

The book cover features a detail from Raphael's fresco 'The School of Athens'. It shows the hands and feet of several figures, including Plato and Aristotle, positioned over a wooden tray containing a geometric diagram of a cube. The background is a textured greenish-blue. The title and author's name are printed in white over the image.

THOMAS
DE PADOVA

ALLES
wird
ZAHL

Wie sich
die Mathematik
in der Renaissance
neu erfand

HANSER

Über das Buch

Die andere Renaissance: ein spannendes Epochenportrait auf den Spuren von Dürer, Da Vinci und ihren Zeitgenossen.

Im 15. und 16. Jahrhundert erwacht die Mathematik in Europa. Die arabischen Ziffern samt der bis dato unbekanntem Null erobern das kaufmännische Leben. Die Erfindung der Zentralperspektive und die Wiederentdeckung der griechischen Geometrie verändern Kunst und Wissenschaft. Bilder sind nun Fenster zur Welt, die neue Mathematik ebenso. Regiomontanus und Albrecht Dürer in Nürnberg spielen bei diesem Umbruch eine ebenso große Rolle wie Leonardo da Vinci und Girolamo Cardano in Mailand. Lebendig und mit dem besonderen Blick für das Verborgene erzählt Thomas de Padova ein spannendes Kapitel der Mathematikgeschichte und eröffnet eine neue Perspektive auf eine flirrende Epoche — die Renaissance.



Thomas de Padova

Alles wird Zahl

Wie sich die Mathematik in der
Renaissance neu erfand

Carl Hanser Verlag

Inhalt

Einführung: Vom Abakus zur Formelsprache

Eine kurze Geschichte der Zahlen

Ziffern aus dem Orient

Kunst und Geometrie

Unterwegs zur Formelsprache

Europa kriegt die Kurve

I Zahlen und Zeichen

II Proportionen und Perspektiven

III Algorithmen und Algebra

Dank

Schluss: Das Ende einer Epoche

Anmerkungen

Literatur

Bildnachweis

Register

Einführung: Vom Abakus zur Formelsprache

Als ich ein kleiner Junge war, schenkten mir meine Eltern einen Abakus. Sein Rahmen war aus Holz, auf den dazwischen eingespannten Drähten reihten sich gelbe und blaue, rote und weiße Holzperlen aneinander. Sie glitten auf den dünnen Strängen hin und her, wenn ich sie einzeln, paarweise oder in größeren Gruppen bewegte.

Unten fünf rote neben fünf weißen Kugeln. Für das Rechnen hatten die Farben keine Bedeutung. Sie halfen aber dabei, die Übersicht zu behalten. Eine Anzahl von sieben gleichfarbigen Holzperlen hätte ich kaum auf einen Blick erfassen können. Bei fünf weißen und zwei roten Kugeln erkannte ich sofort, wie viele es waren.

Natürlich wusste ich nicht, wie alt diese Bündelung in Fünfergruppen war, die sich bereits in jahrtausendealten Kerbhölzern und Knochen findet. Auch die alten Römer schrieben nicht IIIIII, sondern VII, also 5 und 1 und 1. Kellner benutzen die Fünferbündelung tagtäglich, wenn sie nach jeweils vier Strichen auf einem Bierdeckel oder Papierblock einen Querstrich ziehen. Sie dient der besseren Überschaubarkeit.

Meine Kugelrechenmaschine entpuppte sich als Stufenleiter mathematischer Erkenntnis. Ganz unten die Einer. Sobald ich alle zehn Kugeln nach rechts geschoben hatte, kamen sie wieder zurück nach links, und ich setzte

stattdessen in der Reihe darüber eine Kugel nach rechts. Das war die wichtigste Regel: der Übertrag. Ein Zehner für zehn Einer. Er wurde irgendwann zum Automatismus. Befanden sich in der Zehnerreihe zehn Kugeln auf der rechten Seite, schob ich eine Hunderterkugel nach rechts. Auf diese Weise wanderten die Kugeln hin und her, lief das Addieren auch von größeren Zahlen bald wie von selbst.

Das Rechnen auf dem Abakus ist deshalb so anschaulich, weil dabei jede Zahl als Anzahl von Kugeln erfahrbar ist. Doch so sehr das Recheninstrument als mathematische Einstiegshilfe taugt, so begrenzt sind seine Anwendungsmöglichkeiten. Und bei aller praktischen Rechenfertigkeit: Am Ende bleibt nur das Ergebnis stehen, nicht aber der Weg, auf dem man zu ihm gelangt ist.

Eine Rechnung auf dem Abakus ist so vergänglich wie das gesprochene Wort. Um Rechnungen in ihrem Verlauf festzuhalten und zu überprüfen, um vielschichtige Beziehungen zwischen Zahlen zu erkennen und weiterzuentwickeln, bedarf es des Mediums der Schrift. Sie bringt das Dauerhafte ans Licht: Rechenoperationen, die wiederum neue Rechenoperationen ermöglichen. Was Ziffern und schriftliches Rechnen für das Auffinden mathematischer Gesetze und für die Magie der Zahlen bedeuten, ist vergleichbar damit, was Alphabet und Schrift für unsere Gesetzgebung und für die Poesie bedeuten.

Eine kurze Geschichte der Zahlen

Eben dieser Weg zum schriftlichen Rechnen, den heute alle Schülerinnen und Schüler beschreiten, war Europa lange versperrt geblieben. Die römischen Zahlen, welche das Imperium Romanum zusammen mit dem lateinischen Alphabet überdauert hatten, ließen sich zwar wunderbar in Stein meißeln. Sie taugten dazu, Daten und Ergebnisse zu fixieren. Zum Rechnen aber waren sie, abgesehen vielleicht von einfachen Additionen, völlig ungeeignet. Gerechnet hatte man seit dem Altertum mit dem Abakus, mit Rechensteinen auf dem Rechenbrett oder schlicht mit den Fingern.

Wie sehr diese Trennung zwischen dem gegenständlichen Rechnen mit Kugeln oder Rechensteinen einerseits und der Notation von Zahlen andererseits die Entwicklung der Mathematik gelähmt hatte, wird erst deutlich, wenn man den Blick auf jene Epoche richtet, in der diese Spaltung überwunden wurde: die Renaissance. Erst in der Renaissance setzte sich in Europa das schriftliche Rechnen durch. Und zwar auf Basis jener neuen Ziffern, die wir bis heute benutzen.

Woher kommen unsere Zahlen? Worauf beruht die in Zahlen und Zeichen geronnene Rationalität der Moderne? Wie haben sich alle jene Rechentechniken entwickelt, die grundsätzlich auch von einer Maschine ausgeführt werden können?

Dieses Buch rollt die Geschichte der Zahlen und der Mathematisierung der westlichen Welt auf. Es handelt vom neuen Glanz und von der Wirkmächtigkeit der Mathematik in der Renaissance und lädt dazu ein, Gleichungen und geometrische Formen mit anderen Augen zu betrachten. Und zu hinterfragen, wie die Mathematik zu einer weltumspannenden Sprache werden konnte.

Ihr Aufschwung während der Renaissance verdankte sich nicht so sehr den Höchstleistungen Einzelner, sondern dem Aufbruch vieler. Universitätsgelehrte und Kaufleute, Maler und Architekten, Ärzte und Theologen entdeckten ihre Begeisterung für Rechenkunst und Geometrie. Um ihre Lebensläufe, ihren Zugang zur Mathematik geht es in den folgenden Kapiteln. Mit Zeichen und mit Bildern arbeitend, symbolisch und visuell, erklimmen sie eine neue Stufe der Rationalisierung. Sie erschufen eine neue Formelsprache und veränderten die Sprache der Bilder durch die Erfindung der Zentralperspektive von Grund auf.

Ziffern aus dem Orient

Das erste Kapitel »Zahlen und Zeichen« hebt an mit der Frage: Warum benutzen wir noch heute das lateinische Alphabet, nicht aber die römischen Zahlzeichen? Für gewöhnlich machen wir uns keine Gedanken über den Ursprung unserer Ziffern. In der Renaissance waren sie für manche Menschen ziemlich plötzlich da.

Zum Beispiel für die Besucher des Regensburger Doms: Nachdem ein Steinmetz erstmals die uns heute vertrauten indisch-arabischen Ziffern anstelle von römischen Ziffern in Stein gehauen hatte, lasen sie im nördlichen Seitenflügel des Doms die Inschrift »1464«. Diese neuartigen Ziffern im Dom vermehrten sich bis zum Ende des 15. Jahrhunderts. Für ungeschulte Betrachter waren sie kaum zu entschlüsseln. Denn hinter der Schreibweise der Ziffern 1, 2, 3 ... war, anders als hinter den römischen Ziffern I, II, III ..., keinerlei Logik zu erkennen. Man nannte sie daher zunächst die »neun Figuren«, zu denen noch ein kleiner Kreis hinzukam: ein Zeichen für das Nichts. In Regensburg und andernorts drängten sie die römischen Ziffern nach und nach zurück.

Die neue Zahlschrift kam aus dem Orient. Vornehmlich italienische Kaufleute hatten sie sich zu eigen gemacht. Sie engagierten sich im Fernhandel, regelten ihre Geschäfte von der Stadt aus, mussten Briefe an Handelsvertreter schreiben, über Waren- und Geldgeschäfte Buch führen,

das finanzielle Risiko von Beteiligungen an Handelsfahrten und Gesellschaften ermitteln, Zinsen kalkulieren, kurzum: Der typische Renaissancekaufmann hatte »tintige Finger«. Und für seine Bedürfnisse eigneten sich die Ziffern, die über Indien in die arabische Welt gelangt waren, hervorragend.

Es wäre allerdings ein großer Irrtum zu glauben, in der Renaissance wäre nur eine Zahlschrift gegen eine andere ausgetauscht worden. Die Bedeutung der indisch-arabischen Ziffern reichte viel weiter. Die Darstellung der Zahlen, das uns heute geläufige dezimale Stellenwertsystem, machte es überhaupt erst möglich, schriftlich zu rechnen. Damit verschaffte sich der europäische Kontinent Zugang zu einer Kulturtechnik, ohne die die moderne Mathematik undenkbar wäre. Die aus der arabischen Welt übernommenen Rechenpraktiken hatten eine geradezu befreiende Wirkung auf die mathematische Kreativität.

Einer dieser Kreativen ist der Mathematiker und Astronom Johannes Müller, auch Regiomontanus genannt. Er hat es sich zur Aufgabe gemacht, das mathematische Erbe sowohl der griechischen Antike als auch der arabischen Welt zu heben. Durch ihn erhalten wir Einblick in die humanistische Gedankenwelt und in die Geschichte der indisch-arabischen Zahlen einschließlich der rätselhaften Null. Ist sie überhaupt eine Zahl? Sind Zahlen nicht immer aus Einheiten zusammengesetzt wie die römischen Zahlen I, II, III ...?

Wir begleiten Regiomontanus auf einer heiklen Kreuzzugsmission nach Venedig und im Sommer 1464 nach

Rom. Dort haben zwei Deutsche die erste Druckerei auf italienischem Boden eingerichtet. Regiomontanus, fasziniert von den Möglichkeiten der Buchdruckerkunst, wird in Nürnberg den ersten mathematisch-naturwissenschaftlichen Fachverlag gründen.

Kunst und Geometrie

Die Geschichten in diesem Buch überqueren immer wieder die Alpen, ziehen über Passstraßen von Süd nach Nord und von Nord nach Süd. Auf den Spuren von Papiermachern und Druckern, Lehrlingen und Studenten, Pilgern und Kardinälen, Künstlern und Mathematikern wie Regiomontanus pendeln sie zwischen dem deutsch- und italienischsprachigen Raum hin und her. Dieser Wissenstransfer über die Alpen stimuliert eine ganze Epoche.

Im selben Jahr, in dem Regiomontanus in Nürnberg seine ersten Bücher unter die Presse legt, wird Albrecht Dürer dort geboren, einer der beiden Protagonisten des zweiten Kapitels »Proportionen und Perspektiven«. Dürer lernt das Malerhandwerk in einer Werkstatt, die der größten Nürnberger Druckerei zuarbeitet. Er ist Kind einer Medienrevolution, bereichert die Bücherwelt um unnachahmliche Holzschnitte und verkauft Kupferstiche als Einblattdrucke in Serie.

Bei seinen Italienreisen wird er mit dem Kunstverständnis jenseits der Alpen konfrontiert. Dort ist die Geometrie zum Fundament der Malkunst geworden. Italienische Künstler sind überzeugt davon, mit der Zentralperspektive eine geradezu unfehlbare Methode gefunden zu haben, Dinge so abzubilden, wie wir sie sehen. Ein Gemälde, so der zeitgenössische Tenor, habe zu sein

wie ein Fenster, durch das man von einer festgelegten Position auf die Welt schaut. Und diese täuschend echte Darstellung der Wirklichkeit wird durch eine mathematische Konstruktion ermöglicht, die auch Dürer in ihren Bann zieht.

Die Zentralperspektive, eine Erfindung toskanischer Künstler, ist aus einer Verschmelzung der Lehren der Geometrie und Optik hervorgegangen. Leonardo da Vinci ist mit ihr aufgewachsen und hat daraus hervorgegangene Reproduktionstechniken wie den Perspektografen bereits während seiner Lehre kennengelernt. Vor einer solchen Apparatur sitzt der Maler wie ein moderner Fotograf: Den Kopf fixiert, ein Auge geschlossen, überträgt er auf eine Glasplatte, was er sieht.

Leonardo und Dürer verflechten Ästhetik und Mathematik miteinander und experimentieren virtuos mit dem perspektivischen Repertoire. Der Maler aus Vinci entwickelt Zeichentechniken, wie wir sie im 21. Jahrhundert in Anatomiebüchern, in Gebrauchsanweisungen und Montageanleitungen finden. Er erweitert Medizin und Kartografie um die Möglichkeiten einer als Wissenschaft verstandenen Kunst.

Nichts davon veröffentlicht er. Dürer dagegen schreibt ganze Bücher zur darstellenden Geometrie und Proportionenlehre. Die beiden Künstler stehen stellvertretend für all jene Maler, Ingenieure und angehenden Naturforscher, die die Sprache der Mathematik für sich entdecken und den neuzeitlichen Wissenschaften den Weg ebnen.

Unterwegs zur Formelsprache

Dürer schreibt Bücher in deutscher Sprache. Die Druckerpresse vereinheitlicht nicht nur die Landessprachen. In derselben Epoche, in der unser Deutsch entsteht, wird auch eine neue mathematische Sprache aus der Taufe gehoben, die die Verständigung über Distanzen hinweg erleichtert: eine Formelsprache. An die Stelle von Wörtern treten nun Symbole für verschiedene Rechenoperationen, Zeichen für Plus und Minus, das Wurzelziehen oder das Rechnen mit unbekanntem Größen. Sie sind die heimlichen Protagonisten des dritten Kapitels »Algorithmen und Algebra«.

Im Zuge dieser Formalisierung trennt sich die europäische Mathematik von ihrem arabischen Vorbild. Durch den Gebrauch von Symbolen schaffen Rechenmeister und Gelehrte Spielräume für Zahlen, die mit dem bisherigen Zahlbegriff unvereinbar sind. Die Null ist kaum in den Kreis der Zahlen aufgenommen, da sehen sie sich bereits gezwungen, auch negative Zahlen als Lösungen von Gleichungen ins Auge zu fassen.

Mit dem Arzt und Astrologen Girolamo Cardano, der seine eigene Spielsucht zur Grundlage einer Wahrscheinlichkeitsrechnung macht, und dem Theologen Michael Stifel, einem Freund Martin Luthers, der als Weltuntergangsprophet deutschlandweit Berühmtheit erlangt, begegnen uns in diesem Kapitel zwei weitere

schillernde Figuren der Renaissance. Cardano und Stifel sind Pioniere einer neuen Gleichungslehre, der Algebra. Sie verwandeln vormals schwierige oder unmögliche Rechenoperationen in Routinen, in Algorithmen, die sich stur abarbeiten lassen.

Stifel gelingt es, die Lösung sämtlicher quadratischer Gleichungen in einer einzigen Rechenregel zusammenzufassen. Eine der wichtigsten Techniken dabei: das Wurzelziehen. Im sächsischen Holzdorf erneuert Stifel das Wissen über das Wurzelrechnen und mithin über Zahlen, die sich nicht durch das Verhältnis zweier ganzer Zahlen ausdrücken lassen. Sie werden heute als »irrationale Zahlen« bezeichnet.

Währenddessen stößt Cardano in Mailand zu einem allgemeinen Lösungsverfahren für Gleichungen dritten Grades vor. In diesem Zusammenhang kommen mathematische Objekte ins Spiel, die sich jeglicher Anschauung entziehen. Denn was soll das für eine Zahl sein, die mit sich selbst multipliziert eine negative Zahl ergibt? Cardano rechnet auch mit diesen obskuren Größen, die später »komplexe Zahlen« genannt werden.

Hatte man es in der klassischen Arithmetik nur mit ganzen Zahlen und Brüchen zu tun, wandelt sich das Zahlenverständnis gegen Ende der Epoche. Um Gleichungen jeder Art routinemäßig lösen zu können, bedarf es der Null und der negativen Zahlen, der irrationalen und komplexen Zahlen. Diese Ausdifferenzierung der Zahlen ist das Resultat der in Formeln gegossenen, verallgemeinerten Rechenpraktiken. In dem erweiterten Zahlenraum schlagen Mathematiker

bald darauf eine neue Brücke zur Geometrie mit ihren kontinuierlichen Größen. Durch die Erfindung des kartesischen Koordinatensystems wird es ihnen möglich, geometrische Kurven in algebraische Gleichungen zu übersetzen. Alles wird Zahl.

Europa kriegt die Kurve

Dieses Buch erzählt vom Aufstieg der Zahlen in einem fast vergessenen Jahrhundert der Mathematik. Einem Jahrhundert, das nicht mit spektakulären Fortschritten in Einzelfragen aufwartete, aber den europäischen Kontinent innerhalb weniger Generationen aus seiner Rückständigkeit an die Spitze der mathematischen Forschung führte. In der Renaissance begann die Mathematik alle Bereiche des wirtschaftlichen und kulturellen Lebens zu durchdringen. Mehr noch: Sie bereitete den modernen Wissenschaften den Boden.

Die Mathematik, in der Renaissance als »Königin der Wissenschaften« gefeiert, hat sich seither in etwas ungemein Mächtiges verwandelt. Im 21. Jahrhundert bestimmen Algorithmen das menschliche Zusammenleben mehr denn je. In Zeiten des Klimawandels und der Pandemien sind wir ständig mit Zahlen konfrontiert. Auf ihrer Grundlage treffen Politiker Entscheidungen über die Zukunft, über Leben und Tod.

Unsere moderne Welt ist durchtränkt von Zahlen und Algorithmen. Wenn beim Fahrkartenkauf am Automaten ein Bildschirm auf die Berührung unseres Zeigefingers reagiert, können wir die Geometrie der elektrischen Schaltkreise unter der Tastfläche vielleicht noch erahnen. Ihre wohlberechnete Anordnung auf winzigen Computerchips dagegen bleibt unseren Augen verborgen.

Es lohnt sich, sich mit dieser überall versteckten Mathematik zu beschäftigen. Und zwar nicht nur, weil sie nützlich ist, sondern weil sie den Geist anregt. Weil sie die Wirklichkeit in komprimierter Form abzubilden imstande ist. Weil sich ungeahnte Chancen daraus ergeben, die Mathematik zu einer Inspirationsquelle des eigenen Denkens zu machen.

Leonardo und Dürer, die beiden bekanntesten Protagonisten dieses Buches, ließen den Pinsel liegen, um sich in die Konstruktion von Ellipsen oder Vielecken, die Quadratur des Kreises oder die Verdopplung des Volumens eines Würfels zu vertiefen. Ohne eine besondere Schulbildung genossen zu haben, tauchten sie ein in die Welt der Mathematik. Ihre Erkenntnisbegeisterung ist auch heute noch ansteckend.

I

Zahlen und Zeichen

Das Universum der Zahlen

Erstes Kapitel, in welchem wir einen jungen Deutschen von Venedig nach Padua begleiten, um der ersten Universitätsvorlesung über die Geschichte der Mathematik beizuwohnen. Wie kommt man zu großen und immer größeren Zahlen?

San Giorgio, 1464. Wie auf einem Präsentierteller liegt die Lagune vor ihm: über dem Meer der Dogenpalast, schwebend in Weiß und Rosa, daneben die Piazzetta mit den beiden Granitsäulen, ein offenes Tor, das die ankommenden Schiffe empfängt, und dahinter, dem von der Adria her wehenden Wind trotzend, der Campanile, der Glockenturm, der alle Häuser überragt. Wasser und Stein, Schiffe und Wind.

Johannes Müller hat dieses Panorama oft genossen. Ein Dreivierteljahr hat er bei den Benediktinern auf San Giorgio verbracht. Das Kloster direkt gegenüber von San Marco ist ihm zur Heimstatt geworden, ein Ort der Stille inmitten der Lagune von Venedig, dem größten Warenumsschlagplatz des Abendlands, der Drehscheibe des Handels zwischen Ost und West, Nord und Süd.

Andere Deutsche kommen in die Seerepublik, um Geschäfte zu machen. Als Kaufleute logieren sie im

Fondaco dei Tedeschi, der deutschen Faktorei am Rialto, wo internationale Handelshäuser und Banken angesiedelt sind, wo sich Lager und Magazine mit Produkten aus aller Herren Länder füllen, wo Tuch-, Gewürzhändler und Juweliere Tag für Tag ihre Stände und Tische aufbauen. Es ist ein Gewimmel aus Einheimischen und Fremden, ein Rausch der Farben und betäubenden Düfte des Orients, ein Durcheinander von Waren und Währungen. Überall in diesem Geschäftsviertel fühlt man den Zauber des Geldes.

Nicht so auf San Giorgio. Die Koggen und Galeeren, die vollbeladen durch die Lagune fahren, lassen die Insel links liegen. Zwischen San Marco und San Giorgio verkehren nur kleine Boote.

Manchmal setzt eine Gruppe Pilger über, Männer, die auf die Überfahrt ins Heilige Land warten und sich die Zeit damit vertreiben, venezianische Kirchen und Klöster zu besichtigen. Auf San Giorgio wollen sie zuerst den Altar sehen, in dem die Gebeine des Heiligen Georg aufbewahrt werden, ein Anblick, der seinen Niederschlag in Reisetagebüchern findet: »Ist sant jorgen arm mit der handt noch gantz in eynem altar.«¹ Staunen erweckt auch der große Garten, in dem Oleander- und Holunderbüsche, Weintrauben und Feigen wachsen. »Dieser ist nicht nur der schönste von ganz Venedig, sondern auch von allen, die ich in Italien sah«, schreibt einer der Reisenden des humanistischen Zeitalters, der Brite Thomas Coryate. »Er übertrifft sogar den bemerkenswerten Garten der Benediktiner in Padua.«²

Die Mönche auf San Giorgio führen ein Leben nach den Ordensregeln des Heiligen Benedikt. Jeden Nachmittag

prüft der Abt, ob sie diese auch befolgt haben. Nach ihren Zeiten und Rhythmen, mit ihren Gesängen und Gebeten hat Johannes Müller in den zurückliegenden Monaten gelebt. Er kennt ihren Tagesablauf in allen Einzelheiten. In dem weitläufigen Benediktinerkloster hat er jene Ruhe gefunden, die ihm und seinem Patron, dem Kardinal, lieb ist.

Der junge Deutsche genießt den Ruf des Sternenkundigen. Wenn es dunkel wird, zieht er sich mit seinen astronomischen Messgeräten in einen Winkel des Klostergartens zurück. Tagsüber hält er sich oft in der Bibliothek auf. Auch dann ist er mit seinen Gedanken in einer anderen Welt als diejenigen, die um ihn herum an Schreibpulten stehen.

Johannes Müller ist weder Mönch, noch sieht man ihm an, dass er zum Gefolge eines Kardinals zählt. Ein Holzschnitt aus einer Nürnberger Werkstatt, die einzige zeitgenössische Abbildung, die wir von ihm besitzen, zeigt ihn als hageren, nachdenklich dreinschauenden Mann. Er trägt schlichte Kleidung und eine Mütze, in der Hand hält er ein Messinstrument, ein Astrolab.

Seine von San Giorgio verschickten Briefe hat er mit Ioannes Germanus unterzeichnet.³ Die Gelehrtensprache Latein fließt ihm leicht aus der Feder. In Rom nannte man ihn auch Johannes molitoris und in amtlichen Briefen Johannes Muller de Kunigspergk, was auf seine Geburtsstadt, das fränkische Königsberg, verweist. Ihr ist auch die lateinische Wendung Ioannis de Regio monte geschuldet. Und um der späteren Geschichtsschreibung

Genüge zu tun, werden auch wir von jetzt an von Regiomontanus sprechen.

Der Mann vom Schwarzen Meer

Die Latinisierung des Namens steht im Einklang mit seiner Liebe zu den Schriften des Altertums, einer Liebe, die stetig gewachsen ist, seit er Kardinal Bessarion vor vier Jahren in Wien begegnete. Bessarion hat in ihm das Bewusstsein dafür geweckt, dass die Werke der Antike für einen zeitgenössischen Gelehrten mehr sind als Orientierungspunkte. Sie bilden die wichtigste Grundlage für eine Neuausrichtung der Philosophie und der Wissenschaften.

Wann immer es ihm möglich ist, widmet sich Regiomontanus in der Zurückgezogenheit des Klosters der Handschriftensammlung des Kardinals, liest antike Texte, versucht, sie gedanklich zu durchdringen, fertigt Kopien an, schreibt Übersetzungen und Kommentare. Bessarions private Bibliothek enthält einzigartige griechische Codices. Einige davon hat der Kardinal über Mittelsmänner gekauft, andere eigenhändig aus Konstantinopel mit nach Italien gebracht. Sein Name wird überall in Italien mit der Wiederentdeckung des verlorenen Wissens der griechischen Antike in Verbindung gebracht.

Der Mann vom Schwarzen Meer gehörte einst dem griechischen Klerus an. Während seine Heimat nach und nach unter osmanische Herrschaft fiel und die Truppen des Sultans immer weiter nach Westen vordrangen, hoffte Bessarion auf den Zusammenhalt der Christenheit. Mit der

ihm eigenen Energie setzte er sich dafür ein, die griechisch-orthodoxe und die römisch-katholische Kirche nach ihrer jahrhundertelangen Spaltung wieder zu einen. Bei seiner gut vorbereiteten Mission feierte er in Italien unerwartete Erfolge. Doch obwohl das Unionsbekenntnis von beiden Seiten schon ausgesprochen war, scheiterte er letztlich am Widerstand in den eigenen Reihen.

Wie viele andere griechische Gelehrte verließ Bessarion seine Heimat noch vor der Eroberung Konstantinopels. Er siedelte nach Italien über, wo ihn der Papst nach seiner Bekehrung zum Kardinal ernannte. Seither ist es sein vordringliches Anliegen, zumindest das geistige Erbe des Ostens zu bewahren.

Seine Wertschätzung für die Antike und seine Werbung für die griechische Philosophie werden von vielen italienischen Gelehrten geteilt. Griechische und lateinische Klassiker sind zu begehrten Luxusgütern geworden. Papst Pius II. gibt für die Anschaffung von Büchern ähnlich hohe Summen aus wie Cosimo de' Medici in Florenz. Beide beschäftigen Agenten, die Klosterbibliotheken durchstöbern und in privaten Sammlungen nach Exemplaren mit Seltenheitswert suchen. Sie heuern Schreiber für die Anfertigung von Kopien an und vergeben Aufträge an Spezialisten, die sich der Rezeption der Antike verschrieben haben.

Bessarion versammelt eine ganze Gelehrtschaft um sich. Regiomontanus hat es von Beginn an als intellektuelle Auszeichnung empfunden, zu seinen »familiares« zu gehören, seinen engsten Vertrauten. Er selbst bringt als Mathematiker ein Expertenwissen ein, das nicht nur

getreue Übersetzungen ermöglicht, sondern eine lebendige Auseinandersetzung mit den griechischen Klassikern.

Die Kenntnis der griechischen Sprache habe er sich im Hause seines hochverehrten Herrn angeeignet, schreibt er in einem seiner Briefe aus San Giorgio.⁴ Inzwischen übersetzt er eigenhändig aus dem Griechischen ins Lateinische, korrigiert, ergänzt und kommentiert bereits vorhandene Übertragungen alter Schriften. Und zwar solche astronomischen und mathematischen Inhalts, darunter ein Codex des Archimedes, eine faszinierende Sammlung ausgewählter Arbeiten des größten Mathematikers des Altertums.

San Giorgio ist der rechte Platz für Studien dieser Art. Die Benediktiner verbringen selbst einen Teil des Tages mit stiller Lektüre. Bessarion spielt inzwischen mit dem Gedanken, ihnen seine wertvolle Büchersammlung zu vermachen, zumal er erfahren hat, dass dem Kloster für die Aufbewahrung der eigenen Bestände eine neue Bibliothek in Aussicht gestellt worden ist: eine Schenkung aus Florenz.⁵ Vor etlichen Jahren saß Cosimo de' Medici hier zusammen mit seinem Bruder Lorenzo in der Verbannung. Die Benediktiner hatten die politisch Verfolgten seinerzeit willkommen geheißen, wofür sich die Florentiner Dynastie, die zu unvorstellbarem Reichtum gelangt ist, nun erkenntlich zeigen möchte.

Bessarion und seine Gesandtschaft haben sich dem Rhythmus der Mönche angeschlossen. Während Regiomontanus das Tageslicht nutzt, um in der Klosterbibliothek zu arbeiten, verlässt der Kardinal San

Giorgio immer wieder, um Verhandlungen zu führen. Seine Rastlosigkeit legt er auch hier nicht ab.

Schon aufgrund seines langen Bartes würde ihn niemand für einen Benediktiner halten. Die griechische Bartpracht fällt jedem sofort ins Auge. Sie beschäftigt italienische, flämische und deutsche Maler. Einer von Regiomontans papstkritischen Landsleuten nannte den Kardinal gar einen »Bock«.⁶

Als Gelehrter mag Bessarion hoch angesehen sein, als Kirchenpolitiker hat er zahlreiche Widersacher. Damit wurde Regiomontanus schon bei ihrer ersten Begegnung konfrontiert, und zwar in der kaiserlichen Residenzstadt Wien, wo Bessarion im Jahr 1460 als Legat des Papstes eingetroffen war. Schon damals warb er leidenschaftlich für einen Kreuzzug gegen die Türken, die mit der Eroberung Konstantinopels sieben Jahre zuvor den Untergang des längst verblichenen Oströmischen Reiches besiegelt hatten. Zur Finanzierung des Krieges forderte der Kardinal den deutschen Klerus zur Zahlung eines Zehnten auf. Damit erregte er viel Unmut. Seine Mission war allerdings wegen der Uneinigkeit der deutschen Fürsten, die sich untereinander bekriegten und von denen etliche dem Reichstag ferngeblieben waren, von vornherein zum Scheitern verurteilt.

Auch in Italien konnten Bessarion und Papst Pius II. die zerstrittenen Staaten nicht zu einem gemeinsamen Militäreinsatz bewegen. Der Christenheit sei im Jahr 1453 mit Konstantinopel ihr zweites Auge ausgerissen worden, so eines der drastischen Bilder des Papstes.⁷ Doch selbst die Seerepublik Venedig, deren Fernhandel unmittelbar

betroffen war, schreckte vor einem Krieg zurück und versuchte, ihre Handelsprivilegien in Verhandlungen mit dem osmanischen Herrscher Mehmed II. zu sichern — und sei es durch entsprechende Zahlungen.

Angesichts der ungebremsten Expansionspolitik des Sultans ist die Stimmung zumindest in der Lagune gekippt. Venedig sieht sich mehr und mehr in die Defensive gedrängt. Die Osmanen haben auf der Peloponnes jahrhundertealte venezianische Handelsstützpunkte eingenommen. Auf dem Balkan sind sie bis nach Bosnien vorgedrungen. Nun rüstet die Serenissima gemeinsam mit dem Kirchenstaat und im Bündnis mit Ungarn zur Rückeroberung der verlorenen Gebiete.

Der Bücherjäger

Um den Kreuzzug vorzubereiten, wurde Bessarion nach Venedig geschickt. Mit achtzehnköpfigem Gefolge zog der Kardinal im Sommer 1463 ins Kloster San Giorgio ein.⁸ Von hier aus erledigt er seine Amtsgeschäfte. Regiomontanus erhält seine Korrespondenz mit der Gelehrtenwelt aufrecht und unternimmt im Auftrag des Kardinals gelegentlich kürzere Reisen, zuletzt nach Mailand.⁹ Vor allem aber hat ihn Bessarion mit seiner Begeisterung für griechische Klassiker und mit seiner Sammelleidenschaft angesteckt.

In Venedig ist Regiomontanus selbst zum Bücherjäger geworden. Über die näheren Umstände seines bedeutendsten Funds verraten seine Briefe leider nichts. Mag sein, dass er die Klosterbibliotheken durchforstet hat, um nach Relikten der griechischen Mathematik zu suchen.

Vielleicht aber hat ihm auch ein Zufall den einzigartigen Codex in die Hände gespielt. Venedig ist ein Umschlagplatz für Waren jeder Art, auch für seltene Bücher, unter denen sich naturkundliche und mathematische Werke einer wachsenden Beliebtheit erfreuen. Durch die Auflösung privater Bibliotheken geraten immer wieder unerkannte Schätze in Umlauf.¹⁰

Über seine außergewöhnliche Entdeckung hat Regiomontanus den Hofastronomen des Herzogs von Ferrara, Giovanni Bianchini, soeben in Kenntnis gesetzt: »Hier sage ich Eurer Herrschaft, dass ich jetzt in Venedig Diophantos, einen griechischen Mathematiker, gefunden habe, der noch nicht ins Lateinische übersetzt ist.« Es handele sich um ein Werk, das wahrhaftig wunderschön, aber auch höchst schwierig sei.¹¹

Diophant stammte aus Alexandrien. Er war einer der letzten großen Vertreter der griechischen Mathematikertradition. Ein Laie hätte mit seiner »Arithmetica« nichts anfangen können. Regiomontanus hat vermutlich auf den ersten Blick erkannt, dass dieser Codex ein völlig neues Licht auf die antike Mathematik wirft: Die »Arithmetica« liefert den Beweis dafür, dass die Griechen, Meister auf dem Gebiet der Geometrie, auch in der Algebra weit vorangeschritten waren.

Bei dem umfangreichen Fragment, einer Abschrift aus dem 13. Jahrhundert, handelt es sich um eine Sammlung von Aufgaben zu quadratischen Gleichungen und Gleichungen höheren Grades. Auch Gleichungen mit mehreren Unbekannten kommen vor. Bereits im Vorwort führt Diophant ein Symbol für eine solche Unbekannte

ein — wir würden sie heute »x« nennen, Regiomontanus spricht von »res«. Es folgen weitere Symbole für x^2 (»census« bei Regiomontanus) oder x^3 (»cubus«).

Sechs Bücher seien in der Handschrift enthalten, heißt es in Regiomontans Brief an Bianchini. Im Vorwort verspreche Diophant aber, er werde dreizehn Bücher schreiben. Daher bittet er seinen Briefpartner im Februar 1464, sich in Ferrara und andernorts nach den noch fehlenden Teilen umzuschauen.¹²

Was Regiomontanus nicht voraussehen kann und was seine Entdeckung so kostbar macht: Diophants »Arithmetica« ist nicht nur das erste wiedergefundene Werk zu einer antiken Algebra, die sich von der Geometrie abgelöst hatte, sie wird auch das einzige Lehrbuch dieser Art bleiben, das die Zeit überdauert hat. Generationen von Mathematikern werden davon zehren.

Die »Arithmetica« wirkt bis in die moderne Mathematik hinein. Ohne ihre Lektüre hätte zum Beispiel der französische Mathematiker Pierre de Fermat zu Beginn des 17. Jahrhunderts nicht seinen berühmten Satz formuliert, dessen Beweis erst an der Schwelle zum 21. Jahrhundert geglückt ist und der eine Vielzahl neuer mathematischer Erkenntnisse ans Licht gebracht hat.

Diophant hatte in Aufgabe 8 seines zweiten Buches auf elegante Weise bewiesen, dass die Gleichung $a^2 + b^2 = c^2$ unendlich viele Lösungen für positive, ganze Zahlen a , b und c besitzt.¹³ Berühmt ist diese Gleichung in allgemeiner Form als Satz des Pythagoras. Dann sind a und b zwei Seiten eines rechtwinkligen Dreiecks und c ist die längste Seite. Unter diesen rechtwinkligen Dreiecken gibt es