In der Frühphase der literarischen Bewegung der Romantik hat der Dichter Friedrich von Hardenberg (Novalis) in den Jahren 1798/99 Aphorismen über die Mathematik zu Papier gebracht. Diese waren als Teil einer „romantischen Enzyklopädie“ gedacht. Novalis’ Gedanken können nur adäquat verstanden werden, wenn man sie im Kontext der damaligen Mathematik betrachtet. Novalis hat seine mathematischen Kenntnisse aus Büchern bezogen, deren Autoren einer damals in Deutschland einflussreichen Gruppe von Mathematikern angehörten, die heute weitgehend vergessen sind. Der Beitrag stellt einige Aphorismen des Novalis vor und interpretiert sie exemplarisch. Dabei stellt sich heraus, dass sich Novalis’ Ideen als kulturelle Indikatoren eines tiefgehenden Epochenwandels in der Mathematik des 19. Jahrhunderts deuten lassen.

Mathematik und Romantik

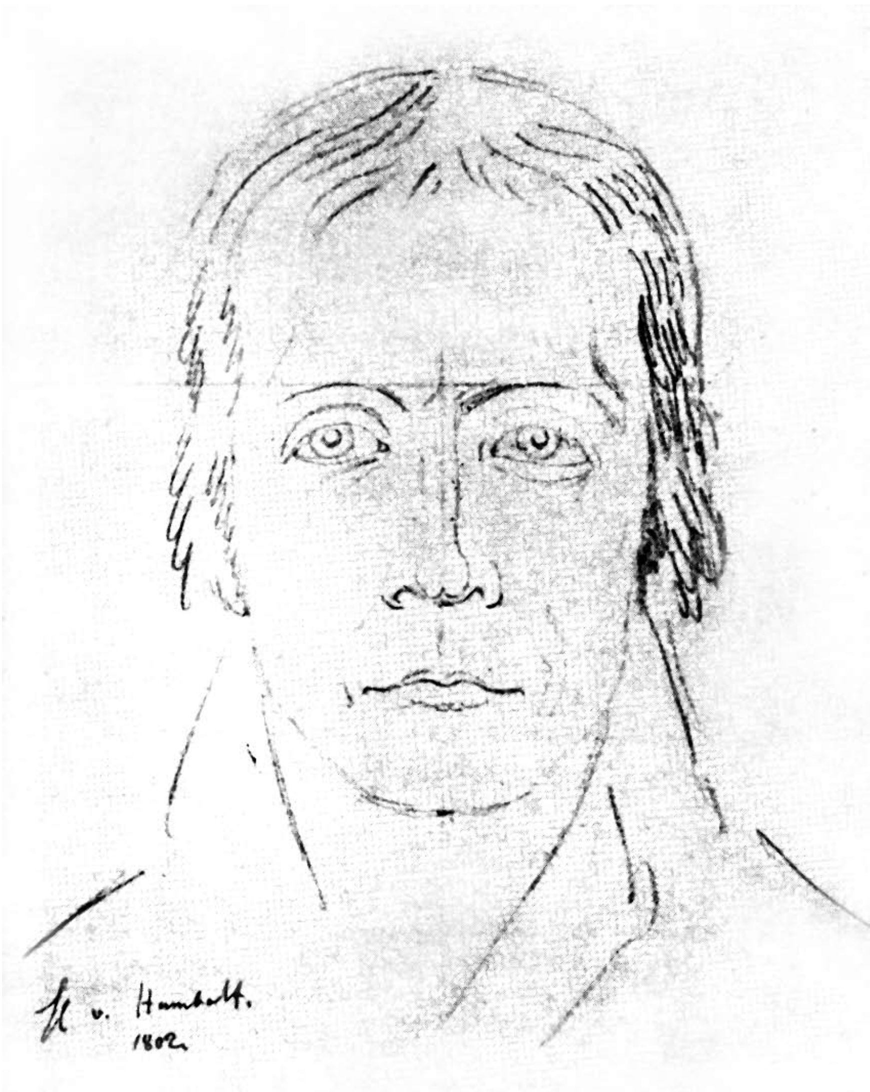
Die Aphorismen des Novalis zur Mathematik

Von Hans Niels Jahnke

Romantik und Humboldtsche Bildungsreform

1810 wurden mit der Gründung der Berliner Universität die ‚Humboldtschen Bildungsreformen’ in Preussen eingeleitet. Die enorme Bedeutung dieser Reformen für die Entwicklung des deutschen Universitäts- und Schulwesens ist vielfach beschrieben worden. Für die Mathematik war es von besonderer Bedeutung, dass sie durch diese Reformen erstmals als Universitätsdisziplin etabliert wurde, und zwar zum Zwecke der Ausbildung zukünftiger Gymnasiallehrer. Auch an den neuen Gymnasien hatte die Mathematik ein erhebliches Gewicht, mit 6 Stunden pro Woche zunächst gleichgewichtig neben den alten Sprachen Griechisch und Latein. Später wurde ihr Stundenanteil etwas reduziert, aber sie behielt eine starke Stellung[1].

Hans Niels Jahnke. Foto: Max Greve



(1) Wilhelm von Humboldt (1767–1835).
Quelle: Zeichnung von J.G. Schadow 1802

Die Etablierung der Mathematik als Universitäts- und Schulfach war eine bedeutende historische Neuerung des beginnenden 19. Jahrhunderts. Schaut man, um die deutsche Entwicklung zu verstehen, auf die großen Nachbarländer England und Frankreich, so stößt man auf einen bemerkenswerten Kontrast. In Frankreich wurden im Zuge der Revolution die alten Bildungsinstitutionen aufgelöst. Mit der Gründung der École Polytechnique wurde dann 1794 eine Institution geschaffen, in der die Mathematik eine überragende Bedeutung hatte. Für eine polytechnische Schule mag das nicht überraschend sein, aber die École Polytechnique hatte eine Ausstrahlung auf das ganze französische Bildungswesen. Die hohe Wertschätzung von Mathematik und Naturwissenschaften war eine unmittelbare Konsequenz der Aufklärungsphilosophie und reflektierte zugleich das Bemühen, den technologischen Vorsprung der englischen Industrie aufzuholen.

Um so überraschender mag es erscheinen, dass in England, dem Mutterland der Industrialisierung, die Mathematik ein zweitrangiges Fach bei der Ausbildung der Elite darstellte. Für Ingenieure gab es Spezialanstalten. Für die Bildung eines ‚Gentleman‘ aber betrachtete man ein bisschen euklidische Geometrie als völlig ausreichend. Selbst in Cambridge, der Universität Newtons, hatten die Professoren für Mathematik eine zweitrangige Position. Sie trugen keine erzieherische Verantwortung, und die Studenten mussten vor ihnen nicht den Hut ziehen.

In Deutschland ist man weder dem englischen, noch dem französischen Vorbild gefolgt. Die hohe Wertschätzung der Mathematik in Frankreich hat die Diskussion in Deutschland sicher beeinflusst. Dennoch gab es einen nicht zu übersehenden Gegensatz. Während in Frankreich die Anwendbarkeit der Mathematik in den Vordergrund gestellt wurde, hat man in Deutschland von Anfang an den Bildungswert der *reinen* Mathematik betont. Das war bei Wilhelm von Humboldt der Fall, und daran hat sich im ganzen 19. Jahrhundert nichts geändert. Fragt man nach den Gründen für diese Entwicklung, dann kommt man nicht umhin, diese in dem speziellen kulturellen Klima in Deutschland zu suchen. Es liegt daher nahe, sich zu fragen, welche Auffassungen kulturell einflussreiche Persönlichkeiten der Humboldt-Zeit, die nicht selber Mathematiker waren, über die Mathematik gehabt haben. In der Studie[2] ist versucht worden, solche Auffassungen bei drei Personen der damaligen Zeit mit verschiedenen Biographien und verschiedenen intellektuellen Orientierungen zu rekonstruieren. Dabei handelt es sich um Johann Gottlieb Fichte, Friedrich von Hardenberg (Novalis) und Johann Friedrich Herbart.

Trotz ihrer Unterschiedlichkeit, die teilweise bis zur Gegnerschaft reichte, zeichneten diese drei Männer sich durch die Zugehörigkeit zu einer identifizierbaren Gruppe von Personen aus, einer Gruppe, deren Existenz in der Philosophie- und Geistesgeschichte wohlbekannt ist. Was nicht so bekannt ist, ist dagegen die

Tatsache, dass ihre Mitglieder auch im Hinblick auf ihr Verhältnis zur Mathematik Gemeinsamkeiten aufweisen.

Zu dieser Gruppe zählen unter anderen: Johann Gottlieb Fichte (1762 bis 1814), Johann Friedrich Herbart (1776 bis 1841), Karl Christian Friedrich Krause (1781 bis 1832), Jakob Friedrich Fries (1783 bis 1843), Friedrich Wilhelm Joseph Schelling (1775 bis 1854), Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770 bis 1831), August Wilhelm and Friedrich Schlegel (1767 bis 1845; 1772 bis 1829) und andere (etwa Friedrich Wilhelm Bernhardi, Wilhelm und Alexander von Humboldt). Zwischen 1790 und 1800 hielten sich alle diese Personen an der Universität Jena auf. Die zentrale Figur war der Philosoph Johann Gottlieb Fichte, der zwischen 1793 und 1799 in Jena lehrte. Er vertrat einen subjektiven Idealismus, den er als eine konsequente Weiterentwicklung der kantischen Philosophie betrachtete. Fichte war *der* Philosoph der romantischen Bewegung.

In Auseinandersetzung mit Fichte entwickelten die Personen dieser Gruppe ihre philosophischen Auffassungen. Letztlich gelangten sie zu ganz unterschiedlichen Gedankensystemen. Diese sollen hier nur durch Schlagworte angedeutet sein. Herbart entwickelte sich vom *„ersten Schüler Fichtes"* zu einem philosophischen Realisten. Fries, der von Carl Friedrich Gauss hoch geschätzt wurde, bezog schließlich eine Position, die man anachronistisch als ‚positivistisch' bezeichnen könnte. Hegel entwickelte eine dialektische Philosophie. Daneben finden wir Romantiker und Natuphilosophen wie Schelling, die Brüder Schlegel und den in Lateinamerika bekannt gewordenen Naturphilosophen Karl Christian Krause. Von Weimar aus hielt Goethe als zuständiger Minister und führender Schriftsteller der Zeit seine Hand über diese Szene.

Diese Personen lebten nicht nur in ständiger geistiger Auseinandersetzung, sondern zum Teil hatten sie auch intensive persönliche Beziehungen. In ihrer privaten Sprache hatten die Romantiker sogar eigene Vokabeln, um diese Mischung von persönlichem Umgang und geistigem Austausch zu bezeichnen. Friedrich Schlegel und Novalis sprachen vom ‚symphilosophiren'. Es ist bekannt, wie folgenreich dieser Schmelztiegel von Ideen und Beziehungen für die deutsche Geistesgeschichte gewesen ist. Von daher erscheint es sehr plausibel, dass die Grundidee der Berliner Universitätsgründung, das Ideal der „Einheit von Forschung und Lehre" auch aus der persönlichen Erfahrung der Fruchtbarkeit dieses symbiotischen Zusammenlebens erwachsen ist. Wie persönlich Wilhelm von Humboldt die Beziehungen von Lehrenden und Studierenden gesehen hat, mag man aus seiner ‚Definition' einer Universität erschließen: *„Das Collegienhören selbst ist eigentlich nur zufällig; das wesentlich Nothwendige ist, dass der junge Mann zwischen der Schule und dem Eintritt ins Leben eine Anzahl von Jahren ausschliessend dem wissenschaftlichen Nachdenken an einem Orte widme, der Viele, Lehrende und Lernende, in sich vereinigt."*[3]

Friedrich Schleiermacher schlug gar vor, die Professoren mit 50 Jahren von ihren Pflichten an der Universität zu befreien und an die Akademie zur ausschließlichen Forschung zu transferieren, weil sie in diesem Alter nicht mehr in der Lage seien, mit der Jugend angemessen zu kommunizieren.

Der mathematische Kontext: die ‚Kombinatorische Schule'

Die philosophische Reflexion über Grundlagen und Bedeutung der Mathematik spielte bei einigen Mitgliedern dieser Gruppe eine nicht unbeträchtliche Rolle. Vier von ihnen, Herbart, Fries, Hegel, Krause, haben sich nicht nur in Publikationen ausgiebig über die Mathematik geäußert, sondern sie haben auch einen ähnlichen mathematischen Hintergrund gehabt und sich mit den Schriften der so genannten Kombinatorischen Schule befasst. Krause hat ein Lehrbuch der Kombinatorik geschrieben, Fries in seiner Mathematischen Naturphilosophie (1822) eine umfassende Darstellung des Programms dieser Mathematikergruppe geliefert, Hegel setzte sich in der ersten Auflage seiner Logik (1812) mit ihren Auffassungen auseinander, und bei Herbart ist eine solche Auseinandersetzung in seinen frühen Manuskripten enthalten.

„Kombinatorische Schule" war der Sammelname für eine Gruppe deutscher Mathematiker, die sich mit kombinatorischen Problemen beschäftigten. Ihr spiritus rector war der Leipziger Mathematiker und Physiker Karl Friedrich Hindenburg (1741 bis 1808), und um 1800 repräsentierte sie die einflussreichste mathematische Arbeitsrichtung in Deutschland. Sie verfügte über eine eigene Zeitschrift, und es erschienen Textbücher und Monographien, in denen ihre mathematischen Ergebnisse dargestellt wurden. Das Hauptarbeitsgebiet dieser Gruppe war die so genannte Kombinatorische Analysis, ein Versuch, die Infinitesimalrechnung zu algebraisieren. Die Kombinatoriker gingen davon aus, dass sich jede Funktion in eine Potenzreihe entwickeln lässt. Wenn das der Fall ist, dann können alle Operationen der Analysis, das Rechnen mit Funktionen sowie die Bildung von Ableitungen und Integralen, als Operationen mit Potenzreihen aufgefasst werden. So weit war dies eine unter den Mathematikern des 18. Jahrhunderts von Euler bis Lagrange geteilte Überzeugung. Spezifisch für die Kombinatorische Schule war nun der Versuch, das Rechnen mit Potenzreihen kombinatorisch zu begründen. Man versprach sich davon eine erhebliche Vereinfachung und begriffliche Klärung der Analysis.

Bei der kombinatorischen Untersuchung algebraischer Formeln betrachtet man diese als bloße

Zeichenketten und abstrahiert von ihrer Bedeutung. Diese Idee ging auf Leibniz zurück. Mathematisch zogen die damaligen Kombinatoriker die Konsequenz, Potenzreihen als formale Objekte aufzufassen und bei ihren Rechnungen zunächst nicht nach deren Konvergenz oder Divergenz zu fragen. Diese interessiert erst dann, wenn man Zahlen für die Variablen einsetzt, die Formeln also interpretiert.

Mit der Neubegründung der Analysis durch Augustin Louis Cauchy, Niels Henrik Abel, Peter Gustav Lejeune Dirichlet und andere geriet nach 1820 die ganze Richtung der Kombinatorischen Schule in Verruf, weil sich die Meinung durchsetzte, dass nur mit konvergenten Reihen gerechnet werden dürfe. Das war zweifellos eine Überreaktion auf die inneren Schwierigkeiten in der Analysis des 18. Jahrhunderts, hat sich aber als sehr fruchtbar und erfolgreich erwiesen. Erst in unserer Zeit ist die Idee einer formalen Potenzreihe, die den damaligen Kombinatorikern vorschwebte, mathematisch streng definiert worden und es gibt auch wieder unter dem Einfluss des Computers und einer wachsenden Bedeutung der diskreten Mathematik eine größere Wertschätzung für die Arbeiten der Kombinatorischen Schule.

Die formale Auffassung algebraischer Formeln, die dem kombinatorischen Ansatz zugrundeliegt, kann man nun auch zum Ausgangspunkt und Hauptproblem der Philosophie der Mathematik machen. Genau dies ist bei Novalis geschehen. Auf welche Weise Novalis dies getan hat und was das mit dem romantischen Denken zu tun hatte, soll im Folgenden analysiert werden.

Novalis' Aphorismen zur Mathematik

Friedrich von Hardenberg (Novalis) (1772 bis 1801) war der herausragende Autor der deutschen Frühromantik[4]. Er studierte von 1790 bis 1791 in Jena, von 1791 von 1793 in Leipzig und von 1793 bis 1794 in Wittenberg, wo er 1794 sein juristisches Abschlussexamen machte. Unter seinen akademischen Lehrern in Jena waren Reinhold, der bedeutende Propagator der kantischen Philosophie, und Schiller. Dyck vermutet[5], dass er in Leipzig bei Hindenburg studiert hat, jedoch gibt es dafür keinen Beweis. 1791 lernte er in Leipzig Friedrich Schlegel, den späteren ‚Theoretiker' der Romantik kennen. 1794, unmittelbar nach Erscheinen von Fichtes Wissenschaftslehre hat Novalis sich intensiv mit diesem Werk befasst. Im Frühjahr 1795 lernte er Fichte persönlich kennen. 1795 trat er eine Stelle in der Verwaltung des Salzbergwerks von Weißenfels an. Im selben Jahr verlobte er sich mit der erst dreizehnjährigen Sophie von Kühn, die 1797 an Schwindsucht starb. Dieser Tod hat ihn stark erschüttert. 1797 ging er an die damals international renommierte Bergakademie von Freiberg, um seine wissenschaftliche Ausbildung im Bergwerkswesen zu vervollständigen, wo er bei dem weltberühmten Mineralogen Abraham Gottlob Werner (1749 bis 1817) studierte. 1798 verlobte er sich mit Julie von Charpentier. Nach Beendigung seiner Studien war er ab 1799 an verschiedenen Salinen tätig, wurde 1800 schwer krank und verstarb am 25. März 1801.

Zu seinen Lebzeiten erschienen von Novalis nur eine schmale Gedichtsammlung, zwei kleine Sammlungen von Aphorismen und zwei Romanfragmente. Daher sind die meisten seiner Ideen über Religion, Ästhetik, Naturwissenschaft und Mathematik nur aus seinem Nachlass bekannt. Mit Mathematik beschäftigte sich Novalis ab 1798, also während seines Studiums in Freiberg. Aus dem Verzeichnis seines Nachlasses wissen wir, dass er vorrangig Bücher der Kombinatorischen Schule besessen und wenigstens zum Teil gelesen hat.

Novalis hat seine Auseinandersetzung mit der Mathematik in zwei Notizbuchkomplexen festgehalten. Sie sind in seinen Schriften abgedruckt und stehen zum großen Teil erst seit 1960 der Forschung zur Verfügung.

Diese etwa 480 Druckseiten umfassenden Aphorismen beziehen sich auf Kunsttheorie, Religion, Physik, Chemie, Mineralogie, Staatswissenschaft und Mathematik. Die Aphorismen zur Mathematik umfassen etwa 40 Druckseiten.

Der generelle Geist, in dem Novalis sich mit den Wissenschaften seiner Zeit auseinandersetzte, ist in seinem Romanfragment ‚Die Lehrlinge zu Sais' anschaulich beschrieben[6]. Die Figur des Lehrers symbolisiert den Freiberger Mineralogen Abraham Gottlob Werner, mit dessen mineralogischem Klassifikationssystem sich Novalis in seinen Aphorismen vielfältig auseinandergesetzt hat. In verehrender, freundschaftlicher Distanz sagt der Lehrling über seinen Lehrer:

„So wie dem Lehrer ist mir nie gewesen. Mich führt alles in mich selbst zurück. ... Mich freuen die wunderlichen Haufen und Figuren in den Sälen, allein mir ist als seien sie nur Bilder, Hüllen, Zierden, versammelt um ein göttlich Wunderbild, und dieses liegt mir immer in Gedanken. Sie such ich nicht, in ihnen such ich oft. ... Mir hat der Lehrer nie davon gesagt, auch ich kann ihm nichts anvertrauen, ein unverbrüchliches Geheimnis dünkt es mir."[7].

Im Unterschied zu seinem Lehrer sucht der Lehrling hinter den Dingen eine verborgene Idee oder Struktur als das Geheimnis dieser Dinge, das „göttlich Wunderbild". Die rein empirische Untersuchung der Erscheinungen reicht ihm nicht aus. Naturforschung darf die Tatsachen nicht als ein unverbundenes Aggregat neben einander stehen lassen, sondern hat sie als Erscheinungsformen einer ‚Tiefenstruktur' zu erweisen und theoretisch zu deuten, weil erst eine solche theoretische Deutung uns ihren Sinn erschließt. *„Die äußern Erscheinungen verhalten sich zu den Innern, wie die perspectivischen*

Veränderungen zu der Grundgestalt – und so wieder die äußern und innern Erscheinungen unter sich.“, so drückte es Novalis in einem Aphorismus aus[8]. Die innere Wirklichkeit des Menschen war für ihn eigentlich die reichere. *„Mich führt alles in mich selbst zurück...“* Novalis‘ Auffassung der Mathematik war im Ganzen und in den Details durch diese Grundidee bestimmt. Mathematik ist Ausdruck und Symbol einer höheren Einheit des Wissens und umgekehrt muss in den mathematischen Symbolen diese höhere Einheit, ihr Sinn und ihre Bedeutung, gesucht werden.

Bei den Aphorismen von Novalis zur Mathematik kann man drei Typen unterscheiden: 1. Aussagen über die generelle Natur der Mathematik, 2. konkrete, meist spekulative Interpretationen mathematischer Formeln durch Anwendungen aus Chemie, Physik und Philosophie und 3. Aussagen, die die Mathematik als Schöpfung oder als Prozess beschreiben.

Novalis hatte keine einheitlichen Auffassungen oder gar eine geschlossene Konzeption, sondern er experimentierte mit Ideen. Viele seiner Aussagen sind spekulativ. Es ging ihm gerade um neue Deutungen, die bisher noch niemand gefunden hatte.

Eine Aussage über die generelle Natur der Mathematik (Aphorismus des 1. Typs) liest sich so:

69. MATH[EMATIK]. Am Ende ist die ganze Mathemat[ik] gar keine besondre Wissenschaft – sondern nur ein allgem[ein] wissenschaftliches Werckzeug – ein schönes Werckzeug ist eine Contradictio in adjecto. Sie ist vielleicht nichts, als die exoterisirte, zu einem äußern Object und Organ, gemachte Seelenkraft des Verstandes – ein realisirter und objectivirter Verstand. Sollte dieses vielleicht mit mehreren und vielleicht allen Seelenkräften der Fall seyn – dass sie durch unsre Bemühungen, äußerliche Werckzeuge werden sollen? – Alles soll aus uns heraus und sichtbar werden – unsre Seele soll repräsentabel werden – Das System der Wissenschaften soll symbolischer Körper (Organsystem) unsres Innern werden – Unser Geist soll sinnlich wahrnehmbare Maschine Werden – nicht in uns, aber außer uns. /Umgekehrte Aufgabe mit der Äußern Welt./[9]

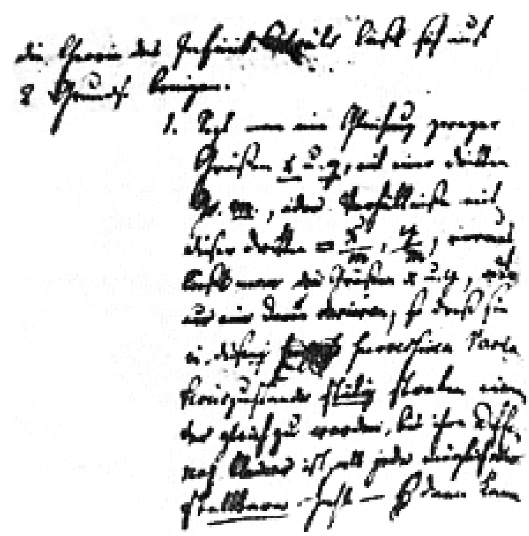
Hier betont Novalis den ‚Werkzeugcharakter‘ der Mathematik. Ersichtlich werden hier Ideen formuliert, die auch in modernen psychologischen und kulturphilosophischen Theorien eine Rolle spielen.

Ein Beispiel für einen Aphorismus des 2. Typs findet man in dem folgenden Zitat zur Erkenntnistheorie. Hier kommt Novalis‘ Beziehung zur kombinatorischen Schule ins Spiel, indem er die so genannte *binomische Formel* benutzt, um einen wissenschaftstheoretischen Gedanken auszudrücken. Es handelt sich um die Formel:

$$(a + b)^m = a^m + ma^{m-1}b + b \binom{m}{2} a^{m-2}b^2 + \binom{m}{3} a^{m-3}b^3 + \dots + b^m$$

Der mathematisch nicht vorgebildete Leser mag sich klarmachen, dass für m=2 hieraus die aus der Schule geläufige binomische Formel $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ hervorgeht. Unter Bezug auf diese Formel schreibt Novalis in einem Aphorismus:

(2) Friedrich von Hardenberg (Novalis) (1772–1801).
Quelle: Stich von E. Eichens (1845) nach einem Gemälde von F. Gareis (1799)



(3) Faksimile einer Handschrift des Novalis. Die beiden ersten Zeilen lauten: „Die Theorie des Infinit[esimal]Calcüls lässt sich auf 2 Grund[sätze] bringen.“
Quelle: Novalis 1983, 120

„198.ENZ[YCLOPAEDISTIK]. Die W[issenschaft] im Großen besteht, nach Hemsterhuis, aus dem Produkt der Gedächtnisw[i ssenschaften], oder der gegebnen Kenntnisse, und der Vernunftw[issenschaften], oder der gemachten [erworbnen] Kenntnisse. Die leztern sind das bloße Werck des Menschen. Die W[issenschaft] im Großen ist also überhaupt die Total-Function der Daten und Facten – die Potenz des Reihenbinoms der Daten und Facten. Hier wird die combinator[ische] Analysis Bedürfniß.“[10]

Man kann nun versuchen, diesen Aphorismus sehr direkt zu interpretieren. Hemsterhuis war ein niederländischer Philosoph des 18. Jahrhunderts, mit dessen Schriften Novalis sich intensiv auseinandergesetzt hat. Sein System war eine Synthese von Empirismus und Rationalismus. Wie Novalis bemerkt setzt sich Wissenschaft nach Hemsterhuis aus zwei Bestandteilen, nämlich gegebenen und gemachten Kenntnissen („Daten“ und „Fakten“) zusammen. Grob gesprochen kann man unter den ‚gegebenen Kenntnissen’ das, was uns die Sinne vermitteln, verstehen, während die ‚gemachten Kenntnisse‘ unsere Aufbereitungen dieser Sinnesdaten sind, also etwa Naturgesetze. Die linke Seite unserer Gleichung drückt nun einfach aus, dass man die m-te Potenz der Summe (Zusammensetzung) dieser beiden Bestandteile betrachtet. Wir haben uns also zunächst zu fragen, was die m-te Potenz bedeutet.

Der Begriff der Potenzierung wurde in der damaligen Wissenschaftsphilosophie in vielfältiger Weise metaphorisch ausgedeutet. Im Anschluss an die Aristotelische Sicht der ‚potentia‘ als innewohnende gestaltende Kraft fasste Friedrich Schlegel die Potenzierung als eine Kombination mit sich selbst. Da das Produkt zweier (dimensionierter) Größen eine Größe neuer Qualität ergibt (etwa: Länge mal Länge = Fläche), kann man sich vorstellen, dass das Produkt des Selbst mit sich selbst ein höheres Selbst ergibt und die Potenzierung so den Prozess der Entwicklung des Selbst beschreibt, das sich in einer fortschreitenden Reihe von „Selbstbegegnungen“ auf eine immer höhere Potenz hebt. Ganz generell bezeichnete bei Novalis und Schlegel der Begriff ‚Potenz‘ die hierarchisch geordneten Schichten eines Bereichs, das Verb ‚potenzieren‘ beschrieb die sprunghafte Entwicklung von einer Stufe zur anderen.[11]

Die linke Seite unserer Gleichung meint also, dass Wissenschaft als fortschreitende Potenzierung des Binoms aus den beiden Summanden ‚gegebene‘ und ‚gemachte Erkenntnisse‘ aufgefasst werden kann. Nach dem Gesagten handelt es sich also um eine fortschreitende Höherentwicklung, indem das Binom aus gegebenen und gemachten Erkenntnissen immer wieder mit sich selbst multipliziert wird.

Unter dieser Voraussetzung sagt dann die rechte Seite der Formel, dass Wissenschaft eine Zusammensetzung (Summe) aus den Bestandteilen ‚Daten‘ und ‚Fakten‘ ist, deren einzelne Summanden diese Daten und Fakten in jeweils unterschiedlichen Potenzierungen (Mischungsverhältnissen, wie es die Exponenten jeweils angeben) enthalten, wobei jeder dieser Summanden durch einen Zahlenfaktor noch eine je eigene Gewichtung erhält. Man könnte sich die Summe auf der rechten Seite beispielsweise als zeitliche Abfolge vorstellen, derart dass im Anfang der Wissenschaft es nur gegebene Kenntnisse gibt (also nur Sinneseindrücke), während am Ende sich alles in gemachte Kenntnisse verwandelt hat.

Ähnliche Gedanken tauchen noch an einigen weiteren Stellen der Novalisschen Notizbücher auf. All dies verblieb im Metaphorischen, womit nicht gesagt ist, dass solche Ideen nicht auch einer strengeren Ausführung fähig wären. Vergleichbare Gedankenexperimente mit der binomischen Formel findet man auch bei dem frühen Herbart. Der Leser sollte sich davor hüten, diese Spekulation des Novalis einfach nur für naiv zu halten. Vielmehr hat es in der Geschichte der Mathematik immer wieder (bis in die Gegenwart) Versuche gegeben, theoretisch gewonnene Begriffe in spekulativer Weise auf andere Gegenstandsfelder anzuwenden.

Als Beispiel des 3. Typus betrachten wir ein Textstück von zweieinhalb Seiten, in dem der schöpferische Charakter der mathematischen Tätigkeit im Vordergrund steht und die Mathematik mit dem Begriff des Genies verknüpft wird. Dieses trägt den Titel *„Arythmetika Universalis“*[12]. In der Interpretation beschränken wir uns auf zwei Teilzitate.

In einem Teilzitat unterscheidet Novalis zwischen *„vollkommenem“* und *„unvollkommenem“* Rechnen. Vollkommenes Rechnen habe keine Modifikationen. *„Unvollkommenes Rechnen ist rechnen – wo die Elementarhandlungen des Rechnens getrennt sind – wo die Modifikation einer Elementarhandlung nicht von dem Entgegengesetzten repraesentirt wird und vice versa – wo unregelmäßig-unvernünftig procedirt wird – wo nicht jede Analysis correspondirende Synthesis zugleich ist und umgekehrt – wo die Elemente unverhältnismäßig wircken und simultanisiren. Unvollk[ommnes] Rechnen hebt sich selbst zum Theil auf – und streitet gegen seinen Zweck.“*[13]

Für diese nicht ganz leichte Textpassage scheint mir die folgende Interpretation plausibel. Unvollkommenes Rechnen, so will Novalis wohl sagen, ist nur an der Ausführung der einzelnen, isolierten Operation orientiert, es ist speziell. Vollkommenes Rechnen dagegen ist allgemein und berücksichtigt den Strukturzusammenhang oder das System aller Operationen. Unvollkommenes Rechnen hat keinen Überblick und damit auch keine Kontrolle über die eigene Tätigkeit, es ist daher *„unregelmäßig“* und *„unvernünftig“*. Vollkommenes

Rechnen sieht den übergreifenden, systematischen Zusammenhang, der die Aktivität reguliert, genau daher hat es, wie Novalis sagt, *„keine Modificationen"*, es ist allgemein. Diese Allgemeinheit aber ist umgekehrt auch nur gegeben, wenn das Rechnen keine Modifikation hat.

Wir können diese Idee an einem Beispiel aus der Grundschule erläutern. Kinder der ersten Klasse werden zu der Beobachtung angeregt, dass sich an der Summe 7+3=10 nichts ändert, wenn man den ersten Summanden um 1 verkleinert und den zweiten um 1 vergrößert. Die Aufgaben 9+1, 8+2, 7+3, 6+4, usw. führen alle auf dasselbe Ergebnis 10 (im didaktischen Jargon „Gesetz von der Konstanz der Summe"). Wenn ein Erstklässler nun durch Legen von Plättchen und Zählen 7+3=10 ausgerechnet hat, und nach einigen Minuten mit der Aufgabe 6+4 konfrontiert ist, dann würde er sich auf dem Niveau des „vollkommenen Rechnens" befinden, wenn er den Zusammenhang mit der „Nachbaraufgabe" 7+3 bemerkt und daraus das Ergebnis 10 ableitet. Ist er aber noch ein „unvollkommener Rechner" (im Sinne von Novalis), dann bemerkt er den Zusammenhang nicht, „die Elementarhandlungen des Rechnens sind getrennt", und er macht sich erneut an die Arbeit, um die Aufgabe zu legen und durch Zählen das Ergebnis festzustellen. Die Fokussierung der Aufmerksamkeit der Lernenden auf solche Zusammenhänge nennt man seit 200 Jahren in der Didaktik „denkendes Rechnen", und genau dies wird auch von Novalis gesagt, wenn er das Zitat fortsetzt: „Rechnen und Denken ist eins. ... *Nur unvollk[ommnes] Rechnen ist vom Denken überhaupt verschieden. ...*"[14]

Im nächsten Schritt spitzt Novalis seine Gedanken zu, indem er sagt: *„Grundproblem der Mathematik. (Giebt es ein mathematisches Genie (Leben)?... Genie ist d[as] synthesirende Princip, das Genie macht das Unmögliche möglich – das Mögliche unmöglich – das Unbekannte Bekannt das Bekannte Unbekannt etc. Kurz es ist das Moralisirende – transsubstantiirende Princip. (Leben und genialisches Princip oder Genie ist eins.)(Unvollk[ommnes] Genie)"*[15]

Der Text parallelisiert ‚Genie' mit ‚Leben'. Dadurch werden zwei unterschiedliche Bedeutungsfelder zusammengeführt. Vom Begriff des Genies her kommt das Bedeutungsfeld ‚Produktivität, Schöpfertum'. Leben steht für ‚autonome, eigengesetzliche Entwicklung'. Beide Bedeutungen zusammen drücken also so etwas wie eigengesetzliches autonomes Schaffen aus: Das Schaffen des Genies ist frei und folgt dennoch einem (inneren) Gesetz. Leben entwickelt sich, aber diese Entwicklung geschieht über die Aktivität des jeweiligen Organismus.

Dann wird Genie als ein *„synthesirendes"* Prinzip bestimmt, das Unmögliches in Mögliches und umgekehrt Mögliches in Unmögliches, Bekanntes in Unbekanntes und umgekehrt Unbekanntes in Bekanntes verwandeln kann. Auf dem Hintergrund des Kontextes der universellen Arithmetik, das war Newtons Bezeichnung für elementare Arithmetik und Algebra, von der Novalis hier spricht, halte ich die folgende mathematische Interpretation dieser Passage für sehr plausibel.

Im Aufbau der Arithmetik tritt immer wieder das Problem auf, dass mit den zur Verfügung stehenden Zahlen eine Operation nicht mehr unbeschränkt ausführbar ist, und deshalb ‚neue Zahlen' geschaffen werden, um die unbeschränkte Ausführbarkeit einer Operation zu sichern. Das elementarste Beispiel ist die Erweiterung der natürlichen Zahlen um die negativen Zahlen. Nach Euklid sind (natürliche) Zahlen ‚Vielheiten der Einheit'. Sie sagen mir zum Beispiel, wie viele Äpfel vor mir auf dem Tisch liegen. Der Anschaulichkeit halber sei daher im Folgenden von ‚Äpfelzahlen' gesprochen. Im Bereich der ‚Äpfelzahlen' ist die Subtraktion 7 - 5 ausführbar, also eine *mögliche* Operation. Sie führt wieder auf eine Äpfelzahl. Von 7 Äpfeln nehme ich 5 Äpfel weg und behalte 2 Äpfel zurück. Dagegen ist die Operation 5-7 nicht mehr ausführbar. Sie ist *unmöglich*. Von 5 Äpfeln kann man nicht 7 Äpfel wegnehmen. Das ist eine für das Rechnen ganz unangenehme Beschränkung, in Novalis' Worten eine ‚Modifikation'. Erst in der Neuzeit, nach tastenden Versuchen bei Indern und Arabern, hat man sich von dieser Beschränkung freigemacht, und die so genannten ‘negativen Zahlen‘ eingeführt. Damit ist die Subtraktion wieder unbeschränkt durchführbar: 5 - 7 = -2 .

Die Einführung der negativen Zahlen kann von der Entstehung der symbolischen Algebra nicht getrennt werden. Das gerade ist der Grund, warum man vor der Neuzeit niemals zu einem systematischen Gebrauch von negativen Zahlen vorgedrungen ist. Denn wie soll man die Bedeutung von -2 erklären? Zwar kann man negative Zahlen zum Beispiel als Schulden deuten oder als Punkte auf einer Skala, zum Beispiel um Temperaturen unterhalb derjenigen Temperatur zu bezeichnen, bei der Wasser zu Eis gefriert, aber alle diese Deutungen gehen doch an der Sache vorbei. Sie erlauben es nicht, das *Rechnen* mit negativen Zahlen zu begründen. Dass (-2) · (-2) = +4 ist, lässt sich ohne Willkür und Künstlichkeit aus der Schulden- oder Temperaturdeutung nicht ableiten. Allerdings hat man noch lange gebraucht, bis man sich zu dieser Einsicht wirklich durchgerungen hat. Erst im 19. Jahrhundert hat man dann wirklich eingesehen, dass solche Beweise keinen Sinn machen und dass die negativen Zahlen nicht unabhängig von uns irgendwo am Ideenhimmel existieren. Vielmehr sind sie unsere *Schöpfungen*. Man betrachtete nun Objekte wie -2, -3, -25 als *Symbole*, für die wir selbst die Regeln festlegen, nach denen mit ihnen gerechnet werden soll. Wir sind frei, die Regeln für unsere symbolischen Schöpfungen festzulegen, wie immer wir wollen. Dennoch sind diese Regeln

(4) Abraham Gottlob Werner (1749-1817).

alles andere als willkürlich. Nur wenn wir sie so festlegen, wie wir es tun, erhalten wir ein in sich widerspruchsfreies System der Arithmetik.

Dasselbe Vorgehen wie bei den negativen Zahlen findet man bei den rationalen und erneut, mit noch größeren Zumutungen an die Anschauung, bei den komplexen Zahlen. Hier ist das Interesse, algebraische Gleichungen unbeschränkt lösbar zu machen (also wieder eine ‚Modifikation' zu beseitigen). Zu diesem Zweck führt man ein Symbol $i = \sqrt{-1}$ ein, das die formale Lösung der Gleichung $x^2 + 1 = 0$ ist. In der Tat erreicht man durch diesen Schritt, dass nun alle Gleichungen des Typs

$$a^0 + a_1x + a^2x + \dots a_nx^n = 0$$

n verschiedene Lösungen haben, aber eben nur in unserem symbolischen Reich der komplexen Zahlen.

Erkenntnistheoretisch war der Schritt zu der Einsicht, dass die negativen und komplexen Zahlen von uns nicht vorgefunden, sondern definiert werden, fundamental. Er erfolgte, wie erwähnt, erst im 19. Jahrhundert. Novalis stand historisch genau an der Scheidelinie zwischen der alten Auffassung, wie man sie noch bei Euler findet, und der neuen, wie sie im Laufe des 19. Jahrhunderts von Autoren wie George Peacock (1830), Martin Ohm (1821), Richard Dedekind (1854) und schließlich Hermann Hankel (1868) nach und nach expliziert wurde.

Novalis' Äußerungen reflektieren genau diesen Übergang. Negative und komplexe Zahlen sind Schöpfungen (Synthesen) und stellen die Beziehung zu den Begriffen ‚Genie' und *‚synthesirendes Princip'* her. Zum anderen aber ist die Schöpfung nicht etwa eine willkürliche Setzung, sondern wohlbegründet, sie folgt einer *Eigengesetzlichkeit*. Diesen Aspekt hatten wir oben aus der Paralellisierung von ‚Genie' und ‚Leben' erschlossen. Das mathematische Genie bewirkt nun wörtlich, was Novalis von ihm aussagt. Es macht das Unmögliche möglich, aber es gilt eben auch umgekehrt, es macht das Mögliche unmöglich. Letzteres kann wieder sehr wörtlich interpretiert werden. Die Einführung der negativen Zahlen bedeutet nicht einfach eine Hinzufügung neuer Objekte zu den bereits existierenden alten Äpfelzahlen, sondern die *Konstruktion eines völlig neuen Systems* von ganzen Zahlen. Diese Zahlen sind nur noch Symbole. In diesem neuen System gibt es gewisse Objekte +2, +3, etc., die den alten Äpfelzahlen entsprechen. Aber sie sind nun keine Äpfelzahlen mehr, sondern symbolische Objekte wie die negativen Zahlen -2,-3. Sie sind nur noch ‚virtuelle Objekte', weil sie im Rahmen des neuen Systems denselben Status wie die Zahlen -2, -3 haben. Daher sind sie im selben Sinne mögliche beziehungsweise unmögliche Objekte. Folglich kann Novalis auch sagen, dass das Genie das Mögliche unmöglich macht.

Bei Novalis wird der schöpferische, subjektive Aspekt dieser Entwicklung herausgearbeitet, eben das will er durch den Begriff des 'Genies' ausdrücken, und darin liegt ein entscheidendes Charakteristikum der Romantik im Gegensatz zu anderen Strömungen der damaligen Zeit. Betrachten wir, um diesen Gesichtspunkt zu unterstreichen, den Gebrauch des Geniebegriffs im 18. Jahrhundert etwas näher[16]. In der ästhetischen Theorie der Aufklärung bezeichnete ‚Genie' die Subjektivität des Künstlers, die Freiheit von jeder Regel. Man nahm an, dass beide, Künstler und Wissenschaftler, Genies sein können. Viel diskutierte Beispiele waren Shakespeare und Newton. Im Gegensatz dazu behauptete Kant in der Kritik der Urteilskraft, dass ein Wissenschaftler kein Genie sein könne, weil er methodisch und rational verfahre.

Die romantischen Theoretiker widersprachen dieser Idee Kants in zweierlei Hinsicht. Zum einen verallgemeinerten die Brüder Schlegel den Begriff des Genies, indem sie sagten, dass *„jeder Mensch von Natur ein Dichter"* sei. Durch diese Auffassung überwanden sie einen irrationalen Genie-Kult. Das künstlerische Genie steht nicht im Gegensatz zum Wissenschaftler, sondern beide produzieren schöpferisch und reflektiert. Letztlich ist Genie eine Potenz, die jedem menschlichen Wesen innewohnt[17].

Auf der anderen Seite wurde der Genie-Gedanke radikalisiert. In Johann Gottlieb Fichtes transzendentalem Idealismus, wurde das Ich zu einem universellen Prinzip, das unabhängig von jeder empirischen Erfahrung ist und diese Erfahrung selber konstituiert. Die romantische Betonung des autonomen kreativen Individuums stellte eine genaue Analogie dieses transzendentalen Ichs dar und war sicher auch durch dieses inspiriert. Und diese Analogie hat eine bemerkenswerte Konsequenz. Da es das Recht, ja sogar die Aufgabe des Künstlers ist, die Welt um sich in künstlerischer Verfremdung zu sehen, muss dies nun auch für jedes menschliche Wesen gelten, da eben jedes menschliche Wesen Genie ist. Die Weltsicht jedes Menschen ist dann eine „Fiktion des Ich", ein in sich stimmiger Bedeutungszusammenhang, der subjektiv erzeugt ist und sich nur vermittelt auf die umgebende Welt bezieht.

Novalis' Anwendung des Genie-Begriffs auf die Mathematik liegen daher rationelle und nachvollziehbare Ideen zugrunde. Letztlich mündet sein Denken in der metaphorischen Gleichung

Mathematik = Kunst = Leben = Gott = Magie = usw.

Diese ist begründet durch die Einsicht, dass Mathematiker und Künstler beide gleichermaßen eigene *künstliche* Welten schaffen, die sich nur vermittelt auf gegenständliche oder anschauliche Gegebenheiten beziehen.

Diese Überlegungen haben prinzipielle Bedeutung. Novalis stand an einer bedeutsamen Schwelle in der Geschichte der Mathematik. Seit der Antike hatte man angenommen, dass die Mathematik es mit Sachverhalten zu tun hat, die in der *Anschauung* klar und unmissverständlich aufweisbar sind. In diesem Sinne war die euklidische Geometrie eine für die gesamte Mathematik paradigmatische Theorie. An der Schwelle zum 19. Jahrhundert wurde immer deutlicher, dass diese Sicht nicht mehr angemessen ist. Schließlich kommt es zur modernen Strukturmathematik, in der dieses anschauliche Fundament *elimiert* ist. Novalis reflektierte diesen *epochalen Sachverhalt*. Eines der Grundmotive der Romantik war, Phantasie und Kreativität zu feiern. In der romantischen Naturforschung (Schelling) wurde sogar ein höherer Typ von Anschauung postuliert, die so genannte *„intellektuelle Anschauung"*. Diese geht über unsere alltägliche empirische Anschauung hinaus. Und genau das war es, was die Mathematiker brauchten. Sie sprachen meist bescheidener von *„innerer Anschauung"*. Worum es aber ging, war, dass im 19. Jahrhundert immer wieder wesentliche Fortschritte erzielt wurden, indem man Objekte in die Mathematik einführte, die sich der alltäglichen empirischen Anschauung entziehen: unendlich ferne Punkte und Geraden, ideale Primteiler in der algebraischen Zahlentheorie usw. Die Mathematiker glaubten und glauben, dass sie diese Objekte tatsächlich sehen, obwohl sie zweifellos mit dem äußeren Auge nicht wahrnehmbar sind.

Gibt es einen Einfluss der Romantik auf die Mathematik?

Materialien zur Beantwortung dieser Frage findet man in dem Buch von Hans Niels Jahnke *Mathematik und Bildung in der Humboldtschen Reform* von 1990. Auch zum Einfluss der Romantik auf Physik, Chemie und Biologie gibt es inzwischen zahlreiche Studien. Um ein differenziertes und zusammenhängendes Bild zu gewinnen, ist aber noch viel Arbeit erforderlich.

Zur Veranschaulichung des romantischen und naturphilosophischen Einflusses auf die Mathematik sei hier nur auf drei epochale Werke der Mathematik des 19. Jahrhunderts verwiesen, die nachhaltig die Entwicklung der Mathematik im 20. Jahrhundert beeinflusst haben. Es handelt sich um:
• Hermann Graßmann (1809 bis 1877): „Die lineale Ausdehnungslehre, ein neuer Zweig der Mathematik, dargestellt und durch Anwendungen auf die übrigen Zweige der Mathematik, wie auch auf die Statik, Mechanik, die Lehre vom Magnetismus und die Krystallonomie", Leipzig 1844.
• Bernhard Riemann (1626 bis 1866): „Ueber die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen", Habilitationsvortrag am 10. Juni 1854
• Georg Cantor (1845 bis 1918): „Ueber unendliche, lineare Punktmannichfaltigkeiten", (Mathematische Annalen 21(1883), 545-591).

Alle drei Mathematiker gehören zu den ganz Großen der Zunft. Alle drei Texte haben vom Äußeren her Gemeinsamkeiten. Sie fallen aus dem üblichen Rahmen mathematischer Arbeiten heraus, insofern sie fast keine Formeln enthalten und in einer abstrakten philosophisch-diskursiven Sprache verfasst sind. Sie gelten als schwer beziehungsweise gar nicht verständlich und haben ganzen Generationen von Mathematikern Arbeit gegeben, um sie für die mathematische Forschung zu erschließen. In allen drei Texten wurden fundamental neue Konzepte in die Mathematik eingeführt, die jeweils einen erheblichen Bruch mit dem implizierten, was die jeweils zeitgenössischen Mathematiker als anschaulich akzeptabel betrachtet haben. Gerade wegen des Bruches mit dem Hergebrachten hatten diese Mathematiker das Bedürfnis nach der diskursiven Ausdrucksweise der Philosophie. Graßmanns Buch enthält die erstmalige systematische Entwicklung dessen, was wir heute als lineare und multilineare Algebra bezeichnen. Riemanns Habilitationsvortrag gibt den Begriff einer n-dimensionalen differenzierbaren Mannigfaltigkeit. 60 Jahre später wurde dieser Begriff zur Grundlage der Allgemeinen Relativitätstheorie. Cantors Arbeit entwickelt den Begriff der transfiniten Ordinalzahlen, ohne den weite Teile der heutigen Mengenlehre und Logik nicht denkbar sind.

Graßmann war über seinen Vater unmittelbar mit der romantischen Bewegung verknüpft, Riemann wurde durch den Philosophen und Pädagogen Herbart in seinen naturphilosophischen Auffassungen beeinflusst. Auch in Cantors Text lassen sich zahlreiche Ideen und Argumente entdecken, die mit der romantischen Bewegung verknüpft werden können.

Es lassen sich also historische Spuren von diesen Werken in die romantische Bewegung des frühen 19. Jahrhunderts hinein zurückverfolgen. Allgemeiner aber lässt sich Folgendes sagen. In der Mathematik des 19. Jahrhunderts hat ein Formalisierungsschub stattgefunden, wie er historisch ohne Beispiel gewesen ist. Aus einer Theorie vorgängiger anschaulicher Sachverhalte, wie es der Platonismus sieht, wurde die Mathematik zu einem Ensemble formaler Systeme. Man könnte auch von virtuellen Welten sprechen. Novalis' Aphorismen reflektierten diesen Epochenwandel.

Summary

The poet Friedrich von Hardenberg (Novalis) wrote aphorisms about mathematics during the early period of the Romantic Movement in literature, in the years 1798/99. He intended to include them in a 'romantic encyclopedia'. In order to understand Novalis' ideas adequately, they have to be considered in the context of the mathematics of the time. Novalis obtained his mathematical knowledge from the work of a group of mathematicians who are almost entirely forgotten today. The paper presents and interprets some of Novalis' aphorisms. Research shows that his ideas can be considered as cultural indicators of a fundamental change of view in 19th Century mathematics.

Anmerkungen

1) vgl. Jahnke 1990
2) Jahnke 1990
3) Humboldt 1809, 170/71
4) Kluckhohn 1960
5) Dyck 1960, 27
6) vgl. Neubauer 1978
7) Novalis 1960, 81
8) Novalis 1983, 389
9) Novalis 1983, 252/3
10) Novalis 1983, 275
11) vgl. Neubauer 1978, 177ff.
12) vgl. Novalis 1983, 167-69
13) Novalis 1983, 167-69
14) Novalis 1983, 168
15) Novalis 1983, 168
16) vgl. Fabian [1967]
17) Schmidt 1985, 361-62

Literatur

– Dyck, M. 1960. Novalis and Mathematics. Chapel Hill
– Fabian, B. 1967. Der Naturwissenschaftler als Originalgenie. In: H.Friedrich & F.Schalk (Eds.), Europäische Aufklärung. Herbert Dieckmann zum 60. Geburtstag (pp. 47-68). München
– Hamburger, K. 1929. Novalis und die Mathematik. In: K. Hamburger (Eds.), Philosophie der Dichter Novalis, Schiller, Rilke (pp. 11-82). Stuttgart/ Berlin/Köln/Mainz 1966
– Humboldt, W. v. 1809. Der Königsberger und der Litauische Schulplan. In: A. Flitner & K. Giel (Hrsg.), W.v.Humboldt: Werke IV, 2. Auflage, Darmstadt 1964, 168-195
– Jahnke, H. N. 1990. Mathematik und Bildung in der Humboldtschen Reform. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht
– Jahnke, H. N. 1999. Mathematik und Romantik. In: Thiel, Chr. & Peckhaus, V. (Hrsg.) Disziplinen im Kontext. Perspektiven der Disziplingeschichtsschreibung, München: Fink - Verlag 1999, 163 - 198
– Kluckhohn, P. 1960. Friedrich von Hardenbergs Entwicklung und Dichtung. In: Novalis [1960] (pp. 1-67).
– Neubauer, J. 1978. Zwischen Natur und mathematischer Abstraktion: der Potenzbegriff in der Frühromantik. In: R.Brinkmann (Eds.), Romantik in Deutschland (pp. 175-186). Stuttgart
– Novalis 1960. Schriften. Erster Band: Das dichterische Werk. Hrsg.v. P.Kluckhohn u. R.Samuel unter Mitarbeit von H.Ritter & G.Schulz. Zweite nach den Handschriften ergänzte, erweiterte und verbesserte Auflage, Stuttgart
– Novalis 1983. Schriften. Dritter Band: Das philosophische Werk II. Hrsg.v. R.Samuel in Zusammenarbeit mit H.-J.Mähl & G.Schulz. Dritte, von den Herausgebern durchgesehene und revidierte Auflage . Darmstadt
– Schmidt, J. 1985. Die Geschichte des Genie-Gedankens in der deutschen Literatur, Philosophie und Politik 1750-1945. Bd. 1: Von der Aufklärung zum Idealismus. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft

Der Autor

Hans Niels Jahnke studierte Mathematik, Physik und Philosophie in Tübingen und Berlin. Er promovierte 1979 mit einer didaktischen Arbeit zum Beweisen und habilitierte sich 1990 an der Fakultät für Mathematik der Universität Bielefeld mit der Schrift „Mathematik und Bildung in der Humboldtschen Reform“. Im Jahre 2000 wurde er an die damalige Universität Essen auf eine Professur für Didaktik der Mathematik berufen. Er ist

Autor/Herausgeber mehrerer Bücher zur Didaktik und zur Geschichte der Mathematik und gehört den Editorial Boards verschiedener wissenschaftlicher Zeitschriften an. Für 10 Jahre war er Geschäftsführender Herausgeber des „Journals für Mathematikdidaktik“ und der „Mathematischen Semesterberichte“. Gegenwärtig arbeitet er an Projekten zur Genese des Argumentierens und Beweisens bei Heranwachsenden und zur Einbeziehung mathematikhistorischer Aspekte in den allgemeinbildenden Mathematikunterricht.

DOI: 10.17185/duepublico/73801
URN: urn:nbn:de:hbz:464-20210204-121205-0