Die Vorlesung über Mineralogie und die praktischen Übungen in metallurgischer Chemie bei Henckel ließen ihn unbefriedigt; von dem Kursus über Markscheidkunde versprach er sich gar nichts, dagegen beteiligte er sich an der Probierekunde des Bergwardeins Johann Andreas Klotzsch.

Unter diesen misslichen Umständen förderte er seine Ausbildung, indem er die Lagerstättenverhältnisse der Mineralien und die Praxis des Bergbaues im Freiburger Revier auf eigene Weise studierte.

Wenn Henckel als theoretisch uninteressierter Chemiker auch nicht der geeignete akademische Lehrer für den gerade an der Theorie interessierten Lomonossow sein konnte, so war er doch ein anerkannter Fachmann auf dem Gebiet der Erzförderung und Hüttenkunde sowie ein angesehenes Sachverständiger für die Glas- und Porzellanherstellung; er war Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften und Berater des Königs von Polen in Bergwerksangelegenheiten.

Lomonossow mag sich daran und an mancherlei Anregungen erinnern haben, als er in einem 1751 veröffentlichten Aufsatz von dem berühmten Henckel sprach, der ein vortrefflicher Gelehrter gewesen sei. So müssen es denn wohl in erster Linie persönliche Gründe gewesen sein, die kein rechtes Verhältnis zwischen Lehrer und Schüler aufkommen ließen - Henckel war wenig umgänglich und habgierig -; denn sachliche Differenzen hatte es auch mit Wolff gegeben.

Lomonossow war immerhin schon 28 Jahre alt und sehr selbstbewusst. So kam es im Dezember 1739 zu einem ersten Zusammenstoß, dessen Folgen er für sich nur noch durch einen einlenkenden Brief abwenden konnte:

»Dem hochangesehenen und gelehrten Herrn Bergrat Henckel entbietet Michail Lomonossow seinen Gruß!

Ihr Alter, Ihr Name und Ihre Verdienste bewegen mich zu erklären, dass das von mir im Ärger Gesagte - hervorgerufen durch das Schelten und die Drohung, mich unter die Soldaten zu stecken - nicht der Ausdruck böser Absichten, sondern gekränkter Unschuld war. Denn sogar der berühmte Wolff, der hoch über allen Sterblichen steht, hielt mich nicht für einen so unnützen Menschen, der nur zum Zerreiben von Giften taugte.

Und auch diejenigen, durch deren Fürsprache ich den Schutz der allergnädigsten Herrscherin, unserer Kaiserin genieße, sind keine unbesonnenen und unvernünftigen Menschen. Mir ist der Wille Ihrer Majestät durchaus bekannt, und ich beachte - hierbei berufe ich mich auf Sie selbst - aufs strengste, was mir vorgeschrieben wurde.

Das aber, was Sie mir sagten, wurde in Gegenwart des erlauchten Grafen und meiner übrigen Kameraden gesagt, und niemand hat mich geheißen, es geduldig hinzunehmen.

Weil Sie mir mit indirekten Worten zu verstehen gaben, ich solle Ihr chemisches Laboratorium verlassen, bin ich zwei Tage lang nicht zu Ihnen gekommen. Da ich mich jedoch dem Willen der Allergnädigsten Monarchin unterwerfe, muss ich wieder an den Studien teilnehmen; deshalb möchte ich gern wissen, ob Sie mir für immer Ihre Gesellschaft und Zuneigung verweigern und ob Sie noch immer tief in Ihrem Herzen den Zorn hegen, der durch einen geringfügigen Anlass hervorgerufen wurde.

Was mich anbetrifft, so bin ich - meiner natürlichen Veranlagung nachgebend - bereit, alles der Vergessenheit zu überantworten.

Das sind meine Empfindungen, die ich offenherzig vor Ihnen enthülle. Eingedenk Ihres früheren Wohlwollens mir gegenüber, wünschte ich, dass das Vorgefallene niemals geschehen wäre, oder dass es ganz und gar aus dem Gedächtnis getilgt sei; denn ich bin überzeugt, dass Sie in Ihren Schülern lieber Ihre Freunde, als Ihre Feinde zu sehen wünschen. Sollte dies Ihr Wunsch sein, so bitte ich Sie, mich davon zu verständigen.«

Der Brief beseitigte jedoch die in den Charakteren liegenden Konfliktursachen nicht, und schon

wenige Monate später kam es zum endgültigen Bruch. Da der ohnehin vom Heimweh geplagte Lomonossow sich stark genug fühlte, um auf der Grundlage des bereits Gelernten in der Heimat nützliche Arbeit leisten zu können, versuchte er auf eigene Faust, vorzeitig dorthin zu gelangen.

Bei diesem Versuch gelangte er zunächst über Leipzig und Kassel nach Marburg zurück, wo er am 6. Juni 1740 die ihm seit seinem ersten Aufenthalt bekannte Tochter eines Bierbrauers Elisabeth Zilch (22. 6. 1720-6. 10. 1766) heiratete. Der Ehe sind zwei Kinder entsprossen, ein Sohn 1742 in Marburg, der bald nach der Geburt starb, und eine Tochter 1749 in St. Petersburg.

Unerwartet wie Lomonossow gekommen war, verschwand er auch wieder aus Marburg, um von Frankfurt/Main aus auf dem Wasserwege nach Holland zu gelangen. Da er jedoch bei dem dortigen russischen Konsul für seine Rückkehrpläne keine Unterstützung fand, begab er sich notgedrungen auf eine abenteuerliche Wanderschaft durch Holland und Deutschland, wobei u. a. auch Soldatenwerber des preußischen Königs eine für ihn gefährliche Rolle spielten. Sie endete in Marburg, wo sich Lomonossow vom November 1740 bis Mai 1741 incognito aufhielt. Auch in diesen Monaten verlor er sein Ausbildungsziel nicht aus dem Auge.

Hatte er auf seiner Wanderschaft die Bergwerke im Harz in Augenschein genommen, so interessierte er sich jetzt für die Bergwerke in Hessen und im Siegerland; außerdem beschäftigte er sich mit der Algebra, weil er sie auf die Chemie und die Physik anzuwenden gedachte. Mit geldlicher Unterstützung durch die Akademie, der er sich im November 1740 wieder in Erinnerung gebracht hatte, kehrte er nach fast 5jähriger Abwesenheit über Hannover und von Lübeck aus auf dem Seewege am 8. Juni 1741 nach Petersburg zurück.

Hier wurde die Geduld des ungestümen Lomonossow erneut auf eine harte Probe gestellt. Die Akademie beschäftigte ihn zwar mit langweiligen Übersetzungs- und Katalogisierungsarbeiten, doch ließ sie sich Zeit, bis sie ihn mit Wirkung vom 1. Januar 1742 als Adjunkt der Physikklasse mit einem Jahresgehalt von 360 Rb anstellte. Über seine erste Lehrtätigkeit berichtet das gedruckte Programm der Akademie vom Herbst 1742:

"Michail Lomonossow, Adjunkt der Akademie, wird die von Krafft verfasste Anleitung für die physikalische Geographie öffentlich darlegen. Privat aber beabsichtigt er, Liebhabern Unterricht in Chemie und in Naturgeschichte der Erde zu geben, ferner auch Versbau und Stil der russischen Sprache zu lehren."

Ein vielseitiges Programm, das uns auf eine ernsthaft und erfolgreich betriebene Liebhaberei hinweist, von der Lomonossow gelegentlich sagte: »Dichtung ist mein Vergnügen, Physik meine Arbeit«.

Damals waren unruhige Zeiten in Petersburg. Die durch eine Palastrevolution im November 1741 erzwungene Thronbesteigung der jüngsten Tochter Peters des Großen, Elisabeth Petrowna (1701-1761), hatte Hoffnungen geweckt, dass nunmehr die Ausländerei am Hofe und in den hohen Staatsstellen ein Ende finden würde und dass man sich darüber hinaus an missliebig gewordenen Ausländern ungestraft würde rächen können.

An der Akademie kam es zu einer Rebellion, die sich in erster Linie gegen den Leiter der Akademischen Kanzlei, Johann Daniel Schumacher (1690-1761), richtete, doch auch zu Ausschreitungen gegen fremdländische Professoren und Angestellte führte, an denen sich Lomonossow temperamentvoll beteiligte.

Elisabeth Petrowna sah sich Ende September 1742 veranlasst, eine Untersuchungskommission einzusetzen. Schumacher wurde im Frühsommer 1744 rehabilitiert, und im Endeffekt blieb al-

les beim alten. Lomonossow kam noch glimpflich davon; nachdem er seit dem 28. Mai 1743 unter Bewachung gestanden hatte, verfügte der Senat am 18. Januar 1744, dass er „für sein zufriedenstellendes Studium von der Bestrafung zu befreien ist, aber wegen der angezeigten, von ihm begangenen Grobheiten die Professoren um Verzeihung zu bitten hat“.

Was denn auch Ende Januar geschah; außerdem wurde er auf die Hälfte seines bisherigen Jahresgehaltes gesetzt.

Ungeachtet dieser Maßregelung setzte Lomonossow seine Bemühungen um die Erlangung einer Professur an der Akademie fort. Er reichte zu diesem Zwecke die Dissertation »De tincturis metallorum [Vom Glanz der Metalle]« ein und hatte trotz der Intrigen Schumachers Erfolg.

Er wurde mit Wirkung vom 25. Juli 1745 zum Professor ernannt, gleichzeitig wurde ihm mit einem Jahresgehalt von 600 Rb der Lehrstuhl für Chemie übertragen. Am 12. August konnte er erstmalig als vollberechtigtes Mitglied an der Akademischen Konferenz teilnehmen.

In seinem Gutachten über Lomonossows »approbierte Dissertationen« schrieb damals der berühmte Mathematiker Leonhard Euler:

"Alle seine Dissertationen sind nicht nur gut, sondern ganz ausgezeichnet, denn er schreibt über die interessantesten physikalischen und chemischen Materien, die bis dato die scharfsinnigsten Leute nicht deuten konnten, mit einer derartigen Gründlichkeit, dass ich vollkommen von der Richtigkeit seiner Erklärungen überzeugt bin.

Bei dieser Gelegenheit muss ich der Wahrheit die Ehre geben und sagen, dass Herr Lomonossow die glücklichste Fähigkeit besitzt, physikalische und chemische Erscheinungen zu erklären. Man kann nur wünschen, dass auch andere Akademien in der Lage wären, mit solchen Entdeckungen aufzuwarten, wie sie Lomonossow gemacht hat."

In beruflicher Hinsicht konnte Lomonossow mit dem Erreichten zufrieden sein. 14 Jahre zuvor musste er sich noch in die Spasski-Schule hineinmogeln, indem er verheimlichte, dass er ein kopfsteuerpflichtiger Bauernsohn und bereits 19 Jahre alt war.

Lomonossows Kollegen an der Petersburger Akademie waren zeitweise die aus Deutschland stammenden Physiker Georg Wolfgang Krafft (1701-1754), Joseph Adam Braun (1712- 1768), Johann Ernst Zeiher (1720-1784) und Franz Ullrich Aepinus (1724-1802), sowie der aus Livland stammende Physiker Georg Wilhelm Richmann (1711-1753), Sohn eines schwedischen Hauptmanns.

Von Krafft in seiner Eigenschaft als Lehrer Lomonossows am akademischen Gymnasium war schon die Rede. Richmann gab 1750 die nach ihm benannte Mischungsregel der Wärmelehre in einfachster Form an und wurde 1753 bei gemeinsam mit Lomonossow durchgeführten Experimenten über atmosphärische Elektrizität, von denen noch die Rede sein wird, vom Blitz erschlagen; Lomonossow setzte sich bei den akademischen Behörden tatkräftig für die hinterbliebene Familie ein.

Auch Braun experimentierte gemeinsam mit Lomonossow und brachte im Winter 1759/60 erstmalig das Quecksilber mittels Kältemischungen zum Erstarren.

Gute Beziehungen bestanden zu den Chemikern Johann Georg Gmelin (1709-1755) und Christlieb Ehrgott Gellert (1711-1795) sowie zu dem Astronomen Gottfried Heinsius (1709-1769). Der aus Tübingen stammende Dr. med. J. G. Gmelin war Lomonossows Vorgänger auf dem Lehrstuhl für Chemie und ist berühmt geworden durch seine Flora sibirica [Pflanzenwelt Sibiriens], zu der er das Material auf ausgedehnten Reisen durch Sibirien (1733-1743) gesammelt hat.

Gellert ist ein Bruder des bekannten Fabeldichters Johann Fürchtegott Gellert und wurde 1765

an die Bergakademie Freiberg berufen. Erwähnt sei noch, dass der Mediziner und Chemiker Ulrich Christoph Salchow (1722-1787) von 1755 bis 1760 Lomonossows schwächerer Nachfolger auf dem akademischen Lehrstuhl für Chemie war und dass Aepinus 1756/1762 in St. Petersburg die Pyroelektrizität des Turmalins entdeckte.

Die aus der Schweiz stammenden Mathematiker und Physiker Daniel Bernoulli (1700- 1782) und Leonhard Euler (1707-1783) hatten bei Lomonossows Eintritt in die Akademie St. Petersburg bereits verlassen, Bernoulli 1733, Euler 1741. Mit Euler stand Lomonossow im Briefverkehr.

4 Der Universalgelehrte und Künstler

In Anspielung auf Lomonossows Universalität hat schon der Dichter Alexander S. Puschkin (1799-1837) gesagt:

"Er schuf die erste Universität. Besser gesagt, er war selbst unsere erste Universität."

So konnte Morosow seiner Lomonossow-Biographie eine Zusammenstellung von mehr als hundert Untersuchungen und Aufsätzen über Lomonossows wissenschaftliche und literarische Tätigkeit beifügen, aus der hervorgeht, dass sich ein Dutzend, vornehmlich in der Naturwissenschaftlichen Fakultät und in der Philosophischen Fakultät beheimatete Berufsgruppen durch sein Lebenswerk angesprochen fühlen bzw. ihn als einen der ihren in Anspruch nehmen: Physiker und Chemiker, Meteorologen und Geophysiker, Geographen und Ethnographen, Arktisforscher, Astronomen und Astrophysiker, Biologen, Bodenkundige und Agronomen, Techniker und Metallurgen, Glashersteller, Mosaikkünstler, Philosophen, Philologen und Historiker, Dichter, dazu Juristen, Volkswirte und Statistiker.

Es ist schlechterdings unmöglich, in dem hier gegebenen Rahmen auf eine solche Universalität irgendwie näher einzugehen.

Man kann aber auch nicht an Lomonossows Wirken als Historiker, Dichter und Philologe, Glashersteller und Mosaikbildner vorübergehen, weil erst der Umfang dieses Wirkens das in mancherlei Hinsicht Fragmentarische seines Lebenswerkes als Physiker und Chemiker verständlich erscheinen lässt; da es ihm nicht an Fleiß gefehlt hat, fehlten ihm offenbar Zeit und Kraft, alles das publikationsreif zu machen, was er erarbeitet hatte.

Das in diesem Kapitel geschilderte Wirken außerhalb seines eigentlichen Berufes hat zu seinen Lebzeiten mehr Beachtung gefunden und mehr zu seinem Ansehen beigetragen, als sein Bemühen um Naturerkenntnis, von dessen Früchten im folgenden Kapitel die Rede sein wird.

Von einschneidender Bedeutung für seine berufliche Entwicklung erwies sich sein leidenschaftliches Interesse für die russische Geschichte und für die Mosaikkunst. Ersteres brachte ihm den Auftrag der Zarin Elisabeth Petrowna ein, eine Russische Geschichte zu schreiben, und kostete ihn in der Folge seinen Lehrstuhl und sein chemisches Laboratorium, letzteres brachte ihm durch kaiserliche Gunst ein Landgut zur Errichtung einer Glasfabrik ein, stürzte ihn aber zeitweise in tiefe Schulden.

Im Jahre 1748 beschloss die Akademie, eine Historische Kommission zu gründen, deren Aufgabe es sein sollte, die Erforschung der alten russischen Geschichte voranzutreiben und erarbeitete Forschungsergebnisse zu überprüfen.

Lomonossow ließ sich gerne als Mitglied dieser Kommission wählen, weil er den auf diesem Gebiet tätigen Ausländern misstraute. Seine sachkundige und tiefgründige Kritik an vorgelegten Arbeiten brachten ihm im März 1753 den schon erwähnten Auftrag der Zarin ein, selbst eine Russische Geschichte zu schreiben.

Der Auftrag kam ihm gelegen, hatte er sich doch schon seit einigen Jahren mit dem Stoff befasst und Material gesammelt, doch erst Mitte 1758 konnte er das Manuskript des ersten Bandes vorlegen; er hatte den Umfang der Arbeit und den erforderlichen Zeitaufwand unterschätzt. Dieser erste Band erschien 1766, also nach seinem Tode, im Druck, 1768 auch in deutscher Übersetzung unter dem Titel »Geschichte von dem Ursprung der Russischen Nation bis auf den Tod des Großfürsten Jaroslaw des Ersten oder bis zum Jahre 1054«.

Ebenso interessant wie das Schicksal dieses Buches sind die Umstände, unter denen es ent-

standen ist. Bezeichnendes Licht auf eben diese Umstände werfen zwei Briefe aus dem Jahre 1753 an einen Gönner bei Hofe, den Grafen Iwan Iwanowitsch Schuwalow, in denen sich Lomonossow offenbar gegen vorausgegangene Vorwürfe, die ihn zur Eile antreiben sollten, zu verteidigen sucht:

»Gnädiger Herr Iwan Iwanowitsch!

Obgleich ich Euer Exzellenz wiederholte Billigung meiner Arbeit über die russische Geschichte immer für ein aufrichtiges Zeichen von Dero Wohlwollen aufgefasst habe, bin ich doch durch den Brief Euer Exzellenz vom 28. Dezember, den ich erhalten habe und der mit Dero angeborenen Nachsicht und Neigung für die Wissenschaften angefüllt ist, so davon überzeugt, dass ich mich Ihnen gegenüber in der tiefsten Dankesschuld befinde, und ich ehre Ihren gerechten Wunsch, der dem Vaterland Nutzen und Ruhm bringt.

Ich wünschte von ganzem Herzen, über eine solche Kraft zu verfügen, dass dieses große Werk durch seine Vollendung bald alle Wünsche befriedigen könnte; jedoch liegt es in der Natur der Sache, dass es Zeit erfordert. Ich fühle durchaus, dass ich es für ein großes Glück ansehen kann, wenn durch die Fähigkeiten, über die ich verfüge, die Vergangenheit des russischen Volkes und die mutigen Taten unserer Herrscher der Welt bekannt werden.

Und wenn ich die an mich gerichteten schriftlichen Lobesäußerungen Euer Exzellenz lese, welche weit über meine Verdienste hinausgehen, bin ich von ganzem Herzen dankbar, und ich freue mich darüber, dass ich den Plan gefasst habe, mich auf das eifrigste zu bemühen, um die nötigen Nachrichten zu sammeln, ohne die es unmöglich ist, irgend etwas in der Geschichte zu unternehmen.

Ich kann Ihnen, gnädiger Herr, zuverlässig versichern, dass ich den ersten Band in diesem Jahr mit Gottes Hilfe zu vollenden hoffe. Was meine anderweitige Tätigkeit in der Physik und der Chemie betrifft, so ist es keineswegs notwendig, ja sogar unmöglich, sie aufzugeben.

Jeder Mensch verlangt danach, sich von der Arbeit zu entspannen. Zu diesem Zwecke lässt er seine eigentliche Beschäftigung sein und sucht in der Gesellschaft von Gästen oder bei seinen Angehörigen die Zeit mit Karten- und Damespiel sowie anderen Unterhaltungen oder auch mit Tabakrauchen zu verbringen. All dies habe ich schon längst aufgegeben, weil ich mich dabei nur langweilte.

Und so hoffe ich, dass es auch mir gestattet ist, mich einige Stunden am Tage von den Arbeiten zu erholen, die ich für die Sammlung und Abfassung der "Russischen Geschichte" sowie für die Pflege der russischen Sprache leiste, und dass ich dieselben, statt Billard zu spielen, für physikalische und chemische Versuche verwende, die mir nicht nur dadurch, dass ich das Arbeitsgebiet wechsele, als Zeitvertreib, sondern auch dadurch, dass ich mich dabei bewege, als Arznei dienen und außerdem natürlich auch - kaum weniger als das erstere - dem Vaterlande Ehre und Nutzen bringen können.

Wenn Euer Exzellenz geruhen, mir zu bestätigen, dass meine Prosawerke nicht schlecht sind, so können Sie eine neue Probe davon erhalten, wenn es mir im kommenden Jahre 1754 gestattet sein wird, in der öffentlichen Akademischen Versammlung eine Lobrede auf Peter den Großen zu halten, wofür ich bereit bin, all meine Kräfte einzusetzen.

Was die endgültige Erledigung meiner ganz ergebenen Eingabe über die Fabrik betrifft, so glauben Sie nicht, gnädiger Herr, dass diese mich in meiner Arbeit behindern könnte; denn darauf zielen alle meine großen chemischen Arbeiten, mit denen ich mich drei Jahre lang beschäftigt habe, und die unerträgliche Qual, sie nutzlos getan zu haben, wird mich noch viel

ernsthafter behindern, als sie es selbst je tun würden.

Und so hoffe ich, durch Ihre gnädige Fürsprache eine schnelle Entscheidung über meine Bittschrift zu erreichen, und verbleibe mit tiefer Ehrerbietung

Euer Exzellenz

ganz ergebenster und beflissenster Diener

Michailo Lomonossow

Sankt Petersburg, den 4. Januar 1753«

»Gnädiger Herr Iwan Iwanowitsch!

Der gestern empfangene Brief Euer Exzellenz vom 24. Mai, den ich als unverbrüchliches Zeichen Ihrer besonderen Gnade empfand, hat mich überaus erfreut; namentlich deshalb, weil Sie geruhten, Ihr Einverständnis zu erklären, dass ich die Wissenschaften niemals aufgeben solle.

Ich bin nicht besonders darüber erstaunt, wie Sie die anderen beurteilen, da Sie ja in einigen Personen Beispiele haben, die sich kaum den Weg zum Glück nur durch Studieren bahnten, sondern für ihr weiteres Vorwärtskommen sogleich andere Wege einschlugen und andere Möglichkeiten suchten, aber die Wissenschaften fast gänzlich vernachlässigten, da sie Gönner haben, die wenig oder überhaupt nicht nach ihren wissenschaftlichen Leistungen fragen und auch nicht - wie Euer Exzellenz von mir - die Beurteilung verschiedener Angelegenheiten fordern, sondern allein mit ihrem Namen zufrieden sind.

Bei den erwähnten Personen, die das Studium aufgaben, sobald sie ihr Glück machten, kann man ganz deutlich sehen, dass sie fast nur eines wissen, nämlich das, was sie in ihren Kinderjahren von der Rute gelernt haben, aber als sie selbst über sie verfügen konnten, haben sie sich fast keinerlei Kenntnisse mehr angeeignet.

Ich dagegen (gestatten Sie, verehrter Herr, dass ich die Wahrheit sage, nicht um zu prahlen, sondern um mich zu rechtfertigen) hatte einen Vater, der zwar von Natur aus ein guter Mensch war, mich jedoch in äußerster Unwissenheit erzogen hat, und dazu eine böse und neidische Stiefmutter, die auf jede Art und Weise bemüht war, meinen Vater gegen mich aufzubringen, indem sie ihm vorhielt, ich säße immer unnützerweise hinter Büchern.

Daher war ich oft gezwungen - soweit irgend möglich -, an einsamen und abgelegenen Stellen zu lesen und zu lernen und Kälte und Hunger zu erleiden, bis ich mein Vaterhaus verließ, um auf die Spasski-Schule zu gehen.

Jetzt, da ich durch die allerhöchste Gnade Ihrer Kaiserlichen Majestät auf Grund Ihrer väterlichen Fürsprache die Freiheit dazu habe, da überdies meine Arbeiten Ihre Billigung und den Beifall anderer Kenner und Liebhaber der Wissenschaften finden und eine beinahe allgemeine Befriedigung erwecken und da mein Urteil schließlich nicht mehr die kindliche Meinung eines unreifen Alters ist, kann ich mich doch nicht im Mannesalter von meiner Kindheit beschämen lassen.

Aber weil ich Ihre gerechte Meinung kenne, werde ich aufhören, Ihre Geduld länger mit diesen Darstellungen auf die Probe zu stellen. Und deshalb erstatte ich Euer Exzellenz nun darüber den Bericht, den Ihre lobenswerte Neigung zu den Wissenschaften verlangt.

Als erstes: Betreffs der elektrischen Kraft sind erst kürzlich zwei Spezialversuche ausgeführt worden; der eine von Herrn Richmann mit der Maschine und der andere von mir mit einer Wolke; der erste besteht darin, dass man den Musschenbroekschen Versuch mit einem starken Schlag von einem Ort auf einen anderen übertragen kann, der sich in einer bedeutenden Entfernung, etwa eine ganze Werst, von der Maschine befindet; eine Beschreibung und eine Zeichnung hiervon füge ich bei;

beim zweiten beobachtete ich am 25. April an meiner Blitzmaschine, dass ohne Donner und Blitz, die man hätte sehen und hören müssen, der Faden sich vom Eisenstab abhob und der Hand folgte [siehe dazu Kap. IV. 6.]; am 28. desselben Monats aber gingen von der Blitzmaschine beim Herannahen einer Regenwolke - ohne jeglichen bemerkbaren Donner und Blitz - starke Schläge mit leuchtenden Funken und ein weithin hörbares Knistern aus.

Das ist früher noch nirgends beobachtet worden und stimmt durchaus mit meiner schon vor langer Zeit aufgestellten Wärmetheorie und meiner jetzt entwickelten Theorie von der elektrischen Kraft überein und kommt für den späteren öffentlichen Aktus [Öffentliche Versammlung der Akademie] mir sehr gelegen.

Auf jenem Aktus werde ich zusammen mit Herrn Professor Richmann auftreten; er wird seine Versuche vorführen und ich die Theorie und die Nutzenanwendung darlegen, die sich aus ihr ergeben, worauf ich mich bereits vorbereitet habe.

Was den zweiten Teil des "Leitfadens der Beredsamkeit" anbetrifft, so ist er schon bedeutend vorgeschritten, und ich hoffe, dass er Ende Oktober aus dem Druck kommen wird; ich werde darum bitten und in jeder Weise bemüht sein, diese Angelegenheit zu beschleunigen; handschriftlich aber schicke ich nichts, da Euer Exzellenz geruhen, gedruckte Blätter zu verlangen.

Wie ich es versprochen habe, verwende ich besonderen Fleiß auf den ersten Band der "Russischen Geschichte", um ihn bis Neujahr fertigzustellen. Wenn jemand, entsprechend seinem Beruf und seinem Amt Lektionen liest, neue Versuche durchführt, öffentliche Reden und Dissertationen spricht und außerdem verschiedene Verse und Entwürfe zu feierlichen Freudekundgebungen verfasst, die Regeln für die Beredsamkeit in seiner Sprache und die Geschichte seines Vaterlandes zusammenstellt und sie sogar noch zu einem bestimmten Termin abliefern muss, von dem hätte ich nichts mehr zu fordern, und ich würde mich gern gedulden, wenn nur irgend etwas Brauchbares herauskäme.

Im übrigen habe ich mich wiederholt vergewissern können, wie gern Euer Exzellenz wissenschaftlichen Gesprächen zuhören, und mit größter Ungeduld warte ich daher auf ein frohes und angenehmes Wiedersehen mit Ihnen, damit Sie das Vergnügen haben, sich mit meinen neuesten Arbeiten bekannt zu machen, die ich aus der Ferne unmöglich alle mitteilen kann. Im Hause Euer Exzellenz, glaube ich, wird es für längere Zeit noch nicht möglich sein, die versprochenen optischen Geräte aufzustellen, weil darin sowohl Fußböden wie Decken und Treppen fehlen; ich bin neulich erst unter ziemlichen Gefahren dort umhergegangen.

Ihrem Wunsch gemäß schicke ich Ihnen die elektrischen Kügelchen so schnell ich irgend kann. Ich kann Euer Exzellenz versichern, dass hier an Handwerkern ein großer Mangel herrscht, so dass ich zur Herstellung einer elektrischen Maschine nirgends, auch nicht auf Ihrem Hofe, einen Tischler gegen Bezahlung erhalten konnte.

Und so dienen mir bis jetzt statt einer irdischen Maschine manchmal die Wolken, für die ich vom Dach aus eine Eisenstange aufgerichtet habe. Wegen der Instrumente, die Euer Exzellenz brauchen, bitte ich mir die Erlaubnis zu geben, in Ihrem Namen in der Kanzlei der Akademie vorstellig werden zu dürfen, um den Meistern zu befehlen, weil sie an den Feierabenden die Sache so lange hinziehen. Ich beende dieses Schreiben und verbleibe in tiefster Ehrerbietung
Ihr alleruntertänigster und treuer Diener

Michailo Lomonossow

Sankt Petersburg, den 31. Mai 1753«

Nachdem er aber im August 1755 in einer Professorenversammlung erklärt hatte, »dass er,

da er mit der Abfassung der Russischen Geschichte beschäftigt sei, nicht glaube, sich noch so frei in der Chemie betätigen zu können,« [wie er es selbst im Interesse seiner Profession, der Chemie, für notwendig hielt], nahm man ihn beim Wort, und ehe er sich versah, war im Frühjahr 1756 sein Nachfolger da und er selbst gezwungen, seine chemischen Versuche wieder zu Hause und auf eigene Kosten durchzuführen.

Ohne den Abschluss seines Geschichtswerkes abzuwarten, gab Lomonossow 1760 unter Mitwirkung eines beschlagenen Kenners altrussischer Handschriften die sogenannte »Kurze russische Chronik« heraus.

Lomonossow empfand die Bevormundung durch die Akademische Kanzlei als äußerst lästig und versuchte, sich ihr durch Inangriffnahme selbständiger Arbeiten nach Möglichkeit zu entziehen. Sein Interesse für die Mosaikkunst gab dem Bemühen eine bestimmte Richtung.

Nachdem ihm seit dem Jahre 1748 an der Akademie ein chemisches Laboratorium zur Verfügung stand, machte er sich mit mehreren tausend Versuchen an die Ausarbeitung eines Verfahrens zur Erschmelzung buntfarbiger Glasflüsse (Smalte), und nachdem ihm dies gelungen war, an eine massenweise Erzeugung von Mosaikwürfeln.

1752 ging als erstes seiner Mosaikbilder ein Muttergottesbild aus seiner Werkstatt hervor. Das gelungene Werk gab ihm den Mut, am 25. September des gleichen Jahres den »Vorschlag über die Schaffung einer einheimischen Mosaikkunst« zu machen.

In diesem Vorschlag teilte er mit, dass von ihm Smalte ausfindig gemacht wurden, die den römischen in nichts nachstehen und dass die »langwierige Kleinarbeit des Setzens der Mosaikbildwerke durch geeignete Mittel sehr beschleunigt werden kann«.

Während er vergeblich auf eine Antwort auf seinen Vorschlag wartet, beschäftigt ihn bereits ein umfassenderes Projekt: die Gründung »einer Fabrik zur Herstellung des von ihm erfundenen farbigen Glases und der daraus anzufertigenden Stickperlen, Perlen sowie jeglicher sonstiger Galanterieartikel und Schmuckgegenstände, was alles in Russland bis heute nicht erzeugt, sondern auf dem Seeweg in beträchtlicher Menge im Werte von vielen Tausenden eingeführt wird«.

Die Herstellung von Smalten und die Ausübung der Mosaikkunst sollte dabei eingeschlossen sein.

Die Genehmigung zur Errichtung einer solchen Fabrik wurde ihm mit Senatsukas vom 14. Dezember 1752 erteilt und ihm für dreißig Jahre ein Privileg eingeräumt, damit er, "als der in Russland erste Entdecker der Geheimnisse dieser Dinge, für die mühselige Arbeit eine Befriedigung finden möge".

Interessante Einzelheiten erfährt man durch einen Brief vom 12. Februar 1754 an Leonhard Euler:

»Dem hochberühmten und unvergleichlichen Leonhard Euler, dem sehr verdienten Direktor der Königlichen Berliner Akademie der Wissenschaften und Künste, dem hervorragenden Mathematiker der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Petersburg und Mitglied der gelehrten Royal Society in London entbietet Michailo Lomonossow seinen untertänigsten Gruß. Die Ursache, dass unser Schriftwechsel so lange unterbrochen wurde, war allein der Umstand, der den Adjunkten Kotelnikow zwang, zunächst Leipzig und sodann erst Berlin zu besuchen. Auch späterhin ließen mir verschiedene Studien und Forschungsarbeiten, die ich während dieser Zeit ausführte, keine Zeit, mit Ihnen, ruhmreicher Mann, zu korrespondieren.

Drei Jahre lang war ich völlig mit physikochemischen Versuchen, die Farbenlehre betreffend,

beschäftigt. Und meine Mühe war nicht vergebens; denn außer den Resultaten, die ich aus verschiedenen Lösungen und Fällungen von Mineralen erhalten habe, lieferten mir die nahezu dreitausend Versuche, die ich unternahm, um verschiedenfarbige Gläser herzustellen, nicht nur ein ungeheures Material für eine richtige Theorie der Farben, sondern führten auch dazu, dass ich zur Herstellung von Mosaiken schritt.

Ich hatte ein Muster hergestellt - und zwar ein Bild der Mutter Gottes - und es unserer Herrscherin dargebracht, als sie 1752 das Fest ihres Namenstages feierte. Es gefiel ihr, und dies spornte mich noch mehr an.

Am 16. Dezember desselben Jahres wurde mir durch Verfügung des Dirigierenden Senats das alleinige Privileg auf dreißig Jahre zur Herstellung dieser und ähnlicher Arbeiten aus buntem Glas eingeräumt; allen anderen wurde sie verboten; gleichzeitig wurden mir zur Einrichtung einer Werkstatt 4000 Rubel gewährt.

Außerdem übertraf die Freigebigkeit unserer Herrscherin alle meine Hoffnungen und Verdienste,

Am 16. März 1753 verlieh mir die allergnädigste Kaiserin in Ingermanland [das Gut Ust-Rudizy mit] 226 Bauern, dazu 9000 Juger Land (ein Juger hat eine Fläche von 80 Sashen [1 Sashen = 2,133 m] in der Länge und 30 in der Breite), genügend Felder, Weiden, Fischfangplätze und eine Menge Wald.

Daselbst liegen vier Dörfer, von denen das nächste 64 Werst und das weiteste 80 Werst von Petersburg entfernt liegen. Das letztere liegt am Meer, und das erstere wird durch kleine Flüsse bewässert; außer einem Haus und der schon erbauten Glasfabrik werde ich dort einen Deich, eine Mehl- und Sägemühle errichten, auf der oben ein selbstregistrierendes meteorologisches Observatorium angebracht werden wird, dessen Beschreibung ich im kommenden Sommer mit Gottes Hilfe veröffentlichen werde.

Und so werden Sie, Hochberühmter, verstehen, dass ich unseren Briefwechsel nicht deswegen so lange Zeit unterbrochen habe, weil eine Abkühlung in unserem Verhältnis eingetreten ist. Ich habe doch Ihre Freundschaft stets sehr hoch geschätzt. Und daher bitte ich Sie, ertragen Sie freundschaftlich und gelassen die Unregelmäßigkeit in meinem Briefwechsel und nehmen Sie noch folgendes als Entschuldigung entgegen:

Ich war gezwungen, nicht nur Dichter, Redner, Chemiker und Physiker zu sein, sondern auch beinahe völlig in der Geschichte aufzugehen. Im vergangenen Frühling verbrachte ich einige Zeit in Moskau, als ich auf die Unterschriften der Schenkungsurkunden wartete.

Da erklärte mir die erhabene Kaiserin, die mich mit einer allergnädigsten Audienz beehrte, unter anderem, dass es ihr angenehm sein werde, wenn ich in meinem Stile die vaterländische Geschichte schreibe.

Und so [Damals] verfasste ich, nachdem ich nach Petersburg zurückgekehrt war, eine Rede [»über die atmosphärischen Erscheinungen, die von der Elektrizität herrühren«], die ich kürzlich gehalten habe; während der Arbeit habe ich mich oft selbst dabei ertappt, dass ich im Geiste im russischen Altertum umherwanderte.

Daher kommt es, dass mir viele Beweise dafür, dass die obere Atmosphäre bei vollkommener Ruhe oft in die untere einsinken muss, entgangen sind. Ebenso berührte ich vieles nicht, was die Vorstellung, dass die Kometenschweife aus Dämpfen bestehen, vollkommen zerstören würde. Ich gestehe ein, dass ich all dies auch deshalb beiseite gelassen habe, damit ich, wenn ich die Schriften großer Männer angreife, nicht als Renommierer, sondern als Wahrheitssuchender erscheine.

Dies ist auch der wirkliche Grund, der mich schon lange daran hindert, der gelehrten Welt meine Gedanken über die Monaden zur Beurteilung vorzulegen. Obgleich ich fest überzeugt bin, dass diese mystische Lehre durch meine Beweise bis auf den Grund vernichtet wird, befürchte ich doch, dem Manne, dessen mir erwiesene Wohltaten ich nicht vergessen kann, die alten Tage zu vergrämen [gemeint ist sein Lehrer Christian Wolff, der die Monadenlehre von Leibniz übernommen hatte (siehe auch 2. in Kap. IV)].

Ansonsten hätte ich wohl keine Furcht, die Monadisten-Hornissen in ganz Deutschland zu reizen. Leben Sie wohl, Unvergleichlicher, und erweisen Sie mir weiterhin Ihr Wohlwollen und Ihre Freundschaft,

Petersburg, den 12. (23.) Februar 1754«

Die Fabrik hatte nur einen, für ihr Schicksal jedoch entscheidenden Mangel: Lomonossows kaufmännische Kalkulationen waren falsch. Der Absatz der Produkte konnte nur durch unrentable Verkaufspreise in Gang gehalten werden.

Schließlich retteten nur noch Staatsaufträge für Mosaikarbeiten das mit so großen Hoffnungen begonnene Werk vor dem wirtschaftlichen Zusammenbruch. Im Sommer 1762 war er »mit ungefähr Vierzehntausend [Rb] in Schulden geraten«.

Die künstlerische Leistung fand jedoch im Jahre 1763 durch seine Aufnahme in die Kaiserlich Russische Akademie der Künste zu St. Petersburg als Ehrenmitglied ihre wohlverdiente Anerkennung.

Schon als Student hatte Lomonossow von Freiberg aus Regeln über die Dichtkunst nach Russland gesandt und damit zur Verbesserung der russischen Poesie beigetragen. Von seiner eigenen dichterischen Produktivität zeugen 22 Oden zu offiziellen Festlichkeiten und 13 geistliche Oden, Nachdichtungen von Psalmen, sowie 2 Poeme über die Taten Peters des Großen und vieles andere.

Die Inanspruchnahme seiner dichterischen Fähigkeiten durch den Kaiserlichen Hof ging soweit, dass man sogar Tragödien von ihm für das Hoftheater verlangte.

In der Wissenschaft war er auch auf philologischem Gebiet erfolgreich. Sein 1748 erschienener »Kurzer Leitfaden der Beredsamkeit«, Kurztitel: »Rhetorik«, hat insgesamt 7 und seine 1757 erschienene »Russische Grammatik« nicht weniger als 14 Auflagen erlebt; letztere wurde auch ins Deutsche übersetzt.

Nicht unerwähnt dürfen in diesem Zusammenhang seine sprachschöpferischen Leistungen bleiben; insbesondere sind die Anfangsgründe der russischen Fachsprache für Physik und Chemie sein Verdienst. So konnte er mit Fug und Recht in einer 1762 der Zarin Katharina II. überreichten Eingabe schreiben:

»In der Muttersprache habe ich durch meine verschiedenen grammatischen, rhetorischen, dichterischen, historischen ebenso wie durch die zu den hohen Wissenschaften rechnenden physikalischen, chemischen und mechanischen Werke den russischen Stil in den verflossenen zwanzig Jahren gegenüber dem früheren in erheblichem Maße gereinigt und Wertvolles zur Darlegung schwieriger Ideen geleistet, was die allgemeine Anerkennung meiner Werke und die in allen Schriften aus ihnen übernommenen Wörter und Ausdrücke beweisen und was sehr zur Aufklärung des Volkes dient.«

Angesichts der in diesem Kapitel angedeuteten Leistungen, die genügen würden, Lomonossow als bedeutenden Gelehrten und Künstler auszuweisen, muss man sich wundern, dass der gleiche Mann auch noch die Zeit fand, im Bereich der Naturwissenschaften Hervorragendes zu leisten.

5 Aus seinem naturwissenschaftlichen und technischem Schaffen

Vorbemerkungen

Lomonossows Schaffensperiode liegt in der Mitte des Zeitabschnittes zwischen Newtons Hauptwerken, den "Philosophiae naturalis principia mathematica" (1687) und den "Optics" (1704) einerseits und Coulombs Entdeckung der Analoga zum Gravitationsgesetz (1785) und Voltas Erfindung der nach ihm benannten Säule (1799) andererseits.

Mit der Entdeckung des Gravitationsgesetzes und der Entdeckung des prismatischen Spektrums - um nur das Wichtigste zu nennen - hatte Newton die Physik ein beträchtliches Stück vorwärts gebracht, aber auch durch die überwältigende Größe seiner Erfolge die Gefahr einer Stagnation heraufbeschworen.

Was Aristoteles und seine Kommentatoren in der Vergangenheit gewesen waren, das drohten Newton und seine Ausleger für die Zukunft zu werden. Die latente Gefahr findet einprägsam in dem Zweizeiler des englischen Dichters Alexander Pope (1688-1744) ihren Ausdruck [14]:

"Die Natur und ihre Gesetze lagen verborgen in Nacht,
Gott sprach: Es werde Newton - und alles ward Licht."

Die Chemie stand im Zeichen der Phlogistontheorie des Mediziners Ernst Georg Stahl (1659-1734) (1718), von der Friedrich Engels sagte, dass sich durch sie die Chemie von der Alchemie emanzipierte, also durch sie sich zur Wissenschaft entwickelte. Aber auch Stahl drohte das Schicksal, ein Aristoteles zu werden.

Unter seinen Epigonen wurde die kritische Weiterentwicklung der chemischen Theorie vernachlässigt, und die praktische Chemie, die er in gesundem Verhältnis zur theoretischen Chemie pflegte und entwickelt sehen wollte, gewann die Oberhand.

Im Gegensatz zu vielen seiner Zeitgenossen ließ Lomonossow sich nicht von der Zeitströmung treiben, sondern bewahrte sich die in Frage gestellte Unabhängigkeit des Denkens.

Um in aller Kürze einen Überblick über die bedeutendsten naturwissenschaftlichen Schriften Lomonossows zu geben, wurde unter dem Titel Schrifttum am Ende dieses Büchleins das Inhaltsverzeichnis des ersten Bandes der Ausgewählten Schriften Lomonossows [3] abgedruckt.

Es zeigt eine überraschende Breite seiner naturwissenschaftlichen Interessen, die von der festen und flüssigen Oberfläche der Erde zu den Planeten und in das Innere der Erde reichten. Was jedoch aus dem Inhaltsverzeichnis nicht hervorgeht, das ist die Tatsache, dass er von einem festen, in jungen Jahren erarbeiteten, physikalischen Standpunkt mechanistisch-materialistischer Prägung aus diesen Interessen nachging und die gewonnenen Einsichten dargelegt hat.

»Meine Chemie ist physikalisch [begründet]«, hat er gelegentlich gesagt und hätte sinngemäß dasselbe auch von den anderen von ihm bearbeiteten naturwissenschaftlichen Fachgebieten sagen können. Zur Beleuchtung des Lomonossowschen Standpunktes wurden im folgenden unter 2. sein Vorwort zu Wolffs Experimentalphysik abgedruckt und unter 3. sein System der Physik skizziert.

Um aus der Fülle der in den Lomonossowschen Schriften enthaltenen Ergebnisse und interessanten Bemerkungen für unsere Zwecke eine kleine, aber vertretbare Auswahl zu treffen, wurde auf einen ein Jahr vor seinem Tode von ihm selbst verfassten »Konspekt der wichtigsten Theoreme, mit denen sich M. W. Lomonossow bemühte, die Naturwissenschaften zu

bereichern«, zurückgegriffen.

Der Konspekt umfasst neun Theoreme, auf deren fünf (1, 2, 3, 5 und 6) wir im folgenden unter 4. bis 9. näher eingehen.

Die Theoreme 7 und 9 seines Konspektes betreffen langjährige Aufzeichnungen seines »zentroskopischen Pendels«, die ihn auf mondperiodische Schwankungen des Zentrums der Schwerkraft schließen ließen, und den Bau einer »Maschine« zum Nachweis von Schwankungen des Gewichts der Körper, die als Folge der ersteren auftreten müssen; das Theorem 8 betrifft ungeklärte Beobachtungen an abgeschlossenen Barometern, die, wenn sie sich hätten bestätigen lassen, »gewaltige Bedeutung für die Meteorologen« gehabt hätten.

Das Theorem 4 belegt aufs schönste Lomonossows Überzeugung von der Einheit der Natur:

»Theorem 4. In der physikalischen Republik existierte keine klare Vorstellung von den Erscheinungen, die durch die Natur im Reich der Minerale, im Erdinnern, hervorgebracht werden. Die Metallurgen gingen, als sie sich an andere Wissensgebiete wenden mussten, nicht über die praktische Chemie hinaus und begnügten sich gewöhnlich mit Hinweisen auf die verborgenen Eigenschaften, bis der lobend erwähnte Professor L. [er meint sich selbst], ausgerüstet mit der Geometrie und Physik, in der Dissertation "Über den Glanz der Metalle" ... und in der "Rede über die Entstehung der Metalle durch Erdbeben" ... aufzeigte, wieweit es möglich ist, auf diesem Wege die unterirdischen Geheimnisse der Natur aufzudecken und prinzipiell zu erklären.«

Im Verlaufe dieser Studien hat Lomonossow wohl als erster den dialektischen Entwicklungsgedanken in den Geowissenschaften vertreten.

Den richtungsweisenden Gedanken über die Struktur der Kristalle (7.), die Entdeckung der Gewichtskonstanz bei chemischen Reaktionen (11.) und die Entdeckung der Atmosphäre der Venus (12.) hielt Lomonossow nicht für bedeutend genug, um sie in seinem Prospekt aufzunehmen; hier irrte Lomonossow.

5.1 Über den natürlichen Wetterzug in den Bergwerken

Die Erscheinung des natürlichen Wetterzuges in den Bergwerken ist sicher so altbekannt wie der Bergbau selbst, doch hat erst Lomonossow die dazugehörige physikalische Lehre in einer kleinen Arbeit begründet, die den obigen Titel trägt und am 21. 1. 1745 fertiggestellt wurde [21].

Wie aus beiden der Arbeit beigefügten Zeichnungen hervorgeht, sah Lomonossow die Analogie zwischen der Grube und einem kommunizierenden Rohr mit verschiedenen langen vertikalen Schenkeln und damit die Möglichkeit einer Anwendung bekannter physikalischer Gesetze.

Die Arbeit ist ein Musterbeispiel für die Anwendung der "mathematischen" Methode Christian Wolffs, doch können wir hier deren reizvoller Weitläufigkeit nicht folgen; ein Ausschnitt muss genügen:

»1. Lehrsatz,

§ 15. Zur Sommerzeit müssen die Wetter in dem höheren Schacht CE einfallen und aus dem niedrigeren Schacht AB ausziehen (Fig. 41) . [Abb. 4].

Beweis.

Die Grubenwetter sind zur Sommerzeit spezifisch schwerer als die Außenluft (...), und daher wird die Wettersäule in dem hohen Schacht CE mehr Gewicht haben als die in dem niedrigen Schacht AB (...). Demzufolge wird sie von C herabsinken bis zu D, so dass sie mit der im

Schacht AB stehenden Wettersäule das Gleichgewicht erreicht; dabei wird sie aus dem Schacht AB die gleiche Wettermenge verdrängen, die in dem Teil CD des Schachtes CE enthalten war.

Inzwischen dringen die Wetter von außen her durch ihr eigenes Gewicht in den Schacht CE bis zum Punkte D ein und nehmen dabei dieselbe Temperatur an, die die in der Grube verbliebenen Wetter haben (...), d.h. sie werden spezifisch schwerer als die Außenluft (...). Infolgedessen wird die Wettersäule im Schacht CE aus demselben Grund wie vorher mehr Gewicht haben als die Wettersäule im Schacht AB; sie sinkt herab bis zum Punkte D, verdrängt die entsprechende Wettermenge durch A aus dem Schacht AB, und in den Teil CD des Schachtes CE werden wiederum Wetter von außen einströmen.

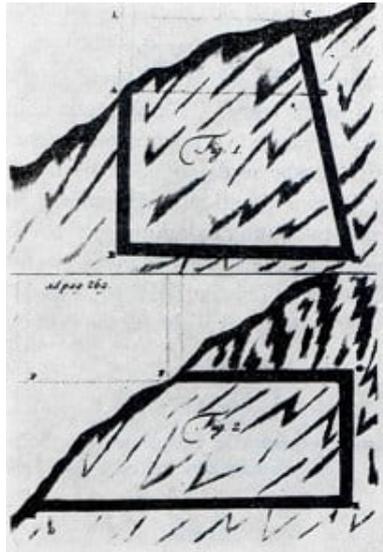


Abb. 4. Lomonossows Illustrationen zum natürlichen Wetterzuge in Bergwerken

Aus diesem Grunde wird jener Wetterzug solange anhalten, das heißt: Während der Sommerszeit werden die Wetter in den höheren Schacht einfallen und aus dem niedrigeren ausziehen. Q[uod] E[rat] D[emonstrandum] [Was zu beweisen war].

Anmerkung

§ 16. Die aus dem niedrigeren Schacht AB entwichenen Wetter können nicht mit ihrem unverminderten Gewicht auf die nachströmenden Wetter wirken und das Gleichgewicht in der Grube wiederherstellen; sobald sie nämlich aus der Öffnung A in Richtung auf den Punkt L ausströmen, verlieren sie durch die Erwärmung an Dichte und werden mit der übrigen Luft vermischt und verstreut.«

Entsprechend anschaulich beweist Lomonossow, dass zur Sommerszeit die Wetter in den oberen Stollen FG einziehen und aus dem unteren Stollen HK ausziehen (Fig. 2) [Abb. 4] und schließlich, dass zur Winterszeit sich die Richtung des Wetterzuges in beiden Fällen umkehren muss.

Im Hinblick auf die Beziehungen Lomonossows zu Freiberg ist die Arbeit über den natürlichen Wetterzug in doppelter Hinsicht von Interesse: Erstens, weil Lomonossow die Anregung zu ihr in Freiberg empfangen hat:

»Als ich mich im Jahre 1740 zu Freiberg in Meißen aufhielt, wo ich mich um die Chemie und das Berg- und Hüttenwesen bemühte, geschah es manchmal, dass ich beim Befahren der Gruben einen Wetterzug beobachtete, der sich - ohne von irgendwelchen Wettermaschinen angetrieben zu sein - auch bei ganz windstillem Wetter derartig stark durch die Schächte, Stollen und Feldörter bewegte, dass er bisweilen die gewöhnlichen Lampen der Bergleute auslöschte.

Damals war es mir nicht möglich, die Eigentümlichkeiten dieser Erscheinung genügend zu erkunden, weil ich eifrig mit anderen Dingen beschäftigt war, die sich auf die Bergbaupraxis bezogen und sich überall bemerkenswert zeigten. Aber nachdem ich in mein Vaterland zurückgekehrt, Georg Agricolas Bücher von Berg- und Hüttenwesen studiert hatte, fand ich dort die erwähnte Erscheinung genau beschrieben.«

Zweitens, weil sie rückwirkend frühzeitig die Freiburger bergbaukundliche Lehre befruchtet hat. Sie wird schon in dem ersten Lehrbuch, das die Bergakademie Freiberg im Jahre 1769, also vier Jahre nach ihrer Gründung, herausgab, als Studienmaterial empfohlen.

5.2 Vorwort zu seiner russischen Übersetzung der Wolffschen Experimentalphysik

»Wir leben in einer Zeit, in der die Wissenschaften nach ihrer Erneuerung in Europa aufblühen und der Vollkommenheit entgegengehen. Die barbarischen Zeiten, in denen zusammen mit der allgemeinen Ruhe des Menschengeschlechts auch die Wissenschaften zerstört und fast gänzlich vernichtet waren, haben schon vor mehr als zweihundert Jahren ihr Ende gefunden.

Diese unsere Leitsterne in eine glückliche Zukunft, besonders aber die Philosophie, haben durch das blinde Festhalten an den Meinungen eines berühmten Mannes nicht weniger gelitten als durch die damaligen Unruhen. Alle, die sich mit ihr beschäftigten, folgten allein Aristoteles und hielten seine Meinungen für untrüglich.

Ich verachte diesen berühmten Philosophen nicht, der die anderen Philosophen seiner Zeit überragte. Dennoch aber wundere ich mich nicht ohne Bedauern über diejenigen, welche die Meinung eines sterblichen Menschen für unfehlbar hielten, was das Haupthindernis für die Entwicklung der Philosophie und der übrigen Wissenschaften war, die von ihr stark abhängen.

Hierdurch wurde der edle Eifer der Wissenschaftler, miteinander um neue und nutzbringende Erfindungen zu wetteifern, gelähmt. Der erste der neueren Philosophen, der berühmte Cartesius, wagte es, die Philosophie des Aristoteles zu widerlegen und nach eigener Meinung und eigenen Gedanken zu lehren.

Abgesehen von seinen anderen Verdiensten sind wir ihm besonders dafür zu Dank verpflichtet, dass er die Gelehrten ermutigt hat, mit Aristoteles, mit sich selbst und mit den übrigen Philosophen um die Wahrheit zu streiten, und damit den Weg zum freien Philosophieren und zur größeren Entfaltung der Wissenschaften frei machte.

Wie viele neue Erfindungen haben in Berücksichtigung dessen befähigte Männer in Europa gemacht und wie viele nutzbringende Bücher haben sie geschrieben! Leibniz, Clarke, Locke, weltweite Lehrer des Menschengeschlechts, überflügelten durch ihre Vorschläge für Richtlinien, Überlegungen und Wesenszüge der Regierenden Platon und Sokrates.

Malpighi, Boyle, Guericke, Tschirnhaus, Sturm und andere, die in diesem Büchlein erwähnt werden, entdeckten durch interessante und genaue Untersuchungen unerwartete Vorgänge in der Natur und setzten damit die Welt in Erstaunen.

Es ist kaum fassbar, welche große Entfaltung die Astronomie in kurzer Zeit durch unermüdliche Beobachtungen und tief sinnige Überlegungen von Kepler, Galilei, Huygens, de La Hire und dem großen Newton erreichte, denn diese erweiterten die Kenntnisse von den Himmelskörpern in einem solchen Maße, dass Hipparch und Ptolemäus, läsen sie heute deren Bücher, darin den Himmel kaum als denselben wiedererkennen würden, den sie ihr ganzes Leben lang so oft betrachteten.

Pythagoras opferte, als er seinen geometrischen Lehrsatz gefunden hatte, dem Zeus hundert Ochsen. Wollte man, im gleichen Aberglauben befangen, betreffs der in der heutigen Zeit von scharfsinnigen Mathematikern gefundenen Lehrsätze entsprechend verfahren, so wäre in der ganzen Welt das erforderliche Hornvieh kaum aufzutreiben.

Mit einem Wort, in der neuesten Zeit sind die Wissenschaften in einem Maße vervollkommen worden, wie es nicht nur die vor tausend, sondern auch die vor hundert Jahren Lebenden kaum erhoffen konnten.

Das geschieht vor allem deshalb, weil die heutigen Gelehrten, insbesondere die Naturforscher, wenig auf Spekulationen und leere Reden geben, die in einem einzelnen Kopf ihren Ursprung haben, sondern sich mehr auf die zuverlässige Kunst [Experimente] stützen.

Der wichtigste Teil der Naturwissenschaften, die Physik, beruht bereits jetzt nur noch auf dieser Grundlage. Gedankliche Erwägungen pflegen aus zuverlässigen und viele Male wiederholten Versuchen heraus entwickelt zu werden. Deshalb werden denjenigen, die beginnen, Physik zu studieren, jetzt gewöhnlich zuerst die elementarsten physikalischen Versuche dargeboten, zusammen mit den theoretischen Überlegungen, die aus diesen unmittelbar und fast augenscheinlich hervorgehen.

Diese Versuche wurden von verschiedenen Autoren in verschiedenen Sprachen beschrieben, zum Teil in Bezug auf die gesamte Physik, zum Teil [in Bezug] auf einige Teile derselben.

Zu den Darstellungen der ersteren Art zählt dieses Büchlein, in dem alle Versuche, die zur Erklärung der hauptsächlichsten Vorgänge in der Natur notwendig sind, kurz beschrieben werden. Sein Verfasser ist Herr Baron Christian von Wolff, Königl. Preußischer Geheimer Rat, Kanzler der Universität Halle und daselbst Dekan der Jurisprudenz, Mitglied der hiesigen [St. Petersburger] Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften sowie der Königl. Akademien der Wissenschaften zu Paris und Berlin und der Royal Society in London, der durch die Herausgabe von vielen von ihm geschriebenen philosophischen und mathematischen Büchern Weltberühmtheit erlangte ...«

5.3 Das Lomonossowsche System der Physik

Das Lomonossowsche System der Physik ist in kritischer Auseinandersetzung mit den Korpuskularvorstellungen des 17. Jahrhunderts entstanden, die ihm in den Vorlesungen seines Lehrers Christian Wolff begegneten und die er vornehmlich in den Werken von Rene Descartes (1596-1650), Pierre Gassendi (1592-1655), Robert Boyle (1627-1691), Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) und dem schon genannten G. E. Stahl studierte.

Das Gedankengut der griechischen Materialisten, die die Atome in ununterbrochener Bewegung in einer unendlich ausgedehnten Welt ohne Anfang und Ende sahen, war ihm seit seiner Schulzeit im Saikonospasski-Kloster wohl vertraut.

Insbesondere erregten unwägbare Stoffe und unbekannte Kräfte, die zu seiner Zeit eine nicht geringe Rolle spielten, seinen Widerspruch und regten ihn schon während seiner Studienzeit zu eigenen Gedanken über ein neues System der Physik, über eine eigene Naturphilosophie an.

Aus den »Bemerkungen zur Physik und Korpuskularphilosophie«:

»108. Ich will die Erklärung der Natur auf einen festen Grund bauen, den ich selbst geleet, damit ich weiß, wieviel ich ihm trauen darf.«

»109. Ein einziges Experiment stelle ich höher als tausende von Meinungen, die lediglich die Phantasie hervorgebracht hat. Ich halte es jedoch für erforderlich, die Experimente mit den

Bedürfnissen der Physik [offenbar im Sinne von theoretischer Grundlage gemeint] in Einklang zu bringen. Die nicht[s] als ihre Sinnen mit sich bringen, wenn sie aus der Erfahrung Wahrheiten lernen wollen, müssen meistens theils gar lehr abziehen: denn entweder sie übersehen das beste und das nöthigste, oder sie wiesen nicht zu nützen was sie sehen, und durch die übrige Sinnen begreifen.«

Diese »Bemerkungen« sind in den Jahren 1741-1743 niedergeschrieben worden, und zwar lateinisch mit Ausnahme der Nr. 108 und des letzten Satzes der Nr. 109, die hier in unveränderter deutscher Orthographie wiedergegeben sind.

In dem Lomonossowschen System der Physik, zu dem ein umfangreiches, aber nicht abgeschlossenes Manuskript aus den Jahren 1743 und 1744 vorliegt, gibt es nur kleinste, aber dimensionsbehaftete, körperliche, wegen ihrer Kleinheit jedoch einzeln nicht wahrnehmbare Teilchen der chemischen Stoffe, sowie der ätherischen und der gravitierenden, d. h. die Massenanziehung bewirkenden Materie.

Die vorausgesetzte Körperlichkeit der Teilchen schließt nach Lomonossows Definition deren Wägbarkeit ein, so dass es in seinem System keine unwägbare Materie gibt. Die Teilchen haben eine ihnen eigentümliche (inhärente) mechanische Bewegung; diese kann fließend (progressiv), kreisförmig (rotierend) oder schwingend (oszillierend) sein. Die Teilchen sind nicht vielgestaltig wie etwa bei Boyle, sondern kugelig; sie sind nicht glatt, besitzen vielmehr eine leicht angerauhte Oberfläche.

Die nicht wahrnehmbaren kleinsten körperlichen Teilchen werden auch als Korpuskeln, Elemente, Molekeln, Atome, gelegentlich auch als Monaden bezeichnet; Lomonossows Monaden unterscheiden sich jedoch sehr wesentlich von den Leibnizschen Monaden, die rein geistige Substanz göttlichen Ursprungs, "metaphysische Punkte" ohne räumliche Ausdehnung und ohne Existenz im physikalischen Raum sind.

Wo Lomonossow Unterschiede betonen will, bezeichnet er mit den Worten Korpuskel oder Molekül solche Teilchen, die aus Elementen bzw. Atomen zusammengesetzt sind.

Die Stoffteilchen sind die Bausteine der makroskopischen Körper und am größten; die feineren Teilchen der ätherischen und der gravitierenden Materie füllen den leeren Raum und die Poren zwischen den Bausteinen der Körper aus.

Über die Teilchen der chemischen Stoffe wissen wir heute sehr viel, und jedermann kann sich von ihrer Existenz an Hand eines vielseitigen theoretischen und experimentellen Beweismaterials überzeugen. Damals waren sie jedoch ebenso hypothetisch wie die ätherische und die gravitierende Materie.

Letztere wurden erfunden, um elektrische, magnetische und optische Erscheinungen bzw. die Gravitationskraft ebenso mechanistisch erklären zu können, wie die Wärmeerscheinungen und die Elastizität der Gase mit Hilfe der Stoffteilchen; sie sind unbewiesene Hypothesen geblieben, denn die in der modernen Physik legitimen Photonen und die noch diskutierten Gravitonen sind zwar Teilchen, aber qualitativ doch etwas völlig anderes.

Über die Gültigkeit der makroskopischen Gesetze in der Teilchenwelt sagt Lomonossow, dass alles, »was ... von den Körpern behauptet oder in Abrede gestellt wird, auch von den sinnlich nicht wahrnehmbaren physikalischen Teilchen behauptet oder in Abrede gestellt werden muss«. Später scheinen ihm jedoch gewisse Bedenken gekommen zu sein, denn in den »Bemerkungen zur Theorie des Lichts und der Elektrizität« schreibt er 1756 unter Nummer 32:

»Im Vorwort muss man etwas über die Mechanik der kleinsten Körper sagen und darauf hin-

weisen, dass man auf sie nicht überall die Gesetze der wahrnehmbaren Körper, insbesondere nicht in Flüssigkeiten, anwenden kann.«

Es scheint aber bei der Äußerung der Bedenken geblieben zu sein.

In dem Lomonossowschen System der Physik ist nur eine, von ihm als zuverlässig bekannt angesehene Ursache für die Bewegung der Körper zugelassen: Der (elastische) Stoß.

Die aus dem Newtonschen Gravitationsgesetz gefolgerte unvermittelt in die Ferne wirkende Anziehungskraft wird ausdrücklich unter Berufung auf Newton selbst und »den berühmten Bernoulli, der die Mehrzahl der Anziehungen durch Stoß erklärt, wodurch überhaupt jedwede Anziehung zweifelhaft wird,« abgelehnt.

In diesem Zusammenhang bemerkt Lomonossow: »... Der berühmte Newton, der die Gravitationsgesetze aufstellte, nahm keineswegs eine reine Anziehung an. "Ich gehe", sagte er, "an die Darlegung der Bewegung der Körper, die einander anziehen, so heran, dass ich die Zentripetalkräfte als Anziehung betrachte, obgleich es vielleicht - wenn man vom Standpunkt der Physik spricht - richtiger wäre, sie Impulse zu nennen."

Und an einer anderen Stelle: "Ich gebrauche hier überhaupt das Wort Anziehung für jede Art des Strebens der Körper, sich einander zu nähern, einerlei, ob dies Streben von der Wirkung sich gegenseitig anziehender Körper herrührt, oder von der Wirkung des Äthers oder der Luft."«

Wesentlicher Bestandteil des Lomonossowschen Systems der Physik ist seine Überzeugung von der Erhaltung des Stoffes und der Kraft bei allen natürlichen Vorgängen. Er gab ihr im Jahre 1748 in einem Brief an Leonhard Euler und 1760 in einer »Abhandlung über die Festigkeit und Flüssigkeit der Körper« folgenden Ausdruck:

»Aber alle Veränderungen, die in der Natur geschehen, sind derart, dass ebensoviel, wie von einem Körper abgeht, bei einem anderen hinzukommt, so dass, wenn sich irgendwo etwas Materie vermindert, sie an anderer Stelle zunimmt; wieviel Stunden man länger wach bleibt, so viel entzieht man dem Schlaf.

Dieses allgemeine Naturgesetz erstreckt sich selbst auf die Regeln der Bewegung; denn ein Körper, der durch seine Kraft einen anderen bewegt, teilt dem anderen, der von ihm die Bewegung empfängt, genau soviel Kraft mit, wie er selbst verliert.«

Für eine Entdeckung scheint Lomonossow diesen Satz nicht gehalten zu haben, sonst hätte er ihn wohl rückschauend 1764 in dem Prospekt seiner wichtigsten Theoreme aufgeführt.

Die ungezwungene Art der Formulierung spricht dafür, dass er für ihn ein vielfach durch Erfahrung bestätigter, sozusagen in der Luft liegender Leitsatz materialistischen Denkens war, von der Art der Leitsätze Robert Mayers: *causa aequat effectum* (Die Ursache entspricht der Wirkung) - *nil fit ex nihilo* (Aus nichts wird nichts) - *nil fit ad nihilum* (Nichts wird zu nichts).

Solche Sätze sind an sich noch keine physikalische Entdeckung, können aber dazu führen, wenn man dahinter kommt, welche quantitativen messbaren physikalischen Größen Erhaltungstendenzen zeigen.

Von zwei, die mechanische Bewegung charakterisierenden physikalischen Größen wusste man damals bereits, dass sie den Ablauf bestimmter Vorgänge unverändert überdauern.

Als Ergebnis einer Preisaufgabe der Royal Society of London vom Jahre 1668 hatte sich unter maßgeblicher Beteiligung von Huygens und Leibniz herausgeschält, dass bei jedem Stoß die Bewegungsgröße (Produkt aus Gewicht (Masse) und Geschwindigkeit) und dass beim elastischen Stoß außerdem die lebendige Kraft (Produkt aus Gewicht (Masse) und Quadrat der Geschwindigkeit) unverändert bleiben; Gewicht ist in diesen alten Begriffsbestimmungen das

praktische Maß für die Masse.

Was den ersten Teil seines Leitsatzes betrifft, so gab 8 Jahre später die mit Kritik durchgeführte Wiederholung Boylescher Verbrennungsversuche Lomonossow Gelegenheit, erstmalig quantitativ festzustellen, dass bei chemischen Reaktionen das Gewicht (Masse) der beteiligten Stoffe erhalten bleibt (siehe 9.).

Der zweite, die Kraft und Bewegung betreffende Teil des Leitsatzes gibt Rätsel auf, weil Lomonossow unterlassen hat, zu sagen, was er unter Kraft verstanden wissen will. Da er jedoch die These vertritt, dass die Körper alle nur durch Stoß in Bewegung gesetzt werden, kann er nur die lebendige Kraft (kinetische Energie) gemeint haben.

Mit dieser Auslegung findet man sich in Lomonossows Arbeiten mühelos zurecht; ihre Richtigkeit wird außerdem bestätigt durch seinen Versuch, mit Hilfe des Leitsatzes nachzuweisen, dass ein ruhender Körper A einen anderen Körper B vermöge der reinen (Newtonschen) Anziehungskraft nicht in Bewegung setzen kann; er würde ihm ja etwas mitteilen, was er selbst nicht besitzt.

Die Beweiskraft des Satzes hätte versagt, wenn Lomonossow unter Kraft, wie später Robert Mayer, die arbeitsäquivalente Größe Energie verstanden hätte. In diesem Falle entsteht die lebendige Kraft (kinetische Energie) des Körpers B auf Kosten von etwas gleichwertigem anderen, nämlich seiner toten Kraft (potentiellen Energie) in Bezug auf den Körper A.

In weiteren Abschnitten des Manuskripts aus den Jahren 1743 und 1744 zeigt Lomonossow, auf welche Weise seiner Meinung nach die partikulären [speziellen] Eigenschaften der Körper durch die nichtwahrnehmbaren Teilchen und ihre Bewegung gemäß den Gesetzen der Mechanik verursacht werden.

Zu den partikulären Eigenschaften rechnet er Wärme und Kälte, Festigkeit und Flüssigkeit, chemische Veränderungen, Geruch und Geschmack, Farbe, Elastizität, spezifisches Gewicht, und zu den spezifischen Eigenschaften die elektrische Kraft, magnetische Kraft, Heilkraft(!) usw.

Dabei kommt der rotierenden Bewegung der nichtwahrnehmbaren Teilchen besondere Bedeutung zu; z. B. wird die Wärme mit der rotierenden Bewegung der Stoffteilchen, die Wärmestrahlung und die Farben mit der rotierenden Bewegung von Ätherteilchen in Zusammenhang gebracht. Sie ermöglicht eine selektive Bewegungsübertragung, wenn die Teilchen, wie er es nennt, "kongruent" sind.

Was er darunter versteht, hat er erst sehr viel später, 1756, in seiner »Rede über die Entstehung des Lichtes, die eine neue Farbenlehre darstellt«, erläutert:

»Stellen sie sich den Raum des Weltgebäudes aus [mit] nichtwahrnehmbaren Kügelchen [ausgefüllt] vor, die jedoch verschiedene Größen haben und deren Oberflächen mit vielen und kleinen Unebenheiten bedeckt sind, durch die sich jene Teilchen, so wie die Zähnchen an den Zahnrädern, miteinander verketteten.

Aus der Mechanik ist bekannt, dass diejenigen Räder ineinandergreifen und sich entsprechend bewegen, deren Zähnchen von gleicher Größe und gleicher Anordnung harmonisch laufen; aber die Räder, deren Größe und Anordnung verschieden ist, können nicht ineinander greifen und sich nicht übereinstimmend bewegen. Dies finde ich vom weisen Baumeister und allmächtigen Mechaniker in den nichtwahrnehmbaren ursprünglichen Teilchen, aus denen alle Körper bestehen, so eingerichtet und durch unabänderliche Naturgesetze festgelegt; ich nenne die harmonisch ineinandergreifenden Teilchen kongruent, die nicht ineinandergreifen und sich nicht harmonisch bewegen inkongruent.«

Dieses originelle Kongruenzprinzip zieht Lomonossow überall dort heran, wo große Geschwindigkeiten, wie die der Strahlungswärme und des Lichtes, die Ausbreitung der elektrischen Kraft und der Reizleitung in Nervensträngen zu erklären sind; es macht ihm auch das Wahrnehmen unterschiedlicher Gerüche und Geschmacksempfindungen verständlich. Von der Hilfe, die das Prinzip bei der Erklärung der Farben leistet, wird später noch unter 9. die Rede sein.

In diesem durch Stoßprozesse und Kongruenzbeziehungen mechanisch gekoppelten System von Teilchen sind Wechselbeziehungen zwischen mechanischer Bewegung, Wärme, Elektrizität, Magnetismus, Licht, chemischer Veränderung, Schwere usw. eine Selbstverständlichkeit und kaum auszuschließen. Die Einheit der Natur ist in dieser mechanistischen Modellvorstellung so vollkommen, dass man sich fragen musste, warum nur die Reibungswärme und die Reibungselektrizität altbekannte Erscheinungen sind, und Lomonossow konnte auf Grund seiner konsequent durchdachten Vorstellungen vielleicht erstmalig die Frage nach dem Zusammenhang von Elektrizität einerseits und Chemie bzw. Licht andererseits aufwerfen.

Neue Beispiele für Zusammenhänge zwischen verschiedenen Naturerscheinungen hat Lomonossow jedoch nicht nachgewiesen.

Als in den ersten Jahren und Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts Volta, Ritter, Davy, Oersted, Faraday, Seebeck, Peltier u. a. solche Zusammenhänge entdeckten, erwiesen sie sich in weiterer Folge nicht als Bestätigung der im 18. Jahrhundert u.a. von Lomonossow entwickelten mechanistischen Modellvorstellungen.

Die Ergebnisse der damals aufblühenden experimentellen Forschung regten zur Entwicklung neuer Vorstellungen an, die in der Faraday-Maxwellschen Theorie der Elektrodynamik (Elektromagnetismus) und des Lichts ihren gültigen Ausdruck fanden und das mechanistische Denken in seine Grenzen verwiesen; im gleichen Sinne wirkte die Thermodynamik, insbesondere deren II. Hauptsatz. Seine Vergänglichkeit ändert jedoch nichts an der rühmlichen Tatsache, dass das Lomonossowsche System der Physik die wohl umfassendste und konsequenteste im Zeitalter des mechanistischen Materialismus ausgedachte Korpuskulartheorie war.

5.4 Über die Wärme und die Kälte (Theorem 1 des Konspekts)

In dem alten Meinungsstreit um das "Wesen" oder die "Ursache" der Wärme stand Lomonossow auf der Seite derjenigen, die in irgendeiner Form der mechanischen Bewegung der Moleküle eines Körpers den zureichenden Grund für dessen Wärmezustand sahen; Wärmestoffvorstellungen, wie sie sein Lehrer Christian Wolff (1720) und vor allem namhafte Chemiker seiner Zeit vertraten, lehnte er mit aller Entschiedenheit ab.

Seine »Betrachtungen über die Ursachen der Wärme und Kälte« sind im Jahre 1750 im ersten Band der neuen Kommentare der Petersburger Akademie der Wissenschaften für die Jahre 1747 und 1748 in lateinischer Sprache gedruckt worden.

Er trägt hier alles zusammen, was seiner und seiner Parteigänger Ansicht nach gegen die Wärmestofftheorie spricht: Die Widersprüchlichkeit der Ergebnisse von Gewichtsanalysen, auf die sich ihre Anhänger glauben stützen zu können, die Tatsache, dass Wasser und verschiedene andere Stoffe sich beim Festwerden ausdehnen, obwohl sie Wärmestoff abgeben sollen, und weitere Ungereimtheiten, von denen eine mit ihrer Widerlegung durch Lomonossow als Beispiel seiner Gedankenführung und Darstellungsweise im folgenden zitiert wird:

§ 33. Durch Mischen von Kochsalz mit Schnee oder zerkleinertem Eis erhalten die Physiker eine Materie, die nach der Wirkung, die sie hervorbringt, kühlende genannt wird; mit ihrer

Hilfe verwandelt man Wasser in einem beliebigen Gefäß in Eis.

Hieraus folgert man gewöhnlich in gleicher Weise, dass die Feuermaterie aus dem Wasser in den sie umgebenden Schnee übergehe und dass der letztere durch ihren Hinzutritt geschmolzen wird, das Wasser aber deshalb, weil sie es verlässt, sich in Eis verwandelt. Ausgezeichnet!

Aber ehe wir uns die Siegestrophäe entreißen lassen, können wir noch etwas unternehmen. Stelle bitte ein Thermometer in ein Gefäß, das Schnee und ein Gläschen mit Wasser enthält; füge dem Schnee Salz hinzu, und du wirst sehen, dass, während sich das Wasser in Eis verwandelt und die Kältemischung sich verflüssigt, der Spiritus im Thermometer sinkt; ein deutliches Zeichen dafür, dass gleichzeitig mit dem Gefrieren des Wassers die kühlende Mischung noch kälter wird.

Also dringt keinerlei elementares Feuer aus dem Wasser in das Gemisch ein; es verhält sich eher so, dass der Schnee, der durch die Berührung mit dem wärmenden Wasser taut, auf das Salz einwirkt, es auflöst, sich abkühlt und einen niedrigeren Wärmegrad erlangt als das Wasser, dass in Eis übergeht; aus diesem Grunde gefriert das reine Wasser im Gefäß, aber der Schnee selbst bleibt wegen des Salzes, das er absorbiert hat, flüssig.

Wer wüsste denn nicht, dass in einer gesättigten Salzlösung sich klares Wasser in einem Glasgefäß bei 26° [? 32°] Fahrenheit in Eis verwandelt, die Lösung aber flüssig bleibt?«

Was Lomonossow der Wärmestoffhypothese entgegenzusetzen hat, ist eine eigenwillige, aber in sich geschlossene molekularkinetische Wärmehypothese. Da er fortschreitende und schwingende Bewegung der Partikeln als Ursache für Wärmeerscheinungen glaubt ausschließen zu müssen, kennt seine Hypothese im Gegensatz zu anderen nur das, was wir heute als Rotationswärme bezeichnen würden.

§ 34. Auf Grund all dieser Darlegungen behaupten wir, dass man die Wärme der Körper nicht der Verdichtung einer feinen, speziell dazu vorbestimmten [erdachten] Materie zuschreiben darf, sondern dass die Wärme in der inneren rotierenden Bewegung der zusammenhängenden Materie des erwärmten Körpers besteht.

Ebenso sagen wir nicht nur, dass eine solche Bewegung und Wärme jener subtilsten Äthermaterie eigen ist, mit der alle Räume, die keine wahrnehmbaren Körper enthalten, ausgefüllt sind, sondern wir behaupten auch, dass die Äthermaterie die von der Sonne erhaltene wärmeerzeugende Bewegung unserer Erde und allen anderen Weltkörpern übermitteln und sie dadurch erwärmen kann.

Der Äther ist das Medium, mit dessen Hilfe Körper, die von einander entfernt sind, Wärme aufeinander übertragen, ohne sich der Vermittlung von etwas Wahrnehmbarem zu bedienen.«

In dieser Vorstellungswelt bietet die Erklärung der Reibungswärme und der Wärmeleitung keine Schwierigkeiten.

§ 15. [Reibung] Betrachten wir zwei Partikeln, die sich in zwei sich reibenden Flächen der Körper A und B befinden. Bei dieser Reibung schlägt die eine Partikel durch einen Teil ihrer Oberfläche in die Oberfläche der anderen ein, und beide zwingen sich gegenseitig in die progressive Bewegung.

Da aber beide Partikeln Bestandteile fester Körper sind und sich nicht progressiv bewegen können, so bleibt ihnen nichts übrig, als sich um ihre Achsen zu drehen. Diese Bewegung wird nun von den Partikeln, die sich in der Reibungsfläche befinden, anderen mitgeteilt, so dass schließlich bei der Reibung alle Partikeln beider Körper in die Wärmebewegung geraten.

Hieraus ist es ersichtlich, warum sich feste Körper durch Reibung erwärmen, und man kann folgendes schließen:

1. je stärker die Körper sich gegenseitig drücken, desto intensiver wird die Bewegung der Partikeln, und desto schneller erwärmen sich die Körper;
2. die Partikeln der Flüssigkeiten, da sie nur eine kleine Kohäsion haben und leicht Platz wechseln, können nicht so leicht wie feste Körper Wärme durch Reibung erzeugen.«

§ 18 [Wärmeleitung]. Wenn ein wärmerer Körper A einen kälteren B berührt, so beschleunigen die schneller rotierenden Partikeln von A die Partikeln von B; wieviel Bewegung von den einen weggeht, ebenso viel wird bei den anderen hinzukommen: demnach wird A kälter und B wärmer.«

§ 19 [Wärmeleitung]. Bei dieser Bewegung müssen zuerst diejenigen Partikeln eine beschleunigte Bewegung erfahren, die sich in der Berührungsfläche befinden, und diese Bewegung nach und nach den übrigen Partikeln überliefern. Darum erwärmt sich (bzw. erkaltet) die Berührungsfläche der Körper früher als der übrige Teil.«

Konsequentes Durchdenken seiner Hypothese lässt Lomonossow vermuten, dass es wohl für tiefe Temperaturen, nicht aber für hohe Temperaturen eine Grenze gibt:

§ 26. ... Weiterhin kann man keine so große Geschwindigkeit der Bewegung angeben, dass es unmöglich wäre, sich im Geiste eine noch größere Schnelligkeit vorzustellen. Dies muss man gerechterweise auch auf die wärmeerzeugende Bewegung anwenden; deshalb ist ein höchster und letzter Grad der Wärme einer Bewegung unmöglich, Im Gegensatz dazu kann sich jedoch die gleiche Bewegung so verringern, dass der Körper schließlich eine vollständige Ruhe erreicht und es unmöglich ist, die Bewegung irgendwie weiter zu vermindern.

Folglich muss es notwendigerweise einen höchsten und letzten Kältegrad geben, der in dem völligen Aufhören der rotierenden Bewegung der Teilchen bestünde.«

An einen absoluten Nullpunkt der Temperatur - wie wir heute sagen - scheint vor Lomonossow niemand gedacht zu haben, aber auch er war nicht in der Lage, diese wichtige gedankliche Konsequenz aus seinen Vorstellungen als Beweismittel für deren Richtigkeit zu verwenden. In der damaligen Situation hätte er nachweisen müssen, dass es so etwas wie einen absoluten Nullpunkt gibt, und das lag außerhalb des Bereiches jeder Möglichkeit.

Die ersten wirklich entscheidenden Beweise für die Unhaltbarkeit der Wärmestoffhypothese erbrachten 1798 Benjamin Thompson (der spätere Graf Rumford, 1753-1814) und 1799 Humphrey Davy (1778-1829), sodann 1842 Robert Mayer (1814 -1878) mit dem endgültigen qualitativen und quantitativen Nachweis, dass die Wärme eine Form der Energie ist.

Die molekularkinetische Wärmehypothese lehnte Robert Mayer noch als einen unbewiesenen Sonderfall seiner mechanischen Wärmetheorie ab; sie fand erst unter dem Eindruck der Erfolge der von August Karl Krönig (1822-1879) und Rudolf Julius Emanuel Clausius (1822-1888) entwickelten kinetischen Gastheorie (1856/1857) nach und nach allgemeine Anerkennung.

Die thermische Geschwindigkeit der Gasmoleküle hat als erster Otto Stern (1888-1969) 1920 gemessen und damit die allerletzten Zweifel an der Richtigkeit der kinetischen Vorstellung von der Wärme behoben.

5.5 Über die elastische Kraft der Luft (Theorem 2 des Konspekts)

In dem großen, im Jahre 1738 erschienenen Werke "Hydrodynamica" hat Daniel Bernoulli (1700-1782) eine von Robert Boyle entwickelte Modellvorstellung über den inneren Zustand der Gase aufgegriffen und mathematisch untersucht.

Im zylindrischen Gefäß mit einem auf- und abbewegbaren Deckel [Kolben], auf welchem sich das Gewicht P befindet, "ist der Raum unter dem Deckel durch kleine Korpuskeln, die sich mit enormer Geschwindigkeit bewegen, gefüllt: Diese schlagen in den Deckel ein und halten ihn durch fortwährend wiederholte Schläge. Sie bilden eine elastische Flüssigkeit, die sich ausdehnt, wenn man das Gewicht P vermindert, oder abnimmt und kondensiert, wenn man es vermehrt ...

Solch eine Flüssigkeit, deren Eigenschaften hauptsächlichsten Eigenschaften der elastischen Flüssigkeiten entsprechen, werden wir stets statt der Luft annehmen."

Bernoulli berechnete den Impuls, der von den aufprallenden Gasmolekülen auf die Gefäßwänden übertragen wird, und gelangte im Prinzip zu der heute allgemein bekannten Formel für den Kesseldruck des Gases.

Da der berechnete Kesseldruck der Dichte des Gases proportional ist, ist im Rahmen dieser Vorstellungen auch die Gültigkeit des Boyle-Mariotteschen Gesetzes (1662/1679) erwiesen.

Lomonossow hat die Boyle-Bernoullische Modellvorstellung in einer 1750 im Druck erschienenen Abhandlung »Versuch einer Theorie der elastischen Kraft der Luft« auf seine Weise interpretiert und weiterentwickelt:

§ 12. Alles Aufgeführte zeigt aufs deutlichste, dass die elastische Kraft der Luft nicht durch irgend ein Fluidum verursacht sein kann. Da diese Kraft bei der Gleichheit anderer Bedingungen sich im Verhältnis des eigenen Stoffes der Luft vergrößert und vermindert, so kann kein Zweifel bestehen, dass die elastische Kraft von der unmittelbaren gegenseitigen Einwirkung der Luftatome herrührt.«

§ 13. Eine unmittelbare Einwirkung kann nur bei Berührung entstehen; da man aber die Luft zu einem mehr als dreißigfach kleineren Volumen zusammendrücken kann, so müssen zwischen den Atomen leere Zwischenräume existieren, die noch viele derselben enthalten könnten. Diese zwei widersprechenden Tatsachen - die aber beide ganz sicher sind - kann man nur derartig in Einklang bringen, dass beide Zustände der Atome in der Zeit verschieden sind, dass also nicht alle Luftatome in einem gegebenen Momente sich in dem gleichen Zustande befinden, und dass diese Zustände nur eine unmerkliche Zeit dauern: die einzelnen Atome stoßen wieder mit den näheren zusammen und streben, sich nach allen Seiten von den öfteren gegenseitigen Stößen zu zerstreuen.«

Den Zusammenhang zwischen Zunahme der elastischen Kraft der Luft bei Wärmezufuhr sieht Lomonossow durch folgenden Mechanismus gegeben:

§ 14. Es muss nun gezeigt werden, wie sich die Atome gegenseitig abstoßen. Wir wissen, dass mit der Wärme auch die elastische Kraft der Luft wächst, und umgekehrt; also wirken die Atome aufeinander stärker oder schwächer bei der gegenseitigen Berührung in Abhängigkeit von der Wärme ein, und würde letztere ganz fehlen, so würden die Atome auch aller ihrer Wirkungen beraubt sein.

Somit ist es nur die Wärme, welche die gegenseitige Einwirkung der Atome bedingt.«

§ 15. Die Wärme besteht in einer Kreisbewegung [Rotationsbewegung] der Partikeln der Kör-

pers; folglich muss auch die Wirkung der Luftatome auf dieser Bewegung beruhen. Zwei schnell rotierende Kugeln mit ganz glatten Oberflächen miteinander in Berührung gebracht, können sich nicht abstoßen. Dieses kann nur dann erfolgen, wenn auf dieser Oberfläche Rauheiten sind ...«

§ 16. Wenn die Oberflächen der Atome Rauheiten besitzen, so stoßen sich die Atome bei sehr schnellen entgegengesetzten Kreisbewegungen sehr stark ab, wenn eine Rauheit des einen auf eine Rauheit des anderen stößt.« [Dies ist zu eng gesehen.]

Auf dem Boden dieser Theorie gelangt Lomonossow zu Vorstellungen über den Aufbau der Atmosphäre, die im wesentlichen heute noch gültig sind:

§ 20. Die Atmosphäre besteht aus einer unendlich [unvorstellbar] großen Anzahl von Luftatomen; die unteren stoßen die auf sie fallenden an die höhere Oberfläche der Atmosphäre zurück. Je weiter die übrigen Atome sich von der Erde befinden, desto weniger Widerstand finden sie in der hemmenden Kraft anderer schwerer Atome, so dass die in der höheren Oberflächenschicht der Atmosphäre befindlichen Atome durch ihre Schwere nach unten hin gezogen werden, von den näheren unteren abprallen und steigen, solange, wie die vom Abprallen gewonnene Kraft ihre Schwere übertrifft.

Sobald letztere überwiegt, fallen sie wieder und werden wieder abgestoßen usw. Hieraus folgt, dass a) die Luft desto verdünnter wird, je weiter sie sich vom Erdzentrum befindet; b) dass die Atmosphäre sich nicht bis ins Unendliche hin erstrecken kann, und es eine Grenze geben muss, wo die Schwere der allerhöchsten Atome jene Kraft, die letztere vom Zusammenprallen gewonnen haben, übertrifft [richtig, wenn es für die Atome eine thermische Maximalgeschwindigkeit gäbe!].«

Die konsequente Weiterentwicklung seiner Theorie führt auch noch zu weitergehenden Folgerungen. Durch problematische Versuche, die hier nicht zu erörtern sind, angeregt, über die Elastizität der Luft bei hohen Dichten nachzudenken, fand Lomonossow, dass das Modellgas wegen des Eigenvolumens der Partikel bei sehr hohen Dichten Abweichungen von der Proportionalität der Elastizität mit der Dichte erwarten lässt.

Somit wurde also bereits 1750 dem Sinne nach die eine der beiden Korrekturen am Boyle-Mariotteschen Gesetz für notwendig erachtet, die Van der Waals erst im Jahre 1873 tatsächlich eingeführt hat.

Die Beschäftigung mit den Gasen veranlasste Lomonossow auch zu einer Bestimmung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Luft. Sein Ergebnis, $0,00358 \text{ Grad}^{-1}$, kommt dem richtigen Wert wesentlich näher, als der bis dahin verwendete Wert $0,005$; offenbar war in Petersburg die Luft trockener, als an anderen Orten, wo die früheren Messungen ausgeführt worden sind.

5.6 Physikalische Chemie (Theorem 3 des Konspekts)

Unter den unvollendet gebliebenen Werken Lomonossows befindet sich der »Lehrkursus der wahren physikalischen Chemie«, der den Inhalt entsprechender Vorlesungen darstellt, die er in den Jahren 1751 bis 1753 gehalten hat. Die Ausarbeitung ist im 9. Kapitel der »Einführung« steckengeblieben.

Das Programm sah für die »Einführung« des Werkes noch ein 10. Kapitel »Über die Anwendung physikalischer Versuche und Instrumente in der Chemie« vor und lässt als Hauptstück einen

experimentellen und einen theoretischen Teil der physikalischen Chemie erwarten. Über die physikalische Chemie und ihre Bestimmung schreibt Lomonossow im ersten Kapitel seines Lehrkursus:

§ 1. Die physikalische Chemie ist eine Wissenschaft [also keine Kunstfertigkeit zur Befriedigung praktischer, insbesondere medizinischer Bedürfnisse, wie die Chemie damals eingeschätzt wurde], die auf Grund von Lehrsätzen und physikalischen Versuchen erklärt, was in gemischten Körpern [chemischen Verbindungen] bei chemischen Operationen vor sich geht.

Sie kann auch als chemische Philosophie bezeichnet werden, jedoch in einem ganz anderen Sinne, als jene mystische Philosophie, in der nicht nur die Erklärungen geheim gehalten, sondern auch die Operationen selbst auf geheimnisvolle Art und Weise vorgenommen werden.«

§ 2. Wir wollten diese Arbeit deshalb physikalische Chemie nennen, weil wir beschlossen haben, nur das in sie aufzunehmen, was die Vermischung der Körper wissenschaftlich erklären kann. Deshalb halten wir es für unbedingt nötig, all das, was die Ökonomie, die Pharmazie, die Metallurgie und die Glasherstellung betrifft, wegzulassen und in einen besonderen Kursus über technische Chemie einzuordnen. Dabei haben wir folgendes Ziel im Auge:

1. Jeder soll die Angaben, die er sucht, leicht finden und das Buch lesen, ohne sich zu langweilen;
2. das Gedächtnis der Lernenden soll nicht mit unnützem Ballast beschwert werden;
3. das Bestreben, schnell reich zu werden, soll die philosophische Betrachtung der schönen Natur nicht in den Hintergrund drängen;
4. der fleißige Student der Chemie, der eine klare Vorstellung von den gemischten Körpern erhalten hat, soll im Stande sein, mit vollständiger Sachkenntnis fruchtbringend daran zu arbeiten, die Annehmlichkeiten des Lebens zu mehren.«

Im 9. Kapitel heißt es »Über die Art, Chemie mit Hilfe der Physik darzustellen«:

»Nachdem wir kurz alles, was die Chemie selbst betrifft, dargelegt haben, fangen wir mit dem an, was aus der Physik für die Chemie zu entnehmen ist, damit beide eine größere Entwicklung bekommen und vollständiger aufgeklärt werden.

Der Mehrzahl der Chemiker gilt ein zusammengesetzter Körper als mittels der chemischen Operationen untersucht, wenn sie - soweit es nach dieser Methode möglich ist - dessen Bestandteile erkannt haben; sie suchen nicht nach anderen Mitteln, ins Innere der Körper zu gelangen; indessen zeigt aber die Physik, mit mathematischen Gesetzen bewaffnet, deren beliebig viele!

Die partikulären [speziellen] Eigenschaften hängen von der Zusammensetzung der Körper ab, und die Chemiker sind größtenteils davon überzeugt, dass sie in den Körpern neue Eigenschaften hervorrufen, indem sie deren Zusammensetzung ändern.

Somit ist es vollständig klar, dass bei Untersuchung der Zusammensetzung mittels chemischer Operationen man nicht die Eigenschaften vernachlässigen darf, besonders wenn man eine klare Erkenntnis der Vorgänge haben will. Es ist ja unsinnig, die Ursachen der Vorgänge herauszuforschen, wenn diese Vorgänge selbst nicht genügend bekannt sind.

Darum muss man genau die partikulären Eigenschaften jedes Körpers, der einer chemischen Untersuchung unterworfen wird, prüfen; man muss so genau wie möglich sie bestimmen, damit, nachdem durch chemische Operationen die Kenntnis der Bestandteile gewonnen ist, man

beurteilen könne, inwiefern und wieviel jede Eigenschaft durch Abänderungen eines gewissen Bestandteiles sich geändert hat; hieraus kann man, nachdem beides in Übereinstimmung gebracht wird, deren wahre Ursache ermitteln.

Unter den partikulären Eigenschaften gibt es eine, die sich von Körper zu Körper ändert, nämlich das spezifische Gewicht. Berühmte Physiker haben schon längst ausgesprochen, dass es genügend bestimmt ist; dennoch sind bis jetzt sehr viele Körper hydrostatisch noch nicht gewogen worden, obwohl sie es eher verdienen als andere, bei denen diese Bestimmung schon ausgeführt ist.

Bei diesen letzteren kann man in einigen Fällen deren Reinheit anzweifeln, auch fehlen oft nötige Angaben. Deshalb müssen wir alle Körper und deren Bestandteile, denen wir in unseren Vorlesungen begegnen werden, und alles, was man in Gefäße einschließen und betasten kann, hydrostatisch wägen und sorgfältig alle Daten aufschreiben; dieses muss bei jeder Operation, der ein bestimmter Körper unterworfen wird, ausgeführt werden ...«

Nachdem man diese Sätze gelesen hat, wird man sich kaum noch wundern, dass das Lomonossowsche Praktikumsprogramm nicht weniger als 19 Versuche und Beobachtungen an Salzlösungen, 9 beim Kristallisieren, 5 beim Zerfließen und Auflösen der Salze im Dampf und 6 beim Schmelzen der Salze vorsieht.

Lomonossow dürfte zu seiner Zeit vielleicht der einzige gewesen sein, der von der Notwendigkeit systematischer Untersuchungen an Stelle von Einzelbeobachtungen überzeugt war und dabei nicht nur an spezifisches Gewicht, Kohäsion, Kapillarität, Wärmeausdehnung, Löslichkeit, Temperaturerniedrigung beim Lösen von Salzen, Gefrierpunkt und Siedepunkt von Lösungen u. dgl., sondern auch an die Brechung der Sonnenstrahlen in Lösungen im Vergleich zur Brechung im Wasser, an die Strahlenbrechung in Kristallen, an mikroskopische Untersuchungen von Lösungen und Salzen, an die Farben elektrischer Funken und Flammen in Lösungen und beim Abfunken von Kristallen, an den Einfluss der elektrischen Kraft auf die Löslichkeit und auf die Kristallisation gedacht hat.

Dieses umfangreiche Versuchsprogramm in dem Lehrkursus bleibt bemerkenswert, auch wenn der vielbeschäftigte Lomonossow nur einen Teil davon verwirklichen konnte. Eines hat er aber seine Schüler auf alle Fälle gelehrt, die systematische Handhabung der bis dahin von Chemikern nur sporadisch verwendeten Waage. Einem dieser Schüler verdankt man die Überlieferung folgender Ausführungen Lomonossows zu diesem Thema:

»Ich glaube, es gibt wohl keinen Gelehrten, der nicht wüsste, was für eine Unmasse chemischer Experimente überhaupt ausgeführt sind; er kann aber nicht leugnen, dass die Autoren derselben fast überall solche wichtige Sachen, wie Maß und Gewicht, wegließen.

Wieviel aber diese zwei Umstände Wahrheit und Einsicht in die physiko-chemischen Experimente mit sich bringen, zeigt deren Gebrauch jedem, der sich fleißig mit Versuchen dieser Art abgibt.

Was aus den Regeln der Mathematik und Physik abgeleitet wird, stimmt mit der Wahrheit überein; wie kann dann, auch die Chemie den höchsten Grad der Vervollkommnung erreichen, wenn sie sich nicht dauerhaft mit diesen zwei Wissenschaften verbindet?

Was kann angenehmer und nützlicher der Nachwelt sein als physikochemische Versuche?

Aber bei Abwesenheit von Maß und Gewicht können wir nicht einmal unfehlbar das erreichen, was schon von anderen früher gemacht war. Dieser Umstand klärt vollständig auf, warum viele der schon längst beschriebenen chemischen Versuche selten, sogar niemals, anderen, die sie

später wiederholen, gelingen.

Somit muss jeder, der die physiko-chemischen Versuche ausführen will, sich ohne Fehlen der genannten Hilfsmittel - des Gewichts und des Maßes - bedienen.«

Seit Oktober 1748 befand sich Lomonossow im Besitz eines Laboratoriums, das er aufs beste auszustatten bemüht war. Die Werkstatt der Akademie war ihm hierbei von großem Nutzen und ermöglichte ihm, eine Vielzahl physikalischer Instrumente zum Teil eigener Konstruktion oder Erfindung für die Chemie nutzbar zu machen.

Er besaß für seine Zeit bemerkenswert feine Waagen, die Gewichtsunterschiede von 0,3 mg anzeigten, sowie gute Thermometer, die er nach eigenen Angaben bauen ließ: Eispunkt 0° , Siedepunkt des Wassers 150° .

Sein optisches Instrumentarium sah etwa folgendermaßen aus:

Um Kristalle zum Schmelzen zu bringen, hatte Lomonossow schon im Jahre 1743 erfolgreich mit einem katoptrisch-dioptrischen Brenngerät experimentiert, bei dem er zur Ausnutzung der Strahlungswärme der Sonne ein System von Planspiegeln und konvexen Linsen verwendete. Im Jahre 1744 beobachtete Lomonossow wohl als erster unter dem Mikroskop den Verlauf einer chemischen Reaktion:

Die Einwirkung von Salpetersäure auf einen Eisendraht. Im Verlauf solcher Experimente verbesserte er die Konstruktion des Mikroskops durch eine Vorrichtung, die ihm erlaubte, das Objektiv rasch gegen ein anderes auszuwechseln und die Vergrößerung dem Untersuchungsgegenstand anzupassen.

In den Jahren 1752/56 arbeitete er an der Erfindung »einer Maschine, durch welche man die Brechung heller Strahlen erkennen kann, die durch flüssige Stoffe hindurchgehen«. Im Besitz dieses Refraktometers arbeitete Lomonossow eine refraktometrische Analysenmethode aus; zweifellos ein wertvoller Beitrag zur Begründung der physikalischen Chemie.

Besondere Aufmerksamkeit wandte Lomonossow den wässrigen Lösungen zu, und befriedigt konnte er im Jahre 1764 dem »Konspekt der wichtigsten Theoreme, mit denen sich M. W. L. bemühte, die Naturwissenschaften zu bereichern«, unter Nr. 3 einfügen:

»Die auf chemischen Versuchen und physikalischen Grundlagen beruhende Theorie der Lösungen ist das erste Beispiel und Muster für die Begründung einer wahren physikalischen Chemie, namentlich deshalb, weil die Erscheinungen mit den stabilen Gesetzen der Mechanik erklärt werden und nicht auf der kläglichen Grundlage der [Newtonschen] Anziehungskraft.«

Abschließend noch zwei Bemerkungen Lomonossows aus einem 1764 von ihm verfassten Entwurf zu einem akademischen Reglement:

»Ein Chemiker ohne Kenntnis der Physik gleicht einem Menschen, der alles durch Abtasten suchen muss.«

»Beide Wissenschaften sind so miteinander verbunden, dass die eine ohne die andere nicht vollkommen sein kann.«

5.7 Über die Struktur der Kristalle

Zur Zeit Lomonossows war die Mineralogie eine beschreibende Wissenschaft, die ihr Material ohne feste theoretische Grundlage nach äußerlichen Gesichtspunkten ordnete. Dies wurde von ihm als Mangel empfunden und schon in seinem »Lehrkursus der wahren physikalischen Chemie« (1752/1754) veranlasste er, »die Form der Kristalle wohl zu studieren und sie zu messen«.

Er wunderte sich aber nicht nur über die Konstanz der Kantenwinkel; er stellte in seiner Abhandlung »Über die Natur des Salpeters« auch die Frage, »warum der Salpeter in sechsfächigen Kristallen auswächst« und fand in der Anordnung der Korpuskeln eine angemessene und im Prinzip auch heute noch gültige Erklärung:

»Es sollen sechs Korpuskeln dicht umeinander so angeordnet werden, dass gerade Linien, welche ihre Mittelpunkte verbinden, gleichseitige Dreiecke ergeben; das Resultat ist eine von sechs Linien umgrenzte Figur, ähnlich den Durchschnitten von Prismen, welche der Salpeter bildet. Aus den in solcher Weise fast in unendlicher Menge platzierten Teilchen des Salpeters werden seine Kristallprismen bestehen, zwar häufig mit ungleichen Seiten, welche indessen stets parallel sind und der vorausgesetzten Anordnung entsprechen. Die angestellte Mutmaßung wird durch einen dreifachen Beweis bestätigt.

1. Bei dieser Art der Erklärung wird die Form der Teilchen nicht gleich jener angenommen, welche die Salpeterkristalle selbst haben. Die Frage bleibt darum nicht ohne Antwort, wie es häufig der Fall ist.
2. Die Winkel der Salpeterkristalle entsprechen der vorausgesetzten Anordnung der Teilchen, da die meisten von ihnen für sich genommen 120 Grad betragen.
3. Unter Zugrundelegung unserer Hypothese lassen sich mit Leichtigkeit die anderen Arten von Kristallen erklären, z. B. die kubischen Kristalle des Kochsalzes, wo die Linien, welche durch die Mittelpunkte der Teilchen hindurchgehen, Quadrate bilden.«

Man wird sich erstaunt daran erinnern lassen, dass J. W. L. Rome de l'Isle und R. J. Hauy ihre als grundlegend bekannten kristallographischen Arbeiten erst anfangs der achtziger Jahre des 18. Jh. veröffentlicht haben; das war mehr als 15 Jahre nach Lomonossows Tod.

Den endgültigen Beweis für die Richtigkeit des Gedankens haben v. Laue, Friedrich und Knipping im Jahre 1912 mit dem Nachweis von Röntgenstrahlinterferenzen bei der Durchleuchtung von Kristallen erbracht.

5.8 Über die elektrischen Erscheinungen in der Atmosphäre (Theorem 5 des Konspekts)

Michail Lomonossow, den aufgeweckten Sohn eines Bauern und Seefahrers, müssen atmosphärische Erscheinungen von frühester Jugend an interessiert und zum Nachdenken über deren Ursachen angeregt haben. Das Interesse erreichte einen Höhepunkt, als in Petersburg bekannt wurde, dass der französische Gelehrte d'Alibard, einer Anregung Benjamin Franklins folgend, in Marly, unweit von Versailles, eine 40 Fuß lange Eisenstange isoliert aufgestellt und am 10. Mai 1752 aus dieser Stange während eines Gewitters 11/2 Zoll lange Funken gezogen hatte. Franklin selbst führte seinen berühmt gewordenen Drachenversuch erst im nächsten Monat aus.

Nach diesen Versuchen konnte kein Zweifel mehr darüber bestehen, dass die Gewitterwolken elektrisch geladen sind und dass der Blitz ein elektrischer Funke ist. Das passte vorzüglich zu den Vorstellungen, die sich Lomonossow selbst über die elektrische Natur des Gewitters gemacht hatte, und er begann unverzüglich mit seinem Freunde Georg Richmann die Erscheinungen der atmosphärischen Elektrizität sorgfältig und systematisch zu erforschen.

Über die an dem Hause, wo Richmann wohnte, angebrachte Einrichtung gibt es folgende Beschreibung:

"Aus der Bodenmitte einer Flasche schlug Richmann eine Scheibe heraus, schob einen 5 bis 6 Fuß langen, fingerdicken, am oberen Ende abgestumpften Stab durch die Flasche und verschloss ihren Hals mit einem Korke. Danach ließ er aus dem Dachfirst einen Ziegel herausnehmen und steckte den Stab dort so hindurch, dass er 4 bis 5 Fuß herausragte.

Der Flaschenboden ruhte auf einer Unterlage von Mauersteinen. An dem Ende des Stabes, welches unter dem Dache aus dem Flaschenboden hervorsah, befestigte er einen Eisendraht und führte ihn überall mit solcher Vorsicht bis ins mittlere Zimmer, dass der Draht keine elektrische Kraft leitenden Körper berührte.

Zu guter Letzt verband er das äußerste Ende des Drahtes so mit einem Eisenlineal, dass letzteres senkrecht nach unten hing, und knüpfte an das obere Linealende einen Seidenfaden, der parallel mit dem Lineal, jedoch in einer Ebene mit dessen Breitseite herniederhing; Eisenlineal und Seidenfaden bilden ein Elektroskop ..."

Ein aufziehendes Gewitter am 18. Juli 1752 rief erstmalig eine Abstoßung des Fadens vom Lineal hervor. Bei größerer Annäherung des Gewitters konnten auch Funken aus dem Lineal gezogen werden. Ein Jahr später, am 26. Juli 1753, stand Richmann während eines Gewitters einen Fuß von dem Lineal entfernt und wurde durch "einen bläulichen Feuerball von Faustgröße", der aus dem Lineal heraussprang, getötet.

Zur gleichen Zeit befand sich Lomonossow in der Nähe einer entsprechenden Blitzmaschine in seinem eigenen Hause; er kam jedoch mit dem Schrecken über den außerordentlich heftigen Donnerschlag, der den für Richmann tödlichen Blitzschlag begleitete, davon.

Die in dieser Zeit von Lomonossow gemachten Beobachtungen, dass z.B. das Elektroskop gelegentlich auch ansprach, wenn keine Gewitterwolken am Himmel standen, oder die von ihm geäußerten Gedanken, wie z. B., die elektrische Kraft mit der Waage zu messen sei oder experimentell festzustellen, ob die elektrische Aufladung einen Einfluss auf die Brechung des Lichtstrahls im Glas oder im Wasser hat, sind originell, treten aber in ihrer Bedeutung zurück hinter der großartigen Idee einer Einordnung der gewitterelektrischen Erscheinungen in das durch Temperaturunterschiede ausgelöste und in Gang gehaltene Geschehen in der Atmosphäre.

Die atmosphärische Elektrisiermaschine ist nach seinen Vorstellungen eine Reibungselektrisiermaschine und kann sowohl durch einfallende Kaltluft als auch durch aufsteigende Warmluft in Gang gebracht werden; er unterscheidet also bereits zwei Arten von Gewittern, die wir heute als Frontgewitter und Wärmegewitter bezeichnen.

Im einzelnen durch langjährige Beobachtungen und zahlreiche Versuche begründet sowie im Zusammenhang dargestellt, findet man die Gedanken Lomonossows zur Physik der Atmosphäre in seiner großangelegten »Rede über die atmosphärischen Erscheinungen, die von der Elektrizität herrühren« und in den »Erläuterungen« zu dieser Rede.

Die Rede wurde am 26. November 1753 auf der öffentlichen Versammlung der Petersburger Akademie der Wissenschaften zur Verlesung gebracht. In den Erläuterungen findet man u. a. auch seine Ansichten über den elektrischen Ursprung von Nordlichtern und Kometenschweiften. Außerdem verteidigt er sich hier mit guten Gründen gegen den Vorwurf, nur ein Nachahmer Benjamin Franklins zu sein.

5.9 Über das Licht und die Farben (Theorem 6 des Konspekts)

Obwohl kaum weniger alt, war die Optik in ihrer Entwicklung weit hinter der Mechanik zurückgeblieben, ja, sie befand sich im 18. Jahrhundert noch nicht einmal auf dem richtigen Weg zu einer der Newtonschen Dynamik (1687) ebenbürtigen Theorie.

Diesen Weg, der in die Faraday-Maxwellsche Feldtheorie der Elektrodynamik (1855) und des Lichts (1865) einmündete, wies ihr erst Michael Faraday (1791-1867).

Lomonossow und seine Zeitgenossen sahen sich noch zwei mechanistischen Lichttheorien gegenübergestellt, die er selbst wie folgt beschreibt:

»... erstens, die Meinung des Cartesius [1596-1650], die von Huygens [1629-1695] bestätigt und erklärt wurde; zweitens die [Hypothese, die] von Gassendi [1592-1655] begonnen wurde und die durch Newtons [1643-1727] Zustimmung und Auslegung Bedeutung erhalten hat.

Beide Meinungen unterscheiden sich dadurch, dass sie verschiedene Bewegungen annehmen; beide gehen von einer feinsten flüssigen, absolut unmerklichen Materie aus. Aber die Bewegung, die Newton annimmt, ist eine fließende, die sich von den leuchtenden Körpern aus nach allen Seiten hin wie ein Fluss ergießt; nach Cartesius schwankt sie ununterbrochen ohne zu strömen.«

Da entscheidende experimentelle Beweise zugunsten der einen oder anderen Hypothese fehlten, waren sie Gegenstand eines nun schon Jahrzehnte währenden Meinungsstreites. Um den Gegnern der Wellenhypothese Gerechtigkeit widerfahren zu lassen, muss man sich vergegenwärtigen, dass die Huygenssche Ausarbeitung (1678/1690) noch bei weitem nicht die Überzeugungskraft besaß, wie die uns heute geläufige Fresnelsche (1818).

Der prominenteste Gegner der (Newtonschen) Emanationshypothese, Leonhard Euler, wusste 1746 in seiner "Neuen Theorie des Lichts und der Farben" im wesentlichen auch nur auf unlösbar scheinende gedankliche Schwierigkeiten und auf unberücksichtigte Analogien von Licht und Schall als Begründung für seinen Standpunkt hinzuweisen.

In der gleichen Lage befand sich Lomonossow, als er 10 Jahre später, in einer am 1. Juli 1756 auf öffentlicher Versammlung der Akademie gehaltenen Rede, seinen die Emanationshypothese ablehnenden Standpunkt begründete. Der folgende Abschnitt aus dieser »Rede über die Entstehung des Lichts, die eine neue Farbenlehre darstellt«, gibt ein typisches Beispiel für die Art seiner Argumentation:

»Was ist unter den uns bekannten Stoffen härter als der Diamant? Was ist durchsichtiger als er?

Die Festigkeit erfordert reichlich Materie und enge Öffnungen; die Durchsichtigkeit gestattet es dem Körper fast nicht mehr, aus Materie zu bestehen, wenn wir annehmen, dass die Strahlen sich durch eine fließende Bewegung der Äthermaterie ausbreiten.

Denn von jedem Punkt der gesamten Oberfläche und vom gesamten inneren Körper aus gehen zu jedem Punkt der ganzen Oberfläche und des gesamten inneren Körpers Strahlen in gerader Linie. Folglich breiten sich nach all jenen Seiten geradlinige Öffnungen im Inneren des ganzen Diamanten aus.

Wenn wir dies annehmen, müsste der Diamant nicht nur aus dünner und lockerer Materie bestehen, sondern im Inneren auch ganz leer sein. Aus der Festigkeit folgt eine festgefügte Struktur seiner Teilchen; aus der Durchsichtigkeit schließt man nicht nur auf einen lockeren Aufbau, sondern beinahe auf einen Hohlraum, der mit einer zerbrechlichen Schale umgeben ist.

Diese Schlussfolgerungen widersprechen einander entschieden; folglich ist die willkürliche These, dass sich das Licht von der Sonne durch eine fließende Bewegung des Äthers ausbreitet, nicht richtig.«

Unlösbar warfen auch die Frage nach dem Verbleib der Lichtmaterie bei völliger innerer Reflexion und bei der Absorption sowie das Fehlen einer Streuung des Lichts bei der Kreuzung zweier Strahlenbündel auf. So entschied sich Lomonossow für die schon von Cartesius angenommene Oszillierende Bewegung der Ätherteilchen, nachdem er noch ausdrücklich die rotierende Bewegung, als der Wärmestrahlung vorbehalten, für die Lichtstrahlung ausgeschlossen hatte.

Seine Rede handelt aber nicht nur von der Natur des Lichts; ihr originärer Teil ist eine auf dem Kongruenzprinzip (siehe 2.) beruhende neue Farbenlehre, die ihn zwingt, doch noch eine der Schwingungsbewegung überlagerte Rotationsbewegung der Ätherteilchen in Betracht zu ziehen; auch Cartesius brauchte zur Erklärung der Farben eine überlagerte Rotationsbewegung.

Die Erforschung der Farben hat Lomonossow gelegentlich als die ihm »angenehmste aller physikalischen Untersuchungen« bezeichnet, angenehm besonders deshalb, »weil sie am meisten von der Chemie, seiner Hauptprofession, abhängt«.

Dementsprechend ist dann seine Farbenlehre eine interessante Verquickung von optischen und chemischen Vorstellungen jener Zeit. Zu ihrem Verständnis muss man das Kongruenzprinzip kennen und außerdem wissen, dass die »angesehensten Chemiker« damals der Ansicht waren, dass die wahrnehmbaren Körper »aus ursprünglichen Materien, aus wirkenden und leidenden, oder aus den hauptsächlichlichen und dienenden« bestehen.

»Zu den ersteren gehört die salzige, die schweflige und die quecksilberne Materie; zu den zweiten reines Wasser und Erde.

Gewöhnliches Salz, Schwefel und Quecksilber zählt man nicht zu den ursprünglichen, einfachen und ungemischten Körpern, sondern man hat nur die Namen von ihnen für die meisten jener ursprünglichen Materien entlehnt.«

Wie Descartes und Mariotte vertritt Lomonossow im Gegensatz zu Newton die [allerdings nur physiologisch gesehen weitgehend richtige] Auffassung, dass das weiße Licht das Resultat einer Vermischung der drei elementaren Farben Rot, Gelb und Blau ist, und stützt sich dabei auf die Erfahrung der Maler:

»Die Maler verwenden die Hauptfarben und stellen die übrigen durch Mischen zusammen; aber können wir in der Natur eine größere Anzahl von Äthermaterien für die Farben annehmen als sie, die immer für ihre Wirkungen die einfachsten und kürzesten Wege sucht, selbst braucht?«

So nimmt er also drei Sorten verschieden großer Ätherteilchen an, die »mit drei Arten wirkender ursprünglicher Teilchen kongruieren, aus denen die wahrnehmbaren Körper bestehen, nämlich: die Ätherteilchen der ersten Größe mit der salzigen, die der zweiten Größe mit der quecksilbernen, die der dritten Größe mit der schwefligen oder brennbaren ursprünglichen Materie; jedoch mit reiner Erde, mit Wasser und mit der Luft kongruieren alle träge, schwach und unvollkommen.«

Die Erfahrung zeigt ihm, »dass von der ersten Art des Äthers die rote Farbe erzeugt wird, von der zweiten die gelbe und von der dritten die blaue. Die übrigen Farben entstehen durch deren Vermischung.«

Aus dieser Vorstellung ergibt sich folgender Mechanismus der Einwirkung des Lichtes auf den Stoff:

»Wenn die Sonnenstrahlen den wahrnehmbaren Körpern Licht und Wärme mitteilen, dann berühren die Ätherkugeln deren Oberfläche in oszillierender Bewegung und schmiegen sich an sie an; durch die rotierende Bewegung reiben sie sich an ihr.

Auf diese Weise kuppeln sich die kongruierenden Ätherteilchen mit den kongruierenden Teilchen der ursprünglichen Materie, aus denen die Körper bestehen. Und wenn diese aus irgend einem Grunde für die rotierende Bewegung ungeeignet sind, dann wird die rotierende Bewegung des Äthers dieser Art abgestumpft; die oszillierende Bewegung aber dauert noch an.«

Um beispielsweise die weiße Farbe eines Körpers erklären zu können, muss er annehmen, dass der Körper chemisch derart beschaffen ist, »dass von den vorherrschenden ursprünglichen Materien sich keine einzige auf der Oberfläche seiner gemischten Teile befindet, sondern dass diese von reinen erdigen oder rein wässrigen Teilchen bedeckt ist.

Dann müssen alle Arten der Ätherteilchen schwach mit ihnen kongruieren, und die rotierende Bewegung stößt kaum auf irgend ein Hindernis. Folglich trifft sie gemeinsam mit der oszillierenden Bewegung auf den Hintergrund des Auges und ruft im Gesichtssinn die Empfindung aller Farben hervor«; er erscheint weiß.

Die salzige Materie allein auf der Oberfläche ruft eine grüne Farbe, die quecksilberne Materie allein eine kirschrote [violette] und die brennbare Materie allein eine erzelbe [orange] Farbe hervor.

Erfahrungen bei der Herstellung von Glasschmelzen zur Herstellung von Mosaikbildern haben Lomonossow bei der Entwicklung dieser Farbenlehre geleitet, und umgekehrt scheint sie ihm die gezielte Herstellung von Glasschmelzen mit gewünschter Färbung erleichtert zu haben. Dennoch ist die Zeit über die mechanistische Farbenlehre Lomonossows hinweggeschritten, hat ihr aber nichts von ihrer wissenschaftsgeschichtlichen Bedeutung als früher Versuch, die Farbe der Stoffe mit deren chemischen Eigenschaften in Verbindung zu bringen, genommen.

5.10 Optische Instrumente und optisches Glas

Lomonossows Interesse galt nicht nur der Theorie des Lichts und der Farben, sondern auch dem Bau optischer Instrumente und der Herstellung optischen Glases.

Von seinen optischen Instrumenten, die er für physiko-chemische Untersuchungen einsetzte, war schon in 6. die Rede, so dass an dieser Stelle ein Hinweis auf die dort gemachten Ausführungen genügen muss.

Als aufmerksamem Beobachter war Lomonossow nicht entgangen, dass bei der Benutzung des Fernglases im Dämmerlicht die Gegenstände nicht nur größer, sondern auch heller und kontrastreicher erscheinen. Er machte die Akademiemitglieder mit dieser Beobachtung am 15. April 1756 bekannt.

Er ließ sich auch nicht irremachen, als darauf hingewiesen wurde, dass nach den Gesetzen der geometrischen Optik die Beobachtung unverständlich sei.

Wir wissen heute, dass er einem interessanten augenphysiologischen Effekt auf der Spur war, den Riccö (1875) und Piper (1903) später aufgeklärt haben. Die Empfindlichkeit der Netzhaut des Auges bei Dämmerlicht ist so beschaffen, dass in gewissen Grenzen die Reizschwelle mit zunehmender Größe des Netzhautbildes abnimmt.

Auf diesem Effekt beruht die Wirksamkeit seines Nachtsichtgerätes, eines zweilinsigen Fernrohres, das ihm für die Schifffahrt empfehlenswert schien.

Nautische Interessen lagen Lomonossow im Blute, und zweckdienliche Geräte, insbesondere

die verschiedenen Wellenlängen, beseitigt werden kann. Als praktische Lösung schlug er vor, zwei Glaslinsen zu verwenden und den Zwischenraum zwischen ihnen mit Wasser zu füllen.

Dieses Verfahren ist jedoch kompliziert und unbequem. Die erste brauchbare Lösung fand der englische Optiker John Dolland im Jahre 1758, vielleicht angeregt durch seinen Landsmann Chester Moore Hall, der sich schon um 1730 mit dem Problem der Achromasie befasst hatte. Zwei zufällig von Dolland gefundene Glassorten, Flintglas und Kronglas, wurden zu Linsen verarbeitet und ergaben zusammengefügt den ersten brauchbaren Achromaten.

Lomonossow, der sich mit der Herstellung von Glasflüssen für Mosaikbilder beschäftigte, wandte 1752 dem optischen Glas seine Aufmerksamkeit zu. Erstes Zeugnis ist eine umfangliche Versbotschaft an seinen Gönner J.J. Schuwalow »Über den Nutzen des Glases«; sie beginnt mit den Zeilen:

»Schuwalow, unerschlossen ist die Wahrheit jenen,
die höher als das Glas die Mineralien wännen,
da sie mit lockend Strahlen uns den Sinn verdrehen -
nicht minder nützlich ist das Glas, nicht minder schön ...«

Es ist anzunehmen, dass das erste, etwa seit 1756 zur Verfügung stehende auf Anforderung und unter Aufsicht von Lomonossow in der Akademiewerkstatt gebaute Refraktometer auch der systematischen Herstellung optischer Gläser von Nutzen war.

In den 1762/1763 geschriebenen »Chemischen und optischen Skizzen« finden sich - nach Morosow - viele Aufzeichnungen über das optische Glas, die darauf schließen lassen, dass die Beschäftigung mit diesem Gegenstand in den 10 Jahren davor nicht geruht hat; Aufzeichnungen aus dieser Zeit sind jedoch keine erhalten geblieben.

Bemerkenswert in diesem Zusammenhang sind folgende Notizen:

»In Okularen ist gelbes Glas aus Mennige und abgespaltenem Bergkristall zu verwenden« und »Glas mit Mennige ist refraktionsfreudiger als irgend ein anderes. Mit ihm gewöhnliches Glas vereinigen«.

Des weiteren geht aus den Skizzen hervor, dass in diesen Jahren ein neues Refraktometer gebaut und auch die Dispersion gemessen wurde: Refraktionen der Strahlen vom roten Kohlefeuer, vom gelben Kerzenlicht und von der blauen Branntweinflamme.

5.11 Die Erhaltung des Gesamtgewichts bei chemischen Reaktionen

Das Axiom von der Unzerstörbarkeit bzw. von der Erhaltung des Stoffes nach Gewicht und chemischer Natur bei chemischen Reaktionen lässt sich mindestens bis auf Van. Biringuccio zurückverfolgen, der 1540 in seiner "Pirotechnia" anlässlich der Trennung des löslichen Silbers vom unlöslichen Golde durch Scheidewasser als selbstverständlich ausspricht:

"Auch ist das Wasser so liebenswürdig, auch das Silber jederzeit auf Wunsch zurückzugeben, denn wenn es dieses auch scheinbar verzehrt und sein früheres Wesen zerstört hat, so gibt es dieses auch doch ohne Verlust wieder."

Auch Lomonossow war von der Richtigkeit des Axioms überzeugt und der erste, der den Beweis für die Erhaltung des Gewichts bei chemischen Reaktionen mit der Waage erbrachte.

Ausgangspunkt für ihn war ein vielbeachteter Verbrennungsversuch Robert Boyles aus dem Jahre 1673.

Boyle erhitzte ein Stück Blei (oder auch Zinn) in einer abgeschmolzenen Glasretorte, nachdem er zuvor das Gewicht der Retorte + Blei (Zinn) + Luftinhalt festgestellt hatte. Während des Erhitzens verwandelte sich das metallische Blei (Zinn) in ein Pulver. Nach dem Erhitzen öffnete er die Retorte, wunderte sich, dass die Luft pfeifend in sie eindrang, und wog wieder, Aus der festgestellten Gewichtszunahme zog er 1673 den Schluss, dass beim Glühen des Metalls ein feiner, aber gewichtbesitzender "Feuerstoff" durch die Gefäßwandung eingedrungen sei und das Gewicht des Metalls durch die Verbindung mit ihm vergrößert habe.

Lomonossow sah sich beim Überdenken des Boyleschen Experiments durch die Gewichtszunahme vor die Alternative gestellt: »dass entweder Teile der den Körper verbrennenden Flamme oder Teile der Luft, die während des Kalzinierens über den zu kalzinierenden Körper streicht, Gewicht besitzen«;

er entschied sich für letzteres.

In diesem Sinne schrieb er 1748 in einem an Euler gerichteten Brief: »Es ist kein Zweifel vorhanden, dass die Luftpartikel, die innen über den kalzinierenden Körper fliegen, sich mit ihm verbinden und sein Gewicht vergrößern«.

Er kam jedoch erst im Jahre 1756 dazu, diese interessante Überlegung zu einer Entdeckung werden zu lassen. Er wiederholte das Boylesche Experiment, wog aber das Glasgefäß mit dem Pulver, das sich beim Glühen gebildet hatte, bevor es geöffnet wurde und die Luft Gelegenheit hatte, zischend einzuströmen. Das Gewicht, das in der Größenordnung einiger hundert Gramm gewesen sein dürfte, blieb unverändert, obwohl die Waage Gewichtsunterschiede von 0,3 mg angezeigt hätte.

Dieses Ergebnis widerlegt nicht nur die Interpretation, die Boyle seinem Verbrennungsversuch gegeben hat, sondern lieferte auch 18 Jahre vor Lavoisier einen ersten Beweis für die Unveränderlichkeit des Gesamtgewichts aller beteiligten Stoffe bei chemischen Reaktionen.

Lomonossow hat es jedoch unterlassen, auf sein experimentelles Beweismaterial hinzuweisen, als er seine Formulierung des Satzes von der Erhaltung des Stoffes im Jahre 1760 veröffentlichte, und Lavoisier konnte somit in den Genuss der Priorität gelangen.

Im Hinblick auf das hypothetische Phlogiston ist nachträglich leicht festzustellen, dass der Ausgang des Lomonossowschen Experimentes diese Materie entbehrlich gemacht hat. Alles spricht dafür, dass der Verkalkungsvorgang ein synthetischer Vorgang ist, bei dem sich "Luftpartikeln" mit dem Metall zu Metallkalk vereinigen, nichts weist darauf hin, dass der Verkalkungsvorgang ein analytischer Vorgang ist, bei dem das Metall in Metallkalk und das hypothetische Phlogiston zerfällt.

Diese Konsequenz hat Lomonossow noch nicht gezogen, jedenfalls vertritt er im Jahre darauf in seiner groß angelegten Rede »Über die Entstehung der Metalle durch Erdbeben« keinen neuen chemischen Standpunkt. Zur endgültigen Liquidierung des Phlogistons fehlten die Entdeckung des Sauerstoffes (der dephlogistisierten Luft) und die Analyse der Metallkalke, wozu jedoch erst die Chemie zur Zeit Lavoisiers herangereift war.

5.12 Die Atmosphäre des Planeten Venus

Am 26. Mai 1761 stand ein bedeutendes astronomisches Ereignis bevor: Der Vorübergang des Planeten Venus vor der Sonne, kurz Venusdurchgang genannt.

Der Venusdurchgang tritt zweimal hintereinander mit einem Zeitabstand von 8 Jahren in Intervallen von 105 und 121 Jahren auf.

Lomonossow ließ sich die Gelegenheit nicht entgehen, die seltene Erscheinung bei sich zu Hause »mehr für physikalische Zwecke, unter Benutzung eines Fernrohres mit zwei Linsen und einer Länge von 41/2 Fuß« zu beobachten.

Seine auf Anfang und Ende der Erscheinung konzentrierte Aufmerksamkeit wurde reich belohnt. Er bemerkte, dass der Rand der Sonne an der erwarteten Stelle des Venuseintritts »unklar wurde und gleichsam etwas verwischt erschien, während er vorher sehr rein und überall gleichmäßig war«.

Den weiteren Verlauf der Beobachtung schildert Morosow nach Lomonossows Aufzeichnungen wie folgt:

»Er glaubte, das Beobachtete rühre von der übermäßigen Anspannung und einer Ermüdung der Augen her, die er daraufhin einen kurzen Moment zusammenkniff ...

Doch nach wenigen Sekunden sah er, dass dort, wo der Rand der Sonne unklar war, sich durch den Eintritt der Venus eine Einbuchtung gebildet hatte. Lomonossow wartete dann die Berührung des gegenüberliegenden Venusrandes mit dem Rand der Sonne (den zweiten Kontakt) ab.

Dabei nahm er wahr, dass sich zwischen dem hinteren Venusrand, der noch nicht in die Sonnenscheibe eingetreten war, und dem Rand der Sonne ein »haarfeines« Leuchten zeigte. Fünf Stunden danach begann er die Beobachtung des Venusaustritts aus der Sonnenscheibe. Und siehe da, »als sich ihr vorderer Rand dem Sonnenrand zu nähern begann und ungefähr den zehnten Teil des Venusdurchmessers von ihm entfernt war, da tauchte am Rande der Sonne ein Bläschen auf, welches umso klarer in Erscheinung trat, je mehr sich die Venus dem Austritt näherte«.

»Bald darauf verschwand jenes Bläschen und die Venus erschien plötzlich ohne Umrandung.« Das Ende der Erscheinung war ebenfalls, wie Lomonossow deutlich sehen konnte, durch Verschwommenheit und Unklarheit des Sonnenrandes gekennzeichnet. Dies waren samt und sonders vollkommen neue, von den Astronomen vorher noch nie beobachtete und beschriebene Erscheinungen.

»Doch Lomonossow erwies sich nicht nur als scharfer und kritischer Beobachter - er zog auch sofort aus seinen Beobachtungen die kühne und tiefdurchdachte Schlussfolgerung, dass »der Planet Venus von einer bedeutenden Luftatmosphäre umgeben ist, ebensolcher Art (nur vielleicht größer) wie diejenige, welche unsere Erdkugel umhüllt ...«

Außer Lomonossow hat kein Beobachter der Venusdurchgänge von 1761 und 1769 die Frage nach der Existenz einer Atmosphäre auf der Venus aufgeworfen. Nach den Entdeckungen, die Galileo Galilei und der Jesuitenpater Christoph Schreiner an der Oberfläche des Mondes und der Sonne gemacht hatten, war Lomonossows Entdeckung der Venusatmosphäre eine weitere beachtliche Erkenntnis mit Hilfe des Fernrohres.

Lomonossows Beobachtungen und Folgerungen sind noch im gleichen Jahre 1761 in einer besonderen Broschüre in russischer und deutscher Sprache veröffentlicht worden. William Herschel und Johann Schröter, die als Entdecker der Venusatmosphäre gelten, haben sich erst dreißig Jahre später mit dem Problem beschäftigt.

Nachschrift: Während ich das Manuskript dieses Lomonossow-Bändchens einer letzten Durchsicht unterziehe, geht die Nachricht durch die Welt, dass die sowjetischen Raumstationen Venus 5 und Venus 6 am 16. bzw. 17. Mai 1969 nach 130tägigem, 350 Mill. Kilometer langem

Flug auf dem Planeten Venus weich gelandet sind und auf dem Weg durch die Atmosphäre des Planeten quantitative Informationen über deren chemische Zusammensetzung, Temperatur und Druck gesendet haben.

6 Der Vorkämpfer für die Aufklärung in Russland

Aufklärung ist der Name für die unter dem Einfluss der großen naturwissenschaftlichen Entdeckungen im 17. Jahrhundert sich entwickelnde Weltanschauung, die jede kirchliche Autorität ablehnt und in allen Bereichen des kulturellen und gesellschaftlichen Lebens nur das Naturgemäße und Vernunftgemäße gelten lässt.

Die Bezeichnung Aufklärung betont etwas einseitig die damals aufkommenden Bestrebungen zur Reformierung des Erziehungswesens und zur Popularisierung der Wissenschaft; die Intensivierung der Pflege der Wissenschaft und das wachsende Verständnis für deren Bedeutung als Produktivkraft sind nicht weniger charakteristisch.

Das Zeitalter der Aufklärung beginnt etwa mit Francis Bacon (1561-1626) in England und Rene Descartes (Renatus Cartesius, 1596-1650), einem Franzosen, der es aus Furcht vor den Jesuiten vorzog, in dem kalvinistischen Holland zu leben.

Beide Philosophen betrachten die Natur materialistisch, unterscheiden sich aber bekanntermaßen durch ihre Ansicht über die beste Methode zur Erlangung wissenschaftlicher Erkenntnisse. Bacon bevorzugte die aus einzelnen Erscheinungen allgemeine Schlüsse ziehende induktive Methode und war einflussreich genug, das Aufblühen der darauf wesentlich beruhenden experimentellen Wissenschaften in England zu stimulieren, die ihre gute Tradition auf William Gilbert (1540-1603) zurückführen.

Descartes dagegen hielt sich an die konventionelle deduktive Methode, aus allgemeinen Sätzen eine Erklärung für den Einzelfall zu finden, und gab Anlass zur vorrangigen Entwicklung der theoretischen Wissenschaften in Frankreich.

Nach Misserfolgen infolge einseitiger Verwendung der einen oder anderen Methode in den verflornten Jahrhunderten halten wir uns heute daran, dass nur eine wohlproportionierte Verwendung beider Methoden den wirksamsten Schutz vor Fehlentwicklungen verspricht.

Von Frankreich, Holland und England ausgehend, breitete sich die Aufklärung in Europa aus, getragen von breiten Schichten des emanzipierten Bürgertums, das mächtig genug war, die der Entwicklung entgegenstehende feudale und klerikale Reaktion niederzukämpfen.

Deutschland litt unter den Folgen des Dreißigjährigen Krieges und konnte erst im Laufe seiner wirtschaftlichen Erholung aktiver Mitgestalter der Bewegung werden.

Begünstigt durch die rasche wirtschaftliche Entwicklung des Saalkreises wurde die 1664 gegründete Universität Halle frühzeitig zu einer Hochburg der Aufklärung in Deutschland.

Sie wurde aber auch unter dem Einfluss des Theologen und Orientalisten August Hermann Francke (1663-1727) zu einem Ausstrahlungszentrum für die Gedanken der Aufklärung und des Pietismus nach den slawischen Völkern hin [25].

In Russland hatten Feudalismus und Klerikalismus ein unabhängiges Bürgertum nur zögernd aufkommen lassen, so dass es hier erst der Einsicht eines Zaren in die Zusammenhänge von ökonomischem Fortschritt und Macht bedurfte, um das Land der Aufklärung, der Wegbereiterin des ökonomischen Fortschritts, zu erschließen.

Peter der Große beschnitt die Rechte der orthodoxen Geistlichkeit auf Bevormundung der Wissenschaft und gründete als deren zentrale Pflegestätte im Jahre 1724 unter beratender Mitwirkung von Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646-1716) und Christian Wolff (1679-1754) die Kaiserlich-Russische Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg.

An der Entstehung und ersten Entwicklung der Petersburger Akademie hatten jedoch nicht

nur Anhänger Wolffs, sondern auch Franckes namhaften Anteil. Erster Präsident der Akademie von 1725 bis 1733 war der Leibmedikus des Zaren Laurentius Blumentrost, dessen Vater aus Mühlhausen in Thüringen stammte und Schüler des berühmten und fortschrittlich gesinnten Mediziners an der Universität Jena Werner Rollfincks (1599-1673) war. Er selbst hatte in Halle studiert und stand Francke nahe.

Die Akademie sollte aber nicht nur die Stelle sein, >wo die Wissenschaften "zu Hause" sind, sondern auch jene Institution, die die wissenschaftliche Ausarbeitung staatlicher Aufgaben zu gewährleisten und als machtvolles Zentrum der Aufklärung zu fungieren hätte, das Kenntnisse über das ganze Land verbreiten sollte.<

>Die der Akademie zugeteilten Werkstätten sollten Staatsaufträge ausführen und die freien Künste und Manufakturen unterstützen.<

Um die Ausbildung russischer Wissenschaftler auf fremdländischen Universitäten und Hochschulen einzuschränken, wurden der Akademie eine Universität und ein Gymnasium angeschlossen. >Die ausländischen Akademiemitglieder wurden verpflichtet, nicht nur ihre "Wissenschaften zu produzieren", sondern auch in kürzester Frist eine genügende Zahl russischer Kräfte heranzubilden, die imstande wären, ihrerseits anderen die "ersten Rudimente (Grundlagen)" aller Wissenschaften beizubringen.<

Das Akademiegymnasium hat Lomonossow 10 Monate lang besucht.

Vom Geiste der Aufklärung erfüllt, fühlte sich Lomonossow nach Abschluss seines Studiums in Deutschland berufen, das von Peter dem Großen begonnene Werk der Aufklärung in Russland weiterzuführen. Es stand damals schlecht um deren Sache.

In den verfloßenen 16 Jahren (1725-1741) hatte die klerikale Reaktion wieder ihr Haupt erhoben; es war inopportun und sogar nicht mehr ganz ungefährlich, öffentlich für die kopernikanische Lehre einzutreten. Die Akademie der Wissenschaften existierte zwar noch, hatte sich aber nicht im Sinne ihres Gründers zu einer nationalen Akademie mit großer Breitenwirkung im Volke entwickelt; die Akademie war eine von Ausländern beherrschte höfische Einrichtung geblieben. Gymnasium und Universität hatten ihre Aufgaben in quantitativer und in qualitativer Hinsicht nur in völlig unzureichendem Maße erfüllt.

Lomonossow nahm den Kampf für die Aufklärung in Russland an allen Fronten auf und fand überall Gegner: Selbstverständlich, und aus durchsichtigen Gründen, die orthodoxe Geistlichkeit in geschlossener Phalanx, aber auch unter den ausländischen Akademikern und Leitern der Akademieverwaltung; nicht, dass diese Gegner der Aufklärung gewesen wären, aber die in deren Namen von Lomonossow geforderte vermehrte und intensiviere Ausbildung russischer Gymnasiasten und Studenten bedeutete für sie mehr Arbeit, und im Falle des Erfolges wäre es mit ihrer eigenen, für sie so vorteilhaften Unentbehrlichkeit zu Ende gewesen.

Um sicherzustellen, dass das Gymnasium und die Universität ihre Aufgaben zufriedenstellend erfüllten, hielt es Lomonossow auf Grund langjähriger Erfahrung für notwendig, diese Einrichtungen einem Vizepräsidenten der Akademie zu unterstellen.

Seine diesbezügliche Eingabe aus dem Jahre 1759 an den Staatskanzler M. I. Woronzow, der seit 1758 im Amt war, ist im folgenden nachzulesen; sie hellt die Gründe des bisherigen Misserfolges auf und zeigt, wie zäh und erfolgreich Lomonossow sich im Rahmen des ihm Möglichen insbesondere der Gymnasiasten angenommen hat.

Allererlauchtigster Reichsgraf,
gnädiger Herr Michailo Larionowitsch!

In der Hoffnung auf die große Gnade Euer Erlaucht besitze ich die Kühnheit, Sie, gnädiger Herr, mit einer demütigen Bittschrift zu belästigen, die mehr den Vorteil der Allgemeinheit als den meinen betrifft. Ich erhoffe dabei, wenn ich meine eifrigen Bemühungen darstelle, von Euer Erlaucht die gnädigste Verzeihung.

In fünfzehn Jahren habe ich vier Berufe ausgeübt - in der Beredsamkeit, in der Geschichte, in der Physik und in der Chemie -, und alle betrieb ich nicht nur, um irgendwie die Zeit zu verbringen, sondern in allen gelangen mir bedeutende Erfindungen: in der Beredsamkeit führte ich in unserer Sprache einen eigenen Versbau ein und verbesserte den Stil durch grammatische und rhetorische Regeln sowie durch Beispiele in verschiedenen Werken; in der Physik hielt ich öffentliche Reden und schrieb Dissertationen für die "Commentarii", die von großen Gelehrten sehr gelobt wurden; in der Geschichte zeigte ich im ersten Band der "Russischen Geschichte" die wirkliche Abstammung des russischen Volkes; in der Chemie befasste ich mich - außer mit anderen Erfindungen - mit der Mosaikkunst.

Außerdem führe ich schon seit drei Jahren die Geschäfte der Kanzlei [Lomonossow war seit 1757 Mitglied der Akademie-Kanzlei] und bemühe mich, die Wissenschaften im Vaterlande zu verbreiten.

Im Gymnasium herrschte dreißig Jahre lang ein derart trauriger Zustand, und die Schüler kamen in einem solch ärmlichen Aufzug in die Klassen, dass es eine Schande war, sie achtbaren Menschen zu zeigen; das Stipendium, das sie erhielten, gaben sie ihren Vätern zur Beköstigung, und da sie hungerten und froren, konnten sie wenig ans Lernen denken, außerdem verloren sie fast ihre ganze Zeit durch den Nachhauseweg, der oft sehr weit war, und auch dadurch, dass sie daheim Vater und Mutter helfen mussten; ferner hatten sie zu Hause Gelegenheit, umherzutollen und schlechte Beispiele zu sehen.

Daher ist es nicht verwunderlich, dass das Gymnasium zu Anfang nicht einmal würdige Studenten hervorbrachte, geschweige denn Professoren oder wenigstens bei uns herangebildete Adjunkten. Nunmehr, nach meinen Vorhaltungen und Bemühungen, sind alle Gymnasiasten mit gleichen Winter- und Sommeranzügen sauber gekleidet; sie haben am gemeinsamen Mittagstisch ein ausreichendes Essen, ihre Zeit verwenden sie zum Lernen, und sie führen sich ordentlich auf; daher kommt es auch, dass es in einem Jahr in einigen Klassen schon Beförderungen gab und acht Mann nach einem strengen Examen vor der Professorenversammlung würdig befunden wurden, Studenten zu werden.

Die von mir im Gymnasium eingeführten russischen Klassen werden nicht nur von Russen, sondern auch von Ausländern besucht. In ähnlicher Weise bemühte ich mich auch sehr um die Universität; jedoch habe ich dazu zu wenig Autorität.

Meine Kollegen von der Kanzlei (J. Taubert und J. v. Stählin, Schumacher hielt sich zu jener Zeit breits von der Amtsausübung fern.), welche die niederen Ränge zu kontrollieren haben, können leicht mit diesen fertig werden. Ich jedoch darf es im Gegensatz dazu bei meinem jetzigen Rang nicht wagen, die Professoren an die Erfüllung ihrer Pflichten zu erinnern; sie halten das für eine Beleidigung und bringen in vornehmen Häusern falsche Anschuldigungen vor.

Die eben erfolgte Abreise Seiner Erlaucht des verehrten Herrn Grafen Kiril Grigorjewitsch erfordert unbedingt eine besondere Maßnahme; denn die zwei ausländischen Mitglieder der Kanzlei haben mir gegenüber ein Übergewicht. Ich empfinde dies als Hindernis bei der Heranbildung russischer Gelehrter.

Der große akademische Korpus, welcher aus vielen Departements besteht, die wieder in viele

kleine Dienststellen aufgeteilt sind, bedarf unbedingt eines Vizepräsidenten.

Sollte hierzu jemand bestimmt werden, der der Akademie nicht angehört, so wird dies kaum irgendeinen Nutzen haben, weil es lange dauern wird, ehe er sich mit dem inneren Zustand der Akademie bekannt gemacht hat, und inzwischen hört er auf die Meinungen Fremder, und wie wenig diese mit der Akademie in Einklang stehen, ist hinreichend bekannt.

Im Gegensatz dazu habe ich, da ich schon zwanzig Jahre in verschiedenen Rangstufen diesem Korpus angehöre, wobei ich bereits neun Jahre als Rat, drei Jahre als Mitglied der Kanzlei tätig bin und vorher bei einigen Kommissionen, die bei der Akademie eingesetzt waren, mitgewirkt, ferner als Richter fungiert und außerdem die Geschäfte verschiedener Professoren geführt habe und dadurch erfahren und sehen konnte, wo in der ganzen Akademie Überfluss und wo Mangel herrschen, durchaus das Recht, alleruntertänigst zu bitten, mich mit diesem Amt zu betrauen.

Ich werde dabei meine aufrichtige und angeborene Liebe und meinen Eifer für das Vaterland und für die Wissenschaften beweisen, die meinem Herzen teurer sind als alles andere. Aus all diesen Gründen zweifle ich nicht, dass Euer Erlaucht mir zur Erfüllung dieses Wunsches, gemäß Ihrer alten väterlichen Gnade, Fürsprecher und Helfer sein werden; dadurch würden Sie meinen Eifer noch stärker anspornen, in unserem Vaterland die Zahl der einheimischen Gelehrten zu vermehren, an denen wir leider großen Mangel haben.

In Erwartung Ihrer hohen väterlichen Gnade verbleibe ich mit tiefer Ehrerbietung,
gnädiger Herr,

Euer Erlaucht allerdemütigster und allereifrigster Diener

Michailo Lomonossow

30. Dezember 1759

Lomonossows Gegenspieler an der Akademie und am Hofe waren einflussreich genug, die Besetzung der in dieser Eingabe vorgeschlagenen Stelle eines Vizepräsidenten der Akademie, für die nach Lage der Dinge nur er selbst in Frage gekommen wäre, zu hintertreiben: Er wäre ihnen zu mächtig geworden, und so blieb vorläufig alles beim alten.

Mehr Glück hatte Lomonossow mit seiner Anregung, zwecks Verbreiterung der Basis des Werkes der russischen Aufklärung eine Universität in Moskau zu gründen. Nach den schlechten Erfahrungen mit der akademischen Universität in St. Petersburg sollte hier der fremdländische Einfluss von vornherein ausgeschaltet sein.

Die Universität wurde tatsächlich im Jahre 1755 gegründet, und wenn auch in den Akten nur der Übermittler seiner Anregung an die Zarin Elisabeth Petrowna, der Graf J. I. Schuwalow, genannt wird, so besteht doch kein Zweifel über die geistige Vaterschaft des Projektes und den Urheber seiner bis ins einzelne gehenden Ausarbeitung.

Zu den Eröffnungsfeierlichkeiten hat Lomonossow nicht einmal eine Einladung erhalten. Er ließ es sich jedoch nicht verdrießen und bemühte sich später auch noch um die Gründung einer von der Akademie der Wissenschaften unabhängigen Universität in St. Petersburg.

In diesem Falle machte der Tod der Zarin Elisabeth Petrowna im Jahre 1761 alle dahin zielenden Pläne und Hoffnungen zunichte. Die Petersburger Universität wurde erst im Jahre 1819 gegründet.

Lomonossows aufklärerisches Wirken beschränkte sich nicht aufs Organisatorische; er trat vielmehr auch persönlich in der Öffentlichkeit für die Verbreitung wissenschaftlicher Erkenntnisse in Wort und Schrift ein. Gelegenheit dazu gaben die aus mancherlei Anlässen stattfindenden öffentlichen Sitzungen der Akademie.

Um eine große Breitenwirkung zu erzielen, war er um Allgemeinverständlichkeit seiner Vorträge bemüht und bediente sich nach Möglichkeit nicht der lateinischen, sondern der russischen Sprache; im übrigen muss er wohl ein glänzender Redner gewesen sein.

Zahlreiche Manuskripte lateinischer Reden und Abhandlungen wurden von ihm ins Russische übersetzt; das war gar nicht so einfach, weil es keine russische Fachsprache gab und diese erst entwickelt werden musste.

Wo immer Anlass und Gelegenheit war, nahm Lomonossow die Aufklärung in Schutz und wies deren klerikale Gegner in ihre Schranken. Wie bei seinem Temperament verständlich, griff er diese hartnäckigen Gegner aber auch mit der Waffe der Satire an. Hier soll nur von einem Schlag die Rede sein, der ihm mit seinem satirischen Gedicht »Hymne auf den Bart« nur allzu gut gelang.

Dazu muss man wissen, dass Peter der Große der orthodoxen Geistlichkeit den Bart gelassen hatte und dieser nun erst recht ihr ganzer Stolz war.

Nach einem Verhör, in dem Lomonossow sich als Autor bekannte, reichte der Hl. Synod am 6. März 1757 einen Bericht ein, in dem es unter anderem heißt: „Aus jenem unchristlichen, noch dazu von einem Professor der Akademie verfassten Pasquill [Spottschrift] geht nichts anderes hervor, als nur der klare Beweggrund von Gegnern der rechtgläubigen Kirche und eines Menschen, der unverschämt genug ist, schreckliche Lästerungen auszustoßen.“

Elisabeth möge befehlen, dass "solche sittenverderbliche Pamphlete zu vernichten und öffentlich zu verbrennen seien" sowie "besagten Lomonossow zur dafür gebührenden Verwarnung und zur Besserung dem Synod zu überweisen".

Elisabeth ließ jedoch die Sache auf sich beruhen. Zwei Gründe mögen dabei eine Rolle gespielt haben; das persönliche Wohlwollen der Zarin ihrem Hofdichter gegenüber und die Popularität, die Lomonossow genoss. Einer seiner Anhänger schrieb damals aus diesem Anlass:

"Es heißt, verbrennen wollt man jemanden mit Wonnen,
die Zeit, da man uns briet, ist aber längst verronnen!"

Zum Abschluss dieses Kapitels noch ein Scherzgedicht Lomonossows über die Vernünftigkeit des kopernikanischen Sonnensystems, das durch seine Einprägsamkeit zweifellos für Aufklärungszwecke sehr wirksam war:

»Zwei Astronomen, wohl bewirtet mit dem Weine,
erhitzen sich beim Streit. Es sagte aus der eine,
die Erde sei es, die sich um die Sonne drehe,
der andere aber, dass es umgekehrt geschehe,
Kopernikus und Ptolomäus hießen sie,
und jener, der entschieden, welche Theorie
die rechte ist, der Koch, hat also ausgesagt,
so ihn der Wirt um seine Meinung hat gefragt:
"Ich weiß nur, was Kopernikus erklärt, hat Sinn,
obzwar ich auf der Sonne nie gewesen bin -
sah einer jemals einen solchen dummen Koch,
der mit dem ganzen Ofen um den Braten kroch!"«

Die Idee zu einem solchen Gedicht hat übrigens Johannes Kepler (1571-1630) in seiner "Antwort auf Röslins Diskurs" (1609/10) ausgesprochen: Die Erde muss sich doch um die Achse drehen, damit "der Braten alle Tage einmal umgewendet wird, so dass er der Sonnenhitze um

und um teilhaftig werde".

Von befreundeter Seite erfuhr ich, dass Lomonossow vermutlich auf dem Umweg über das seinerzeit verbreitete Werk des Cyrano de Bergerac (Komische Geschichte der Staaten und Reiche des Mondes, 1648-1650) zu seiner Versschöpfung angeregt wurde.

In der Geschichte der russischen Aufklärung ist Lomonossow ein ehrenvoller Platz gesichert. Seinem mutigen und zähen Kampf, insbesondere um die Heranbildung einer russischen Intelligenz, ist es gelungen, aus der Flamme, die Peter der Große entfacht hatte, und die nach dessen Tode zu ersticken drohte, einen Flächenbrand werden zu lassen, in dem die in Russland so zählebige Scholastik schließlich doch zugrunde ging.

7 Letzte Lebensjahre und Tod

Seit dem Jahre 1756 war Lomonossow im Besitz eines stattlichen Anwesens am rechten Ufer der Moika, eines Seitenarmes der Newa. Da ihm der chemische Lehrstuhl zu dieser Zeit bereits entzogen worden war und ihm infolgedessen auch die Benutzung des chemischen Laboratoriums der Akademie, um dessen Bau und Einrichtung er jahrelang zäh gekämpft hatte, nicht mehr zustand, richtete er sich in seinem Hause ein eigenes Laboratorium ein.

Das Haus war geräumig genug, dass es auch die Werkstatt für die Herstellung von Mosaikbildern und die Gehilfen als Bewohner beherbergen konnte. Große Freude bereitete Lomonossow die Möglichkeit zu gärtnerischer Betätigung; die Bäume in seinem Obstgarten hatte er eigenhändig gepflanzt und veredelt, den Baumschnitt besorgte er selbst.

Das anziehende Wesen Lomonossows, wie es sich seinen Zeitgenossen einprägte, ist nach Morosow in dem von N. I. Nowikow verfassten "Versuch eines historischen Wörterbuchs" festgehalten:

"Er hatte ein fröhliches Gemüt, sprach kurz und scharfsinnig und liebte es, in Gesprächen feine Scherze einzuflechten; dem Vaterland und den Freunden war er treu, die sich in den humanistischen Wissenschaften Üben beschirmte und ermutigte er; im Umgang war er größtenteils freundlich, zu denen, die seine Güte suchten, freigebig; bei all dem aber war er aufbrausend und jähzornig."

Eine besondere Freude war es ihm, wenn er einem seiner Landsleute helfen konnte, eine höhere Bildung zu erlangen oder in einem praktischen Fache Meister zu werden. Er fand immer Wege, auch Menschen in das der Akademie angegliederte Gymnasium einzuschleusen, die eigentlich von der Gymnasialbildung ausgeschlossen waren, weil sie der Kopfsteuer unterlagen.

So förderte er den später berühmten Bildhauer Fedot Iwanowitsch Schubin (Schubnoy oder Schubny) (1740-1805) und seinen Neffen Michail Jewsejewitsch Golowin (1756-1790). Letzterer wurde Schüler von Leonhard Euler (1707-1783), der 1766 nach Russland zurückkehrte, und erwarb sich große Verdienste um die Veröffentlichung von etwa 130 Forschungsarbeiten des erblindenden großen Mathematikers.

>Mit zunehmendem Alter, gegen sein 50. Lebensjahr [1761] hin, begann die Spannkraft seines Körpers nachzulassen, er wurde schwerfällig und korpulent, hatte geschwollene Beine und ging an einem Stock.

Sein Gesicht, in jungen Jahren rotwangig und rund, magerte ab und nahm eine gelbliche Färbung an. Die vollen Lippen waren zu einem gequälten Lächeln verzogen. Zu dieser Zeit hat Fedot Schubin die bekannte Marmorbüste von Lomonossow geschaffen.<

Wenn der Körper auch zu versagen begann, Lomonossows Geist und Wille blieben wach. Noch im Jahre 1763 erschien von ihm die Abhandlung: "Kurzgefasste Beschreibung verschiedener Forschungsreisen auf den Nordmeeren und Angabe einer möglichen Durchfahrt von dem Sibirischen Ozean nach Ostindien«.

Das Thema hatte seine Phantasie viele Jahre beschäftigt und ihn schon 1752 zu der Ode inspiriert:

»Vergeblich wehret die gestrenge
Natura die verbindend Gänge
von West nach Ost uns mit Gewalt.

Dies meine klugen Augen schauen:
Durchs Eis strebt ohne Todesgrauen
der russische Kolumbus bald.«

Zahlreiche geographische, ozeanographische und meteorologische Studien dienten dem Zweck, eine arktische Expedition aufs Bestmögliche vorzubereiten und auszurüsten. Die Expedition, die bald nach seinem Tode ihre Aufgabe in Angriff nahm, scheiterte und wäre auch wohl gescheitert, wenn alle Forderungen Lomonossows berücksichtigt worden wären. Die nordöstliche Durchfahrt wurde in den Jahren 1878/79 von dem schwedischen Polarforscher Nordenskjöld erstmalig befahren und im Jahre 1932 von Sowjetbürgern endgültig dem Verkehr erschlossen.



Abb. 7. Lomonossow-Plastik von Fedot Schubin

Am 20. Dezember 1763 gab Lomonossow seine »Botschaft über die in Arbeit befindliche Mineralogie« heraus. Im Juni 1764 wurde das kolossale, im Auftrag der Zarin Elisabeth Petrowna 1761 begonnene Mosaikgemälde "Die Schlacht von Poltawa" unter seiner Leitung fertiggestellt.

Es gilt als das bedeutendste barocke Werk der russischen Mosaikkunst, fand aber damals bei Hofe kein Interesse mehr. Heute schmückt das restaurierte Kunstwerk das Treppenhaus des alten Akademiegebäudes an der Newa, in dem sich der Konferenzsaal der Akademie der Wissenschaften befindet.

Die Interesselosigkeit des Hofes an dem Mosaikbild war nur ein Symptom der Ungnade, in die Lomonossow nach der Thronbesteigung der Zarin Katharina II. (1729-1796) im Jahre 1762 gefallen war. Sie überschattete seine letzten Lebensjahre nicht weniger als das Nachlassen der Spannkraft des Körpers.

Im März 1758 hatte ihm der Präsident der Akademie die Leitung des seit Jahren arg vernachlässigten Geographischen Departements übertragen; am 28. Januar 1763 erfuhr er mündlich von seinem Kollegen in der Leitung der Akademischen Kanzlei, dass er auf Grund einer Verfügung des Präsidenten vom 31. August 1762 (!) von der Leitung der Kommission entbunden sei. Er erhob Einspruch und blieb im Amte.

Aber schon am 2. Mai 1763 unterzeichnete Katharina II. folgenden Ukas:

"Den Kollegienrat Lomonossow ernennen wir allergnädigst zur Belohnung zum Staatsrat und versetzen ihn auf Lebenszeit mit der Hälfte seines Gehalts in den Ruhestand."

Der Ukas gelangte zwar nach Petersburg und gab Lomonossow Veranlassung, zunächst einmal seine amtliche Tätigkeit in der Akademischen Kanzlei einzustellen, doch unterblieb die Veröffentlichung des Ukas im Staatsanzeiger.

Wenn es der Zarin gefiel, ließ sie auch weiterhin - als sei nichts geschehen - dem Kollegienrat (!) Lomonossow die Ausführung von Projekten übertragen.

Mehrfach übergangen, wurde Lomonossow aber schließlich doch noch am 20. Dezember 1763 unter Erhöhung seines Jahresgehältes auf 1875 Rubel zum Staatsrat ernannt. Er gab sich jedoch keiner Täuschung darüber hin, dass dieser und noch der eine oder andere Gnadenbeweis weiter nichts als Maßnahmen taktischer Klugheit ihm gegenüber als dem Exponenten und Wortführer des Russentums in der Akademie waren und keinen Gesinnungswechsel der Zarin anzeigten.

Als Lomonossow sein Ende herannahen fühlte, vertraute er sich einem ihm näher stehenden Akademiemitgliede an:

»Freund, ich fühle es, ich werde sterben. Doch ich blicke ruhig und mit Gleichmut auf den Tod. Mich dauert nur, dass ich nicht alles vollenden konnte, was ich zum Nutzen des Vaterlandes, zur Bereicherung der Wissenschaften und zum Ruhm der Akademie unternommen habe; und jetzt am Ende meines Lebens muss ich sehen, dass alle meine nützlichen Absichten mit mir zu Grabe gehen ...«

Lomonossow starb im 54. Lebensjahr.

Über Tod und Beisetzung schreibt Morosow:

>»Am 4. April (nach alter Rechnung) 1765 gegen fünf Uhr nachmittags hörte Lomonossows leidenschaftliches Herz auf zu schlagen. Die Nachricht davon brachte einer seiner Verehrer, der Erzieher des zehnjährigen Thronfolgers Paul, Semjon Poroschin, an den Hof:

"Als ich ankam, erzählte ich ihm vom Tode Lomonossows. Er erwiderte: 'Warum den Dummkopf beklagen, er hat bloß die Staatskasse ruiniert und nichts geleistet.'" Vermutlich wurde am Hofe seiner Mutter, der "aufgeklärten" Katharina, allgemein so geurteilt ...

In der Frühe des 8. April wurde die Leiche in das Alexander-Newski-Kloster zur Bestattung überführt, "unter ungeheurem Menschenandrang", wie Taubert (einer seiner Gegenspieler) bemerkte.

Zur Beisetzung erschienen höchste Staatsbeamte, Würdenträger und Senatoren, die ganze "hohe Geistlichkeit" mit dem Petersburger Bischof an der Spitze und das akademische Korps.

In den ersten Reihen hinter dem Sarge Lomonossows schritten Leute, die ihn sein ganzes Leben gehasst hatten. Aber es gab auch andere Menschen.

Und sie gingen ebenfalls hinter seinem Sarge her. Man sah die russischen Adjunkten, Studenten und Gymnasiasten der Akademie der Wissenschaften. Lomonossow kannte sie alle, er hatte sie herangebildet, aus ihnen etwas gemacht und sie, wo es not tat, in Schutz genommen ...<

Lomonossow ist ungeliebt von der Akademie und dem kaiserlichen Hofe aus dem Leben geschieden.

Wie man jedoch nicht umhin konnte, dem berühmten Manne ein würdiges Staatsbegräbnis

zuteil werden zu lassen, so verhinderte man auch nicht die Herausgabe seiner Werke; man ließ jedoch die damals als anstößig empfundenen fortschrittlichen Schriften aus und zeichnete ein verfälschtes Lomonossowbild, das lange Zeit für das wirkliche gehalten wurde.



Abb. 8. Lomonossow-Denkmal vor der Moskauer Universität

Heute, 200 Jahre nach seinem Tode, ist in der Sowjetunion die Erinnerung an Lomonosow getragen von der Liebe des ganzen Volkes, das sich im Genuss der Güter befindet, für die er gekämpft hat: Aufhebung des Bildungsprivilegs und Entwicklung der Produktivkraft Wissenschaft.

Die Akademie der Wissenschaften der UdSSR verehrt in Lomonosow ihr erstes aus dem russischen Volke stammendes Mitglied und den Gelehrten, der durch das hohe Niveau seiner wissenschaftlichen Arbeiten zur Begründung des internationalen Ansehens der Akademie rühmlich beigetragen und mit viel eigener Initiative die Lösung nationaler Aufgaben der Akademie gegen hemmende Kräfte durchgesetzt hat.

Die Staatliche Lomonosow-Universität in Moskau kündigt mit ihrem Namen weithin den Namen des Initiators ihrer Gründung.

8 Schrifttum

Lomonossows Werke

[1] M. W. Lomonossow: Vollständige Werksausgabe, Moskau-Leningrad 1950-1959 (Sowjetische Akademie-Ausgabe, 10 Bände), russisch

[2] M. W. Lomonossow: Philosophische Schriften, Moskau 1950 (Sowjetischer Auswahlband), russisch

[3] Michail Wassiljewitsch Lomonossow: Ausgewählte Schriften in zwei Bänden, Band I: Naturwissenschaften, Band II: Geschichte, Sprachwissenschaften und anderes / Briefe. Im wesentlichen Übersetzungen aus [2], überarbeitet nach [1]; Schlussredaktion: Willi Hoepp. Berlin: Akademie-Verlag 1961.

Aus dem Inhaltsverzeichnis zu Band I:

Physikalisches Spezimen über die Umwandlung eines festen Körpers in einen flüssigen, die abhängig ist von der Bewegung einer vorhandenen Flüssigkeit [1738]

Physikalische Dissertationen über den in der Kohäsion der Korpuskeln bestehenden Unterschied gemischter Körper, welche Michailo Lomonossow, Student der Mathematik und Philosophie, im März des Jahres 1739 zur Übung schrieb.

Die Elemente der mathematischen Chemie [1741]

[Aus den Bemerkungen zur Physik und Korpuskularphilosophie] [1741-1743]

Versuch einer Theorie über die nichtwahrnehmbaren Teilchen der Körper und über die Ursachen der partikulären Eigenschaften überhaupt [1743-1744]

Aus der "Wolffschen Experimentalphysik" [1746]

Vorwort

Ergänzungen zur "Experimentalphysik"

Programm [1746]

[Brief an Leonhard Euler vom 5. Juli 1748]

Betrachtungen über die Ursache der Wärme und Kälte [1749]

Rede über den Nutzen der Chemie [1751]

Pläne und Materialien zum "Lehrkursus der wahren physikalischen Chemie"

Einleitung [1752?]

[Programm der physikalischen Chemie] [1752?]

Lehrkursus der wahren physikalischen Chemie [1752-1754]

Rede über die atmosphärischen Erscheinungen, die von der Elektrizität herrühren [1753]

Erläuterungen zur Rede über die elektrischen Erscheinungen in der Atmosphäre [1753]

[Aus den Bemerkungen zur Theorie des Lichts und der Elektrizität] [1756]

Theorie der Elektrizität nach mathematischer Methode dargelegt [1756]

Rede über das Entstehen des Lichtes, die eine neue Farbenlehre darstellt [1756]

Rede über die Entstehung der Metalle durch Erdbeben [1757]

Aus der "Abhandlung über die Verbesserung der Orientierungsmöglichkeiten auf Seefahrten"[1759]

Dritter Teil: Über die Schiffahrtskunde

Abhandlung über die Festigkeit und Flüssigkeit der Körper [1760]

Aus "Erscheinung der Venus vor der Sonne, beobachtet bei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg, den 26. Mai 1761" [1761]

Aus "Erste Grundlagen der Metallurgie oder des Hüttenwesens" [1763]

Zweite Beilage: Über die Erdschichten

Konspekt der wichtigsten Theoreme, mit denen sich M.W. Lomonossow bemühte, die Naturwissenschaften zu bereichern [1764]

Die eckigen Klammern in diesem Inhaltsverzeichnis rühren von dem Herausgeber des sowjetischen Auswahlbandes [2] her; sie betreffen Titel von Arbeiten, denen Lomonossow selbst keine Überschrift gegeben hat, und Zeitangaben über die Entstehung der Arbeiten.

[4] M.W. Lomonossow: Physikalisch-Chemische Abhandlungen aus den Jahren 1741-1752, Aus dem Lateinischen und Russischen übersetzt und mit Anmerkungen herausgegeben von W.N. Menschutkin (St. Petersburg) und Max Speter (Berlin). Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften Band 178. Leipzig: Verlag Wilhelm Engelmann 1910

[4] ist durch [3], als das neuere und umfangreichere Werk, weitgehend überholt, enthält andererseits aber auch in gekürzter Übersetzung die Abhandlung: Versuch einer Theorie der elastischen Kraft der Luft (1748).

Biographien

[5] B.N. Mentschutkin: M. W. Lomonossow, der erste russische Chemiker und Physiker. In: Annalen der Naturphilosophie, herausgegeben von Wilhelm Ostwald, Band IV. Leipzig: Veit & Comp. 1905

[6] A. A. Morosow: Michail Wassiljewitsch Lomonossow. Ins Deutsche übertragen von W. Hoopp. Berlin: Rütten & Loening 1954 (Von dem russischen Originalwerk ist 1961 eine 4., überarbeitete Auflage erschienen)

[7] Lomonossow, in Großer Sowjet-Enzyklopädie, T. 25. 1954 7. (russisch)

[8] Kudrjanzew: M. W. Lomonossow. Klassische Physik, Moskau 1955. (russisch)

[9] Luce Langevin: Lomonossow - Sa vie, son oeuvre. Introduction - Choix et traduction des textes, notes et commentaires, Paris: Editions Sociales 1967

[10] I. Strube: Michail Wassiljewitsch Lomonossow.

In: Biographien bedeutender Chemiker. Herausgeber: Dr. Karl Heinig. Berlin: Volk und Wissen 1968

Allgemeine Literatur

[41] Max Speter: Lavoisier und seine Vorläufer, Stuttgart 1910

[12] Edmund Hoppe: Geschichte der Physik, Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn 1926, Nachdruck 1965

[13] Max von Laue: Geschichte der Physik. 3. Aufl, Bonn: Athenäum-Verlag 1950

[14] S. I. Wawilow: Isaak Newton. Berlin: Akademie-Verlag 1951

[15] Geschichte der Universität Jena, Bd. I, S. 164, Jena: VEB Gustav-Fischer-Verlag 1958

[16] Walther Gerlach: Humor und Witz in Schriften von Johannes Kepler. München: Verlag der Bayer. Akad. d. Wiss. 1968

[17] Wilhelm Schütz: Michael Faraday. Biographien hervorragender Physiker. Leipzig: BSB B. G. Teubner Verlagsges. 1968

[18] Wilhelm Schütz: Robert Mayer, Biographien hervorragender Naturwissenschaftler und Techniker, Leipzig: BSB B. G. Teubner Verlagsges. 1969

[19] E. J. Dijksterhuis: Die Mechanisierung des Weltbildes. Ins . Deutsche übertragen von H.

Habicht. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer-Verlag 1956

Deutschsprachige Spezialliteratur (Auswahl)

[20] In: Urania, Monatsschrift über Natur und Gesellschaft, Leipzig/Jena/Berlin

W. Hoepf: Lomonossows Platz in der Geschichte der Naturwissenschaften. Bd. 21 (1958)

Hans Baumgärtel: Michail Wassiljewitsch Lomonossow in Freiberg 1739/40. Zur 250. Wiederkehr seines Geburtstages (Nov. 17414). Bd. 24 (1961)

[21] In: Bergakademie, Berlin

Hans Baumgärtel: Ein Beitrag zu den Beziehungen M. W. Lomonossows zu Freiberg: Begründung der wissenschaftlichen Lehre vom natürlichen Wetterzuge. Bd. 13 (1961)

Hans Baumgärtel: Die Freiburger montanwissenschaftliche Lehre zur Zeit des Studiums von M. W. Lomonossow (1739/ 40)

[22] In: NTM - Schriftenreihe für Geschichte der Naturwissenschaften, Technik und Medizin

N. A. Figurovski: Die Arbeiten von M. W. Lomonossow auf dem Gebiete der theoretischen Chemie. Berlin: 1. Jahrg. (1961) H. 4

V. Zubov: Zur Frage: Lomonossow und Henckel. Beiheft zur NTM. Leipzig 1964

[23] In: Zeitschrift für Slawistik. Berlin, Bd. VI (1961) C. Grau: Die Wandlung des deutschen Lomonosov-Bildes am Anfang des 20. Jahrhunderts

E. Hexelschneider: M. V. Lomonosov und die Schaffung einer russischen naturwissenschaftlichen Terminologie

E. Winter: Das Wirken der Universität Halle im Geiste Melanchthons und die Aufklärung der slawischen Völker in Europa

P. Hoffmann: Neue Lomonosov-Literatur in der Sowjetunion

[24] In: Quellen und Studien zur Geschichte Osteuropas. Bd. XII:

Lomonosov, Schlözer, Pallas - Deutsch-Russische Wissenschaftsbeziehungen im 18. Jahrhundert, Herausgeber: E. Winter, Berlin: Akademie-Verlag 1962

V. L. Cenakal: Die wissenschaftlichen Verbindungen Lomonosovs mit deutschen Gelehrten

N. A. Bezborodov: Lomonosovs Arbeiten über die wissenschaftliche Erforschung des Glases

I. Strube: Die chemische Lehre Georg Ernst Stahls (1659-1734) als Grundlage der Arbeiten Lomonosovs

V. P. Zubov: Lomonosovs Übersetzung der Wolffschen Experimentalphysik

G. Mühlpfordt: Eine deutsche Würdigung Lomonosovs aus dem Jahre 1910

[25a] E. Winter: Halle als Ausgangspunkt der deutschen Russlandkunde im 18. Jahrhundert. Berlin: Akademie-Verlag 1953

[25b] E. Winter: Frühaufklärung. Berlin: Akademie-Verlag 1966. Kapitel VI: Die Frühaufklärung in Russland und in der Ukraine

[26] P. Hoffmann: Bericht über die sowjetische Jubiläumsliteratur anlässlich des 250. Geburtstages M. V. Lomonosovs im Jahre 1961. In: Jahrbuch für Geschichte der UdSSR und der volksdemokratischen Länder Europas, Bd. 9. Berlin: Akademie-Verlag 1966

[27a] G. Mühlpfordt: Lomonosov und die mitteldeutsche Aufklärung. Eine bildungs- und wirkungsgeschichtliche Untersuchung. In: Veröffentlichungen des Institutes für Slawistik der DAW Nr. 28/11. Berlin: Akademie-Verlag 1968

[27b] G. Mühlpfordt: Leipzig als Brennpunkt der internationalen Wirkung Lomonosovs. In: Studien zur Geschichte der russischen Literatur des 18. Jahrhunderts, Bd. III. Berlin: Akademie-Verlag 1968