Isaac Newton [Fortsetzung]

Autor(en): **Dessauer, Fr.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Schule**

Band (Jahr): **31 (1944)**

Heft 2: **Abschlussklassen II**

PDF erstellt am: **26.07.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-527841

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Mittelschule

Isaac Newton*

5. Immer wieder waren die Mathematiker und Physiker auf das Problem des Unendlichen gestossen. Zuerst beim Vergleich von Strecke und Zahl durch die Pythagoräer. Bei der Exhaustionsmethode (etwa der Flächenberechnung des Kreises) wurden neuartige Zahlen gewonnen, die von den algebraischen Operationen allein nicht geliefert werden können und die man daher transzendent nennt. Irrationale und transzendente Zahlen liessen sich aber durch Reihen darstellen, und zwar durch unendliche Reihen, deren Summe endlich ist. So wurde Endlich-Reelles (denn die Hypotenuse eines rechtwinkeligen Dreiecks ist eine durchaus reelle Strecke, lässt sich aber nicht durch Zahlen eindeutig ausdrücken) durch unendliche Reihen, also durch potentielle Unendlichkeiten von Gliedern ausgedrückt. In der Physik stand man z. B. vor diesem Problem: Galilei hatte gezeigt, dass die Geschwindigkeit freifallender Körper proportional der Fallzeit wächst. Was aber ist nun eine solche in jedem Zeitmoment veränderte Geschwindigkeit? Solange Geschwindigkeit konstant ist, kann man leicht sagen, Geschwindigkeit sei Strecke geteilt durch die für die Zurücklegung aufgewandte Zeit. Nun aber: hat ein fallender Körper oder ein fliegender Pfeil auch an einem einzelnen Punkte eine Geschwindigkeit? Der Punkt wird als ausdehnungslos, als Strecke null, definiert. Zur Durchlaufung einer Strecke null bedarf es keiner Zeit. So kommt man zu dem unbestimmten Ausdruck 0:0, der im sprachlichen und im anschaulichen Denken gänzlich sinnlos zu sein scheint. Man kann das Nichts nicht teilen und man kann auch keine Grösse durch Nichts messen. Aber andererseits ist es doch sicher, dass man dem fallenden Stein an jedem Punkte seiner Bahn eine Geschwindigkeit zuerkennen muss. Es gibt noch viele solche Fälle in Mathematik und Naturwissenschaft, die hier zu registrieren viel zu weit führen würde. Man sah aber damals deutlich in der ganzen Natur und allenthalben in der Mathematik, dass Unendlichkleines und Unendlichgrosses mit Endlichem auf das Engste verwoben sind. Und man sah auch deutlich: Denkt man einmal nach Galilei'schem Muster, d. h. dynamisch statt, wie die Alten, vorwiegend statisch, dann muss man mit den Verhältnissen des Unbegrenzt-Kleinen umzugehen verstehen.

Bei Cavalieri wird die Lage besonders deutlich und allenthalben in der analytischen Geometrie. Eine Reihe von Einzelproblemen, in denen Endliches und Unbegrenztes verbunden sind, war gelöst. Was fehlte, war eine Methode, eine zuverlässige allgemeine Vorschrift, ein Vorrat von Gleichungen, um solche Probleme zu lösen. Das war Barrow klar, und dieser hatte es bei seinem Lehrer Wallis in Oxford erfahren. Isaac Newton lernte es bei Barrow. Newtons Eigenart war nicht so sehr darauf angelegt, eine allgemeine Methode zu finden. Seine Stärke lag vielmehr darin, mit einer Zähigkeit ohnegleichen und einer unermüdlichen, bohrenden Denkkraft einzelnen Problemen nachzugehen, immer wieder neuen Einzelproblemen, die oft miteinander verwandt sind. So erstaunliche Leistungen er vollbrachte, so schwer war es seinen Zeitgenossen (und auch den Heutigen), aus seinen eigenen Darstellungen die Methode nachträglich herauszufinden. Darin war sein grosser Gegenspieler Leibniz anders eingestellt. Gewiss führten auch ihn mathematische Gedankengänge auf Einzelprobleme des Unendlichen, und auch er hatte eine ungewöhnliche Fähigkeit, sie zu lösen. Aber im

* Siehe Nr. 1.

Grunde interessierte ihn die Einzellösung wenig, wohl aber der Lösungsweg, und zwar nicht der besondere, sondern der allgemeine, die Methodik. Leibniz suchte eine „ars magna", eine mathematische Denkmethode, geeignet, alle derartigen Probleme zu überwinden. Darum überflügelte er Newton im Laufe der Jahre, bildete eine mathematische Schule auf dem Kontinent. Es erschienen Lehrbücher seiner Methode, wie das bekannte des Marquis de l'Hôpital, von dem sicher ist, dass es in seinen Grundzügen auf Johann Bernoulli zurückgeht. In England drang man immer von neuem, aber jahrzehntelang vergeblich, in Newton, doch endlich eine Methode darzustellen, wie er aus dem Endlichen die Verhältnisse der schwindenden Grössen berechnen und umgekehrt aus den schwindenden Grössen und ihren Verhältnissen zu den Gesamtgesetzen aufsteige. In seinem Briefwechsel sagt er, was er gelöst hat. Aber er sagt nicht wie. In dem weltberühmten und weltbewegenden Meisterwerk „Philosophiae naturalis principia mathematica" gibt er in einem Anhang fast unverständlich knappe Auskunft. Insbesondere Wallis bemüht sich lange vergeblich, bis schliesslich — nachdem auf dem Kontinent die Methoden von Leibniz und Bernoulli von allen bedeutenden Mathematikern aufgegriffen sind — in Briefen an Wallis (die dieser in der neuen Ausgabe seiner mathematischen Werke abdruckt) von Newton eine Aufklärung erfolgt. Die mathematische Welt hatte aber das Differenzieren und Integrieren damals bereits von Leibniz gelernt. Von Newton wusste sie bislang nur, d a s s er es auch kann, aber nicht, w i e er es macht. Er hat selbst in zahlreichen Briefen erklärt, dass er die Methode habe, und zwar schon lange, und so erklärt sich der bedauerliche Streit, der nun losbricht und den beiden grossen Geistern viele Lebensjahre vergiftet: Newton lässt durch seine Schüler den Nachweis führen, dass er die Methode früher gehabt habe, und der ungerechte Verdacht wird erweckt, dass Leibniz sie auf illegale Weise erfahren und als eigene ausgegeben habe. Es ist heute über den wirklichen Tatbestand kein Zweifel mehr: Leibniz hat sie selbständig gefunden, Newton hat manches davon früher gehabt, aber ängstlich als Geheimnis gehütet.

Es ist nicht möglich, in einem kurzen Aufsatz über das Lebenswerk Newtons seinen Beitrag zur Infinitesimalrechnung abzugrenzen und darzustellen; aber vielleicht gelingt es, zwei wesentliche Züge dieses Newtonschen Beitrages anzudeuten. Er kommt vom Einzelproblem und kennt die Bemühungen, insbesondere von Cavalieri selbst und den späteren Autoren. Cavalieri in seinem „Methodus indivisibilium" versucht den Uebergang geometrisch so, dass er die Linie aus einer unendlichen Zahl ausdehnungsloser Punkte aufbauen will, ebenso eine Fläche aus einer unendlichen Zahl von Linien und analog die Körper aus unendlich dünnen Ebenen. Man kann sagen, dass er eine „atomare" Bauweise einführte, das Kontinuierliche aus dem Diskontinuierlichen, das Endliche aus dem Unendlichen konstruieren will. Es war Blaise Pascal, der diese Auffassung korrigierte. Punkte sind bei diesem endliche, aber beliebig kurze Erstreckungen, weil er erkennt, dass man aus dem vollkommen Ausdehnungslosen Endliches nicht aufbauen kann. Newton ist vor allem Physiker. Er steht vor dem Galilei'schen Problem: Was ist eine Geschwindigkeit an einem bestimmten Orte einer Bahn, was ist eine Beschleunigung? Er fasst das Infinitesimalproblem dynamisch an. Schon Barrow hat ihn gelehrt, eine Linie nicht als Erstreckung zwischen zwei Punkten aufzufassen, sondern als B a h n s p u r e i n e s b e w e g l i c h e n P u n k t e s, der sich einem Fixpunkt nähert. Andeutungen einer solchen genetischen Betrachtungsweise fanden sich auch bei früheren Autoren, sogar Cavalieri selbst. Aber die Auffassung, dass eine Linie ein fliessendes Geschehen sei, gibt noch keine Handhabe zur Lösung. Man muss einen M a ß s t a b f ü r d i e s e n F l u s s h a b e n, auf den man sich beziehen kann. D i e s e n M a ß s t a b f i n d e t N e w t o n i n d e r Z e i t. Die Zeit ist für Newton das Vorbild der Fluenten. Er nimmt an, dass sie unbeirrbar immer gleichmäsig fliesse. Das ist ein Axiom, das er einführt und das sich bewährt. Die Vorgänge in der Natur, etwa die Bahn eines Planeten oder der Fall eines Steines, werden als fliessende Vorgänge, als Fluenten, gedeutet, die man beurteilen kann, wenn man sie mit der Grundfluente, mit dem Fluss der Zeit, vergleicht. Denn sie spielen sich in der Zeit ab. So kommt es zur Bildung der Verhältnisse von Fluenten: Die Fluentenbahn gemessen durch die Fluentenzeit ergibt die Geschwindigkeit. Die Geschwindigkeitsänderung gemessen in der Zeit gibt die Beschleunigung. Das „Messen" geschieht durch die Bildung der Quotienten, und zwar zunächst durch Differenzenquotienten (z. B. Bahnstrecke, bestimmt durch die Differenz von Endlage und Anfangslage, gemessen an der Zeitstrecke, der Differenz zwischen Endzeit und Anfangszeit). Dann kommt das Problem des Ueberganges von solchen Differenzenquotienten zur „Fluxion", wie Newton sagt. Welchen Wert bekommt das Verhältnis irgendeiner Fluente zur Grundfluente, wenn immer kleinere Differenzen (also z. B. Strecken als Funktion der Zeit) vorliegen? Muster für diese Vorstellung ist der Uebergang von einem Kurvenstück zur Tangente, das bekannte Tangentenproblem.

Der Vergleich dynamischer Variabeln mit der Grundfluente ist einer der wesentlichen Beiträge Newtons. Weitaus die Mehrzahl der Newtonschen Fluxionen sind Differentialquotienten nach der Zeit. Ihre analytische Behandlung führt auf Ausdrücke meist irrationaler Art, also auf unendliche Reihen. Dies ist der zweite grosse Beitrag, den Newton hier leistet. Er hat ja die binomische unendliche Reihe untersucht, die Ausgang so vieler anderer Reihen geworden ist. Mit ihrer Hilfe lassen sich Fluxionen bilden. Auch bei dem umgekehrten Weg, aus Fluxionen, diesen „Verhältnissen schwindender Grössen", wie man damals sagte, auf die endlichen Grössen, die Fluenten, zurückzuschliessen (aus Tangenten die Kurven zu bilden), ergeben sich Reihen. So gelingen als Ersatz für die alten Methoden der Exhaustion die Quadraturen, Schwerpunksbestimmungen, und vor allen Dingen gelingt der ganz grosse Wurf, die Galilei'schen Bewegungsgesetze durch einfache Gleichungen auszudrücken mit der Geschwindigkeit als erster und der Beschleunigung als zweiter Fluxion nach der Zeit, zugleich der andere grosse Wurf, die Keplerbahnen auf ein Kraftgesetz zurückzuführen.

Im Besitze dieses Könnens eröffnet sich für Newton eine ganze Welt, vor der er in Ehrfurcht erschauert, ja erschrickt. Als er das Geheimnis der Himmelsmechanik durchschaut — bei der Berechnung der Mondbahn —, wird er so erschüttert, dass er nicht mehr weiter rechnen kann und einen Freund bitten muss, die Rechnung zu vollenden. Wirklich enthält sein Hauptwerk all dieses und darüber hinaus sehr viel mehr. Er selbst und sein Schüler Halley berechnen Planeten- und Kometenbahnen, auch die Bahnstörungen, besonders die des Mondes, werden auf Gravitation zurückgeführt. Das himmlische Geschehen erscheint vollendet klar und durchgeistigt. Und Newton erkennt, dass die Modellkraft, an der er und vorher Galilei das Wirken der Kräfte erforscht hat, die Gravitation, von den Massen, nicht von den Körpern ausgeht. Die Körper sind dafür ganz kontingent. Von jetzt ab schwindet aus der fundamentalen Bewegungslehre der Begriff und jedes Symbol für die Körper. Nur noch die Zeichen für Raum, Zeit, Masse, Kraft, Geschwindigkeit und Beschleunigung treten auf, und aus ihnen werden alle Gesetze der Mechanik fürderhin abgeleitet. Später dringt man von da zum Aufbau der Körper aus Masseteilchen und Innenkräften vor.

6. Dies ist bei weitem nicht alles, was Newton fand, aber es ist wohl das Grösste, was ihm glückte, und es hat bis auf unsere Zeit ungeschwächten Einfluss.

Newtons äusseres Leben spielte sich fast 50 Jahre in engem Rahmen ab. 1669 übernahm er von seinem Lehrer Barrow die höchstbescheidene Lucasian-Professur am Trinity Colleg in Cambridge. Doch wurde er nicht ein erfolg-

Die Totenmaske Isaac Newtons

reicher Lehrer. Aber sein Ruf als Forscher drang in die Hauptstadt. So schickte man ihn als Vertreter der Universität nach London, und dort lernte er prominente Männer seiner Zeit kennen. Spät führte dies zur Hebung seiner Stellung. Er hatte bis dahin immer dürftig leben müssen, was seiner freigebigen und dankbaren Natur widersprach. Er hätte so gerne seiner Mutter, seinen Stiefgeschwistern mehr geholfen, aber er konnte es erst, als Charles Montague, der spätere Graf von Halifax, ihm die Stelle des Meisters der königlichen Münze verschaffte, ein hochangesehenes und hochdodiertes Amt in London. Newton erfüllte in dieser praktischen Tätigkeit alle auf ihn gesetzten Hoffnungen, denn seine Liebe zur Chemie, die er von Kindheit auf hegte, hatte ihn zu einem kundigen Meister der Legierungen und der Metallbearbeitung gemacht. Nun wurde Newton Weltmann, Hofmann, Präsident der Royal Society, ein Zentrum des geistigen Lebens in London, ein Mann von hoher Würde, geziert mit dem Ruf unbestechlicher Redlichkeit. Er wird zum Ritter geschlagen, bewundert und verehrt, er wird reich; jedoch hindert das Drängen der grossen Welt am eigentlichen Forschen. Ueberwiegend konzentriert sich Newton in London auf den Ausbau seines schon vorliegenden Werkes und auf theologische Untersuchungen, die ihn von Jugend auf interessierten und für die ihn sein Lehrer Barrow (der von Hause aus Theologe war) begeistert hatte. Newton war, wie Barrow, tief religiös.

All sein Forschen und Denken war im Grunde Bemühung um Gotteserkenntnis. Er suchte in den Weltgesetzen den Schöpfer, und es war für ihn klar, dass die Erforschung der Welt und die Erforschung der heiligen Schrift zwei koordinierte Gebiete seien. In jedem gelte es, sagt er ausdrücklich, die Wahrheit und den Willen Gottes aufzusuchen. Sein Tod wurde zu einer Feier ohnegleichen. Herzöge trugen die Spitzen des Bahrtuches, und mitten unter den Fürsten und Königen Englands liegt sein Grab mit der berühmten Inschrift:

Hic situs est
Isaacuus Newton, Eques auratus,
Qui animi vi prope divina
Planetarum motus figuras,
Cometarum semitas, oceanique aestus,
Sua mathesi facem praeferente,
Primus demonstravit.
Radiorum lucis dissimilitudines
Colorumque inde nascentium proprietates,
Quas nemo antea vel suspicatus erat, pervestigavit,
Naturae, Antiquitatis, S. Scripturae,
Sedulus, sagax, fidus interpres
Dei Opt. Max. Majestatem philosophia asseruit,
Evangelii simplicitatem moribus expressit.
Sibi gratulantur mortales, tale tantumque extitisse
Humani generis decus.

7. Aber ein anderes ist der Wille, aus dem ein Mensch schafft, und das Erbe, das er hinterlässt. Packend ist es, zuzusehen, wie aus einer Persönlichkeit als einem fruchtbaren Urgrund ein grosses Werk vor dem Hintergrund der Zeit reift. Tiefes Geheimnis ist dieses Entstehen eines objektiven Gutes aus einer Persönlichkeit heraus, dieses Hinaustreten gewonnener Werte a u s dem Menschen i n den Strom

der Zeit. Aber dann ist das Werk von dem Menschen geschieden. Die Dynamik des Werkes selbst, das von seinem Erzeuger scheidet, wirkt fort, und die Meinung des Schöpfers wird vergessen. Aus frommer Menschen Lebenswerk — Kopernikus, Kepler, Galilei, Newton waren tief religiös — wurden die Fundamente des Materialismus, Mechanismus, aber auch, in seltsamem Gegenspiel, des Rationalismus und des erkenntnis-theoretischen Idealismus gegründet. Stumme, unveränderliche Gesetze scheinen ja das Walten des Schöpfers überflüssig zu machen. Anderen scheint der Geist souverän, das Irdische im Grunde aber unerreichbar. Alle solche Lehren, einseitige Generalisierung von Erkenntnissen, Fehler des „Nur", das die „Ismen" erzeugt, beriefen sich auf Newtons Werk. Deswegen ist es gut, neben dem Erbe, dem Vermächtnis, auch der Gesinnung des Mannes zu gedenken.

Er spürte überall den Schöpfer, und die unverbrüchliche Gültigkeit der Gesetze war für ihn der Ausdruck dessen, dass der Schöpfer seine eigenen Gesetze achtet. Was er für den Sinn des Ganzen hielt, das hat Newton an vielen Stellen seiner Werke und Briefe ausdrücklich gesagt. Lassen wir ihn zum Schluss in einigen Zeilen selber sprechen:

„Als ich mein Werk über unser Weltsystem schrieb, hatte ich mein Augenmerk auf solche Prinzipien gerichtet, welche bei denkenden Menschen den Glauben an ein göttliches Wesen hervorrufen möchten; und nichts kann mir eine grössere Freude bereiten, als zu sehen, dass es in dieser Hinsicht von Nutzen gewesen ist." (Aus Newtons Brief an den Prediger Dr. Richard Bently vom 10. Dez. 1692.)

„Gott ist die Ursache aller Dinge, nicht als Weltseele, sondern als der Herr über alles. Er ist ein lebendiger, einsichtiger und mächtiger Gott, ewig und unendlich, allmächtig und allwissend. — — Alles wird in Ihm bewegt und ist in Ihm enthalten, aber ohne Einwirkung auf Ihn. — — Die in Bezug auf Zeit und Ort herrschende Verschiedenheit aller Gegenstände kann nur von Willen und Weisheit eines notwendig existierenden Wesens herrühren." (Sätze aus dem Schlusse der dritten Ausgabe, 1725, der „Principia".)

Fribourg. *Fr. Dessauer*

Umschau

Krankenkasse des Kath. Lehrervereins der Schweiz

Jahresrechnung pro 1943

Einnahmen

1. Krankengeldversicherung: Prämien:	Kl. 1	127 Mitglieder	....	841.70	
	Kl. 2	58 "	....	793.30	
	Kl. 3	240 "	....	6,415.10	
	Kl. 4	46 "	....	1,518.40	
	Kl. 5	52 "	....	2,142.80	11,711.30
2. Krankenpflegeversicherung: Prämien:	Männerabteilung	321 Mitglieder		5,029.52	
	Frauenabteilung	120 "		1,870.35	
	Kinderabteilung	74 "		1,002.80	7,902.67
3. Vorausbezahlte Prämien pro 1944					1,005.35
4. Bezahlte Rückstände des Vorjahres					70.45
5. Bundesbeitragsvergütungen der Mitglieder					104.—
6. Eintrittsgelder					10.—
7. Bundesbeitrag					4,000.—
				Uebertrag	24,803.77