Hochgeehrte Versammlung!

Wer die Entwickelung der Mathematik und der ihr verwandten Disziplinen vom kulturhistorischen Standpunkte aus verfolgt, für den wird das Zeitalter der Renaissance immer von ganz besonderem Interesse sein: vollzog sich doch in demselben der Konsolidationsprozeß, aus dem unsere moderne mathematische Wissenschaft als ein internationaler Kulturfaktor hervorgegangen ist.

Renaissance! Wiedergeburt der Künste und der Wissenschaften! Welche Fülle von Vorstellungen weckt dieses Wort in unserer Seele! Vor unserem Auge erheben sich die großen Meister der italienischen Kunst, wir glauben die Werke eines Lionardo da Vinci, eines Raphael, eines Michelangelo zu schauen, welche nun schon seit Jahrhunderten für die Kulturvölker des ganzen Erdballes eine gemeinsame und unerschöpfliche Quelle des reinsten und edelsten Genusses bilden. Wir fühlen uns im Geiste versetzt an die glänzenden Hofhaltungen der kunstliebenden italienischen Fürsten, vor allen der Mediceer, und nehmen theil an den litterarischen Bestrebungen, welche sich an die durch Dante, Petrarca, Boccaccio begründete italienische Nationallitteratur anknüpfen.

Und dann wiederum erinnern wir uns, daß die Zeit der Renaissance zugleich auch eine Zeit des Wiederaufblühens der Wissenschaften, insbesondere der klassischen Studien ist, daß sie zusammenfällt mit der aufklärenden und befreienden Thätigkeit des Humanismus und der Reformation. Wir lassen unsere Blicke von Italien weg nach Norden schweifen und begegnen neben den markigen Gestalten eines Zwingli, eines Luther, den großen Humanisten Melanchthon, Erasmus von Rotterdam, Reuchlin — und mit Vorliebe verweilt die Erinnerung bei der Erscheinung des rastlosen Kämpfers, der auf der nahen Ufenau sein ruhm- und thatenreiches Leben beschloß und der uns durch David Friedrich Strauß und nicht zum wenigsten auch durch Konrad Ferdinand Meyers tiefempfundene Dichtung so menschlich nahe gerückt und so sympathisch geworden ist. Und indem wir diesen Vorstellungen Raum geben, sind wir plötzlich mitten in dem Kampfe, der die Völker von dem Banne des Mittelalters befreite, mitten in der großen, herrlichen humanistischen Bewegung. Allerorten regen sich die Geister, erblüht frisches wissenschaftliches Leben — es ist uns, als gehe ein warmer Frühlingshauch durch die Lande, als töne an unser Ohr der Jubelruf, mit welchem Ulrich von Hutten sein ewig denkwürdiges Sendschreiben an Wilibald Pirckheimer beschloß: „O Jahrhundert! O Wissenschaften! Es ist eine Freude zu leben!"

Und an all dieser Herrlichkeit — so höre ich fragen — soll auch diejenige Wissenschaft Antheil haben, der man zwar, schon allein mit Rücksicht auf die weithin imponirenden Vortheile, welche sie der modernen Technik gewährt, stets mit Achtung, aber doch nicht gerade immer mit Sympathie entgegentritt, die man so vielfach, und so sehr mit Unrecht, als eine trockene, nüchterne bezeichnet, welche wohl den Verstand, die Kritik, nicht aber das Gemüth, nicht die Phantasie

anzusprechen vermöge, und die man daher so gerne in einen gewissen Gegensatz zu bringen sucht zu künstlerischem Schaffen und Gestalten, oder gar zu idealem Streben überhaupt!

Wer sich die Mühe nehmen wollte, solche Vorurtheile zu zerstreuen, der brauchte nur gerade auf einen der berufensten — und zugleich phantasievollsten — Vertreter des klassischen Alterthumes hinzuweisen, auf Plato, der seine Vorträge in der Akademie mit den Worten eröffnete: „Kein der Geometrie Unkundiger trete unter mein Dach!" — auf Plato, der die Mathematik nicht materieller Vortheile wegen, sondern gerade darum so liebte und schätzte, weil sie vermöge der ihr innewohnenden Kraft der Abstraktion in besonderem Maße geeignet sei, den Geist von der Sinnenwelt abzuziehen und für das Ideale empfänglich zu machen. Und wer nicht aus dem Alterthume die Ueberzeugung entnehmen will, daß an den großen, idealen Aufgaben der Menschheit auch die mathematische Wissenschaft einen nicht zu unterschätzenden Antheil hat, dem wird sich diese Ueberzeugung aufdrängen bei einem sorgfältigen und allseitigen Studium der Kulturbestrebungen der Renaissance, von denen ich nur einige flüchtige Skizzen Ihnen heute entwerfen werde.

Es ist nicht wohl möglich, verehrte Damen und Herren, den Antheil, den eine so abstrakte Wissenschaft, wie die Mathematik, an der Kultur irgend einer Zeit gehabt hat, anders als im Zusammenhange mit der ganzen historischen Entwickelung dieser Disziplin zu verstehen. Denn die mathematische, wie überhaupt jede rein wissenschaftliche Forschung erblickt ihr Ziel weit mehr in der Befriedigung einer jeweilen ganz bestimmten idealen Forderung des reinen Intellektes, als in der Anwendbarkeit ihrer Resultate, von denen überdies nur selten mit Sicherheit vorausgesagt werden kann, wann, in welcher Form und in welchem Maße sie dereinst in die Kulturentwickelung

eingreifen werden. Unter diesen Umständen werden Sie es daher als selbstverständlich erachten, wenn ich die uns hier speziell interessirenden Kulturfaktoren des Zeitalters der Renaissance nicht isolirt, sondern als Produkte einer geschichtlichen Entwickelung darstelle. Und wenn ich dabei etwas weiter zurückgreife, als Ihnen vielleicht auf den ersten Blick erforderlich erscheinen möchte, so wollen Sie die Erklärung hierfür nicht sowohl in der Schwierigkeit erblicken, über mathematische Dinge zu reden ohne Voraussetzung von Spezialkenntnissen, als vielmehr in dem Umstande, daß die zunächst zu erörternden Fragen zeitlich zwar von der Renaissance weit abliegen, inhaltlich aber mit derselben in dem direktesten Zusammenhange stehen und daher für das Verständniß unumgänglich nothwendig sind.

Schon einmal waren in Italien die mathematischen Wissenschaften zu hoher Blüthe gelangt. Es war dies zur Zeit der griechischen Kolonien in Unteritalien und in Sizilien. Und der letzte griechische Mathematiker auf Italiens Boden, Archimedes von Syrakus, glänzt zugleich als hellster Stern an dem Mathematikerhimmel des Alterthums. Als er bei der Eroberung seiner Vaterstadt durch die Römer, im Jahre 212 v. Chr., den Todesstoß empfing, in dem Momente, da er, ganz vertieft in seine Untersuchungen, angesichts des auf ihn einstürmenden Kriegers keine andere Sorge kannte, als: „Zerstöre mir meine Kreise nicht!" da war auch das Schicksal der von ihm in so glänzender Weise vertretenen Wissenschaft besiegelt, da ward mit ihm die wissenschaftliche mathematische Forschung in Italien auf mehr als ein Jahrtausend vernichtet! Denn das große Volk der Römer hat im Laufe der Jahrhunderte, wenigstens mit griechischem Maße gemessen, auch nicht einen einzigen nennenswerthen Mathematiker hervorgebracht, und es ist gewiß nicht als ein Zufall zu betrachten, daß das in

künstlerischer wie in litterarischer Hinsicht so wenig eigenartige, von den Griechen durchweg abhängige Volk auch für wissenschaftliche mathematische Spekulation so unglaublich schlecht beanlagt war.

Die Pflege der mathematischen Wissenschaften in den letzten Jahrhunderten vor und den ersten Jahrhunderten nach Christi Geburt lag fast ausschließlich in den Händen der Gelehrten der Akademie von Alexandria. Hier hatte schon unter dem ersten Ptolemäer, ums Jahr 300 v. Chr., Euklid seine berühmten, Ihnen Allen bekannten „Elemente" geschrieben, die noch heute, seit der Renaissance, die Grundlage des geometrischen Unterrichtes bilden. Hier lebten Eratosthenes, der Geograph und Chronolog, dessen Name jedem Mathematiker durch das sogenannte „Sieb des Eratosthenes" bekannt ist; Apollonius, der große Geometer, der die Theorie der Kegelschnitte einer gründlichen Bearbeitung unterzog und die Namen Ellipse, Hyperbel, Parabel einführte; hier stellte, ums Jahr 150 v. Chr., Hipparch, der eigentliche Begründer einer wissenschaftlichen Astronomie, dem wir namentlich auch die Einführung der geographischen Länge und Breite zur Bestimmung der Lage eines Punktes auf der Kugel verdanken, seine berühmten Mondbeobachtungen an und hier, in Alexandrien, schrieb, etwa 300 Jahre später, Klaudius Ptolemäus sein unsterbliches Werk „*μεγάλη σύνταξις*", die große Zusammenstellung.

Der Name des Ptolemäus, des Begründers der nach ihm benannten Weltanschauung, ist mit der Kultur eines Zeitraumes von fast ein und einem halben Jahrtausend und namentlich mit der Kultur der Renaissance so innig verwachsen, daß ich nicht umhin kann, einige Augenblicke bei dieser hervorragenden Erscheinung zu verweilen.

Sie Alle wissen, daß die ptolemäische Weltordnung, welche bis zur Mitte des sechzehnten Jahrhunderts allgemein wie ein Evangelium angesehen und verehrt wurde, auf dem geocentrischen

Prinzipe, d. h. auf der Grundanschauung beruht, daß die Erde bewegungslos im Mittelpunkte des Weltalles schwebe und daß die Gestirne mit Einschluß der Sonne sich um diesen Mittelpunkt drehen. Aber diese Anschauung, die sich ja schließlich jedem naiven Beobachter aufdrängt, wäre allein nicht ausreichend gewesen, um den unvergänglichen Ruhm des Ptolemäus zu begründen. Das hohe Verdienst dieses Mannes bestand vielmehr darin, daß er, auf Grund der von ihm zum größten Theile selbst geschaffenen und in ihrer Vollkommenheit jahrhundertelang nicht übertroffenen trigonometrischen Hülfsmittel, es unternahm, die Bewegungen der Gestirne mit größtmöglicher Vollständigkeit mathematisch zu beschreiben.

Schon Hipparch hatte, 300 Jahre vor Ptolemäus, die Beobachtung gemacht, daß die Jahreszeiten ungleiche Längen haben, und hatte diese Thatsache nur durch die Annahme zu erklären vermocht, daß zwar die Sonne sich gleichförmig in einem Kreise um die Erde bewege, daß die letztere aber nicht genau in dem Mittelpunkte dieses Kreises sich befinde. Konnte nun auch Hipparch mit Hülfe dieses sogenannten excentrischen Kreises die scheinbare Sonnenbewegung hinreichend erklären, so boten ihm doch die weit verwickelteren Bewegungen des Mondes und der Planeten unüberwindliche Schwierigkeiten dar. Die scheinbare, d. h. von der Erde aus gesehene, jährliche Bewegung der Planeten ist nämlich durch die Bildung einer Schleife ausgezeichnet, in der Weise, daß zwar die Planeten im großen und ganzen sich in einer und derselben Hauptrichtung, nämlich von Westen nach Osten, bewegen, aber einmal ihren Lauf verlangsamen, Halt machen, sich kurze Zeit rückwärts bewegen, abermals Halt machen, um dann wieder die Bewegung in der ursprünglichen Richtung fortzusetzen. Wie sollte man nun diese verwickelte Bewegung erklären, ohne gegen die im ganzen Alterthume, zum Theil aus metaphysischen Gründen, festgehaltene

Grundanschauung zu verstoßen, der zufolge zur Erklärung der himmlischen Bewegungen nur die gleichförmige Bewegung im Kreise herbeigezogen werden durfte? Ptolemäus löste diese Aufgabe, indem er jede Planetenbewegung als aus zwei kreisförmigen Bewegungen zusammengesetzt annahm. Nach Ptolemäus bewegt sich jeder Planet zunächst gleichförmig auf einem Kreise, dem sogenannten Epicykel, dessen Mittelpunkt selbst wieder auf einem zweiten, um die Erde excentrisch beschriebenen Kreise, dem sogenannten Deferenten, fortrückt. Indem also Ptolemäus die Planetenbahnen als sogenannte Epicykloiden darstellte, gelang es ihm, die namentlich durch die Rückläufigkeit so komplizirte Planetenbewegung zu erklären, ohne gegen das genannte Grundprinzip zu verstoßen.

Dies sind, in flüchtigen Umrissen gezeichnet, die Grundlagen der berühmten, von bewunderungswürdigem Scharfsinne zeugenden Epicyklentheorie des Ptolemäus. Ich habe damit aber auch zugleich den mathematischen Inhalt derjenigen Weltanschauung berührt, welche noch während des größten Theiles der Renaissance die allgemein herrschende war und erst gegen das Ende derselben einer höheren Einsicht in die Weltordnung Platz zu machen begann. In welcher Weise sich dieser bedeutungsvolle Uebergang vollzog, davon wird später die Rede sein.

Es ist eine vielverbreitete Ansicht, daß nach der Eroberung Alexandriens durch die Araber, im Jahre 641, die griechische Kultur in Konstantinopel, wohin sich viele alexandrinische Gelehrten begeben hatten, eine neue Heimath gefunden habe und daß hier, in der Hauptstadt der oströmischen Kaiser und unter den Schutze derselben, die griechische Wissenschaft während des ganzen Mittelalters gepflegt und gefördert worden sei. Als dann, infolge des Vordringens der Türken und namentlich nach der Eroberung von Konstantinopel im Jahre 1453, gelehrte griechische Flüchtlinge die klassischen Handschriften nach Italien

retteten, sei durch die so vermittelte Bekanntschaft des Abendlandes mit dem kostbaren Schatze griechischer Kultur der Anstoß zu dem Wiederaufleben der Wissenschaften gegeben worden.

Soweit es sich um mathematische Verhältnisse handelt, ist diese Anschauung eine unrichtige. Nicht als sollte die Begeisterung und die mächtige Anregung in Abrede gestellt werden, welche durch jene unschätzbaren Handschriften hervorgerufen wurde. Mit welchem Enthusiasmus man dieselben begrüßte und wie groß das Verlangen der Gebildeten nach dem Besitze alter griechischer wie auch römischer Manuskripte damals war, geht aus der Erzählung hervor, nach welcher der bekannte italienische Humanist Pico della Mirandola einen einzigen Livius mit einem ganzen Landgute bezahlt habe! Aber die Kenntniß der griechischen Mathematik war den europäischen Kulturvölkern bereits auf einem anderen Wege vermittelt worden und überdies — um es gleich hier zu sagen: die Wissenschaft der Griechen bildete nur den einen Arm des gewaltigen mathematischen Gedankenstromes, der sich gegen das Ende des Mittelalters über das Abendland ergoß.

Das Erbe der Antike übernahmen zunächst die Araber. In unglaublich kurzer Zeit hatten dieselben bekanntlich ein Weltreich aufgerichtet, welches sich im Osten bis zum Indus, im Westen bis zum Ebro erstreckte. Was uns aber am meisten mit Bewunderung erfüllt, das ist die Elasticität des Geistes, welche diesem Volke innegewohnt haben mußte, um es zu befähigen, in einem Zeitraume von kaum 150 Jahren aus dem primitivsten Nomadenleben zu Kulturverhältnissen sich emporzuarbeiten, wie sie uns unter der glänzenden Regierung Hârûn Arraschîds entgegentreten. Unter diesem Herrscher, mit dessen Persönlichkeit wir schon als Kinder durch die farbenprächtigen Märchen von „Tausend und eine Nacht“ so vertraut sind, noch mehr aber unter dem Khalifen Almamûn begann jene fruchtbare

Uebersetzungsthätigkeit, der wir die Kenntniß so mancher griechischen Werke verdanken, die sonst vielleicht verloren gegangen wären. Die ersten mathematischen Schriften, welche aus dem Griechischen ins Arabische übersetzt wurden, waren die σύνταξις des Ptolemäus, die Elemente des Euklid, die Kegelschnitte des Apollonius und die Abhandlungen des Archimedes über die Kreismessung und über Kugel und Cylinder. Bei dieser Uebertragung entstand auch der noch heute für das ptolemäische Werk übliche Name „Almagest", hervorgegangen aus dem arabischen Artikel al und dem griechischen Superlativ μεγίστη (die größte), in welche die μεγάλη (die große) σύνταξις allmählich übergangen war.

In eigenthümlichen Widersprüchen, verehrte Anwesende, bewegt sich oft die Geschichte der Menschheit! Als im Anfange des achten Jahrhunderts die Araber im Siegeslaufe ganz Spanien erobert hatten und sogar über die Pyrenäen bis in das fränkische Reich vordrangen, da zitterte die Christenheit und jubelte nach der siegreichen Schlacht zwischen Tours und Poitiers dem heldenmüthigen Karl Martell als ihrem Befreier von den Barbaren entgegen. Und unter denselben Barbaren, insbesondere unter der Dynastie der Omajjaden, gelangten in Spanien im Laufe der Jahrhunderte Wissenschaften und Künste zur höchsten Blüthe, erlebte dieses Land sein goldenes Zeitalter. Ja noch mehr, aus den Händen dieses selben Volkes, in welchem sie die Vernichtung aller Kultur erblickt hatte, empfing die Christenheit die kostbarste Bereicherung ihrer eigenen geistigen Existenz!

Nach den hohen Schulen von Toledo, Sevilla, Cordova und Granada strömten im zwölften und dreizehnten Jahrhunderte die Gelehrten von ganz Europa, um die griechischen Klassiker kennen zu lernen und sie — was das Wichtigste war — aus dem Arabischen in das Lateinische zu übertragen. Auf diesem

Wege wurde, namentlich durch die unermüdliche Uebersetzungsthätigkeit eines Gerhard von Cremona, eines Atelhart von Bath und Anderer, dem christlichen Abendlande der allmähliche Einblick in die hohe mathematische Kultur des klassischen Alterthumes erschlossen.

Aber ich habe bereits darauf hingewiesen, daß die Mathematik der Griechen nur eine der Quellen bildete, aus deren Vereinigung unsere moderne mathematische Wissenschaft hervorgegangen ist. In der That war auch die wesentlich auf der Ideenvermittelung der Völker beruhende kulturgeschichtliche Bedeutung der Araber eine weit universellere als sie uns bisher erschienen. Denn neben der Kenntniß des klassischen Alterthumes verdanken wir ihnen auch den ersten Einblick in das Geistesleben eines Volkes, dessen mathematische Beanlagung zwar eine von derjenigen der Griechen völlig verschiedene, aber darum nicht minder hohe war und jene in der glücklichsten Weise ergänzte: ich meine das Volk der Inder.

Wurden die Griechen durch ihren hoch entwickelten Formensinn in der Mathematik fast ausschließlich auf solche Probleme hingewiesen, die im Bereiche direkter sinnlicher Anschauung lagen, d. h. auf Probleme der Geometrie, so führte im Gegensatze hierzu ein in ungewöhnlichem Maße ausgebildeter Zahlensinn, eine von alters her und durch alle Schichten der Bevölkerung verbreitete, ohne Beispiel dastehende Vorliebe für das Rechnen die Inder in ihren mathematischen Untersuchungen vorzugsweise auf das Gebiet der Arithmetik und der Algebra.

Ist doch Indien die Heimath des arithmetischen Spieles par excellence, des Schachspieles; gingen doch bei den Indern poetisches Sinnen und Träumen mit mathematischem Spekuliren so sehr Hand in Hand, daß ihre Dichter sich mit Vorliebe anmuthigen arithmetischen Gedankenspielen hingaben und umgekehrt

die Mathematiker gerne ihre Abhandlungen in poetisches Gewand kleideten; gehörten doch arithmetische Räthselspiele und Turniere zu den gesellschaftlichen Vergnügungen der Inder, ja, wird sogar von Buddha berichtet, er habe sich bei der Bewerbung um ein Mädchen einem arithmetischen Examen unterziehen müssen, um seinen Nebenbuhler zu schlagen!

Diesen unseren Stammverwandten am Ganges, deren hohe mathematische Kultur uns gleichzeitig mit derjenigen der Griechen durch die Araber erschlossen wurde, verdanken wir eine Erfindung, welche zwar schon mit Beginn des dreizehnten Jahrhunderts im Besitze der europäischen Gelehrten sich befand, deren Früchte aber der ganzen Menschheit doch nur sehr allmählich und namentlich erst seit dem gegen das Ende des fünfzehnten Jahrhunderts erfolgten allgemeinen geistigen Aufschwunge zu Gute kamen, eine Erfindung, die wir trotz — oder vielleicht gerade wegen — ihrer klassischen Einfachheit den mächtigen Kulturfaktoren an die Seite stellen dürfen, welche dem Zeitalter der Renaissance ihren Stempel aufgedrückt haben: ich spreche von der Erfindung der indischen Zahlzeichen und der indischen Positionsarithmetik.

Das Wesen der indischen Zahlenlehre beruht nicht etwa, wie man wohl vielfach glaubt, auf dem Umstande, daß die Zahl 10 die Basis des Zahlensystemes bildet, denn auch den Griechen und den Römern, wie überhaupt den Völkern des indogermanischen Sprachstammes, war das dekatische Zahlensystem eigenthümlich, und nach den Untersuchungen von Alexander von Humboldt und anderen Gelehrten dürfen wir behaupten, daß, von ganz vereinzelten Ausnahmen abgesehen, alle Völker der Erde mit Rücksicht auf die Gliederung des menschlichen Körpers beim Zählen Normalgruppen zu 5, zu 10 oder zu 20 bilden. Das indische Ziffersystem ist vielmehr dadurch

ausgezeichnet, daß man jede beliebige, noch so große Zahl mit alleiniger Benutzung von zehn Zeichen, und zwar durch einfaches Nebeneinandersetzen derselben, darstellen kann. Das eine dieser Zeichen, die Null, ist ein Symbol für das Nichtvorhandensein, während die andern die Zahlen von 1 bis 9 bedeuten. Zur Darstellung einer beliebigen Zahl genügt dann die einfache Festsetzung, daß jedem dieser Zeichen außer seinem Zahlenwerth, noch ein durch seine Stelle bedingter Stellen- oder Positionswerth zukommt, in der Weise, daß, von rechts nach links gelesen, die erste Ziffer immer die Einer, die zweite die Zehner, die dritte die Hunderter u. s. f. bedeutet.

Sie werden vielleicht finden, verehrte Damen und Herren, daß es sich kaum verlohne, über so elementare Dinge zu reden, die Jedem von uns von der Schule her geläufig sind. Aber ich will gar nichteinmal daran erinnern, daß die unserem heutigen Rechnen zu Grunde liegende einfache Ueberlegung selbst einem mathematisch so hoch begabten Volke, wie dem griechischen, hat entgehen können — wir brauchen uns nur um einige Jahrhunderte zurückzubegeben, um in dieser Beziehung völlig fremdartigen Verhältnissen gegenüberzustehen, in denen wir uns kaum zurecht zu finden vermögen. In der That sind wir heute nur noch an Hand der Geschichte im stande, uns eine Vorstellung von der unendlichen Wohlthat der in alle Verhältnisse des wissenschaftlichen wie des praktischen Lebens tief eingreifenden indischen Erfindung zu bilden.

Daß es beispielsweise den Römern unmöglich war, mit ihren schwerfälligen Zahlzeichen, die Sie ja Alle kennen, in ähnlicher Weise zu rechnen, wie wir heute mit unseren Ziffern rechnen, davon können Sie sich sofort überzeugen, wenn Sie einmal den Versuch machen wollen, zwei beliebige größere Zahlen, in römischen Zeichen geschrieben, zu einander zu addiren oder gar miteinander zu multipliziren. Allerdings dürfte es

auch nicht leicht sein, eine kritiklosere und ungeschicktere Bezeichnung für die Zahlen zu erfinden, als die von den Römern benutzte. Von ganz anderem Range war da doch die Bezeichnungsweise der Griechen, welche für jeden Einer, für jeden Zehner und für jeden Hunderter ein besonderes Zeichen hatten, nämlich die Buchstaben ihres Alphabetes (mit Benutzung einzelner Buchstaben eines veralteten Alphabetes) und welche bei der Zusammenstellung dieser Zeichen bereits einen kleinen Anlauf zur Positionsarithmetik nahmen. Aber ein Rechnen in unserem Sinne war auch mit diesen Zeichen, namentlich wenn es sich um größere Zahlen handelte, nicht wohl denkbar oder doch nur Geistesheroen wie Archimedes oder Apollonius möglich. So waren denn die Völker des Alterthumes entweder auf das Fingerrechnen angewiesen, welches übrigens bei komplizirteren Rechnungen eine Geschicklichkeit und Fingerfertigkeit erforderte, wie sie etwa heutzutage die Italiener bei dem bekannten Morasspiele entwickeln, oder aber auf das Rechnen auf dem Rechenbrette, dem sogenannten Abakus, einem Apparate, der im Prinzipe übereinstimmte mit dem Ihnen Allen wohlbekannten Zählrahmen unserer Elementarschulen. Und dies waren, abgesehen von einzelnen Modifikationen, die hier nicht weiter zu erörtern sind, im wesentlichen auch die Rechnungsmethoden, deren sich das Mittelalter bediente.

Drängt sich angesichts dieser primitiven Hülfsmittel nicht die Frage auf: Wäre unsere ganze moderne Kultur, unser wissenschaftliches und gesellschaftliches Leben, wären unsere vielgestaltigen Verkehrsverhältnisse überhaupt denkbar ohne jene unscheinbare Erfindung der indischen Ziffern?

Nach diesen Bemerkungen, die Ihnen eine ungefähre Vorstellung von der kulturgeschichtlichen Bedeutung des Zifferrechnens geben mögen, gestatten Sie mir vielleicht noch einige Notizen, die sich auf die Herkunft unserer Zahlzeichen beziehen.

Daß dieselben mit Einschluß der Null, ohne welche ein Ziffersystem mit Stellenwerth nicht denkbar wäre, aus Indien stammen, unterliegt heute keinem Zweifel mehr. Sie lassen sich mit Bestimmtheit im zweiten Jahrhundert unserer Zeitrechnung nachweisen und sind höchst wahrscheinlich hervorgegangen aus den Anfangsbuchstaben der betreffenden neun Zahlwörter im Sanskrit. Die Erfindung der Null dürfte etwas späteren Datums sein, immerhin kann man das Auftreten derselben bis zum Jahre 400 zurückverfolgen. Von den Indern lernten dann die Araber das neue Rechnungsverfahren kennen, namentlich nachdem Muhammed ibn Mûsâ Alchwarizmî, ein im Anfange des neunten Jahrhunderts unter dem Khalifen Almamûn lebender Mathematiker, in mehreren Schriften seinen Landsleuten die indische Arithmetik zugänglich gemacht hatte. Der Beiname Alchwarizmî, welcher so viel bedeutet als „der aus Chwarizmî (im heutigen Chiwa) Stammende", hat sich noch, wie durch Reinaud und Boncompagni hat nachgewiesen werden können, in dem Worte „Algorismus" oder „Algorithmus" erhalten, womit man in der Mathematik jedes regelmäßige Rechnungsschema bezeichnet.

Auf welchem Wege endlich die indischen Zahlzeichen im zwölften Jahrhundert nach dem Abendlande gelangten, ist uns zum Theil schon bekannt. Ganz besonders aber müssen an dieser Stelle die hohen Verdienste hervorgehoben werden, die sich der unzweifelhaft bedeutendste Mathematiker des ganzen christlichen Mittelalters, Leonardo Pisano, genannt Fibonacci, namentlich durch sein im Jahre 1202 geschriebenes fundamentales Werk „Liber abaci" um die Einführung der indischen Ziffern erworben hat. Der Umstand, daß wir die Kenntniß derselben wesentlich der Vermittelung der Araber verdanken, hat später vielfach zu der irrthümlichen Bezeichnung „arabische Ziffern" geführt; die Araber selbst, wie auch noch die Italiener der

Renaissance, waren sich aber des indischen Ursprungs ihrer Arithmetik wohl bewußt.

So sehen wir denn mit Beginn des dreizehnten Jahrhunderts das christliche Abendland im Besitze der mathematischen Kultur zweier hoch begabter Völker, von denen das eine, das Volk der Griechen, die Mathematik des Alterthums, das andere, das Volk der Inder, diejenige des Mittelalters repräsentirt. Ich füge übrigens gerne noch hinzu, daß die mathematischen Verdienste der Inder sich keineswegs auf das elementare Rechnen beschränkten, daß vielmehr ihre hervorragendsten Leistungen auf dem Gebiete der Algebra und der höheren Zahlentheorie (insbesondere der unbestimmten Gleichungen des ersten und zweiten Grades) zu suchen sind. Mit Recht werden Mathematiker, wie Âryabhaṭṭa, Brahmagupta und Bhâskara, den größten Zahlentheoretikern aller Zeiten an die Seite gestellt.

Man sollte nun glauben, daß auf so mächtige Anregungen, namentlich nach dem glänzenden Beispiele eines Fibonacci, ein gewaltiger geistiger Aufschwung, eine Epoche größter mathematischer Produktivität hätte folgen müssen. Davon war aber bis zur Mitte des fünfzehnten Jahrhunderts kaum die Rede. Man hat den Eindruck, als ob die Völker von der Masse des ihnen gebotenen geistigen Materiales fast erdrückt worden seien und nur ganz allmählich dasselbe hätten verarbeiten können.

Aber diese Verhältnisse änderten sich wie mit einem Schlage, als in der Mitte des fünfzehnten Jahrhunderts zu der von Konstantinopel ausgegangenen, uns bereits bekannten folgenreichen Anregung noch die Erfindung der Buchdruckerkunst hinzutrat und in dem gesamten geistigen Leben der Völker eine Umwälzung hervorrief, wie sie in der Geschichte ohne Beispiel dasteht. Jetzt erst konnte von einem tieferen Eingreifen der mathematischen Wissenschaften in die abendländische Kultur,

von einem Wiedererwachen des griechischen und des indischen Geistes die Rede sein. Die Weisheit der Brahmanen beginnt nun ihre Früchte zu tragen. Die indische Positionsarithmetik bürgert sich unter Verhältnissen, die ich noch berühren werde, überall ein, um fortan einen integrirenden Bestandtheil des geistigen Besitzes aller Kulturvölker zu bilden. Und auf der anderen Seite bemerken wir, wie namentlich in Deutschland und in Italien die griechische, in der ptolemäischen Lehre gipfelnde Astronomie einen gewaltigen Aufschwung nimmt, und mit staunender Bewunderung verfolgen wir den weltgeschichtlichen wissenschaftlichen Prozeß, der in der Mitte des sechzehnten Jahrhunderts mit dem Uebergange der ptolemäischen in unsere moderne Weltanschauung ihren Abschluß findet. In diesen beiden Erscheinungen, in der Einbürgerung und dauernden Einverleibung der indischen Positionsarithmetik in unsere moderne Bildung — und in dem Ausklingen der ptolemäischen Weltanschauung und der daraus hervorgegangenen Begründung einer neuen Weltordnung dürfen wir wohl, insofern wir nur das Große und Ganze ins Auge fassen, die wichtigsten Beziehungen der mathematischen Wissenschaften zu der Kultur der Renaissance erblicken.

Sehen wir aber einmal für einen Augenblick von diesen beiden Hauptrichtungen mathematischer Bethätigung ab, so bietet sich der Betrachtung noch eine Fülle von Erscheinungen dar, welche Zeugniß davon ablegen, in welchem Maße die gesamte Kultur der Renaissance von dem wiedererwachten mathematischen Denken durchdrungen war. Es kann dies allerdings nicht Wunder nehmen bei einer Zeit, die, wie keine andere mehr, den Charakter der Universalität besaß. Und zwar nicht nur in dem Sinne, daß die einzelnen Wissenschaften sich eifrigster Pflege und Förderung erfreuten und überdies die Künste zur herrlichsten Blüthe sich entfalteten, sondern auch, daß diese allseitige,

harmonische Ausbildung der sämtlichen in dem Menschen schlummernden Kräfte sich in einzelnen Individuen wiederholte, die uns dann, als vollendete Repräsentanten ihrer Zeit, in ihrer Erscheinung ein in den kleinsten Theilen ähnliches Bild des Geistes der Renaissance darbieten.

Aber das Streben nach universeller Bildung allein war es nicht, was die großen Meister jener Zeit, wie Brunellesco, Lionardo da Vinci, Raphael, Michelangelo und namentlich auch Albrecht Dürer, mit unwiderstehlicher Macht zu den mathematischen Wissenschaften hinzog. Sie waren sich bewußt, daß, bei aller Freiheit individueller Phantasie, auch die Kunst ein Gesetz der Nothwendigkeit kennt und umgekehrt, bei aller Strenge des logischen Aufbaus auch die Mathematik dem Gesetze der Schönheit folgt. So fühlten sie in der mathematischen Wissenschaft etwas ihrer Kunst Verwandtes und wußten den Gewinn zu schätzen, der ihnen für diese aus der Beschäftigung mit jener erwuchs. Gerade das Jahr 1420, von dem man mit Recht die Renaissance der Architektur datirt, giebt ein Beispiel hierfür. Der Florentiner Dom war bis auf die Kuppel vollendet. Ein Kongreß von Architekten aller Nationen war zusammengetreten, um die Frage des Kuppelbaues zu studiren und zu lösen. Die abenteuerlichsten Vorschläge wurden gemacht, unter denen der, die ganze Kuppel, der geringeren Belastung wegen, aus Bimsstein aufzuführen, noch nicht der thörichtste war. Da trat Brunellesco, der sich seit frühester Jugend den gründlichsten mathematischen Studien gewidmet hatte, mit dem unerhörten Projekte hervor, durch ein freies Gewölbe, ohne jegliches Gerüste, die vorhandene ungeheure Oeffnung zu schließen. Der Vorschlag wurde verlacht, aber Brunellesco ließ nicht nach, bis ihm der Bau übertragen wurde, den er dann genau nach dem vorgelegten Plane ausführte. So löste er ein Problem, welches in architektonischer wie in mathematischer Hinsicht einen

ganzen Mann erforderte. In schöner elliptischer Linie steigt die schlanke Kuppel von Santa Maria del Fiore empor als ein unvergängliches Denkmal ihres genialen Erbauers.

So verlockend es für den Mathematiker ist, den Spuren jener großen Meister der Renaissance zu folgen, so glaube ich doch, mit Rücksicht auf das von mir gewählte Thema, dieser Zeit nur dadurch gerecht werden zu können, daß ich mich auf die Darlegung und die historische Entwickelung der großen leitenden Gedanken, an denen sie keinen Mangel hatte, beschränke. Leicht wird es mir allerdings nicht, an einem Manne vorüberzugehen, der durch den Zauber und die Macht seiner Persönlichkeit unwillkürlich die Erinnerung an Goethe wachruft und dessen mathematische Erfindungsgabe mit derjenigen eines Archimedes vergleichbar ist. Aber wenn ich es mir versagen muß, an dieser Stelle auf eine eingehendere Würdigung des Mathematikers Lionardo da Vinci einzutreten, so geschieht dies wahrlich nicht aus Mangel an Bewunderung für diesen allumfassenden Geist, sondern deshalb, weil seine großen wissenschaftlichen Gedanken, verborgen in handschriftlichen, nicht zur Veröffentlichung bestimmten Aufzeichnungen, seiner Zeit so gut wie unbekannt und daher leider ohne jeglichen Einfluß auf dieselbe geblieben sind. Erst unserem Jahrhundert war es vorbehalten, in Lionardo einen der bedeutendsten Gelehrten seiner Zeit, sicherlich aber den größten Mechaniker und Physiker derselben zu entdecken. Lionardo kannte — ich will nur aufs Geradewohl und ganz zusammenhangslos einiges Wenige herausgreifen — Lionardo kannte vor Galilei die Gesetze des Falles auf der schiefen Ebene und das Prinzip der virtuellen Geschwindigkeiten; er war der Erste, der, theoretisch und experimentell, den Einfluß des Reibungswiderstandes auf die Bewegung untersuchte; er sprach sich klar und bestimmt über die Unmöglichkeit eines Perpetuum Mobile und der Quadratur des Zirkels aus. Er ist

der Entdecker der Kapillarität, der Erfinder der Camera obscura und damit zugleich der Begründer eines wichtigen Theiles der Optik; er ist der Erfinder eines Apparates zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft; er hat, ein volles Jahrhundert vor Francis Bacon, das wissenschaftliche Experiment als die eigentliche Quelle der Naturerkenntniß bezeichnet; er war — und dies dürfte vielleicht am bemerkenswerthesten sein — fast zwei Jahrhunderte vor Huygens im Besitze einer Wellentheorie, die er zur Erklärung der Erscheinungen des Schalles, ja sogar des Lichtes anwandte! Und alle diese wissenschaftlichen Leistungen sind nicht etwa in unbestimmten Andeutungen, sondern in klarer, schöner Sprache, unterstützt durch vortreffliche Zeichnungen, in seinen zu Mailand und Paris befindlichen Heften niedergelegt Wenn wir dann weiter erfahren, welche Thätigkeit Lionardo als Festungsingenieur, namentlich aber als Kulturingenieur und Wasserbaumeister entfaltete, wie er den großen Kanal von Martesana baute, der den Tessin mit der Adda verbindet und über 80 000 Morgen Landes bewässert, wie er Maschinen der verschiedensten Art und zu den verschiedensten Zwecken ersann und konstruirte, darunter Apparate der Luftschiffahrt, ja sogar ein durch Dampf getriebenes Schiff — und wenn wir dann plötzlich uns erinnern, daß dieser selbe Mann der Schöpfer des Abendmahles, der gottbegnadete Künstler gewesen ist, so werden wir unwillkürlich der Worte Jakob Burckhardts gedenken: „Die ungeheueren Umrisse von Lionardos Wesen wird man ewig nur von ferne ahnen können!“

Aber eine Errungenschaft, welche als Frucht der gegenseitigen Durchdringung künstlerischen und mathematischen Geistes so recht eigentlich ein Kind der Renaissance genannt werden darf, muß ich hier etwas ausführlicher besprechen, nämlich die Begründung und die Ausbildung der Lehre von der Perspektive. Um sich eine Vorstellung davon zu verschaffen, was man unter

einem perspektivisch richtigen Bilde irgend eines Gegenstandes zu verstehen habe, kann man folgendermaßen verfahren. Man bringe eine Glastafel zwischen das abzubildende Original und das eine Auge, welches sich an einem beliebig gewählten, aber unveränderlichen Punkte des Raumes, dem sogenannten Augenpunkte, befinden möge, während das andere Auge geschlossen ist. Nimmt man dann an, daß die Lichtstrahlen, welche von den Punkten des Originales durch die Glastafel hindurch nach diesem Augenpunkte hingehen, auf der Tafel eine sichtbare Spur zurücklassen, so werden sich alle diese Spuren zu einem Bilde vereinigen, welches man ein perspektivisches nennt. Die Lehre von der Perspektive ist dann einfach die Summe der Vorschriften, nach denen man ohne Benutzung einer solchen Glastafel ein perspektivisch richtiges Bild eines gegebenen Gegenstandes entwerfen kann.

Es ist eine viel besprochene Frage, ob die alten griechischen und römischen Maler die Kunst der Perspektive gekannt haben. Schon Lessing hat im „Laokoon" und in den „Briefen antiquarischen Inhaltes" diese Frage einer gründlichen Untersuchung unterworfen und mit den Worten: „Dieser Theil der Kunst ist den Alten gänzlich abzusprechen" zu Ungunsten derselben entschieden. Sein Zeitgenosse, Johann Heinrich Lambert, der berühmte Mathematiker und Architekt am Hofe Friedrichs des Großen, hat in seiner, hier in Zürich erschienenen „freien Perspektive" diese historisch-kritische Untersuchung fortgesetzt und sich dahin ausgesprochen, daß als „der Erste, der an die wahre Verfeinerung der Malerkunst und an die Perspektive gedacht" habe, Lionardo da Vinci bezeichnet werden müsse. Und wenn wir auch heute die Begründung der Perspektive und ihre bewußte Einführung in die Malerei nicht mehr ausschließlich mit einem einzigen Namen in Verbindung bringen, sondern gerne auch die Verdienste anerkennen, welche sich vor Lionardo

die Brüder Johann und Hubert van Eyck und in Italien namentlich der vielseitige Leon Battista Alberti in dieser Hinsicht erworben haben, so wird doch Jedem, der auch nur oberflächlich mit der Entwickelung der Malerei bekannt ist, klar vor Augen stehen, welchen Markstein in Bezug auf Handhabung der Linearperspektive, vor allem aber der sogenannten Luftperspektive der Name des großen Florentiners in der Geschichte der Kunst bedeutet.

Und was Lionardo und seine Vorgänger begonnen, das führte, mit gründlichem geometrischen Wissen ausgerüstet, sein großer Zeitgenosse Albrecht Dürer weiter, der gleich Jenem einen Ehrenplatz in der Geschichte der mathematischen Wissenschaften einnimmt. Das im Jahre 1525 in Nürnberg erschienene, dem Freunde und Gönner Wilibald Pirckheimer gewidmete grundlegende Werk Dürers: „Underweysung der Messung mit dem Zirckel und Richtscheyt" ist für die Entwickelung der Kunst, namentlich des Kunstgewerbes, von der größten Bedeutung gewesen.

Das Jahr 1525 darf noch nach einer anderen Richtung hin unser lebhaftes Interesse beanspruchen. Ich kehre damit zugleich zu einem früheren Thema zurück. Jenes Jahr bezeichnet nämlich die Einführung des mathematischen Unterrichtes in die deutsche Volksschule. Luther ist es namentlich gewesen, dem die Deutschen diese wichtige Reform des Volksunterrichtes zu verdanken haben. In der am Ende des Jahres 1524 veröffentlichten „Schrift an die Rathsherren aller Städte Deutschlands, daß sie christliche Schulen aufrichten und halten sollen", sagt er: „Ich rede für mich: Wenn ich Kinder hätte und vermöcht's, sie müßten mir nicht allein die Sprachen und Historien hören, sondern auch singen und die Musica mit der ganzen Mathematica lernen." Und Luthers Worte waren nicht in den Wind gesprochen. Noch im ganzen fünfzehnten Jahrhundert war die

Ansicht die herrschende gewesen, daß die Mathematik nicht Sache des öffentlichen, sondern des Privatunterrichtes sei. Die öffentlichen Schulen vermochten daher den Kindern nicht einmal das einfache Zifferrechnen beizubringen. Das änderte sich aber seit dem Auftreten Luthers von Grund auf.

Der reorganisirten Volksschule des sechzehnten Jahrhunderts war es beschieden, die Kulturaufgabe zu lösen, welche ich bereits früher angedeutet habe, die Aufgabe, die alten Rechnungsmethoden zu verdrängen und dafür das indische Zifferrechnen, in der Form, wie wir es heute kennen, zu einem integrirenden Bestandtheile des geistigen Besitzes eines Jeden zu gestalten. Gerne werden wir dabei dankbar der Männer gedenken, welche sich um die Lösung dieser bedeutungsvollen Aufgabe verdient gemacht haben. Unter diesen aber dürfte der dem Namen nach Ihnen Allen wohlbekannte, hochverdiente Adam Riese, der im Jahre 1559 sein arbeitsreiches Leben beschloß, das größte Anrecht darauf besitzen, ein Lehrer des deutschen Volkes genannt zu werden.

Aber nicht nur die Volksschule, auch die Mittelschulen und die Hochschulen — und nicht nur in Deutschland, sondern dank der unermüdlichen Thätigkeit Zwinglis auch in der Schweiz — erfuhren in der ersten Hälfte des sechzehnten Jahrhunderts durchgreifende Reformen, in dem Sinne, daß überall die Mathematik als reguläres Unterrichtsfach aufgenommen und selbstständige mathematische Fachprofessuren an jenen Anstalten errichtet wurden. In Zürich ertheilte schon in den zwanziger Jahren des sechzehnten Jahrhunderts an der Schule beim Fraumünster der Humanist Mykonius, der Freund Glareans, neben dem Unterrichte in den klassischen Sprachen auch solchen in der Mathematik. Konrad Geßner, der nachmalige vielseitige Gelehrte und berühmte Bibliograph, und Joachim Rhetikus, der spätere Wittenberger Professor und Freund des Kopernikus, waren seine

Schüler. In Deutschland ist der Aufschwung, den der mathematische Unterricht an den Mittelschulen und Hochschulen nahm, wesentlich mit dem Namen Melanchthon verknüpft, der, selbst ein vortrefflicher Mathematiker, sich durch Wort und Schrift um die Verbreitung mathematischer Kenntnisse die allergrößten Verdienste erwarb. Seinem Einflusse war es beispielsweise zu verdanken, daß bei der Gründung des Nürnberger Gymnasiums, im Jahre 1525, sofort auch eine besondere Stelle für Mathematik geschaffen wurde, die erste dieser Art in ganz Deutschland. Daß gerade Nürnberg in dieser Beziehung voranging, wird man verstehen, wenn man sich vergegenwärtigt, daß diese Stadt im fünfzehnten und sechzehnten Jahrhundert nicht nur der Mittelpunkt der deutschen Kunst war, sondern auch in Bezug auf Handel und Industrie, wissenschaftliches und litterarisches Leben allen übrigen deutschen Städten voranleuchtete. War doch allein das gastliche Haus des einen und einzigen Wilibald Pirckheimer, dem Hutten in jenem herrlichen Sendschreiben das schönste Denkmal gesetzt hat, einer Akademie der Künste und Wissenschaften vergleichbar, welche einen ausgedehnten internationalen Gelehrtenverkehr vermittelte und in welcher alle idealen Bestrebungen jener Zeit die thatkräftigste Förderung fanden!

Das rege mathematische Interesse, welches nicht nur den Pirckheimerschen Künstler- und Gelehrtenkreis, sondern geradezu auch die Bürgerschaft Nürnbergs auszeichnete, war in dieser Stadt ein durch Tradition vererbtes. Man vergleiche nur, um sich hiervon eine Vorstellung zu bilden, die von Gabriel Doppelmayr im Jahre 1730 zusammengestellte umfangreiche „Historische Nachricht von den Nürnbergischen Mathematicis und Künstlern, welche fast von dreyen seculis her durch ihre Schrifften und Kunst-Bemühungen die Mathematic und mehreste Künste in Nürnberg vor andern trefflich befördert und sich um solche sehr wohl verdient gemacht.“ Gleich auf der ersten Seite

dieser interessanten Zusammenstellung stoßen wir auf den Namen des Mannes, der den mathematischen Ruf der Stadt Nürnberg begründet hat und der mit Recht als der thatkräftigste Reformator der exakten Wissenschaften des fünfzehnten Jahrhunderts bezeichnet worden ist, auf den Namen Regiomontanus. Indem ich Ihre Aufmerksamkeit, verehrte Anwesende, auf diese hervorragende Erscheinung lenke, betrete ich zugleich das Gebiet, welches uns nun noch zum Schlusse beschäftigen soll und dem ich daher, nicht ohne Absicht, schon am Anfange meines Vortrages einen großen Raum gewährt habe, das Gebiet der Astronomie.

Geboren im Jahre 1436 in dem fränkischen Städtchen Königsberg, war Johannes Müller, in der Wissenschaft unter dem Namen Regiomontanus bekannt, schon als fünfzehnjähriger Knabe nach Wien gekommen, um sich von Peurbach, dem damals berühmtesten Astronomen und ausgezeichneten Humanisten, der namentlich auch als Verfasser eines vortrefflichen, natürlich im ptolemäischen Geiste gehaltenen Lehrbuches der Planetentheorie in dem größten Ansehen stand, in die Mathematik und Astronomie einführen zu lassen. Wie innig sich bald bei gemeinsamer Arbeit das Verhältniß zwischen Lehrer und Schüler gestaltete, zeigte sich deutlich, als im Jahre 1460, bei einem Aufenthalte in Wien, der gelehrte Kardinal Bessarion, einer der griechischen Flüchtlinge, die von Konstantinopel nach Italien gekommen waren, Peurbach zur Fortsetzung seiner astronomischen Arbeiten nach Rom einlud und dieser die gerne zugestandene Bedingung stellte, seinen jungen Freund mitnehmen zu dürfen. Leider starb Peurbach, noch nicht 38 Jahre alt, bevor die Reise angetreten werden konnte. Bessarion aber hielt auch jetzt noch seine Zusage aufrecht, und als er im Jahre 1461 nach Rom zurückkehrte, durfte Regiomontanus ihn begleiten. Sieben arbeitsreiche Jahre verlebte Regiomontanus in Italien, in regem wissenschaftlichen Verkehre mit den dortigen Gelehrten, namentlich

auch mit dem Astronomen Bianchini, bei dem ehemals schon Peurbach studirt hatte. Mit Begeisterung versenkte er sich in das Studium der griechischen Mathematiker, die ja bisher, wie wir wissen, nur durch Uebersetzungen aus dem Arabischen in das Lateinische bekannt waren und die ihm jetzt im Originale zugänglich wurden. Als er dann im Jahre 1468 Italien verließ, war er im Besitze einer ganzen Sammlung kostbarer griechischer Handschriften, darunter namentlich auch das von Bessarion ihm überlassene Manuskript der σύνταξις des Ptolemäus. Nach vorübergehendem Aufenthalte in Wien und Ofen wählte Regiomontanus seinen bleibenden Wohnsitz in Nürnberg, wo ihm Bernhard Walter, ein nicht nur durch Reichthum, sondern auch durch hohes wissenschaftliches Interesse ausgezeichneter Mann, eine Sternwarte, eine mechanische Werkstätte zur Anfertigung wissenschaftlicher Instrumente und sogar eine eigene Druckerei einrichtete. Hier in Nürnberg entfaltete nun Regiomontanus eine geradezu staunenerregende wissenschaftliche Thätigkeit. Großartige Pläne beschäftigten seinen Geist. So war es z. B. seine Absicht, alle die griechischen Schriften, die er aus Italien mitgebracht hatte, in sorgfältigen Originalausgaben durch den Druck zu veröffentlichen. Da trat im Jahre 1475 eine ehrenvolle Einladung an ihn heran, indem ihn der Papst, zugleich unter Verleihung des Titels eines Bischofs von Regensburg, nach Rom berief, wo er die allgemein als nothwendig erkannte Kalenderreform in die Hand nehmen sollte. Nur zögernd folgte Regiomontanus dieser Aufforderung, die für ihn und die Wissenschaft so verhängnißvoll werden sollte. Kaum in Rom angelangt, erlag er einem Anfalle der Pest im Alter von nur 40 Jahren.

Es ist hier nicht der Ort, die wissenschaftlichen Arbeiten von Regiomontanus zu besprechen und etwa zu zeigen, wie er durch Verbesserung der trigonometrischen Hülfsmittel und der

vorhandenen astronomischen Tafeln Kopernikus die Wege geebnet hat. Nur diejenigen Leistungen können hier erwähnt werden, denen wir einen direkten Antheil an der Kulturentwicklung jener Zeit zusprechen müssen. Unter diesen aber erscheint, neben den hohen Verdiensten, welche sich Regiomontanus um die Verbreitung mathematischer Kenntnisse erworben hat, am wichtigsten die Herausgabe des Kalenders und der sogenannten Ephemeriden. Wohl gab es schon vor Regiomontanus handschriftliche Verzeichnisse, in denen die Tage des Jahres nach Wochen und Monaten abgetheilt waren und aus welchen das Publikum z. B. die Lage der beweglichen Feste oder den Eintritt einer Finsterniß entnehmen konnte, aber die ganze Einrichtung des Kalenders in der vervollkommneten Form, in der wir ihn heute besitzen und nicht mehr entbehren können, rührt von Regiomontanus her. Im Jahre 1474 gab er in Nürnberg den ersten gedruckten deutschen Kalender heraus.

Noch bedeutungsvoller war die Veröffentlichung seiner Ephemeriden. Man kann dieselben etwa eine Art Himmelschronik nennen, in welcher Regiomontanus für den Zeitraum von 1475 bis 1506 in fortlaufender Reihenfolge alle am Himmel zu beobachtenden Erscheinungen, also namentlich den jeweiligen Ort der Gestirne, nach sorgfältiger Berechnung im voraus verzeichnet hatte. Diese Ephemeriden erregten sofort in ganz Europa das größte Aufsehen. Geradezu epochemachend aber wurden dieselben für die Schiffahrtskunde. Die Ephemeriden des Regiomontanus, im Vereine mit den ebenfalls von Regiomontanus konstruirten astronomischen Beobachtungsinstrumenten — den besten ihrer Art vor der Erfindung des Fernrohrs — waren es, welche dem Seefahrer nunmehr die Möglichkeit boten, auf offenem Meere den Ort des Schiffes nach dem Stande der Gestirne zu bestimmen. Der Ruhm eines Bartholomäus Diaz, eines Vasco de Gama und vor allen eines Christoph Kolumbus

wird durch die Thatsache nicht geschmälert, daß diese kühnen Männer die Ephemeriden des Regiomontanus, welche von Martin Behaim, dem berühmten Nürnberger Seefahrer und Kosmographen, in die portugiesische Marine eingeführt worden waren, an Bord hatten; aber die Berücksichtigung dieses Umstandes läßt die großen Entdeckungen des fünfzehnten Jahrhunderts nicht mehr als isolirte Begebenheiten oder als Resultate verwegener Unternehmungen erscheinen, sondern als die Früchte einer kontinuirlichen, zielbewußten Gedankenarbeit, welche ihren Ursprung hatte in der Renaissance der exakten Wissenschaften.

Noch eine Arbeit von Regiomontanus, welche allerdings erst lange nach dem Tode ihres Verfassers veröffentlicht wurde, dürfte uns vielleicht hier interessiren, nämlich seine Schrift über die Kometen. Regiomontanus ist der Erste gewesen, der die Kometen in den Bereich wissenschaftlicher Untersuchung gezogen hat. Unbekümmert um den Aberglauben, der sich seit den ältesten Zeiten an die Kometen als gefürchtete Himmelserscheinungen knüpfte, verfiel Regiomontanus bei Gelegenheit des Kometen von 1472 auf den für jene Zeit völlig originellen Gedanken, diesen Schweifstern einmal wie jeden andern Himmelskörper zu behandeln und ihn astronomischen Messungen zu unterwerfen. Denn wer von Kometen sprechen wolle, so sagte er, sollte doch füglich zunächst einmal wissen, wo sich derselbe überhaupt befinde, welche Dimensionen er habe, wie weit er von der Erde entfernt sei u. dgl. Auch in Bezug auf die physikalische Beschaffenheit der Kometen äußerte Regiomontanus bereits Ansichten, die von der Folgezeit nur bestätigt wurden.

Wenn man sich eine vollständige und allseitig richtige Vorstellung von der mathematischen Kultur der Renaissance verschaffen will, wird man nicht umhin können, noch einer anderen, dem Kometenaberglauben verwandten Erscheinung zu gedenken, die vielfach als eine Krankheit jener Zeit bezeichnet worden ist.

Das Zeitalter der Renaissance bedeutet nämlich zugleich auch eine Blüthezeit der Astrologie, der angeblichen Kunst, aus der Stellung der Gestirne zukünftige Ereignisse vorauszusagen. Der Glaube an geheimnißvolle Beziehungen zwischen den Sternen und den Schicksalen der Menschen war noch bis in das siebzehnte Jahrhundert ein so allgemein verbreiteter, daß selbst die Astronomen der Universitäten sich dem Einflusse desselben in ihrer Lehrthätigkeit nicht zu entziehen vermochten. Nur Wenige wagten es, freilich ohne jeden Erfolg, gegen die Astrologie zu Felde zu ziehen. Unter Diesen aber darf, neben italienischen Gelehrten wie Paolo Toscanelli, Pico della Mirandola und Anderen, auch der viel verkannte schweizerische Arzt Theophrastus Paracelsus, ganz mit Unrecht Bombastus genannt, erwähnt werden und wäre es nur im Hinblick auf den schönen Ausspruch, der seiner edlen Einfachheit wegen wohl verdient, der Nachwelt überliefert zu werden: „Das Kind bedarf keines Gestirns noch Planeten, seine Mutter ist sein Planet und sein Stern."

Aber wir wollen die Astrologie jenem Zeitalter überhaupt nicht zum Vorwurf machen. Denn ganz abgesehen davon, daß ihr die astronomische Wissenschaft manche werthvolle Anregung und Förderung verdankte, war doch die Astrologie vielfach nur eine Form des ungestümen Strebens nach Erkenntniß, des gewaltigen, wenn auch noch nicht immer richtig geleiteten Wissens- und Bildungsdranges jener Zeit, wie er sich z. B. in der Faustsage verkörpert findet. So lange überdies die Erde den unbeweglichen Mittelpunkt des Weltalls in dem Bewußtsein der Menschheit bildete, lag es ja auch, entsprechend der Bedeutung, die dieser dadurch zukam, nahe genug, die himmlischen Erscheinungen auf die irdischen Vorgänge zu beziehen und mit denselben in einen kausalen Zusammenhang zu bringen. Eine Aenderung dieser Anschauungen war nur möglich auf Grund einer völligen Umgestaltung der ganzen Weltauffassung.

Sie Alle kennen den unsterblichen Namen des Mannes, dem wir diese wahrhaft große That verdanken. Kaum wage ich es allerdings zu hoffen, in der kurzen Zeit, die mir zur Verfügung steht, den Verdiensten eines Nikolaus Kopernikus gerecht werden zu können.

Kopernikus wurde am 19. Februar 1473 zu Thorn in Westpreußen geboren. Nach genossenem Schulunterrichte bezog er die Universität Krakau, wo er sich durch humanistische, mathematische und medizinische Studien eine gediegene, vielseitige Bildung erwarb. Auch in den Künsten, im Zeichnen, Malen und in der Musik, war er wohlbewandert. Mit 23 Jahren ging er nach Italien, um sich zunächst in Bologna durch theologische und medizinische Studien auf die ihm von seinem Onkel, dem nachmaligen Bischof von Ermeland, zugedachte Stelle eines Domherrn in Frauenburg vorzubereiten. Zu den berühmtesten Lehrern der Universität Bologna gehörte damals der Astronom Domenico Maria di Novara. Kopernikus, dessen Lieblingsstudium von jeher die Astronomie gewesen war, wurde mit diesem hervorragenden Manne bekannt, und bald entwickelte sich zwischen Beiden dasselbe schöne Verhältniß, in welchem einst Regiomontanus zu Peurbach gestanden hatte. In dem anregenden wissenschaftlichen Verkehre, welchen Kopernikus in Bologna und später auch in Rom, Padua und Ferrara fand, dürfen wir wohl den Ursprung der kühnen Ideen suchen, denen wir unsere moderne Weltanschauung zu verdanken haben. Den ungewöhnlichen Formen- und Schönheitssinn aber, den Kopernikus bei der Begründung seines Systemes bekundete, werden wir dem Einflusse der italienischen Kunst zuschreiben, für welche der junge Astronom ein offenes Auge und ein feines Verständniß besaß.

Reich an wissenschaftlichen und künstlerischen Eindrücken, kehrte Kopernikus um das Jahr 1505 aus Italien zurück und übernahm bald darauf die Domherrnstelle in Frauenburg, welche

er bis zu seinem am 24. Mai 1543 erfolgten Tode bekleidete. Ruhig und heiter floß sein Leben dahin, ausgefüllt allein durch die Pflichten seines priesterlichen Amtes, die damit verbundene Armenpraxis und durch seine wissenschaftlichen Arbeiten, denen er alle seine Mußestunden widmete. Erst am späten Abend seines Lebens entschloß er sich, auf das Drängen seiner Freunde, die reife Frucht dieser Arbeiten, sein großes Werk „Ueber die Umwälzungen", welches er, um mit seinen eigenen Worten zu reden, nicht neun Jahre, sondern vier mal neun Jahre bei sich zurückgehalten hatte, der Oeffentlichkeit zu übergeben. Als die ersten Druckbogen in Frauenburg anlangten, rang Kopernikus bereits mit dem Tode. Seine Hand soll sie noch berührt, sein Auge noch auf ihnen geruht haben, bald darauf sei er verschieden.

„Der Gründer unseres jetzigen Weltsystemes," sagt Alexander von Humboldt, „war durch seinen Muth und die Zuversicht, mit der er auftrat, fast noch ausgezeichneter als durch sein Wissen. Er verdiente in hohem Grade das schöne Lob, das ihm Kepler giebt, wenn er ihn den Mann freien Geistes nennt."

In der That, welch' einer Kraft der wissenschaftlichen Ueberzeugung bedurfte es, um der durch vierzehn Jahrhunderte geheiligten ptolemäischen Ueberlieferung entgegenzutreten! Die Erde bewegt sich! Sie ist ein Planet, wie die anderen, wie Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn! Alle Planeten, also auch die Erde, bewegen sich um einen gemeinsamen, festen Mittelpunkt, die Sonne! Die Erde besitzt überdies außer dieser jährlichen Bewegung um die Sonne noch eine tägliche Bewegung um ihre Achse! Das sind die Sätze, durch welche Kopernikus damals die ganze Welt in Aufregung brachte und die sich heute so sehr mit unserem Denken verschmolzen haben, daß wir sie als einen Theil unseres geistigen Ichs betrachten.

Wohl war das ptolemäische System ein geistreich ausgearbeitetes, sobald man überhaupt das geocentrische Prinzip zu Grunde legen, d. h. die Bewegungen der Himmelskörper auf die Erde als festen Mittelpunkt beziehen wollte. Aber gerade die Voraussetzung dieses Prinzipes war es, welche bei der Erklärung der Planetenbewegungen zu den größten Verwickelungen und Unzuträglichkeiten geführt hatte. Ordnung, Einfachheit und Harmonie kehrten ein in dem Momente, da Kopernikus das geocentrische Prinzip gegen das heliocentrische vertauschte. „Durch keine andere Anordnung," sagt er begeistert, „habe ich eine so bewundernswürdige Symmetrie des Universums, eine so harmonische Verbindung der Bahnen finden können, als da ich die Weltleuchte, die Sonne, die ganze Familie kreisender Gestirne lenkend, wie in die Mitte des schönen Naturtempels auf einen königlichen Thron gesetzt!"

Hochgeehrte Versammlung! Mit der Begründung des kopernikanischen Weltsystemes, welches in dem wissenschaftlichen Bewußtsein der Menschheit den Beginn einer neuen, geistig freieren Zeit bedeutete, wird unsere Betrachtung abzuschließen haben. Auf Vollständigkeit kann dieselbe natürlich keinen Anspruch erheben; dafür ist das Zeitalter der Renaissance, auch in mathematischer Hinsicht, ein viel zu reiches gewesen.

mm
Inch
C1 B1 A1 C2 B2 A2 B5 A5 20 18 17 16 11
Patch Reference numbers on UTT
Image Engineering Scan Reference Chart TE263 Serial No. 487
4.5
5.0
5.6
6.3
10 09 03 02 01 C7 B7 A7 C8 B8 A8 C9 B9
the scale towards document