liegenden einmal ein vollkommen anders aufgebautes Werk in Händen zu haben. ARNAUDI ist Professor für landwirtschaftliche und technische Mikrobiologie. Sein Buch berücksichtigt in erster Linie die Bedürfnisse seiner Studenten und faßt das Thema dementsprechend von einer dem medizinischen Mikrobiologen ungewohnten Seite an.

In einem ersten Teil gibt der Autor eine Einführung in die allgemeine Mikrobiologie, die mit zahlreichen wissenswerten Daten reich versehen ist. Er benützt durchwegs die amerikanische Nomenklatur, was das Verständnis erleichtert. Eigentliche medizinische Fragen, wie beispielsweise die Immunität, werden auch gestreift, aber so knapp abgehandelt, daß man sich fragt, ob sie nicht besser ganz weggeblieben wären. Denn Lesern, denen das Thema neu ist, wird das Verständnis dadurch nicht geweckt, und andern bringt die Darstellung nichts Neues.

Es folgt eine klar und ausführlich verfaßte Darstellung der verschiedenen Gärungsformen, der noch einige Seiten über Biooxydationen beigefügt sind, die vornehmlich des Autors eigene Arbeiten auf dem Gebiet der Oxydation von Sterinen durch Bakterien wiedergeben. Weitere Kapitel behandeln die Bakteriologie der Milch und des Käses sowie die landwirtschaftlich bedeutsame Rolle, welche die Mikroorganismen bei der Erhaltung und Veränderung von Silofutter spielen. Schließlich werden in einem letzten Abschnitt die Bodenbakterien besprochen, speziell deren Funktion in der Kulturerde. Ein Anhang gibt — ebenfalls sehr knapp gehalten — einen Überblick über die gebräuchlichsten Laboratoriumsmethoden: Färbung, Kultur, Sterilisation, Nährböden, Entnahme von Untersuchungsmaterial usw. Die Ausstattung des Buches sowie die Abbildungen sind gut, vollständige Autoren- und Sachregister ergänzen es vorteilhaft.

Stellt das Werk für den landwirtschaftlich-technischen Mikrobiologen ein Lehrbuch dar, so ist es dem medizinischen Bakteriologen eine willkommene Ergänzung seiner ihm geläufigen Standardwerke. Gerade in den letzten Jahren sind — hauptsächlich durch das intensive Studium der antibiotischen Substanzen — auch für den Mediziner Fragen aus Gebieten der Mikrobiologie aktuell geworden, denen er bis vor kurzem wenig Beachtung schenkte. Speziell auch im Hinblick auf diese Probleme möchten wir das Buch als leichtfaßliche und angenehm zu lesende Einführung empfehlen.

H. BLOCH

Informations - Informationen - Informazioni - Notes

Experientia majorum

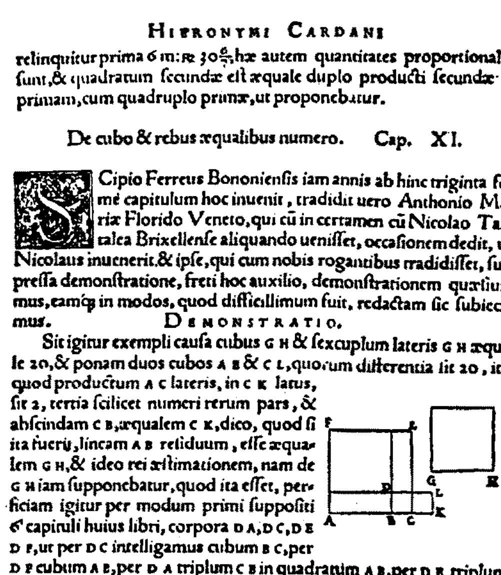
Eine dreihundertjährige Etappe der Entwicklung der Algebra von Tartaglia bis Galois (1546–1846)

Die erste Leistung der Mathematiker der Renaissance, die über die antike Mathematik hinausging, war die allgemeine Auflösung der kubischen Gleichung

$$x^3 + a_1 x^2 + a_2 x + a_3 = 0\,, \qquad (1)$$

die zuerst von Cardano in seinem «*Artis magnae sive de regulis algebraicis liber unus*» 1545 veröffentlicht wurde und seitdem nicht ganz mit Recht seinen Namen trägt. Denn CARDANO hatte die Formel zur Auflösung der kubischen Gleichung von NICOLÒ TARTAGLIA erfahren, nachdem er diesem alle Eide der Verschwiegenheit geschworen hatte, die er dann mit dieser «illegitimen» Publikation brach. TARTAGLIA beeilte sich deshalb sogleich, die Angelegenheit richtig zu stellen und erzählte in seinen 1546 erschienenen «Quesiti et invenzioni diverse» die Entdeckungsgeschichte der Formel im Detail, die CARDANO in groben Zügen angedeutet hatte (vgl. Fig. 1).

Denn auch TARTAGLIA war nur ein — allerdings selbständiger — Nachentdecker dieser Formel, die am Anfang des 16. Jahrhunderts schon SCIPIONE DEL FERRO besessen haben mußte, der sie seinem Schwiegersohn und Amtsnachfolger in der Bologneser Professur und einem gewissen FIORE als Geheimnis übergab. Letzterer glaubte nun, im sicheren Besitz dieses Geheimrezeptes, bei den damals üblichen wissenschaftlichen Wettstreiten mit Erfolg kandidieren zu können, bis ihm TARTAGLIA den Meister zeigte. Gerade der Umstand, daß ein so unbedeutender Mathematiker wie FIORE im Besitze einer Geheimformel war, veranlasste TARTAGLIA, diese deshalb wohl nicht zu schwierige Formel selber herauszufinden. Und die erste «legitime» Publikation dieser berühmten Formel stammt also von TARTAGLIA aus dem Jahre 1546.


HIERONYMI CARDANI

relinquitur prima 6 m: ℞ 30 6/?, hæ autem quantitates proportionales sunt, & quadratum secundæ est æquale duplo producti secundæ in primam, cum quadruplo primæ, ut proponebatur.

De cubo & rebus æqualibus numero. Cap. XI.

SCipio Ferreus Bononiensis iam annis ab hinc triginta ferme capitulum hoc inuenit, tradidit uero Anthonio Mariæ Florido Veneto, qui cũ in certamen cũ Nicolao Tartalea Brixellense aliquando uenisset, occasionem dedit, ut Nicolaus inuenerit. & ipse, qui cum nobis rogantibus tradidisset, suppressa demonstratione, freti hoc auxilio, demonstrationem quæsiuimus, eamq́ in modos, quod difficillimum fuit, redactam sic subiecimus.

DEMONSTRATIO.

Sit igitur exempli causa cubus G H & sexcuplum lateris G H æquale 20, & ponam duos cubos A E & C L, quorum differentia sit 20, ita quod productum A C lateris, in C K latus, sit 2, tertia scilicet numeri rerum pars, & abscindam C B, æqualem C K, dico, quod si ita fuerit, lineam A B residuum, esse æqualem G H, & ideo rei æstimationem, nam de G H iam supponebatur, quod ita esset, perficiam igitur per modum primi suppositi 6ᵗ capituli huius libri, corpora D A, D C, D E D F, ut per D C intelligamus cubum B C, per D F cubum A B, per D A triplum C B in quadratum A B, per D E triplum A B in quadratũ B C. quia igitur ex A C in C K fit 2, ex A C in C K ter fiet

Fig. 1. Anfang des 11. Kapitels des «Artis magnæ liber» (Norimbergæ 1546) mit der Erzählung der Entdeckungsgeschichte der Formel zur Auflösung der kubischen Gleichung.
Originalexemplar der Universitätsbibliothek Basel (verkleinert 1:2).

Man kann die kubische Gleichung (1) durch die Substitution $x = y - \frac{a_1}{3}$ sofort auf die Form bringen

$$y^3 + p y = q\,,$$

in welcher «Normalform» sie von den Mathematikern untersucht wurde, und für die CARDANO die TARTAGLIAsche Auflösungsformel

$$y = \sqrt[3]{\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} + \sqrt[3]{\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}$$

angab. Allerdings betrachtet CARDANO nur Spezialfälle; und bei ihm heißt z. B. die Auflösung der kubischen Gleichung

R. v. *cu*. R. 108 p̄ 10 | m̄ R. v. *cu*. R. 108 m 10

d. h. «Radix universalis cubica von Radix 108 plus 10 minus Radix universalis cubica von Radix 108 minus 10». In den modern geschriebenen Zeichen dieser Vorschrift $\sqrt[3]{\sqrt{108} + 10} - \sqrt[3]{\sqrt{108} - 10}$ erkennt man unschwer die allgemeine Formel für den Spezialfall $p = 6$, $q = 20$.

Den Mathematikern der Renaissance glückte aber sofort auch die Auflösung der allgemeinen Gleichung 4. Grades

$$x^4 + a_1 x^3 + a_2 x^2 + a_3 x + a_4 = 0\,, \tag{2}$$

die durch die Substitution $x = y - \frac{a_1}{4}$ vom Gliede 3. Grades sogleich befreit werden kann. Und zwar war es ein Schüler CARDANOS, FERRARI, dem es gelang, die Lösung der Normalgleichung 4. Grades auf die Lösung einer kubischen Gleichung zurückzuführen. Schreibt man nämlich die Normalgleichung $y^4 + p y^2 + q y = r$ in der Form $\left(y^2 + \frac{p}{2}\right)^2 = -q y + r + \frac{p^2}{4}$, so liegt der Gedanke nahe, durch Addition eines Terms mit einer willkürlichen Variablen t, nämlich durch $2\left(y^2 + \frac{p}{2}\right) t + t^2$ sowohl die linke wie die rechte Seite der Gleichung

$$\left(y^2 + \frac{p}{2} + t\right)^2 = 2 t y^2 + t^2 + p t - q y + \frac{p^2}{4} + r$$

zu einem Quadrat zu machen. Dazu braucht rechterhand nur $q^2 = 2t(4t^2 + 4pt + p^2 + 4r)$ zu sein, so daß man nur diese kubische Gleichung in t zu lösen braucht, um mit der Kenntnis von t sofort die quadratische Gleichung für y^2 aufzulösen. CARDANO hat diese Methode seines Schülers im 36. Kapitel seines *Artis magnae liber* mitveröffentlichen lassen.

Die Erfolge der italienischen Mathematiker ließen die Hoffnung aufkommen, daß es prinzipiell möglich sei, alle algebraischen Gleichungen höheren Grades mittels Reduktion auf Gleichungen tieferen Grades schließlich durch Radikale aufzulösen; aber schon die Gleichung 5. Grades erwies sich bald als eine unüberwindliche Klippe, und LEIBNIZ ahnte die Unmöglichkeit ihrer Auflösung, als er seinen Freund TSCHIRNHAUSEN warnte, übereilt eine Arbeit zu publizieren, welche die allgemeine Methode der Auflösung einer algebraischen Gleichung lehren sollte. Immerhin erfand TSCHIRNHAUSEN dabei eine Transformation (1683), die sich später für die höhere Algebra als wichtig erwiesen hat.

Es sei die vorgelegte aufzulösende Gleichung n-ten Grades

$$f_n(x) = x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \ldots\ldots a_n = 0\,, \tag{3}$$

dann führe man mit

$$f_{n-1}(x) = y = x^{n-1} + b_1 x^{n-2} + \ldots\ldots b_{n-2} = 0$$

eine neue Unbekannte y ein. Da für die n Wurzeln von $f_n(x)$ – dies war nach den Sätzen von VIETA (1615) bekannt – y n Werte annimmt, so befriedigt y eine Gleichung n-ten Grades in y, etwa $\sum_{\nu=0}^{n} c_\nu y^\nu = 0$, wobei die c_ν sich aus den b_μ zusammensetzen. TSCHIRNHAUSEN behauptet nun, daß *man doch offenbar die* b_μ in dem willkürlichen Ansatz für y so wählen könne, daß alle c_ν außer c_0 und c_n gleich Null sind. Dann ist nur das Radikal $y = \sqrt[n]{-\frac{c_0}{c_n}}$ zu bilden, so daß in der Tat $f_n(x)$ mit dem so berechneten y auf eine Gleichung $n-1$. Grades reduziert ist. Aber eben in der Bestimmung der b_μ derart, daß alle $c_\nu = 0$ $(\nu = 1, 2, \ldots n-1)$ werden, liegt die Schwierigkeit, denn diese Bestimmung führt auf Gleichungen von einer Dimension $\geqq n$.

Nach diesem Enthusiasmus des 17. Jahrhunderts trat im 18. Jahrhundert eine Ernüchterung ein. LAGRANGE (1770) gab dem Problem eine neue Wendung, indem er die Frage aufwarf, wieweit überhaupt die bei kubischen und biquadratischen Gleichungen angewandten Methoden auch auf höhere Gleichungen prinzipiell anwendbar seien. Bei der Auflösung einer algebraischen Gleichung handelt es sich offenbar um die Darstellung der Wurzeln als Radikale, deren Radikanden sich irgendwie aus den Koeffizienten der Gleichung zusammensetzen. Diese Koeffizienten sind nun *nach den* VIETA*schen Formeln die elementarsymmetrischen* Funktionen der Wurzeln $x_\nu (\nu = 1, \ldots n)$, und LAGRANGE untersucht somit, welche Werte bei den $n!$ Permutationen der Wurzeln x_ν gewisse rationale Funktionen dieser Wurzeln annehmen. Auf diesem Wege schritten die Untersuchungen von RUFFINI (1799) und ABEL (1826) fort, denen dann der Beweis für die Unmöglichkeit der algebraischen Auflösung einer Gleichung vom Grade $n > 4$ gelang. Mit diesem Fazit erscheint das Jahr 1545/46 zugleich als Beginn und Ende der «elementaren Algebra» der höheren Gleichungen.

Immerhin gelang es aber ABEL, eine spezielle Klasse von algebraischen Gleichungen $\sum_{\nu=0}^{n} c_\nu x^\nu = 0$ zu konstruieren, die sich trotzdem durch algebraische Radikale auflösen lassen. Die Hoffnungen der Mathematiker konzentrierten sich deshalb auf das Auffinden solcher spezieller Gleichungsklassen.

Diese Hoffnung erfüllte sich wider Erwarten schnell, als 1846 in LIOUVILLES Journal de Mathématiques ein Aufsatz von ÉVARISTE GALOIS erschien, der die «klassische» Phase der Algebra definitiv abschloß, indem er ein Kriterium angab, mit welchem man sofort entscheiden kann, wann eine höhere algebraische Gleichung durch Radikale lösbar ist und wann nicht. Die Aufgabe der nachfolgenden modernen «höheren» Algebra war dann nur noch, mittels dieser «GALOISschen Theorie» die Struktur der höheren algebraischen Gleichungen zu erforschen.

Waren die Publikationen der Mathematiker zu Beginn dieser algebraischen Epoche mit Zänkereien und menschlichem Kleinkram behaftet, so ist der Abschluß dieser Epoche von tiefster menschlicher Tragik begleitet. Die Arbeit von GALOIS' «Mémoire sur les conditions de résolubilité des équations par radicaux» stellt einen Teil der von *GALOIS nachgelassenen «Gesammelten Schriften»* dar, die LIOUVILLE auf S. 381—444 des 11. Bandes seiner Zeitschrift veröffentlichte. Selten waren wohl die «*Opera omnia*» eines Mathematikers von solcher «spezifischer Dichte der mathematischen Substanz» wie diese 64 Seiten des mit 21 Jahren in einem Duell wegen einer frivolen Liebesaffaire gefallenen Genies. Am Vorabend (29. Mai 1832) des Duells schrieb GALOIS, von Todesahnungen erfüllt, seinem Freunde CHEVALIER ein mathematisches Testament nieder, das LIOUVILLE 14 Jahre später der mathematischen Welt übergab. Das nicht zu bändigende Temperament des jugendlichen Genius, der durch die Examina der Ecole polytechnique fiel, weil die anerkannt schwierigen Prüfungsaufgaben «zu kindisch waren, als daß er sie hätte beantworten können», verlor sich schließlich in politische Abenteuer und sein sinnloser früher Tod war gleichsam ein Symbol für die einmalige Explosion eines gewaltigen mathematischen Gedankens, dem größere aus demselben Haupte wohl nicht mehr hätten folgen können.

J. O. FLECKENSTEIN

*

200 Jahre Naturforschende Gesellschaft in Zürich

Diese älteste naturforschende Gesellschaft der Schweiz wurde im Jahre 1746 gegründet – ein würdiger Anlaß, nach 200jährigem Bestand ihre Gründungsgeschichte kurz in Erinnerung zu rufen.

Durch HEINRICH RAHN (1709–1786), praktischer Arzt in Zürich, Junker HANS ULRICH VON BLAARER (1717 bis 1793) und HANS CONRAD HEIDEGGER (1710–1778), den Staatsmann und späteren Bürgermeister Zürichs, wurde zu Beginn des Jahres 1745 der Antrag zur Errichtung einer physikalischen Gesellschaft bei dem damaligen Professor für Physik und Naturwissenschaften am Carolinum, JOHANNES GESSNER (1709–1790) gestellt. GESSNER nahm diese Anregung freudig an. Auf ihre Bitte hin bereitete er seine naturwissenschaftlich interessierten Mitbürger durch einen im eigenen Hause abgehaltenen Kurs in Experimentalphysik auf die beabsichtigte Gründung vor, indem er vom Oktober 1745 bis Ende 1746 etwa 100 Vorlesungen hielt, die er durch viele Versuche und Demonstrationen belebte. Hierauf konstituierte sich die *Physikalische Gesellschaft zu Zürich* und wählte JOHANNES GESSNER einstimmig zu ihrem Präsidenten. Am 18. Oktober 1746 fand im Gesellschaftshaus zum «Schwarzen Garten» die Gründung und am 9. Januar 1747 die erste ordentliche Sitzung statt. Schon damals zählte die Gesellschaft 80 Mitglieder, von denen sich 20 zu Vorträgen verpflichteten.

In dieser Sitzung las GESSNER seine Abhandlung «Von der Größe und Lage der Stadt Zürich» vor, welche für die Gesellschaft den unmittelbaren Anlaß zur Anschaffung astronomischer Instrumente bildete. Am 3. Mai 1759 wurde das Observatorium auf dem Dach des neuerbauten Zunfthauses zur Meise, dem damaligen Sitz der Gesellschaft, erstmals eröffnet. Die Beobachtungen wurden von GESSNER selbst und unter andern von dem Arzt Dr. SALOMON SCHINZ (1734–1784), einem Schüler GESSNERS und gleichzeitig einem der tätigsten Mitglieder der Physikalischen Gesellschaft und während 19 Jahren ihrem Sekretär, gemacht. SCHINZ, dem Nachfolger GESSNERS als Professor der Physik und Chorherr am Großmünster, verdanken wir auch die wertvolle «Anleitung zu der Pflanzenkenntnis und derselben nützlichsten Anwendung» (Zürich 1774 in Folio, mit 100 Tafeln).

Ihre erste Blütezeit erlebte die «Physikalische Gesellschaft» aber vor allem durch GESSNER selbst, diesen geborenen Pädagogen und durch Liebenswürdigkeit und Ausgeglichenheit des Charakters ausgezeichneten Gelehrten. Er war bis zu seinem Tode der Animator der Gesellschaft, sie durch Vorträge, Demonstrationen Vorlesen interessanter Korrespondenzen, Besprechung neuer Bücher und durch eifrige Sammeltätigkeit belebend. Sehr rasch gelangte die Physikalische Gesellschaft, die sich später «*Naturforschende Gesellschaft in Zürich*» nannte, dank der tätigen Mitwirkung hervorragender einheimischer Gelehrter zu internationalem Ansehen. Schon 1775 stand JOHANN HEINRICH RAHN, der Mitbegründer der Gesellschaft und seit 1803 ihr Präsident, mit der Royal Society in London in Beziehung. Dr. med. PAUL USTERI (1768–1831), RAHNS Nachfolger im Präsidium, der nachmalige Staatsrat und hervorragende Staatsmann, war gleichzeitig Mitglied der naturforschenden Gesellschaften zu Paris, Berlin usw. Staatsrat HANS CASPAR ESCHER VON DER LINTH (1767–1823), allgemein bekannt durch die von ihm durchgeführte Linthkorrektion, leistete der Gesellschaft wichtige Dienste durch Besorgung des Mineralienkabinetts, Gründung einer geognostischen Sammlung, zahlreiche Mitteilungen über Mineralogie, Bergwerkskunde, Geologie usw. Prof. HEINRICH RUDOLF SCHINZ (1777–1846), seit 1834 Präsident der Gesellschaft, ist als Gründer des Zoologischen Kabinetts hervorgetreten. Überhaupt war die Sammeltätigkeit der Gesellschaft von Anfang an sehr vielseitig und erfolgte ganz planmäßig. Schon auf GESSNERS Anregung wurden Bibliothek und Naturaliensammlung angelegt, ein mathematisch-physikalisches Kabinett gegründet und ein botanischer Garten eröffnet. Hatte schon CONRAD GESSNER (1516–1565) die Behörden um Errichtung eines botanischen Gartens in einer einläßlich gehaltenen Eingabe ersucht, die aber von den «Oberen» abgewiesen wurde, so gelang es nun den Bemühungen JOHANNES GESSNERS, dieses Postulat durchzusetzen. Zum wertvollsten Bestand der Gesellschaft aber gehörte das von Geßner in 30jähriger Bemühung gesammelte, aus 36 Bänden zu 200 Blatt bestehende Herbarium («*Hortus siccus Societatis Physicae Tigurinae, collectus et Linnaeana methodo dispositus a Joanne Geßnero A. 1751*»), wozu GESSNER viele Pflanzen von LINNÉ selbst erhalten hatte.

So entfaltete die Naturforschende Gesellschaft Zürichs schon in ihrer Anfangszeit eine reiche Tätigkeit und trug in erfreulichem Maße zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnis bei. Noch ist einer Seite ihres vielseitigen Wirkens zu gedenken: der in ihrem Schoße gegründeten *Ökonomischen Kommission*, welche zur Hebung und rationellen Pflege der Landwirtschaft eingesetzt worden war. Von 1763 bis 1804 wurden zu diesem Zweck durch 48 Preisaufgaben einige hundert Fragen über die wichtigsten Gegenstände der Landwirtschaft aufgestellt und die besten Aufgaben im Druck herausgegeben. Ebenso wurden im Jahre 1763 auf den Vorschlag des zweiten Präsidenten der Gesellschaft, Dr. med. HANS CASPAR HIRZEL (1725–1803), einem größeren Kreise bekanntgeworden durch die Herausgabe der Schriften «Kleinjoggs»[1], die sogenannten Bauerngespräche eingeführt, welche ebenfalls der Erziehung des Landmanns zu rationeller Bewirtschaftung dienten.

Gern wurden die Sitzungen der Naturforschenden Gesellschaft von auswärtigen Gästen besucht: so mag auch an den Besuch GOETHES erinnert werden, welcher am 26. Juni 1775 in Begleitung der beiden Grafen STOLLBERG einer Sitzung beiwohnte. Am 16. September 1777 veranstaltete GESSNER zu Ehren des in Zürich eingetroffenen Ehrenmitgliedes ALESSANDRO VOLTA von Como eine außerordentliche Sitzung, in welcher er der Gesellschaft den hohen Genuß verschaffte, seine sämt-

[1] H. C. HIRZEL, Wirtschaft eines philosophischen Bauers (JAKOB GUYERS von Wermatswyl bei Uster, der am Katzensee wohnte und «Klyjogg» genannt wurde, Zürich 1761.