

Zeitschrift: Toggenburger Jahrbuch
Band: - (2011)

Artikel: Jost Bürgi (1552-1632) brachte die Neuzeit zum Ticken : das Lichtensteiger Universalgenie revolutionierte Zeitmessung, Mathematik und Astronomie sowie ihre Instrumente
Autor: Staudacher, Fritz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-882757>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 20.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Jost Bürgi (1552–1632) brachte die Neuzeit zum Ticken

Das Lichtensteiger Universalgenie revolutionierte Zeitmessung, Mathematik und Astronomie sowie ihre Instrumente

Im Dreigestirn der grossen historischen Persönlichkeiten aus dem Toggenburg besitzt neben dem Reformator Huldrych Zwingli und dem «Armen Mann» Ulrich Bräker der Uhrmacher, Mathematiker und Astronom Jost Bürgi eine besondere Leuchtkraft. In jedem seiner Tätigkeitsgebiete schuf er nicht nur die Spitzenprodukte der damaligen Zeit, sondern erschloss er auch ganz neue Dimensionen. Als Uhrmacher entwickelte er die erste Sekundenuhr der Welt, als Mathematiker die Logarithmen, als Instrumentenkonstrukteur Proportionalzirkel und Triangulationsgerät sowie Sextant und kunstvollste Himmelsgloben. Dazu war er einer der führenden Astronomen seiner Zeit und praktizierte als Erster die wissenschaftliche, sekundengenaue Messung astronomischer Durchgangszeiten. Und all dies während eines Vierteljahrhunderts an der ersten festen Sternwarte Europas in Kassel sowie während eines ebenso langen Zeitraums als Kaiserlicher Kammeruhrmacher in Prag – davon acht Jahre am Kaiserhof zusammen mit Johannes Kepler. Jost Bürgi unterstützte ihn während der Entdeckung der beiden ersten Keplerschen Gesetze und beschleunigte mit seinen Rechenmethoden, Himmelsbeobachtungen und Sextanten die Erstellung der «Rudolfinischen Tafeln».

Fritz Staudacher

Schon die berühmtesten zeitgenössischen Mathematiker und Astronomen, Fürsten und selbst der Kaiser des Heiligen Römischen Reiches Deutscher Nation hatten die aussergewöhnlichen Talente und das Genie von Jost Bürgi erkannt. So bezeichnet ihn 1586 Landgraf Wilhelm IV. von Hessen-Cassel, der selbst Mathematiker war und als Pionier der Astronomie seiner Zeit gilt, gegenüber dem dänischen Astronomen Tycho Brahe als einen im Aufspüren neuer Wege zweiten Archimedes. Der niederländische Mathematik-Professor Willebrord Snell, dessen Optik-Brechungsgesetz noch heute gilt, nennt den Schweizer eine ausserordentliche Persönlichkeit, die zugleich ein brillanter Uhrmacher, ein tüchtiger Astronom und ein hervorragender



Jost Bürgi (1552–1632) in seinem 67. Lebensjahr. Kupferstich nach einer Zeichnung von Ägidius Sadeler, 1619.

Mathematiker ist: eine wohl einmalige Kombination in der Geschichte der Uhrmacherkunst. Der Kaiserliche Hofmathematiker Nicolaus Reimers bezeichnet Bürgi als seinen Meister und Lehrer und stellt ihn auf eine Ebene mit Archimedes und Euklid. Und Johannes Kepler prophezeit seinem Kollegen Jost Bürgi am Kaiserhof Rudolfs II. in Prag, er werde als Uhrmacher und Mathematiker wohl einmal so berühmt werden, wie es Albrecht Dürer als Maler gewesen ist.

Doch wer war dieser Jost Bürgi eigentlich, den seine berühmten Zeitgenossen mit Euklid, Archimedes und Dürer gleichsetzten? Wer war dieser Mann, der es sich leisten konnte, dem Feldherrn Wallenstein den Wunsch nach einem Horoskop mit der Begründung abzuschlagen, dass solche Absurditäten nur für Esel und Dummköpfe passen? Und dass er wohl kein solcher sei.

Schulbesuch mit Unterbrüchen

Jost Bürgi kommt am 28. Februar 1552 im toggenburgischen Lichtensteig zur Welt. Das Städtchen zählte damals rund 400 Einwohner. Er war ein Spross der reformierten Bürgi, nachdem sich sein Grossvater Lienhard während der Reformation

Lichtensteig um 1810.



vom katholischen Glauben abgewandt hatte. Lienhard Bürgi übte auch das Amt des Stadt- und Landweibels aus. Obwohl der Fürstabt für derartige Ämter einen Katholiken vorgezogen hätte, wählten und bestätigten die selbstbewussten Lichtensteiger Landsgemeinden zwischen 1530 und 1611 mit Josts Grossvater Lienhard, Onkel Joss und Cousin Martin urdemokratisch immer wieder einen reformierten Bürgi. Über Jost Bürgis Schulbesuch weiss man nur, dass die Lehrerstelle der Lichtensteiger Stadtschule nicht zuletzt wegen konfessioneller Wirren jahrelang verwaist war und dass ihm der Lehrer Christen Schmalholz das Einmaleins und das Abc beibrachte. Mit hoher Wahrscheinlichkeit half der junge Jost seinem Vater Lienz in der Schlosserei, mit der sich schon Grossvater Lienhard hauptberuflich den Lebensunterhalt verdient hatte.

Wanderjahre

Wie sich der junge Jost Bürgi zwischen der Stadtschule und seinem 28. Lebensjahr aus- und weiterbildete, liegt im Dunkel. Wahrscheinlich hatte er eine Lehrstelle als Uhrmacher gefunden und arbeitete während seiner Wanderjahre in einer oder mehreren der damaligen Handwerkshochburgen Nürnberg, Augsburg, Zürich, Cremona oder Strassburg. Die meisterhafte Ausführung seiner Uhren und Instrumente lässt vermuten, dass er seine handwerklichen Fähigkeiten bei den ersten Adressen des Uhrmacher-, Zirkelschmied- und Goldschmiede-Handwerks erworben und perfektioniert hatte.

In der freien Reichsstadt Nürnberg etwa hatte Martin Behaim 1494 erstmals die Erde – nicht wie bis anhin den Sternenhimmel – auf einer Kugel dargestellt. Zwei Jahrzehnte später baute der Uhrmacher Peter Henlein in der gleichen Stadt die ersten tragbaren Uhren des deutschsprachigen Raums. Auch im Bereich der Atlanten und Globen galt Nürnberg als die internationale Hochburg des Handwerks. Als berühmtester Sohn der Stadt war der Maler und Mathematiker Albrecht Dürer mit seinen Kupferstichen weltweit berühmt geworden. Allein im metallverarbeitenden Gewerbe stellten über siebzig Handwerkszweige Werkzeuge wie Sägen, Feilen, Reibahlen oder Stichel her. Bekannte Uhrmacher sowie Zirkelschmiede und Goldschmiede fabrizierten außer Uhren auch astronomische Modelle und Instrumente, wie Armillarsphären, Astrolabien, Planetarien und Himmelsgloben.

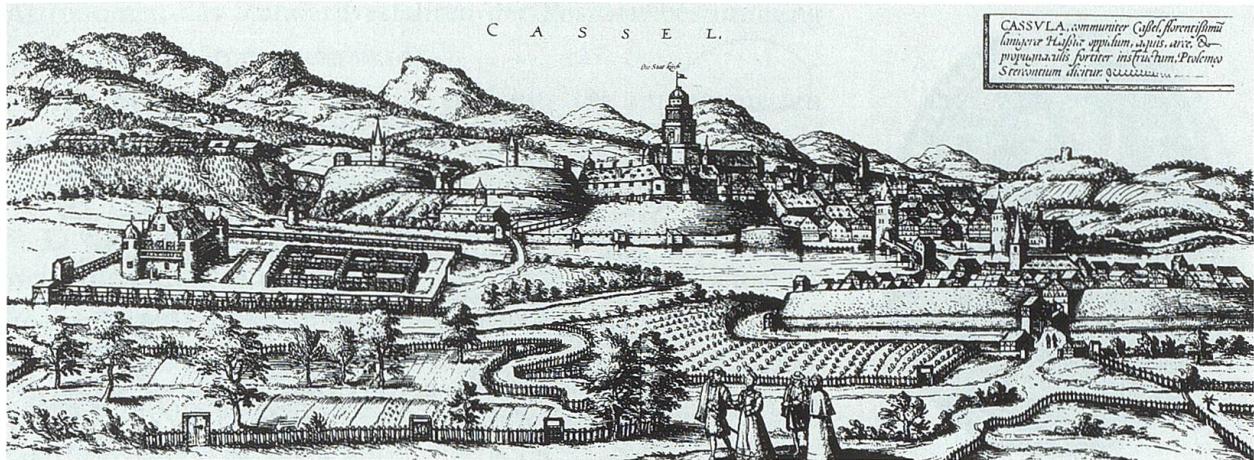
Einen wirtschaftlich guten Ruf während der Lehr- und Wanderburschenzeit Jost Bürgis hatten auch das schwäbische

Augsburg mit seinen Uhrmachern und Goldschmieden sowie mit seinen reichen Handelsfamilien der Fugger und Welser mit ihren internationalen Verbindungen. Hier baut 1569 während der Wanderburschenzeit Jost Bürgis der dänische Astronom Tycho Brahe mit Unterstützung eines Augsburger Patriziers einen riesigen selbstkonstruierten Eichenholz-Quadranten von 6,4 m Radius und bestimmt damit Sternpositionen. Im gleichen Jahr vollenden Augsburger Geographen, Astronomen und Kunsthändler einen über zwei Meter hohen Erd- und Himmels-Globus, der über Konstanz seinen Weg in das Kloster St. Gallen finden wird. Obwohl nach dem Augsburger Religionsfrieden von 1555 die Reformationskriege beendet sind, werden konfessionell beeinflusste kriegerische Auseinandersetzungen im Deutschen Reich während des Dreissigjährigen Krieges heftiger aufzulodern als jemals zuvor und konfessionelle Auseinandersetzungen auch nach wie vor die Eidgenossenschaft erschüttern. Dabei wird im Toggenburgerkrieg 1712 der grosse St. Galler Erd- und Himmels-Globus aus dem Kloster geraubt und nach Zürich verbracht. Erst seit 2009 kann man in St. Gallen zumindest wieder eine originalgetreue Kopie besichtigen. Das Original verblieb in Zürich im Schweizer Landesmuseum und steht heute in nächster Nähe zu Bürgis kleinem, goldglänzendem Himmelsglobus, der nur ein Vierteljahrhundert später gefertigt wurde.

Ein Arbeitsaufenthalt Jost Bürgis in Zürich ist nicht nur aus geografischer Sicht naheliegend, sondern auch wegen einer späteren Lizenz-Vereinbarung mit dem Zürcher Goldschmied Leonhard Zubler. Die daraus resultierende Lizenzfertigung in Zürich könnte auf kollegiale Beziehungen aus einem früheren Aufenthalt Bürgis in der Limmatstadt zurückzuführen sein.

Auch Cremona wird von Kennern der Uhrenmacher-Zünfte als möglicher Arbeitsort Bürgis genannt. Hier fertigten Fachleute nämlich die feingliedrigsten Zahnradgetriebe – bei allen Bürgi-Uhren eine typische Charakteristik, die er sich, ebenso wie seine Proportionalzirkel-Kenntnisse, in Norditalien angeeignet haben dürfte.

In der elsässischen Metropole Strassburg wird 1574 die zweite Version der astronomischen Uhr des Münsters eingeweiht. An deren Fertigstellung dürfte Jost Bürgi mit hoher Wahrscheinlichkeit beteiligt gewesen sein. Dabei könnte er sich nicht nur bei seinen für das Uhrwerk verantwortlichen Schaffhauser Landsleuten Isaak und Josias Habrecht in seinem Beruf weitergebildet haben, sondern ebenso in der Mathematik beim für die



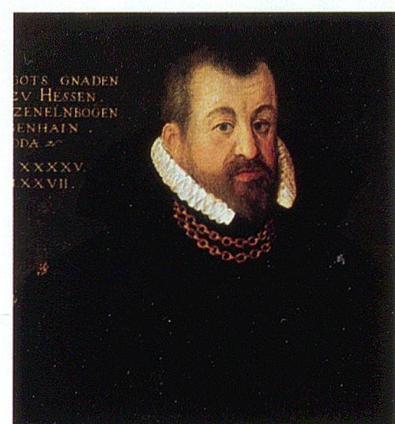
Planung und Berechnung der astronomischen Abläufe der Uhr zuständigen Strassburger Mathematikprofessor Conrad Daspodius, der in Frauenfeld auf die Welt gekommen war.

Kassel stand am Anfang von Bürgis Erfolg, hier starb er 1632 auch.

Fürstlicher Hofuhrmacher in Kassel

In Strassburg dürfte Jost Bürgi auch mit dem Landgrafen Wilhelm IV. von Hessen-Cassel in Kontakt gekommen sein, der als junger Erbprinz in der elsässischen Metropole Mathematik und Astronomie studiert hatte. Bereits 1560 hatte sich Wilhelm IV. auf dem Kasseler Stadtschloss eine feststehende Sternwarte eingerichtet: die erste dieser Art im Europa der Neuzeit! Hier besuchte der dänische Adelige und Astronom Tycho Brahe 1575 nach seinen Augsburger Experimenten den hessischen Landgrafen. Brahe erhielt auf dessen Empfehlung beim dänischen König Frederik II. die Mittel zum Aufbau seiner grossartigen Uraniborg-Sternwarte auf der Öresundinsel Hven. Tycho Brahe bezeichnetet den hessischen Landgrafen als den wichtigsten Astronomen Europas: Dieser hatte schon damals mit eigenen Augen über fünfzig Fixsterne eingemessen und 1572 eine Supernova genau beobachtet.

Urkundlich gesichert begegnen wir Jost Bürgi erst wieder im Jahr 1579, als ihn Landgraf Wilhelm IV. von Hessen-Cassel als Fürstlichen Kammeruhrmacher in seinen Dienst nahm. Wie sein Vorgänger Eberhard Baldewein ist Jost Bürgi ebenfalls zuständig für die Instrumente und muss dem Landgrafen auch als astronomischer Gehilfe assistieren. Bürgi versah das Verpflichtungsschreiben mit einem eigenen Siegel. Als Uhrmacher hatte er in seinem Wappen dem Bürgi-Familiensymbol der Eule – Symbol für die Weisheit – als Zeichen seiner wissenschaftlichen Tätigkeit ein halbes Zahnrad hinzugefügt sowie seine Initialen JB. Um die Aufmerksamkeit und das Vertrauen des

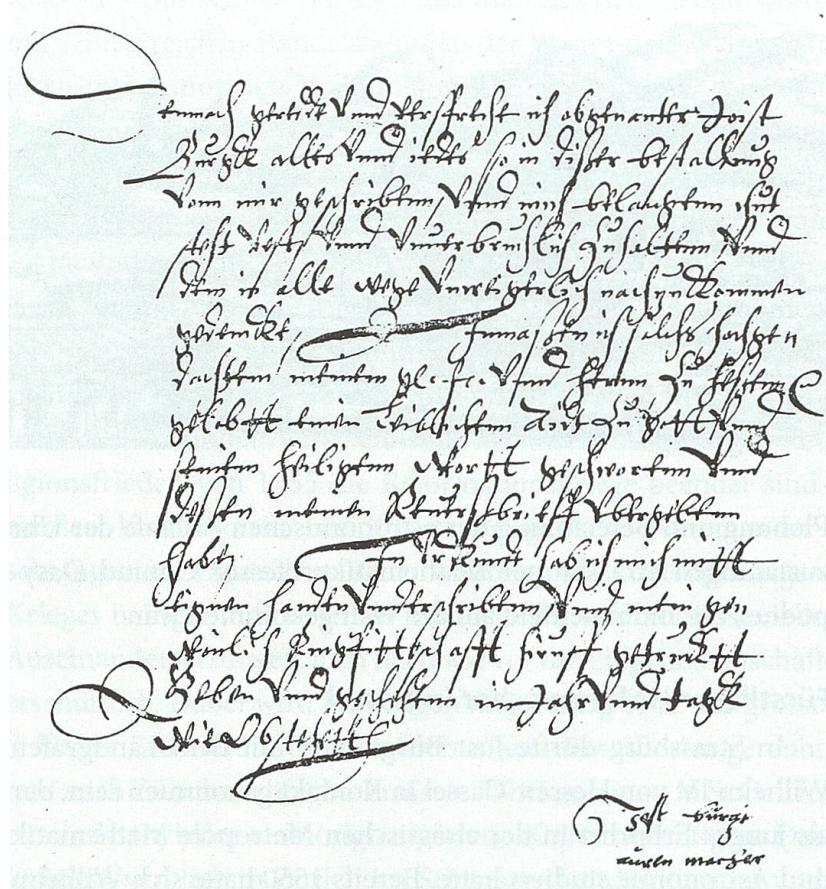


Landgraf Wilhelm IV. von Hessen-Cassel (1532–1592). Gemälde von 1577.



Bürgis neu gestaltetes Siegel aus dem Jahr 1579.

Verpflichtungsschreiben vom 25. Juli 1579 mit der Unterschrift Jost Bürgis.



gebildeten hessischen Landgrafen Wilhelm IV. – eines Onkels des deutschen Kaisers – zu gewinnen, muss Jost Bürgi schon zu dieser Zeit über herausragende Fähigkeiten, Leistungsausweise und Referenzen verfügt haben.

Bürgi erfindet die Sekunde

Wilhelm IV. sollte von seinem neuen Schweizer Hofuhrmacher nicht enttäuscht werden. Bürgis erste epochale Leistung in Kassel ist der Bau der weltersten astronomischen Experimentier- und Orientierungsuhr mit Sekundenangabe. Am 14. April 1586 berichtet Landgraf Wilhelm in einem Brief an Tycho Brahe stolz von seinem neuen «Minuten- und Sekundenührlein», welches innerhalb von 24 Stunden höchstens eine Minute variiere. Das bedeutete eine gewaltige Steigerung der Präzision, denn die besten Uhren der damaligen Zeit wiesen eine Abweichung von einer Viertelstunde auf. Mit dem Sekudentakt der Bürgi-Uhren kann man nun erstmals die Differenzen der Durchgangszeiten von Sternen in der gleichen Meridianebene genau bestimmen. Damit begründet Bürgi zusammen mit Wilhelm IV. und Christoph Rothmann das moderne raumzeitliche Vermessungsverfahren im Horizontsystem, welches jahrhundertlang für die



Eine der ersten Sekunden-Observationsuhren (1595) von Jost Bürgi aus Kassel.

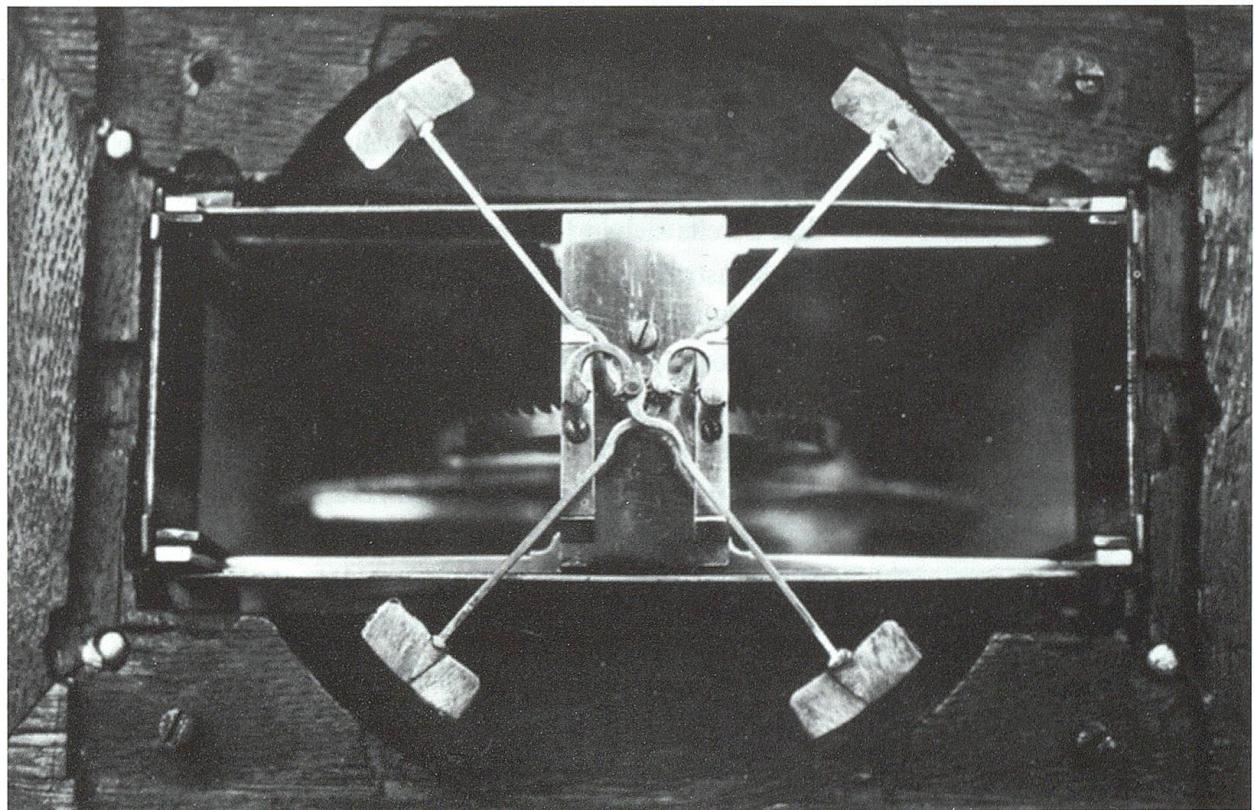
Astronomen das Standardverfahren der Positionsbestimmung von Himmelskörpern sein wird.

Die Zeiteinheit der Sekunde ist heute die am genauesten definierte und für unser Weltgeschehen wohl wichtigste physikalische Einheit. Sie entwickelte sich seit Jost Bürgi mit leisem Ticken und später mit immer genaueren Oszillatoren weltweit zum heutigen Zeitstandard. Aber nicht nur das: Von einer hochpräzisen Zeitmessung hängen heute ebenfalls die moderne Streckenmessung mit dem Laserstrahl und die genaue Positionsbestimmung mit Satellitensystemen ab – und damit auch die GPS-Navigation unseres Autos.

Wie man sich allerdings ein Zeitintervall von einer Sekunde vorzustellen hat, wusste im Jahre 1586 ausserhalb der Sternwarte von Kassel noch niemand. Der Hofastronom Christoph Rothmann beschreibt die gefühlte Dauer dieser neuen Zeiteinheit in Worten: *Die Dauer einer Sekunde ist nicht so sehr kurz, sondern kommt der Dauer der kleinsten Note in einem mässig langsam Lied gleich. Die Unruhe wird nicht auf gewöhnliche, sondern auf ganz besonders neu erfundene Weise so getrieben, dass jede ihrer Bewegungen einer einzelnen Sekunde entspricht.*

Bürgi gelingt diese gleichmässige, diskrete und lang anhaltende Kraftübertragung mit seinen beiden revolutionären Erfindungen der Kreuzschlaghemmung und des Zwischenaufzugs.

Der Kreuzschlag für den Sekundentakt in der Observationsuhr (Ansicht von unten).





Die aufklappbare Äquations-Stutzuh von Jost Bürgi aus dem Jahr 1591 – ein wahrhaft simultaner Analogrechner.

Weiter hat er dazu mit höchster Handwerkskunst ein äusserst schlankes, genau laufendes Zahnradsystem entwickelt und gefertigt. So ermöglicht und nutzt Bürgi erstmals den Einsatz einer Uhr als wissenschaftliches Präzisionsinstrument – und dies bereits sieben Jahrzehnte vor Huygens Pendeluhr, mit deren Konstruktion irrtümlicherweise gemeinhin der Beginn des Sekundenzeitalters assoziiert wird!

Vieles gäbe es zu ergänzen über Bürgis revolutionäre Zeitmessinstrumente, die er bis ins hohe Alter herstellt und ständig verbessert. Zum Beispiel über seine wunderbare Stutzuh von 1591, die auf ihrem äusseren Hauptzifferblatt nicht nur die wahre Sonnenzeit, die Stellung der Hauptsternbilder über dem Horizont, die Stellung der Sonne und des Mondes im Tierkreis, die Phase des Mondes und den Kalender anzeigt, sondern die auf ihrem inneren Zifferblatt auch Aufschluss über die wahren und mittleren Bewegungen von Sonne und Mond und über zu erwartende Finsternisse Aufschluss gibt. Dafür verfügt sie über Zahnräder und Getriebe, welche die ungleichförmige Geschwin-

digkeit von Mond und Sonne nachbilden, und gleichzeitig über die erste drehbare Zahnradkupplung. Zusätzlich ist sie seitlich mit einer ketzerischen Abbildung von Kopernikus und seinem Planetenmodell geschmückt. An einem anderen Ort – etwa in Rom anstatt in Kassel – hätte eine solche Abbildung Bürgi den Kopf kosten können. Sein Zeitgenosse Giordano Bruno wurde im Jahre 1600 nach dem Urteil des Inquisitionstribunals auf dem Scheiterhaufen des Campo di Fiori verbrannt, weil er dem Weltbild des Kopernikus nicht abschwören wollte.

Der geniale Instrumentenkonstrukteur

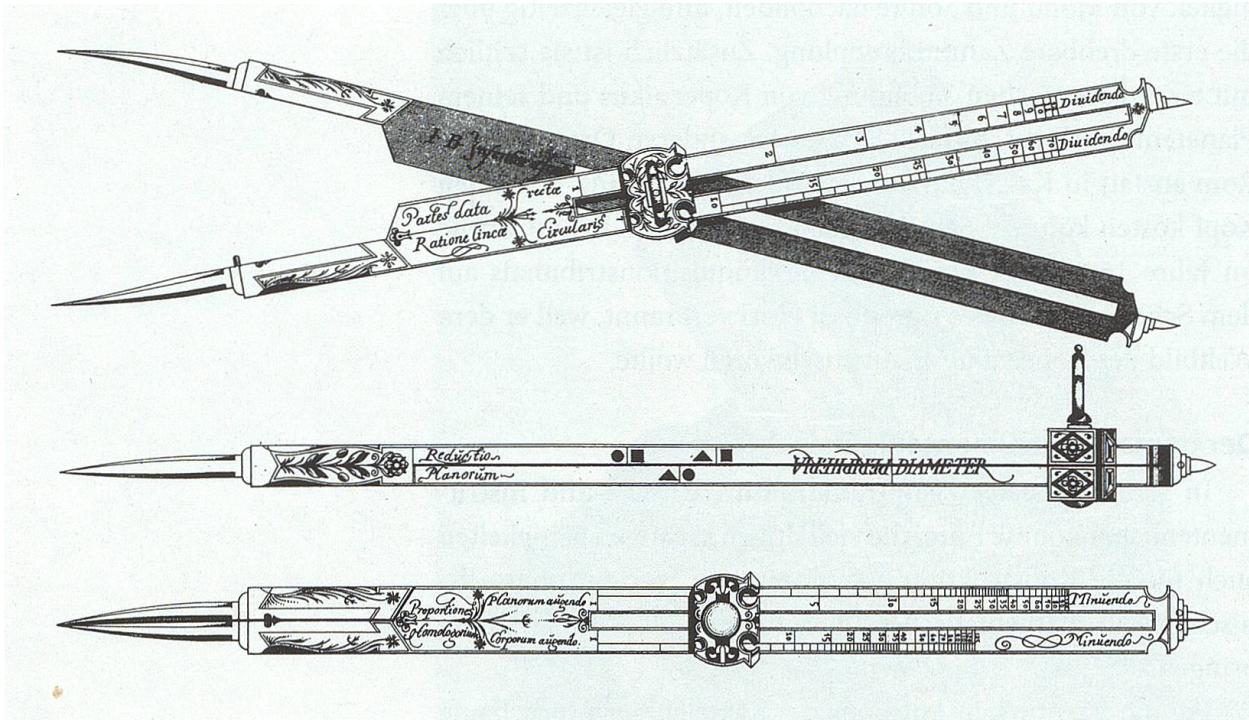
In seiner Kasseler Hauptfunktion als Uhren- und Instrumentenbauer konnte Bürgi die vielfältigen kreativen Fähigkeiten auch für die Konstruktion astronomischer, vermessungstechnischer und mathematischer Instrumente voll zur Entfaltung bringen.

Für die eigentlichen Aufgaben der Kasseler Sternwarte baute Jost Bürgi Quadranten und entwickelte bereits ab etwa 1582 neuartige *Sextanten*, bei denen der Visierstab im Zentrum gelagert ist. Das äussere Ende des Visierstabs wird entlang dem Messkreisbogen geführt, auf dessen Skala Ablesungen der Winkelpositionen mit einer Genauigkeit von Bogenminuten-Bruchteilen möglich sind. Im Gegensatz zum originären und schweren Brahe-Sextanten mit zwei Beobachtern am Messkreisbogen gestattet es der wesentlich schlankere metallene Bürgi-Sextant, die Himmelsobjekte im Einmann-Prinzip genau zu erfassen. Als man 1586 die Kasseler Beobachtungsdaten mit denjenigen Tycho Brahes aus Uraniborg verglich, lag beim Fundamentalstern Aldebaran die Standardabweichung bei Brahe bei $\pm 2,3$ Bogenminuten, bei den Kasseler Beobachtungen jedoch nur bei $\pm 1,2$ Bogenminuten. Und dies trotz wesentlich kleineren Kasseler Beobachtungsgeräten! Auch Brahe lässt sich von Bürgi für Uraniborg Messinstrumente und Observationsuhren anfertigen, die später auch auf der Kaiserlichen Sternwarte in Prag im Einsatz sind.

Ebenfalls bereits 1582 entwickelte Jost Bürgi einen universellen *Proportional-Reduktionszirkel*, mit dem man mittels eines verstellbaren Scharniers sowie dank verschiedenen Skalen Ausgangswerte im gewünschten Verhältnis umzeichnen, kartieren und berechnen kann: ein direkter Vorläufer des Rechenschiebers. 1592 überreichte Bürgi einen solchen reduzierenden Proportionalzirkel Kaiser Rudolf II. als Geschenk, bevor er auf dem Umweg über Nürnberg und Augsburg – Städte, die er



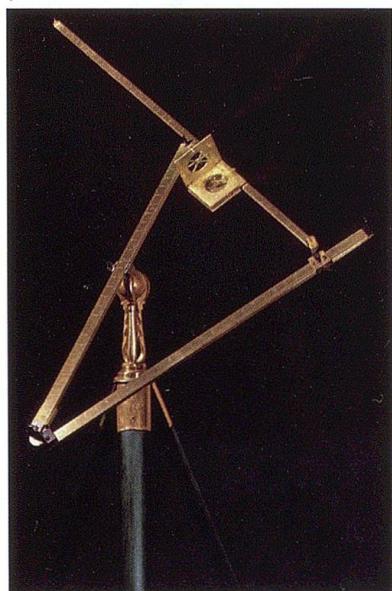
Metallener Bürgi-Sextant mit achsengelagertem Visierstab, den Kepler 1605 in Prag bei der Marsbeobachtung verwendete.



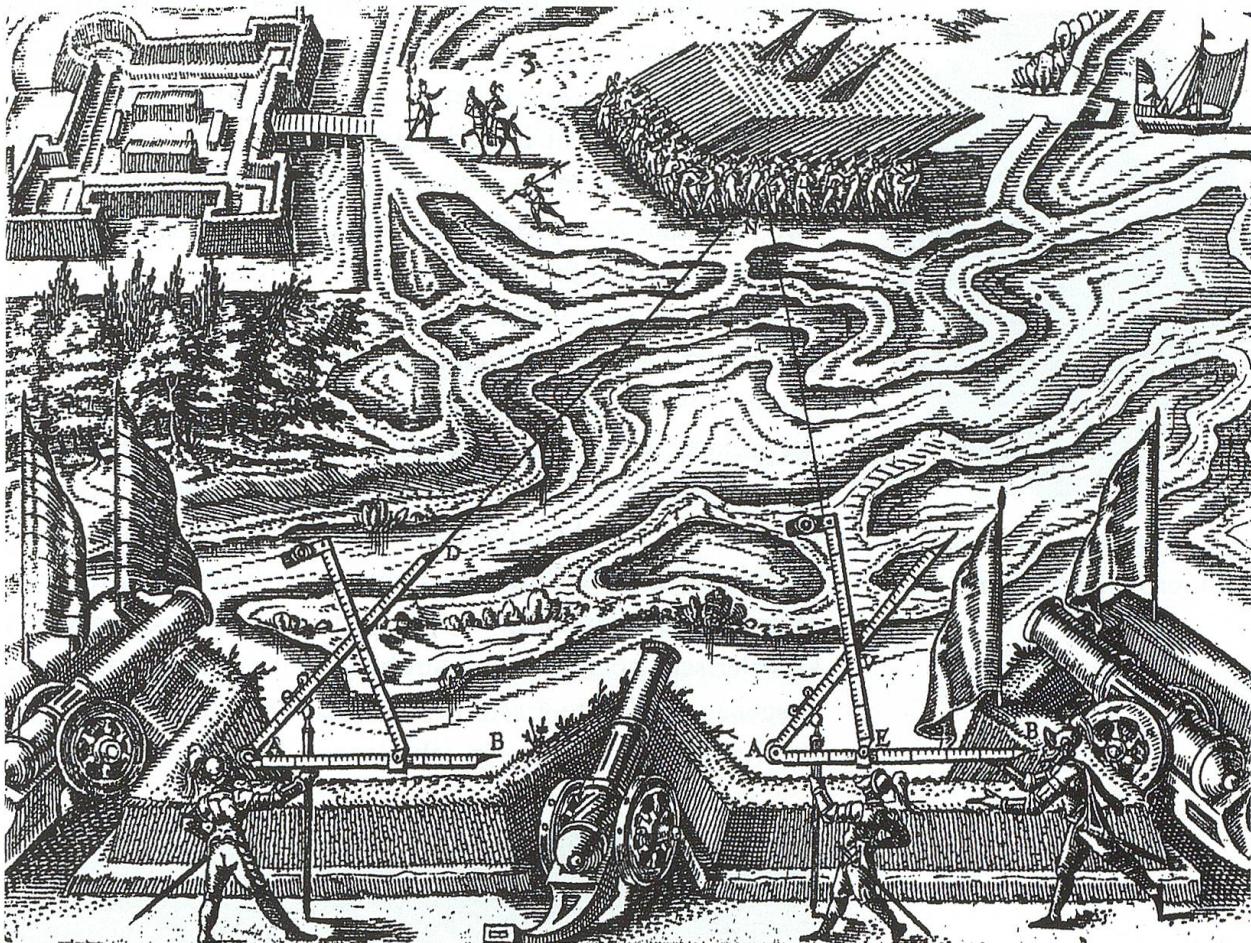
Jost Bürgis Proportional-Reduktionszirkel von 1582 mit verschiebbarem Scharnier und vier Zirkelspitzen sowie verschiedenen Messskalen.

wahrscheinlich von seiner Gesellenzeit her kannte – nach Kassel zurückreiste. Unabhängig von Jost Bürgi hatte Galileo Galilei eine ähnliche Idee und obsiegte in Italien bei einem Patentstreit gegenüber einem italienischen Konkurrenten. Allerdings konnte man nur mit dem universellen Bürgischen Reduktionszirkel mittels vier Spalten Ausgangs- oder Reduktionswerte auch wirklich proportional übertragen. In Levin Hulsius' Buch über die Mechanik wurde dieser Proportional-Reduktionszirkel 1607 als Bürgis Erfindung dokumentiert. Schon Jahre vorher wurde dieses Instrument in Zürich von Goldschmied Leonhard Zubler in Lizenz nachgebaut und von ihm und seinem Partner Phillip Eberhard auch zur Verwendung im Messtisch-Kartierverfahren empfohlen. Hans Conrad Gyger setzte den Proportionalzirkel für sein bekanntes Kartengemälde des Zürcher Gebiets von 1667 ein.

Für sein 1592 entwickeltes *Triangular-Instrument* erhielt Jost Bürgi 1602 ein kaiserliches Patentschutz-Privileg. Mit diesen drei speziell kombinierten Linealen lassen sich beliebige schiefwinklige Geländedreiecke nachbilden und ausmessen. Ebenso kann man damit aus sicherer Entfernung von einer kurzen Basislinie aus Distanzen und Höhen berührungslos und schnell trigonometrisch bestimmen. Die Anwendungsbereiche dieser «Dryangel» reichen vom Festungsbau und von der Artillerie bis hin zur Landvermessung und Kartierung im Messtischverfahren. Bei der Behauptung der Priorität an dieser Erfindung hatte



Jost Bürgis Triangular-Instrument Dryangel von 1592.



sich Bürgi zahlreicher Konkurrenten zu erwehren – darunter auch der innovations- und publikationsfreudigen Zürcher Leonhard Zubler und Phillip Eberhard. Jost Bürgi verfügte mit dem auf zwei Jahrzehnte verlängerten Kaiserlichen Patentschutzprivileg dafür über ein mächtiges Verteidigungsmittel.

Als viertes neuartiges Instrument entwickelte Jost Bürgi ein *Gerät für das perspektivische Zeichnen* und vereinfachte damit die Konstruktion der Perspektive. Darüber hätte selbst ein Albrecht Dürer gestaunt.

Seinen handwerklich weniger geschickten Freunden aus der Mathematik half Bürgi auch als Modellbauer: Für Nicolaus Reimers fertigte er schon 1586 nach dessen Vorstellungen in Kassel ein geoheliozentrisches *Planetarium* sowie anschliessend ein leicht verändertes für Christoph Rothmann. Und als Johannes Kepler die originelle Idee einer *Zahnradpumpe* für ein Wasserkwerk hatte, war es Jost Bürgi, der ihm als Gegenleistung für die Redaktion seiner Coss-Algebra 1604 einen Prototyp aus Metall baute. Zahnradpumpen nach diesem Keplerschen Prinzip funktionieren noch heute als ventillose, fast wartungsfreie Ölpumpen in Automotoren.

Anwendungsbeispiel des Triangular-Instruments von Jost Bürgi in der Artillerie.



Kaiser Rudolf II. in Prag. Kupferstich von Ägidius Sadeler, 1609.

Ein Himmelsglobus mit astronomischen Fähigkeiten

1592 erbat sich Kaiser Rudolf II. von seinem Onkel Wilhelm IV. in Kassel durch den Hersteller Bürgi die persönliche Überbringung eines Uhrwerks, das auch den Lauf der Planeten aufzeigt. Dieser Wunsch nach einem Himmelsglobus führte Jost Bürgi erstmals zum gleichaltrigen Kaiser nach Prag und erneut wieder 1596, 1603 und 1604.

Insgesamt sind heute noch fünf Bürgi-Himmelsgloben erhalten; der im Schweizer Landesmuseum in Zürich ausgestellte von 1594 mit nur 14,2 Zentimetern Globusdurchmesser ist der kleinste und gilt als der perfekteste. Dieser Himmelsglobus besticht durch differenzierte astronomische Abläufe und unübertroffene Anschauungskraft. In seinem Innern verbirgt er komplexe Mechanikfunktionen aus Eisen bzw. Stahl, und auf seinen Kugelhalbschalen aus vergoldetem Messing umfangen künstlerisch hochwertige Sternbildgravuren tausend positionsgenau markierte Fixsterne. Viele davon hatte Jost Bürgi an der Kasseler Sternwarte in jahrelangen Himmelsbeobachtun-



Kleiner Himmelsglobus von Jost Bürgi, 1594, heute im Schweizerischen Landesmuseum in Zürich.

gen persönlich eingemessen. Die Gestaltung der von Antonius Eisenhoit gestochenen Sternbildfiguren lehnt sich an den Stil von Albrecht Dürer an. Weil Bürgis Himmelsglobus auch den jeweiligen Stand der Sonne anzeigt und mit Hilfe einer genialen Mechanik nachführt, stimmt die Position der Gestirne auf dem Globus immer mit derjenigen am realen Himmel überein. Natürlich berücksichtigt die Mechanik des «kleinen» Bürgi-Globus auch die von Tycho Brahe exakt bestimmte Umlaufzeit der Erde um die Sonne – also das sogenannte Sonnenjahr – und alle Kalender-Schaltjahre. Ein spezielles Getriebe und ein gezielt ungleichmäßig geschliffener Zahnkranz bilden die Neigung der Erdachse und die jeweilige Position der Sonne mit hoher Ganggenauigkeit nach.

Für die Berechnung der astronomischen Abläufe und die Fertigung der komplexen Zahnräder und Übersetzungen benötigte Jost Bürgi erstklassige mathematische und astronomische Kenntnisse. An der Kasseler Sternwarte konnte er sie vervollständigen und sogar ganz eigenständig erweitern.

Vom Kammeruhrmacher zum Mathematiker und Astronomen

Bereits seit 1579 assistiert Jost Bürgi dem Landgrafen Wilhelm IV. auf der Sternwarte in Kassel auch bei der Himmelsbeobachtung mit Quadrant oder Sextant. Für die genaue Positionsbestimmung eines jeden Himmelskörpers sind im Anschluss an seine Beobachtung und Messung mittels sphärischer Trigonometrie die Winkeldifferenzen zu Referenzsternen zu berechnen. Für diese anspruchsvollen Aufgaben schafft Landgraf Wilhelm auf der Kasseler Sternwarte bereits 1584 erstmals die Position eines wissenschaftlichen Mitarbeiters, die der «Mathematicus» und Theologe Christoph Rothmann übernimmt. Im gleichen Jahr kommt ebenfalls der Mathematiker Paul Wittich (1546–1586) nach Kassel. Er informiert Wilhelm und Rothmann und instruiert dort auch Jost Bürgi im Prostaphärese-Rechnen. Dabei werden über trigonometrische Gleichungen Multiplikationen und Divisionen in einfache Additionen und Subtraktionen von Sinus- und Cosinus-Werten umgewandelt. Diese entnimmt man umfangreichen Tabellenwerken. Zusammen mit Brahe hatte Wittich dieses alte Rechenverfahren auf Uraniborg ab 1580 weiter verbessert und genutzt.

Jost Bürgi wird später bei seiner mathematischen Weiterbildung auch von Nicolaus Reimers begleitet, der von 1586 bis 1587 als Guest auf der Kasseler Sternwarte weilte und der vorher,

wie bereits Paul Wittich, ebenfalls bei Tycho Brahe auf Uraniborg war. Mit dem ehemaligen Schweinehirten und Feldvermesser Nicolaus Reimers verstand sich Jost Bürgi ausgezeichnet – wahrscheinlich weil dieser ebenfalls aus einfachen Verhältnissen stammte und sich seine Kenntnisse auch autodidaktisch angeeignet hatte. Nicolaus Reimers wird 1587 sogar auf den Mathematik-Lehrstuhl der Universität Strassburg berufen und lernt dort als Kollegen Conrad Dasypodius kennen, den ehemaligen mutmasslichen Mathematiklehrer Jost Bürgis. Die höchste Sprosse seiner Karriereleiter erreichte Reimers, als er 1591 zum Kaiserlichen Hofmathematiker in Prag ernannt wurde – eine Berufung, die sich eigentlich Christoph Rothmann aus Kassel erhofft hatte.

Für seinen Freund Jost Bürgi übersetzte Nicolaus Reimers in Kassel das Hauptwerk des Kopernikus «De Revolutionibus Orbium Coelestium» (Von den Umläufen der Himmelskörper) 1587 aus dem Lateinischen ins Deutsche. Diese Handschrift wird für Jost Bürgi zu einer wichtigen Quelle seiner Astronomie- und Mathematikkenntnisse. Mehr als drei Jahrhunderte lang wird dieses Reimers-Übersetzungsmanuskript die einzige Übertragung von Kopernikus' Werk in die deutsche Sprache sein und unveröffentlicht bleiben. Bis zur erneuten Inangriffnahme einer deutschsprachigen Kopernikus-Übersetzung durch C. L. Menzner und zu ihrer Buchveröffentlichung im Jahre 1879 musste man Latein gelernt haben, um Nikolaus Kopernikus' revolutionäres Werk lesen zu können – oder Bürgi heißen und einen Freund Reimers haben.

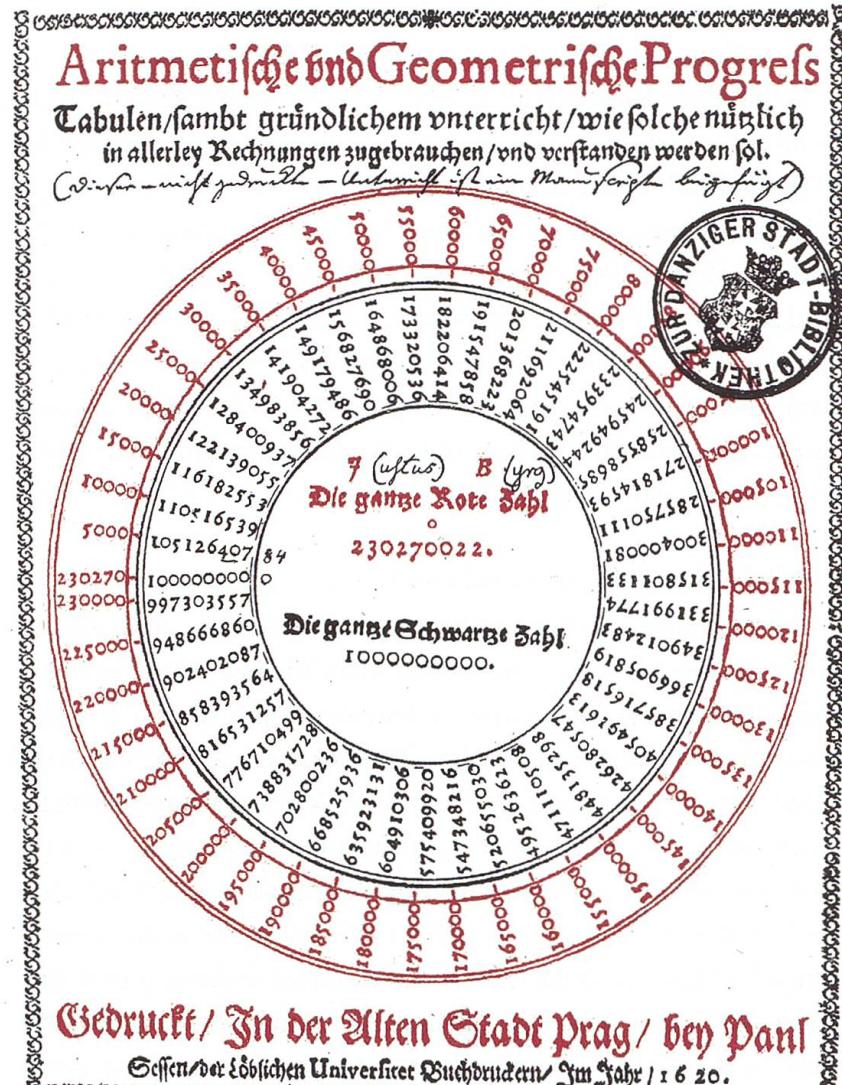
Jost Bürgi gingen die von Kopernikus verwendeten und von Brahe mit Wittich auf Uraniborg weiterentwickelten Prostaphärese-Methoden jedoch nicht weit genug, und die bis anhin verwendeten Sinus-Tabellen waren ihm viel zu grob und ungenau. Es müsste doch ein noch schnellerer Rechenweg zu finden sein, sagte sich der mittlerweile 33-jährige Bürgi. Dann könnte man die Positionsangaben des ptolemäischen Fixsternkataloges noch während der eigenen Lebenszeit umfassend verbessern und auch die Planetenbahnen genauer bestimmen. Unsere Schiffs- kapitäne könnten dann anhand des Sternenhimmels sicherer über den Atlantischen Ozean zum neuen Kontinent Amerika navigieren und um Afrika und Amerika herum bis nach Indien und Asien. Und wir wüssten in Kassel endlich, nach welchem der momentan konkurrierenden Weltmodelle man die Armillarsphären, Planetarien und Himmelsgloben zu konstruieren hat, damit sie der Wirklichkeit entsprechen. Ist es das klassische

und von Bürgi selbst favorisierte heliozentrische Modell von Kopernikus, der 1750 Jahre nach Aristarchos von Samos wieder dessen Idee von der Sonne im Mittelpunkt folgte und nicht mehr dem geozentrischen Weltbild von Ptolemäus, das die Kirche verteidigt? Oder ist es eines der gemischten geo- und heliozentrischen Modelle von Reimers bzw. Brahe, nach denen die anderen Planeten zwar um die Sonne kreisen – allerdings Mond und Sonne mit ihnen zusammen auch gleichzeitig um die Erde? Nicolaus Reimers wird sich von 1588 an mit Tycho Brahe um die Priorität an diesem geoheliozentrischen Weltmodell streiten, für das ihm Jost Bürgi schon 1586 ein Funktionsmodell in Form eines Planetariums gebaut hatte.

Die Erfindung der Logarithmen

Eine Verbesserung der Prostaphärese-Rechenmethode ist aber nicht einfach, und besonders nicht für Jost Bürgi. Immerhin hatten sich Archimedes, Ptolemäus, Kopernikus, Chuquet, Vietà, Simon Jacob und Nicolaus Werner sowie andere Gelehrte schon vor ihm damit beschäftigt, deren Werke er wegen fehlender Griechisch- und Lateinkenntnisse allerdings vielfach nicht lesen kann. Eines der seltenen autobiografischen Zeugnisse Bürgis bezieht sich auf dieses Defizit und die daraus resultierende intellektuelle, physische und mentale Herausforderung und Anstrengung. Bürgi schreibt: *Weil mir aus mangel der sprachen die thür zu den authoribus nit allzeit offen gestanden, wie andern, hab ich etwas mehr, als etwa die glehrte und belesene, meinen eigenen gedanckhen nachhengen und neue Wege suechen müessen.*

Dazu kommt, dass ihm Paul Wittich nicht alle von Brahe verwendeten Prostaphärese-Transformationsformeln mitgeteilt hatte. Doch Bürgis mathematisches Genie findet trotz diesen Benachteiligungen rasch eigene und noch bessere Wege. Schon 1588 berichtet Nicolaus Reimers, Jost Bürgi verfüge jetzt über ein Verfahren, das komplizierte Rechnungen vereinfache. Demnach war es Bürgi bereits in wenigen Jahren gelungen, die Prostaphärese-Methode ganz eigenständig weiter zu verbessern, und zwar durch die Einführung von Hilfswinkeln, die Interpolation im Zehnersystem und die Einsetzung der Hypotenuse bzw. des Radius mit $r = 1$. Gleichzeitig hatte er ein rekursives Näherungsverfahren der frühen geometrischen Algebra entwickelt – einen eigenen Kunstweg, von dem auch Reimers nur in Rätseln spricht und den er geheim hält. Jost Bürgi erstellte anschliessend mittels dieses schnellen Kunstweges seinen immensen *Canon Sinuum*, also Sinustabellen im Zwei-Bogensekunden-Abstand mit 81 000



Jost Bürgis Logarithmentafeln von 1620: Titelseite des erst 1855 wiederentdeckten Probendruck-exemplars aus der Danziger Stadtbibliothek.

Werten zwischen 0° und 45° bei einer Genauigkeit von acht Stellen hinter dem Komma.

Des Weiteren entdeckt Bürgi für sich bereits ab 1588 die Strukturgleichheit arithmetischer und geometrischer Zahlenreihen und erfindet, aufbauend auf Michael Stifel, originär die erste Logarithmenmethode, seine *Aritmetischen und Geometrischen Progress Tabulen*. Obwohl Bürgis Logarithmentafeln bereits seit 1609 druckbereit vorliegen, wird er sie erst 1620 in nur wenigen Probeandrucken und unvollständig veröffentlichen. Mit diesen Logarithmentafeln schafft Bürgi ein universell anwendbares Rechenmittel, das nicht mehr auf trigonometrische Funktionswerte beschränkt bleibt, sondern das ebenfalls bequem für Aufgaben wie die Zinseszinsberechnung verwendet werden kann. Nicht etwa John Napier ist 1614 der Erfinder der Logarithmen, sondern Jost Bürgi schon vor 1600 – was ausser Nicolaus Reimers ebenfalls Benjamin Bramer und Johannes Kepler bezeugen. Und dieser Vorsprung Bürgis gilt nicht

0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500
0	100000000	100001227	101004966	101111230	102020032	102531384	103045299
10	100000	11227	11567	21381	30234	41637	55603
20	20001	11378	11860	11774	42427	51891	61909
30	30003	31380	35271	41687	50641	62146	76216
40	40006	41433	45374	51841	60846	72402	86523
50	50010	51487	55484	61776	71072	82667	96837
60	60015	61543	65584	72158	81259	92918	1031714
70	70021	71599	75691	82309	91467	102603177	1745
80	80028	81666	85799	92469	1011676	113438	27764
90	90036	91714	95907	101602627	11887	23699	38077
100	100100045	100601773	101106017	112787	12098	133961	48391
110	11055	11834	16127	17240	22310	44223	58705
120	12066	121895	126235	133111	142523	154489	169021
130	13078	13157	136352	143724	152738	164755	179335
140	14091	14091	146465	15148	162973	175021	189066
150	150105	152084	156580	163604	173169	185289	199975
160	160120	162155	166696	173770	183386	195557	103210295
170	170136	172216	176812	183938	191671	102705817	17613
180	180153	182283	186930	194106	10220324	16097	30935
190	190171	192351	197043	101704275	14045	20306	41261
200	200200190	100707147	101707160	144461	24266	36667	51585
210	210210	12491	17289	24617	34498	46915	61410
220	220231	22562	27411	34790	44717	57190	72237
230	230253	32634	37722	44693	54936	67466	82564
240	240276	42707	47657	55138	65162	77742	92892
250	250300	52782	57782	65133	75385	88020	103303221
260	260325	61857	6795	75490	85616	98299	11557
270	270351	71933	78095	8566	95845	10280579	23883
280	280378	83011	88162	95845	10230674	18860	34216
290	290406	93189	98297	101806251	1630	2142	52151
300	100300435	100803168	101308421	116206	126730	13945	14883
310	10465	13248	18552	26387	36765	449708	55219
320	120490	23330	28684	36570	47003	59993	75555
330	30328	33412	38817	46754	57337	70279	85293
340	40562	43496	48950	56939	67473	80566	96232
350	50596	53580	59085	67124	77710	100855	101420571
360	60631	63665	69221	77311	87947	102901144	16917
370	70667	73752	79358	87499	98186	11434	27254
380	80704	83739	89496	97687	102408426	21725	37506
390	90742	93927	99635	101907877	18667	32017	47946
400	100407983	100904017	101409775	18061	28905	42310	58285
410	10821	14107	19916	28247	39157	5604	6661
420	20862	24199	30058	38457	49396	6290	78971
430	30904	34291	40201	45664	59641	73196	89326
440	40948	44384	50345	58841	69587	83493	99674
450	50991	54479	60689	69037	80133	93797	103510024
460	61037	64574	70636	79234	90381	103004091	20375
470	70704	74671	80783	89432	102500630	14091	20777
480	81135	84765	90931	99631	10880	2469	4108
490	91178	94867	101501080	102009831	2113	34995	51435
500	100001327	101004966	11230	20032	31394	45299	61790
							80516

Erste Tabellenseite von Jost Bürgi
 «Aritmetischen und Geometri-
 schen Progress Tabulen» aus dem
 Jahr 1620.

nen zeitlich, sondern aus heutiger mathematischer Perspektive auch qualitativ: Während sich Napier in seinen Logarithmen-Tabellen noch eng an trigonometrische Funktionen hält, arbeitet Bürgi bereits mit den universellen Zahlenfolgen eines konstituierenden Basis-Faktors von 1,0001.

Verschollene und wiedergefundene Manuskripte

Die Kriegswirren des Dreissigjährigen Krieges und Finanzierungsprobleme seines Prager Druckers erschwerten Jost Bürgi die Herausgabe der Logarithmen. Die für das Verständnis und die Arbeit mit diesen Logarithmen unabdingbar erforderlichen Erläuterungen mit dem Titel *Gründlicher Unterricht*, einschliesslich einer *Vorrede an den Treuherzigen Leser*, fehlen im Druck sogar ganz. Dieser *Gründliche Unterricht* ist bei nur zwei der uns heute bekannten drei Exemplare der *Aritmetischen und Geometrischen Progress Tabulen* als Handschrift beigelegt und wurde

erst 1855 zufällig entdeckt. Jost Bürgis neue Sinus-Tabellen des *Canon Sinuum* gelangen niemals zu einem Drucker.

Doch das sind nicht alle mathematischen Werke von Jost Bürgi, die jahrhundertelang verschollen oder unvollständig überliefert sind bzw. gar nicht publiziert werden. Im Archiv der St. Petersburger Sternwarte Pulkowo findet man unter dem Kepler-Nachlass zufällig die sogenannte *Coss-Algebra* von Jost Bürgi, die von Johannes Kepler redigiert ist. Coss ist dabei die alte Bezeichnung für das algebraische x, die Unbekannte in Gleichungen. Allerdings fehlt in dieser Handschrift noch der wichtigste Teil des Schlusskapitels mit Bürgis Kunstweg, den auch Kepler nicht aus eigenen Überlegungen vervollständigen konnte und den Bürgi bis in den Tod geheim hielt. Dieses frühe Algebra-Lehrheft wurde von Jost Bürgi wahrscheinlich als Vorwort zu seinem *Canon Sinuum* verfasst und damals ebenfalls nicht gedruckt. Selbst die Reimersche Kopernikus-Übersetzungshandschrift *Von den Umläufen der Himmelskörper* aus dem Besitz von Jost Bürgi verschwindet und wird erst im letzten Jahrhundert nur durch Zufall im Zusammenhang mit Kepler-Unterlagen in einem Grazer Archiv wieder entdeckt.

Man kann sich heute fragen, ob dieses jahrhundertelange Verschwinden der wissenschaftlichen Manuskripte und Probe drucke von Jost Bürgi immer nur dem puren Zufall und dem normalen Vergessen zuzuschreiben ist – oder ob bestimmte Personen oder Institutionen ein Interesse daran hatten, Bürgis wichtige Arbeiten zur Mathematik zu unterdrücken oder der Nachwelt vorzuenthalten, ebenso wie auch Reimers' deutsche Fassung des revolutionären Kopernikus.

Wahrscheinlich liegen die Ursachen für die Unvollständigkeit, die Nichtpublikation und/oder das Verschwinden der mathematischen Aufzeichnungen Jost Bürgis hauptsächlich beim zögerlichen und schreibschwachen Autor selbst. Tycho Brahe erkundigte sich 1592 bei Christoph Rothmann vergeblich, wie weit denn Bürgi nun mit seinen Sinustabellen sei, und beklagte sich: *Ich verstehe nicht, warum er sie ins Verborgene hält, nachdem er einen ersten Blick darauf erlaubt hat.* Den Vorwurf der Geheimhaltung muss sich Jost Bürgi immer wieder gefallen lassen, selbst von Johannes Kepler, der viel von ihm profitiert und der trotzdem über den *Zauderer und Geheimniskrämer Bürgi sagt: Er ist ein zögernder Mensch, der seine Geheimnisse hütet.* Seine zurückhaltende Persönlichkeit, sein Perfektionismus, seine fehlenden Lateinkenntnisse und seine Schreibschwäche einerseits sowie seine Vorliebe für technisches Konstruieren und

Realisieren in vielen Gebieten andererseits stehen Jost Bürgi in der Funktion als Autor mathematischer Werke anscheinend lebenslang im Wege – und darüber hinaus auch über Jahrhunder te der wissenschaftshistorisch adäquaten Anerkennung seiner Leistungen und seiner Bedeutung.

Immerhin wird der französische Mathematiker und Astronom Simon Laplace bereits im 19. Jahrhundert über die Logarithmen sagen, dass alleine sie *durch Verkürzung der Arbeit das Leben der Astronomen verdoppeln*. Während dreieinhalb Jahrhunderten – bis zur Verbreitung des Computers und bis lange nach der Mondlandung – gehören Logarithmentafeln sowie Rechenschieber und Rechenscheiben nach dem logarithmischen Prinzip zu den zentralen Rechenwerkzeugen in Wissenschaft und Technik.

Der Stellenwert der Beiträge Jost Bürgis für die Entwicklung der Mathematik in der frühen Neuzeit kann erst nach Auffindung und Analyse der verschwundenen Manuskripte und Probedrucke im späten 20. Jahrhundert richtig erkannt und beurteilt werden. Eine Studie von List und Bialas 1973 zur Bedeutung seiner Coss-Algebra sowie die erst im letzten Jahrzehnt erschienenen Untersuchungen von Heinz Lutsdorf und von Ludwig Oechslin weisen nach, dass Jost Bürgi zeitlich vor René Descartes zu den prägenden Wegbereitern der geometrischen Algebra und der algorithmischen Mathematik zu zählen ist – weitaus umfassender als bis anhin gedacht.

Intrigen unter Wissenschaftern

Am Ende des Jahres 1604 verpflichtet der Habsburger Herrscher Rudolf II. den Schweizer Jost Bürgi als seinen Kaiserlichen Hofuhrmacher. Unter Mitarbeit von zwei Gehilfen entstehen auf dem Hradschin in Prag Bürgis attraktivste Uhren. Als persönliches Meisterstück seiner Uhrmacherkunst betrachtete Jost Bürgi selbst seine 1622 fertig gestellte Bergkristalluhr mit getrennten Stunden-, Minuten- und Sekundenanzeigen, Armillarsphäre, Mondblatt, Kreuzschlaghemmung, automatisiertem Wiederaufzug und Bergkristall-Sternenglobus. Dieses Wunderwerk wird – wie auch seine faszinierende Planetenuhr – heute im Kunsthistorischen Museum in Wien aufbewahrt.

Doch wer betreut beim Stellenantritt Bürgis in Prag eigentlich die Sterne? Innerhalb von lediglich zwei Jahren gab es im Amt des Kaiserlichen Hofmathematikers und Astronomen mörderische Feindschaften und drei Amtsinhaber: Nicolaus Reimers (†1600), Tycho Brahe (†1601) und Johannes Kepler ab 1601.



Tycho Brahe (1546–1601). Kupferstich, um 1600.



Jost Bürgis Bergkristalluhr von 1622.



Jost Bürgis Planetenuhr von 1605.

Beim Zuzug Bürgis nach Prag 1604 ist der württembergische Theologe und Mathematiker Johannes Kepler schon seit drei Jahren Kaiserlicher Hofmathematiker und Hofastronom. Vorher war Kepler bereits ein Jahr als mathematischer Assistent in den Diensten seines autoritären und streitbaren Vorgängers Tycho Brahe gestanden, der schon als junger Student in einem Duell seine Nase verloren hatte und die Wunde mit einer Goldblechprothese überdeckte. Im Oktober 1601 war Brahe dann plötzlich an einer Quecksilbervergiftung gestorben – nach heutigen Erkenntnissen aufgrund eines Mordkomplotts. Dabei hatte Brahe erst ein Jahr zuvor diese Hofmathematiker-Aufgabe vom Bürgi-Freund Nicolaus Reimers übernommen, der selbst von der Schwindsucht hinweggerafft worden war. Mit Reimers war Brahe wegen des lautstark geführten Planetenmodell-Prioritätenstreits bereits seit 1588 verfeindet. Jost Bürgi sympathisierte auch dabei eher mit Reimers, hatte er ihm doch nach dessen Angaben bereits 1586 ein solches geoheliozentrisches Planetarium-Modell gebaut. Selbst Johannes Kepler wurde von Tycho Brahe noch in diesen Prioritätenstreit hineingezogen.

Johannes Kepler und Jost Bürgi

Glücklicherweise waren Johannes Kepler und Jost Bürgi solche zerstörerischen Feindschaften wie zwischen Reimers und Brahe bei ihrer Zusammenarbeit fremd. Sie kooperierten am Kaiserhof in Prag von 1604 bis 1612 für die genaue Bestimmung der Planetenbewegungen freundschaftlich und äusserst erfolgreich.

Als Jost Bürgi in Prag seine Arbeit aufnahm, berechnete Johannes Kepler bereits seit vier Jahren die jahrzehntelang gesammelten Beobachtungsdaten des Sternenhimmels von Tycho Brahe. Dabei sind in Brahes immenser Datensammlung auch Erfahrungen und Informationen berücksichtigt, die Jost Bürgi in unzähligen nächtlichen Beobachtungen mit Sextant und Sekundenührlein sowie mit Canon Sinuum, Prostaphärese und Logarithmenberechnung in Kassel gewonnen hatte. Bürgis Beobachtungen in Kassel erfolgten bereits ab 1579: zunächst fünf Jahre zusammen mit dem Landgrafen Wilhelm, ab 1584 mit Christoph Rothmann und von 1590 bis 1597 vor allem alleine – in reduziertem Umfang sogar bis 1604. Diese Informationen erreichten Tycho Brahe regelmässig aufgrund des jahrzehntelangen Erfahrungs- und Datenaustausches zwischen der Kasseler Sternwarte und Uraniborg.

Neben Sonnen- und besonders Mondbeobachtungen hatte sich Jost Bürgi mit seinem Sextanten und mit blossem Auge – das Fernrohr war noch nicht erfunden – vor allem den Messungen und Berechnungen der Fixsterne und der Planetenabstände gewidmet. Ein von Jost Bürgi erhaltenes Originalschriftstück zeigt seine Berechnung des aktuellen Marsabstandes aufgrund seiner Beobachtungsdaten vom 23. Dezember 1590 «alten Stils» in Kassel. Dieses Datum entspricht gemäss dem damals im protestantischen Hessen-Kassel noch gültigen julianischen Kalender der Nacht vor dem Heiligen Abend 1590 – während man die selbe Nacht in den katholischen Gebieten, welche die gregoriansche Kalenderreform vollzogen hatten, bereits als die Nacht auf den Dreikönigstag 1591 «neuen Stils» bezeichnet.

In Prag assistierte Jost Bürgi ab 1604 auf der Sternwarte auch dem kurzsichtigen Johannes Kepler, der nach eigenem Bekunden ferne Objekte manchmal doppelt und dreifach sah und *gleichzeitig bis zu zehn Monde*. Und so kommt es, dass Bürgi mit anerkennendem Urteil Keplers als *in der Beobachtung der Fixsterne äusserst zuverlässiger Mann* auch in Prag wieder Himmelskörper observiert und 1612 sogar einen neuen Stern im Sternbild des Adlers entdeckt. Auch mit seinen autonom



Johannes Kepler (1571–1630).
Gemälde, ca. 1620.

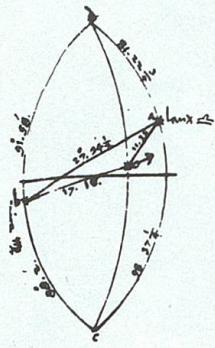
Observatio ♂ mit dem Szeptanten Almo 90 den 23 Decemb. des Morgan's Numb, 5 Mfr.

Diferentia Longitudo Latitudo

Latitudo

2. 14 $\frac{1}{2}$ Spira N. — 1. 18 — 18 \pm 9 $\frac{1}{2}$ — 1. 58. Merid.
 Lankelbor. — 11. 33 — 13 $+2\frac{1}{2}$ — 8 37 $\frac{1}{4}$ Septent.

Erstes wird gezeigt der Winkel ab P.



$$\begin{array}{r}
 17 \quad 10 \\
 62 \quad 25 \frac{1}{2} \\
 \hline
 79 \quad 43 \frac{1}{2} \quad 9839629 \\
 + 49 \quad 7 \frac{1}{2} \quad 7086478
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ \times 33 \\ \hline 33 \\ 79 \\ \hline 979 \end{array}$$

55	3	18	8	5
32	2	8	6	6
	2	3	2	2
	8	5	3	2
	3	5	3	2
	8	3	5	2
	6	0	5	5
	4	8	8	5
	6	0	0	0
	3	5	0	0
	4	5	0	0
	3	1	0	0
	3	9	0	0
	9	6	0	0
	9	9	0	0

14 12 22 Windhoek ab 8!

$$\begin{array}{r}
 \text{IL. 8ba.} \quad 27 \quad 34 \frac{1}{2} \\
 \hline
 1 \quad 55 \\
 \hline
 29 \quad 32 \frac{1}{2} \quad 4930563 \\
 25 \quad 36 \frac{1}{2} \quad 4922169 \\
 \hline
 \quad \quad \quad 9252732 \\
 \hline
 \quad \quad \quad 4526368
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 61 \quad 22 \quad 45 \\
 \underline{-} \quad \underline{-} \quad \underline{-} \\
 8 \quad 37 \quad 15 \\
 \hline
 1498948 \\
 \underline{-} \quad \underline{-} \quad \underline{-} \\
 304197 \\
 \hline
 1903145
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \text{III.} \quad 17 \quad 18 \\
 \hline
 19 \quad 16 \quad 3299652 \\
 15 \quad 20 \quad 2644342 \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 5949994 \\
 \hline
 17 \quad 17.37 \quad 3271997 \\
 22.42.23 \quad 327655
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 98 \quad 44 \quad 16 \\
 8 \quad 44 \quad 16 \\
 \hline
 72 \quad 42 \quad 23 \\
 81 \quad 26 \quad 39 \\
 63 \quad 58 \quad 7 \\
 \hline
 & & 98886724 \\
 & & 8985537 \\
 & & 903187
 \end{array}$$

IV.	88	2	0	
	0	42.	23	
	88	44.	23	9997580
	87	19	37	9989120
				19986700
				9993350
				4230

$$\begin{array}{r}
 34795 \\
 \times 23 \\
 \hline
 1043 \\
 694 \\
 \hline
 795
 \end{array}$$

<i>Angulus bicornis</i>	72	54	41	—
Longitud Spine np	17	5	19	
Longitudo oř	18	9	30	
Latitudo Septentrionalis	5	14	49	✓
	0	42	23	

111183-000000 72.54.41
11558193 99935555
999183555555
9893838383
99933333
9999

Ex nostro calculo.			Copernicanus calculus.			Lybriani Ephemerides.		
anno	die	hora	A.M.	Longitudo.	Latitudo.	Longitudo	Latitudo	Longitudo
1590	23 Decbr. 5 ^h	5 ^m	14.45	0° 52' 42.23"	4° 30' 52.48" 0° 5 53.0"	4° 30' 36.5"	0° 5 47"	4° 30' 36.5" 0° 5 47"

Marsbeobachtung von Jost Bürgi am 23. Dezember 1590 und Berechnung mittels Übereinanderdividieren.

weiterentwickelten Dezimalbruch-Rechenmethoden – die Kepler von ihm übernimmt – sowie mit seiner Coss-Algebra, seinen Canon-Sinuum-Tabellen und den Logarithmen beeindruckt Bürgi den Kaiserlichen Mathematiker. Kepler bezeugt in seinem *Auszug aus der uralten Messekunst Archimedis*, dass er das Ver-

fahren der abgekürzten Multiplikation von Bürgi gelernt habe. Und als Johannes Kepler 1605 die von ihm vorausberechnete kreisförmige Bahn des Mars empirisch überprüfte und zu seiner Überraschung plötzlich eine elliptische Abweichung von acht Bogenminuten feststellte – das ist nicht mehr als der Winkel eines Viertels des Vollmonddurchmessers (!) –, setzte er einen Sextanten von Bürgi ein: und wahrscheinlich auch das geschulte Auge, die Erfahrung und die Rechenmethoden seines Freundes Jost! 1609 veröffentlicht er seine *Astronomia Nova* mit den beiden ersten Keplerschen Gesetzen zur Geometrie und Kinematik der Planetenbahnen.

Es gibt heute kaum noch einen Zweifel: Ohne Jost Bürgis Mathematik-Erfindungen, Sextanten, astronomische Sekundenuhren und Himmelsbeobachtungen wären die Berechnungen Keplers nicht so schnell erfolgt. Ohne Bürgi wäre die Ellipsenform der Bahn des Mars und später der anderen Planeten um die Sonne nicht so zügig definiert worden. Deshalb erwähnt Kepler Jost Bürgi nicht nur in seinen Briefen, sondern ausdrücklich im Vorwort seiner *Rudolfinischen Tafeln*, welche die Planetenbahnenpositionen (Ephemeriden) mit hoher Genauigkeit angeben. Erinnern wir uns: Tycho Brahe war 1601 noch mit der Überzeugung gestorben, dass sich die Erde nicht um die Sonne drehe. Und Galileo Galilei wird es sogar zeitlebens ablehnen, elliptische Planetenbahnen zu akzeptieren, also den Kernpunkt von Keplers *Astronomia Nova*.

Als der kunstsinnige und konfessionell tolerante Kaiser Rudolf II. von seinem Bruder Matthias vom Thron verdrängt worden war und 1612 starb, veränderte sich in Prag die Stimmung gegenüber den Wissenschaften und Andersgläubigen. Johannes Kepler ist ab diesem Jahr vor den katholischen Inquisitoren auf der Flucht. In seiner protestantischen württembergischen Heimat findet der lutheranische Theologe und Kaiserliche Astronom keine Anstellung als Mathematiker mehr, weil er sich für die gregorianische Kalenderreform ausgesprochen und beim Abendmahl eine zwinglianisch-calvinistische Auslegung favorisiert hatte. Kepler flüchtet von Prag nach Linz, wo er mit Unterbrüchen immerhin eineinhalb Jahrzehnte als Landschaftsmathematiker beschäftigt ist und an seinen *Rudolfinischen Tafeln* arbeiten kann. Parallel dazu verteidigt er während fünf Jahren seine in Leonberg in einem Hexenprozess angeklagte und gefolterte Mutter Katharina. Dann flieht er nach Ulm, später sogar zu Wallenstein nach Sagan in Sachsen. Zum Eintreiben von Schulden reist er über Nürnberg schliesslich nach Regensburg,

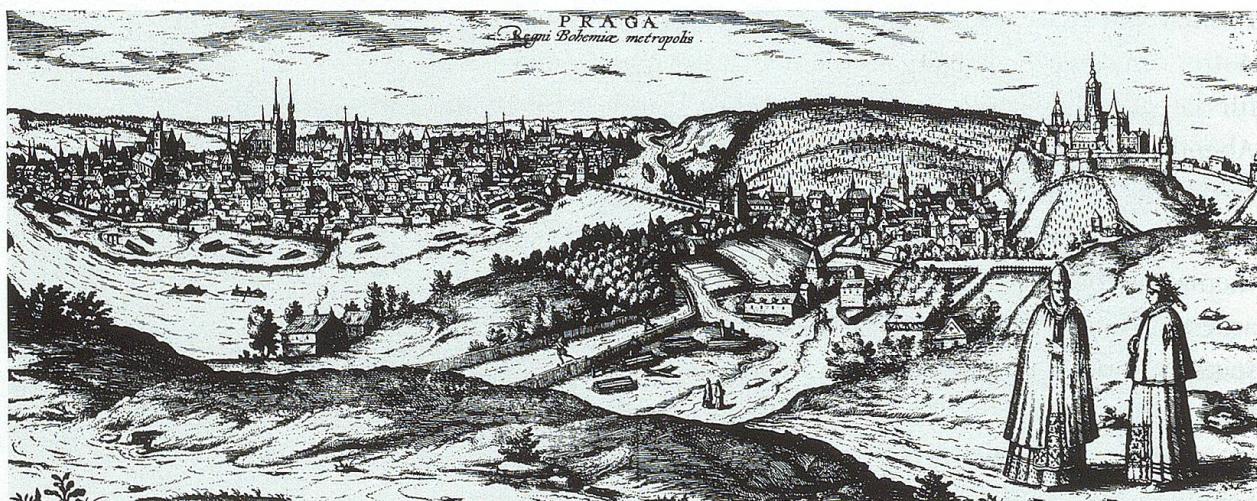
wo er als nur 59-Jähriger stirbt. Wegen seines Glaubens wird er nur ausserhalb der Stadtmauern begraben.

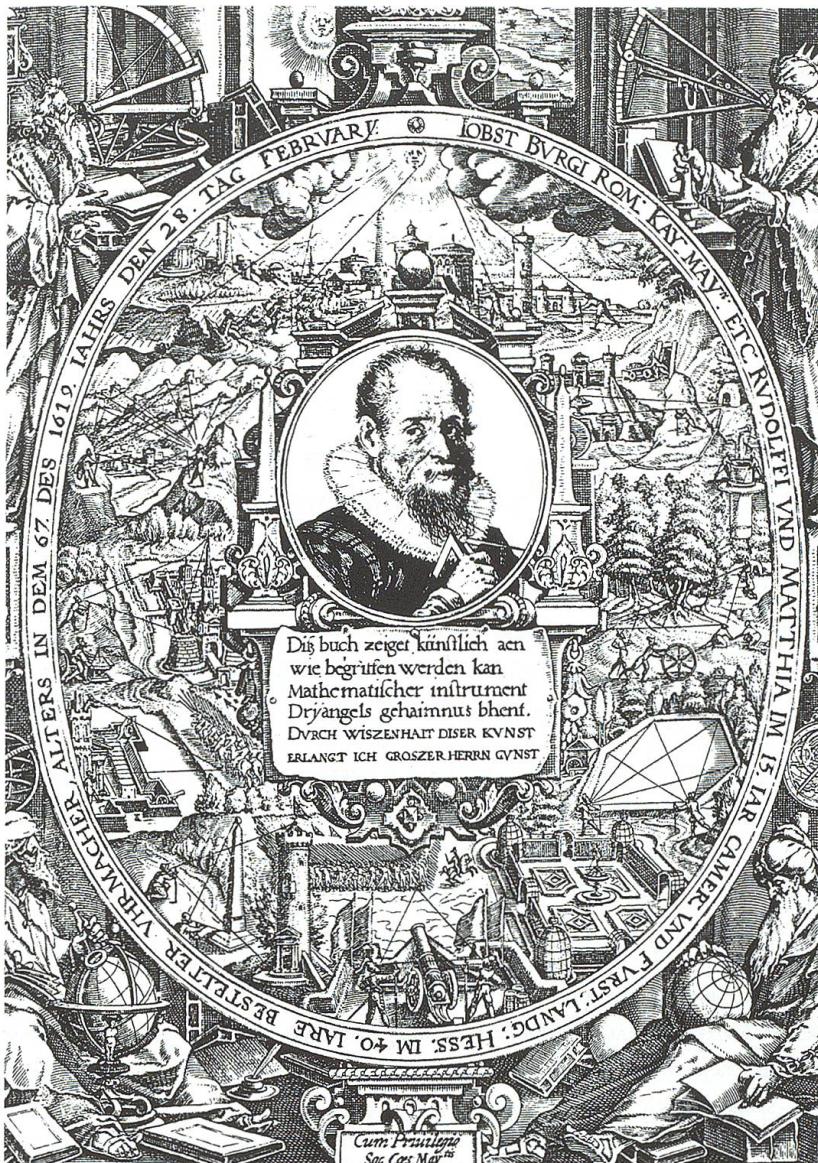
Ehren im Alter

Jost Bürgi hingegen ist überall wohl gelitten. Schon auf dem Prager Hradschin erhält er als Kaiserlicher Hofuhrmacher die höchste Entlohnung aller damals am Hof angestellten Wissenschafter und Künstler. Und nachdem man ihn bereits zwei Jahrzehnte zuvor in das Bürgerrecht der Stadt Kassel aufgenommen hatte, wird Bürgi 1609 auch noch Bürger der Stadt Prag. 1611 wird *Justus Byrgius* (lat. für Jost Bürgi) von Kaiser Rudolf II. für seine wissenschaftlichen Leistungen in den Adelsstand erhoben. Nun darf er sein Wappen mit der Eule über dem halben Zahnrad sogar mit der kaiserlich privilegierten Helmzier krönen. In Kassel gilt Jost Bürgi als nur beurlaubt und hält neben seiner Anstellung als Kaiserlicher Kammeruhrmacher auch seine Funktion als Fürstlicher Kammeruhrmacher aufrecht. Zwischendurch ist er immer wieder längere Phasen in Kassel, wo er ein Haus sein eigen nennt. So unterrichtet er beispielsweise 1617 auf dem Kasseler Schloss den Prinzen Hermann in Astronomie. Erst inmitten der schlimmsten Wirren des Dreissigjährigen Krieges kehrt er 1631 – nach dem Verkauf seines Prager Hauses – definitiv von Prag nach Kassel zurück. Seinen Geburts- und ersten Bürgerort Lichtensteig besuchte er schon seit langer Zeit nicht mehr, obwohl er hier noch ein kleines Haus besass, das sein Cousin Conrad Bürgi, der Schuhmacher, verwaltete.

Am 31. Januar 1632 stirbt Jost Bürgi kurz vor seinem achtzigsten Geburtstag hochverehrt in Kassel. Sein Erbe in Hessen tritt seine zweite Kasseler Ehefrau an – die ihm schon zwei Wochen später ins Grab nachfolgt – und daraufhin Benjamin

Prag zur Zeit Jost Bürgis. Sein Arbeitsplatz befindet sich von 1604 bis 1631 in der Kaiserlichen Hofburg auf dem Hradschin.





Deckblatt des Anhangs von Benjamin Bramer über das Bürgi-Triangular-Instrument mit Porträt Jost Bürgis und Anwendungsbeispiele. Verfasst und veröffentlicht 1648.

Bramer, sein Adoptivsohn und gleichzeitig Schwager aus erster Ehe, der ebenfalls sein aufmerksamster Schüler gewesen ist. Als dieser spätere Festungsbaumeister Benjamin Bramer 1648 im Anhang seines Geometrie-Lehrbuchs einen Bericht über Bürgis Triangulations-Instrument publiziert, dokumentiert er auf dem Anhang-Deckblatt inmitten von zahlreichen Anwendungsillustrationen und Bürgi-Instrumenten das einzige erhaltene Porträt Jost Bürgis für die Nachwelt und hält ihn mit verschiedenen Aussagen auch sonst in höchsten Ehren.

Jost Bürgi war ein universelles Renaissancegenie, das die Neuzeit zum Ticken brachte. Vielleicht erinnern wir uns an ihn, wenn wir wieder einmal etwas im Sekundenbereich messen, wenn wir mit dem GPS-Navigationssystem ein Fahrziel ansteuern oder wenn wir die Namen Kopernikus, Brahe, Kepler und Galilei hören – oder, noch besser, wenn wir in einer schönen

Mondnacht den Krater Byrgius im Blickfeld haben. Wie nach diesen Pionieren der Neuzeit wurde auch nach Jost Bürgi ein Mondkrater benannt. Bürgis Erkenntnisse haben nicht nur in der Mathematik, der Astronomie, der Zeitmessung und im Instrumentenbau unauslöschliche Eindrücke hinterlassen.

Quellen und Literatur

- BÜCHLER HANS (Hrsg); HEEB ROLF; KOCH RAINER; SCHÜLER DER KANTONSSCHULE WATTWIL: Ausstellungstafeln der Jost-Bürgi-Gesellschaft zum 450. Geburtstags-Jubiläum von Jost Bürgi 2002 in Lichtensteig, Wattwil und Kirchberg.
- HAVAS MICHAEL: Drehbuch und Filmregie des TV-Dokudramas «Himmel hab' ich gemessen / The Cosmic Triangle». Condor-Film. Zürich 1990 (Produzent: Rüdiger Findeisen, Co-Produzent: Fritz Staudacher, Leica AG, St.Gallen).
- LEOPOLD JOHN H.; PECHSTEIN K.: Der kleine Himmelsglobus 1594 von Jost Bürgi. Luzern 1977.
- LEOPOLD JOHN H.: Astronomen, Sterne, Geräte. Landgraf Wilhelm IV. und seine sich selbst bewegenden Globen. Luzern 1965.
- LIST MARTHA, BIALAS VOLKER: Die Coss von Jost Bürgi in der Redaktion von Johannes Kepler. Ein Beitrag zur frühen Algebra. Bayerische Akademie der Wissenschaften. Heft 154. München 1973.
- LUTSTORF HEINZ: Die Logarithmentafeln Jost Bürgis. Bemerkungen zur Stellenwert- und Basisfrage. Schriftenreihe der ETH-Bibliothek, Wissenschaftsgeschichte Band 3, Zürich 2005.
- LUTSTORF HEINZ, WALTER MAX: Jost Bürgis Progress-Tabulen, nachgerechnet und kommentiert. Schriftenreihe der ETH-Bibliothek, Nr. 28. Zürich 1992.
- MACKENSEN LUDOLF VON (Hrsg.): Die erste Sternwarte Europas mit ihren Instrumenten und Uhren. 400 Jahre Jost Bürgi in Kassel. Mit Beiträgen von Hans von Bertele und John H. Leopold. Callwey-Verlag, München, und Staatliche Kunstsammlungen Kassel, 1979.
- MÜLLER ARMIN: Herkunft und Lebensweg Jost Bürgis. In: Toggenburgerblätter für Heimatkunde 34, S. 7–20, 1982.
- OECHSLIN LUDWIG: Jost Bürgi. Verlag Ineichen, Luzern 2000.
- OECHSLIN LUDWIG: Der Bürgi-Globus. Schweizerisches Landesmuseum Zürich, 2000.
- PADOVA THOMAS DE: Das Weltgeheimnis. Kepler, Galilei und die Vermessung des Himmels. Piper, München 2009.
- VOELLMY ERWIN: Jost Bürgi und die Logarithmen. Elemente der Mathematik, Nr. 5. Birkhäuser, Basel 1948.
- ROTHMANN CHRISTOPH: http://de.wikipedia.org/wiki/Christoph_Rothmann
- WOLF RUDOLF: Jost Bürgi von Lichtensteig. In: Biografien zur Kulturgeschichte der Schweiz, Bd. 1. S. 57-80. Zürich 1858.