Das Bürgi-007-Paradox

Autor(en): **Staudacher, Fritz**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Toggenburger Jahrbuch**

Band (Jahr): **- (2017)**

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-882707

Nutzungsbedingungen

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

Haftungsausschluss

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

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

http://www.e-periodica.ch

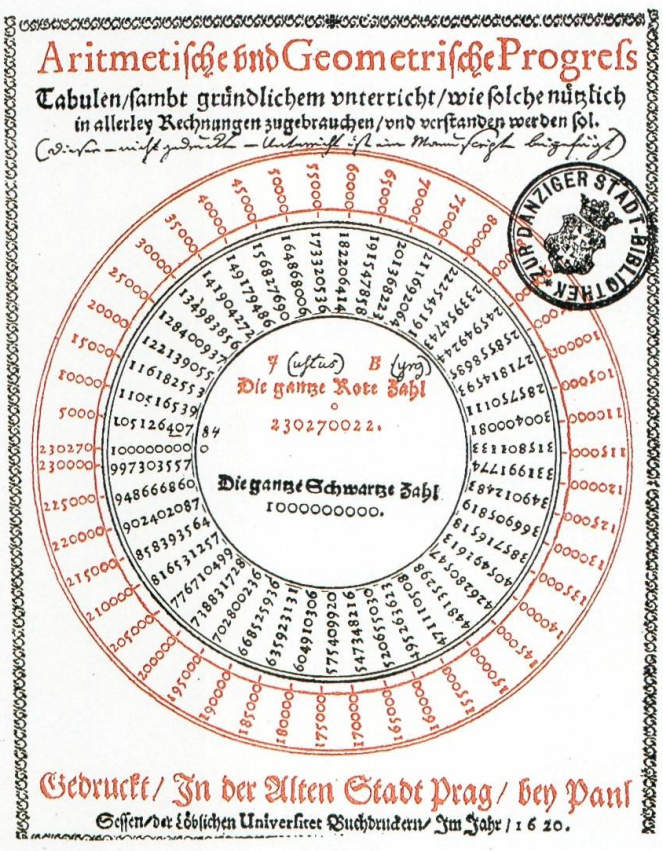
Das Bürgi-007-Paradox

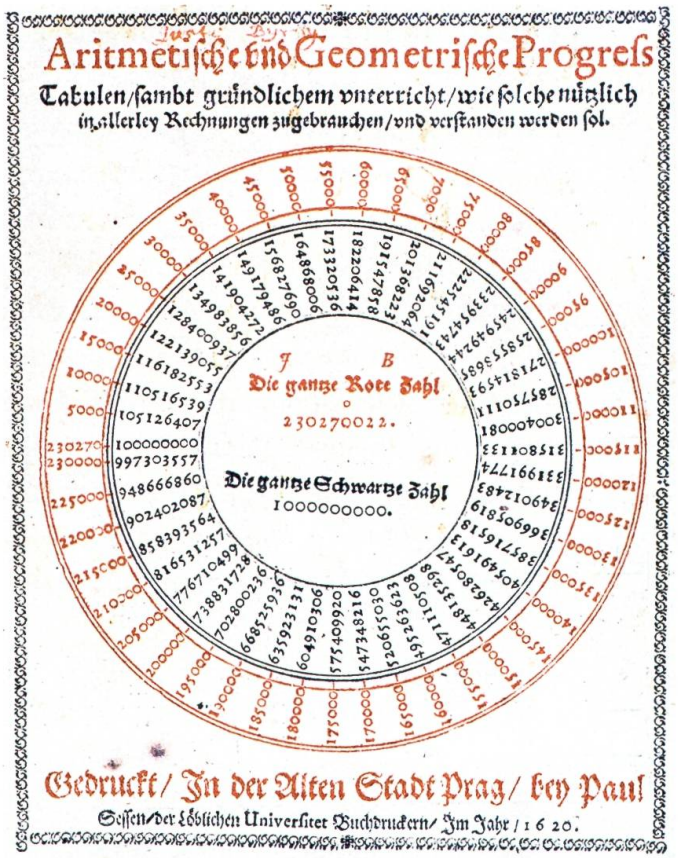
Ein englischer Geheimagent der Queen überlistet Jost Bürgi, indem er das rätselhafte «Artificium» ausforscht. Diese Geheimmission in Bürgis Umfeld verhilft nicht nur der einzigartigen Sinusteilung, sondern auch der dabei erstmals praktizierten Differenzen-Methode völlig unabsichtlich zu später Anerkennung. Die Leistungen des Toggenburgers präsentieren sich heute durch diese jüngste Entdeckung noch grossartiger als je zuvor. Die Wiederentdeckung von Bürgis «Artificium» ist nicht zuletzt auch mit einer Indizienkette verbunden, die vom besten Spionage-Thriller kaum überboten werden kann, kurz: Auch 007 lässt grüssen.

Fritz Staudacher

Jost Bürgi.

Unser Agent und der von ihm ausgeforschte Träger exklusiven Wissens sind keine Kunstfiguren, sondern haben nachweisbar gelebt und sind sich persönlich begegnet. Der von 007 ausspionierte Toggenburger gibt auf der Titelseite seiner bekanntesten Schrift nur die Initialen J B preis, heisst aber nicht James Bond. Hinter diesen Initialen verbarg sich der am Fürstenhof von Hessen-Kassel im Stadtschloss des Landgrafen Wilhelm IV. tätige Uhrenmacher, Instrumentenkonstrukteur, Mathematiker und Astronom Jost Bürgi, der 1552 zu Lichtensteig im Toggenburg geboren wurde. Der wahre 007 verfolgte auch keinen Mr. Goldfinger und keinen Dr. No mit spektakulär inszenierten Auftritten, sondern trug selbst den Titel eines Doktors der Mathematik und beherrschte subtilere und unauffälligere Methoden der Geheimdiplomatie. Der seine Berichte an die englische Königin Elizabeth I. angeblich mit der Zahl 007 unterzeichnende Geheimdienstler hiess in Wirklichkeit Dr. John Dee und kam 1527 als Sohn des Hofbediensteten Dee und seiner jungen Gattin, einer geborenen Wild, zur Welt. Sowohl John Dee als auch Jost Bürgi schrieben alleine für sich Mathematikgeschichte, doch gemeinsam gelang ihnen eine Sensation, von der sie paradoxerweise selbst nichts ahnten. Es sind Leistungen, die sich stillschweigend jahrhundertelang entfalteten und die erstmals durch die kürzlich erschienene dritte Auflage der Bürgi-Biografie ans Licht kamen.





Jost Bürgis Logarithmenwerk «Aritmetische und Geometrische Progress Tabulen». Die Titelseite von Benjamin Bramers Exemplar mit den handschriftlichen Ergänzungen (ustus) und (yrg). Quelle: TML.

Titelseite des Grazer Exemplars mit Guldins Zufügung «Justus Byrgy» über dem Buchtitel. Quelle: Universitätsbibliothek Graz.

Eine Indizienkette wird sichtbar

Was sagen uns heute diese Titelseiten? Beginnen wir zunächst bei Jost Bürgi, der auf der Titelseite wirklich nur die beiden Initialen J B druckte, so dass der erste Besitzer des heute verschollenen Danziger Exemplars der «Progress Tabulen», wahrscheinlich Bürgis Schwager Benjamin Bramer, diese Initialen handschriftlich latinisiert ergänzte zu J(ustus) B(yrg). Im Grazer Exemplar aus der Guldin-Geheimbibliothek sieht man das im Kreis unveränderte Original, doch trug der Vorbesitzer Paul Guldin, ein Sarganserländer, den Namen des eineinhalb Jahrzehnte älteren Toggenburgers ganz oben handschriftlich als Justus Byrgy ein.

Guldin ist hier auch deswegen erwähnenswert, weil der Konfessionsstreit nicht nur Johannes Keplers Leben, sondern auch dasjenige von John Dee, ein zum katholischen Priester geweihter Protestant und gleichzeitig Kabbalist, prägte. Nicht zuletzt auch Bürgis Biografie ist im Zusammenhang mit dem Konfessionsstreit und mit dem Dreissigjährigen Krieg zu würdigen.

Der aus Mels stammende ausgebildete Goldschmied Paul Guldin beaufsichtigte Jost Bürgi während seiner Prager Zeit mit den Augen der Gegenrevolution. Nach einem vom Jesuitenorden geförderten Theologiestudium schloss Guldin ein Mathematik-

studium am Collegium Romanum ab und wurde dort Professor für Mathematik. Er selbst hatte ausreichende Erfahrung mit Konfessionen: protestantisch getauft auf den hebräischen Namen Habakuk, konvertierte er als Jugendlicher zum Katholizismus, verbunden mit einem Namenswechsel auf Paul. Als Sympathisant für das Kopernikanische Weltbild, trat Guldin nicht nur für Galilei ein, sondern behinderte auch Kepler nicht, als er für den Jesuitenorden Böhmen betreute. Guldin kassierte verschiedene Schriften Bürgis mit dem Ziel, sie der Öffentlichkeit vorzuenthalten – aber auch mit der unbeabsichtigten Nebenwirkung, dass diese Werke bis in unsere Zeit erhalten blieben. Das gilt nicht nur für Bürgis Logarithmen mit dem heute noch einzigen erhaltenen Unterrichtstext Bürgis, sondern auch für Reimers Kopernikus-Deutschübersetzung für Jost Bürgi und wahrscheinlich sogar für Bürgis Buch «Fundamentum Astronomiae».

Doch nun zum 007. Die hier etwas reisserisch erscheinende Bezeichnung 007 ist durchaus sinnvoll – dank dem schauspielernden Geheimagenten James Bond, der nach Aussagen seines Schöpfers Ian Flemming als Sohn einer Schweizerin und eines Engländers in Wattenscheid, also nicht etwa in Wattwil, geboren sein soll. 007 ist nämlich auch die im Computerzeitalter naheliegende Schreibweise für das vollständige Kurzzeichen des wesentlich früher tätigen Agenten der Königin Elizabeth I.

Kurzzeichen John Dees.

Nun, was könnte dieses geheimnisvolle Zeichen sagen? Ja, ein Späher – also das Augenpaar einer Person, die ihren linken Arm angehoben und den Unterarm auf Stirnhöhe abgewinkelt hat, um die Augen vor Blendung zu schützen. Noch waren Fernrohre und Fernglas nicht erfunden: Das erste Fernrohr baute ein holländischer Brillenschleifer um 1607 und das galileische 1609 – also erst zwanzig Jahre nach Dees konspirativer Artificum-Aktion. Doch nun wissen wir: Dieser Ausschau haltende Kopf, der «Searchhead», ist das Emblem des alle Gefahren ausspähenden und gefährliche Entwicklungen rechtzeitig erkennenden Vertrauten der englischen Königin. Es ist das Absenderzeichen ihres achtsprachigen Dr. John Dee mit seinen ausgezeichneten Kenntnissen der modernsten Methoden der Mathematik, der Astronomie und Navigation sowie mit seinem uralten geheimen Wissen, der Alchemie, der Kabbala und der Kryptographie des Trithemius. Dieses Zeichen symbolisiert die Augen und die Sinne des Betörers der Königin, ihres Conjurers. Wenn sie Lust zu vertiefenden Gesprächen hat, reitet sie die 15 Meilen von ihrer Residenz zu John Dees Haus in Mortlake. Und dieser Dr. John Dee will etwas ganz Bestimmtes von diesem Toggenburger Jost Bürgi.

Im Gespräch mit oder über John Dee kommen der Königin nur Ausdrücke wie «mein nobler Geheimer», «höchst ehrenvoller Dee», «meine All-Überall-Augen» über die Lippen – nichts erscheint gespielt in ihrer Beziehung. Sie nimmt Dee ebenso ernst wie er sie – ohne den kleinsten Zweifel. Ihre gesamte Kommunikation mit Dee, sowohl mündlich als auch schriftlich, ist gekennzeichnet von gegenseitiger Achtung und Respekt. Das wird vielerorts mit Neid gesehen – und schon beobachtet uns noch ein Augenpaar:

Kurzzeichen Robert Dudleys.

Es steht als Kurzzeichen unter Berichten, die die Queen von Dr. John Dees Vorgesetztem Robert Dudley, Earl of Leicester, erhält. Zum Ausdruck bringe man mit diesen Symbolen, dass man überall hinsehe wie die eigenen Augen der Queen, auch dass man für sie Gefahren erkenne, bevor sie nicht mehr beherrschbar seien.

Englisches Wissensdefizit und ein Rätsel

Grosse militärische Bedrohungen und negative volkswirtschaftliche Trends für England hatte John Dee bereits 1549 erkannt, als er nach seinem Mathematik-Masterexamen in Cambridge seine Studien in Louvain in den Spanischen Niederlanden bei Gemma Friesius und Gerardus Mercator fortsetzte. Von Friesius liess er sich die Landvermessung und von Mercator das Kartieren beibringen. Darüber hinaus lernte er portugiesische Navigatoren kennen, die als die besten der ganzen Welt galten. Für das seit der Entstehung des Ärmelkanals vor 15 000 Jahren vom Kontinent abgetrennte und nur vom Meer umgebene Heimatland – sein British Empire – sei es fatal, auf hoher See nicht präsent und führend zu sein, erklärte er 1577 der Königin. Auch erkannte Dee, dass man momentan Spanien mehrfach unterlegen sei – und zwar nicht nur mit 28 eigenen gegenüber 198 spanischen Schiffen, sondern ebenso in der Methode und den Unterlagen für die Navigation. Während Spanien seit Kolumbus' Zeiten von den Kolonien ein anhaltender Strom an Gold und Edelsteinen zufliesse, sei man selbst immer mehr verarmt und besitze keine einzige Kolonie und Niederlassung auf dem neuen Kontinent. In den meisten Wissensgebieten hinke man den Franzosen, Italienern, Spaniern und Deutschen Jahre hinterher, so dass man um eine aggressive Übernahme dieses Wissens nicht herumkomme. Aber nicht nur das, er erwarte darüber hinaus in absehbarer Zeit eine Invasion Englands durch die Spanier mit ihrer Armada. Dieser Meinung widersprach jedoch kein Geringerer als Elizabeths höchster und geachteter

Elizabeth I. von England (1533–1603). Quelle: National Portrait Galery NPG2082.

Staatsminister William Cecil, First Baron of Burghley. Um den Gegenbeweis zu erbringen, begibt sich John Dee mit dem Einverständnis der Queen 1583 auf den Kontinent und wählt als Sitz seiner Geheimdienstzentrale den Umkreis der Residenz des Habsburger Monarchen Rudolf II., der aufgrund seiner Erziehung und seiner spanischen Mutter, aber ebenso aufgrund seiner erzkatholischen Familie mit dem vermuteten Aggressor und mit dem Vatikan engstens verbunden ist. So ist John Dees Spionagetätigkeit komplementär zu derjenigen des ihm vorgesetzten Geheimdienstchefs Walsingford, der in London sitzt und mit zahlreichen italienischen Gewährsleuten zusammenarbeitet, von denen sich einer als Kammerdiener in nächster Nähe des Papstes befindet – und der sich nicht scheut, einen von König Philipp von Spanien an den Papst adressierten Brief unbemerkt aus dessen Schlafgemach zu holen und heimlich abzuschreiben. Dee pflegt in der habsburgischen Kaiserresidenz Prag die Freundschaft mit dem spanischen Botschafter ebenso wie mit vatikanischen Doppelagenten. Im rudolfinischen Prag spielen neue wissenschaftliche Erkenntnisse und Verfahren einschliesslich der Alchemie – sowie ihre Geheimhaltung und Ausspähung – eine entscheidende Rolle. John Dees Strategie geht auf. Einige Jahrzehnte später sehen die spanischen und portugiesischen Conquistatores plötzlich das British Empire als neuen Dominator auf den Weltmeeren und Kontinenten heranwachsen.

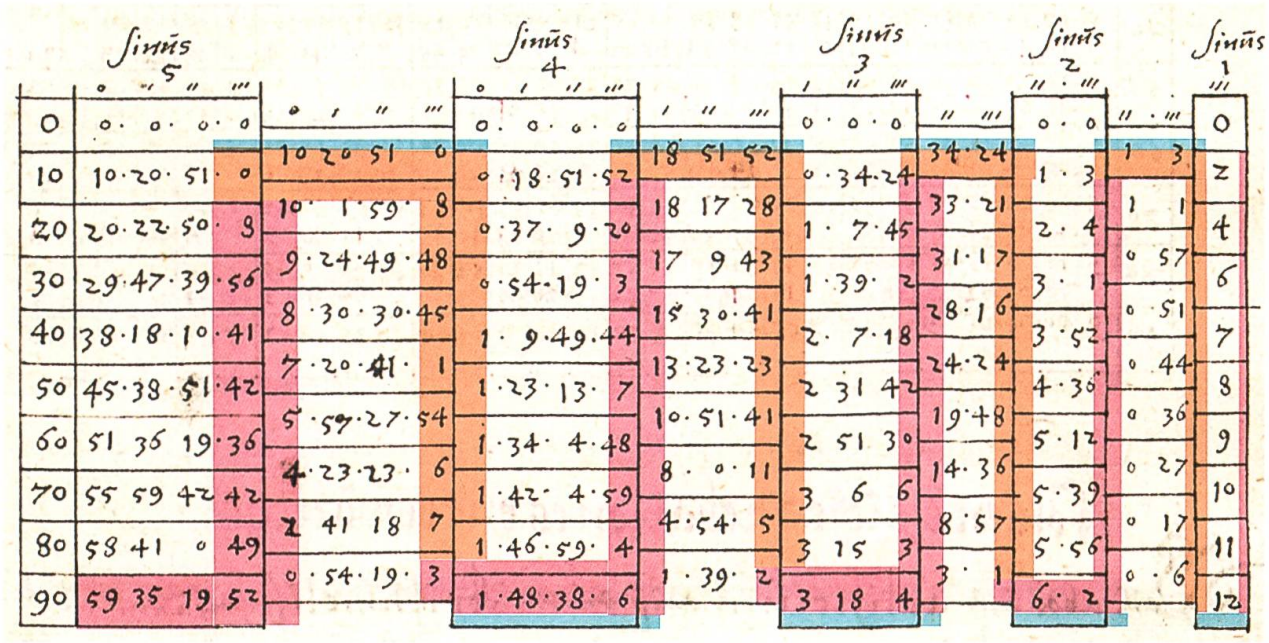
Der Umschwung in England beginnt 1588 mit dem Sieg über die spanische Armada, deren Angriff Dee aus Böhmen nicht nur vorausgesehen, sondern deren Niederlage er auch beeinflusst hat. Nun ist Dr. John Dee auf Wunsch seiner Königin nach sechs Jahren konspirativer Tätigkeit auf dem Kontinent zurück auf dem Weg nach London und muss unbedingt noch in Kassel Zwischenhalt machen. Hier arbeitet der Uhrmacher Jost Bürgi mittlerweile auch als Astronom und Mathematiker. An seinem von Ursus Reimers in Form eines Rätsels veröffentlichten geheimnisvollen «Artificium» – oder Kunstweg – scheitern aber die besten Mathematiker. Dee muss die Lösung auf jeden Fall haben, und wenn es ihm eine ganze Woche «Investigation» koste. Die Mathematik ist eine zentrale Methode, und englische Wissenschafter sind noch weit davon entfernt, mit den kontinentalen Fortschritten mitzuhalten.

Dr. John Dee (1527–1608) in seinem 67. Altersjahr kurz nach seinem sechsjährigen Kontinentalaufenthalt. Quelle: Ashmolean Museum Oxford/UK.

Konkret geht es in Kassel für John Dee um die Lösung eines Rätsels, das 1588 in Ursus Reimers' Buch «Fundamentum Astronomicum» veröffentlicht wurde und das niemand zu lösen

Dank Dr. John Dees Studie zur Neupositionierung Englands auf den Weltmeeren beginnt eine neue Phase der Navigation und der Ablösung Spaniens als führende Seemacht. Quelle: F. Staudacher.

in der Lage ist. Im Rätsel verborgen ist eine neue Methode der genauen Teilung eines Winkels in mehrere genaue Sinuswerte, die man zur Erstellung von trigonometrischen Tabellen bzw. Sinustabellenwerken benötigt, um die dreidimensionale Position eines Himmelsobjektes zu bestimmen. Erfunden hat das mit dem Rätsel zu enthüllende Verfahren Jost Bürgi in Kassel, wo John Dee bereits einmal 1586 kurz zu Besuch war. Damals hatte er jedoch selbst Sorgen gehabt und war mit seiner sieben Personen umfassenden Familie und dem Magus Edward Kelley mit Gattin sowie weiteren Mitarbeitern auf der Suche nach einem neuen Standort für seine Spionagetätigkeit. Nachdem er fast zwei Jahre Gast des polnischen Prinzen Lisky gewesen war und öfters König Stefan getroffen hatte, dessen Vater schon Rheticus gefördert hatte, stellte sich heraus, dass Lisky auf zu grossem Fuss gelebt hatte und das Gastrecht nicht mehr länger gewähren konnte. Mit seinem grossen Wissen, Engelsgesprächen und okkulten Fähigkeiten seines Mitarbeiters Kelley gewann Dr. John Dee das Vertrauen des vermögenden Vizekönigs von Böhmen Wilhelm von Rosenberg, der Dee und Kelley in seinem auf halber Strecke zwischen Prag und Wien liegenden fürstlichen Anwesen in Trebon, einem von Diplomaten gerne genutztes Übernachtungsquartier und Umschlagplatz neuester Gerüchte, Gastrecht gewährte. Nun zog Dr. John Dee von hier aus seine geheimen Fäden, und als die spanische Armada 1588 überraschenderweise von der zahlenmässig weit unterlegenen englischen Flotte geschlagen worden war, hatte Dee der Königin bewiesen, dass er mit seiner Vermutung eines Überfalles durch die spani-



Diese Illustration erläutert den originellen, fast nur aus einfachen Additionen bestehenden Algorithmus des «Artificium», also Bürgis Verfahren, auf rein algebraisch-arithmetischem Weg aus einem rechten Winkel Sinusteilungen jeder gewünschten Feinheit vornehmen zu können. Quelle: F. Staudacher.

sche Armada recht gehabt hatte. Nun sollte er nach England zurückkehren mit all dem Wissen, das er auf dem Kontinent akkumuliert und das er nicht durch seinen regelmässig zwischen London, Prag und Trebon pendelnden persönlichen Kurier Edmund Hutton übermittelt hatte. Auf der Rückreise 1589 von Prag über Bremen nach London muss er unbedingt noch in Kassel vorbei, um Bürgis «Artificium» zu enträtseln. Zur Aufdeckung solcher Geheimnisse und zur Lösung schwieriger Aufgaben war John Dee 1583 mit Zustimmung der Queen auf den Kontinent gekommen. In heutiger Ausdrucksweise betrieb er neben der Auskundschaftung militärischer Absichten von Feind und Freund vor allem staatliche Wissenschafts- und Industriespionage, als er Wilhelm IV. auf seinem Stadtschloss in Kassel aufsuchte – und fünf Tage blieb! So lange hatte er also gebraucht, um Jost Bürgis «Artificium» zu Gesicht zu bekommen, zu analysieren und nachvollziehen zu können.

Bürgis «Artificium», das Kunstwegverfahren, ist so gut in einem von Ursus Reimers gestalteten und in seinem «Fundamentum Astronomicum» veröffentlichten Rätsel verpackt, dass es niemand in den nächsten 427 Jahren gelingen wird, die Lösung zu finden und von dieser Erfindung mit den Zeitgenossen und Folgegenerationen zu profitieren. Als der Erfinder Bürgi stirbt, nimmt er sein Geheimnis mit ins Grab. Die fünf Miteingeweihten, Reimers, Wilhelm IV., Rothmann, Kepler und Bramer, die durch ein Gelübde ihr Stillschweigen geschworen haben, hinterlassen darüber auch keine Aufzeichnungen. Doch man hatte den englischen Geheimdiplomaten, Mathematiker,

Astronomen und Navigator unterschätzt. Nein, man hatte nicht einmal gemerkt, dass er nur deswegen nach Kassel gekommen war. Doch widmen wir uns nun zuerst einmal Jost Bürgi, den Dr. John Dee im April 1589 mit drei Vierspännerkutschen und eigener Schutztruppe von Trebon aus via Prag, Nürnberg und Frankfurt am Main ansteuert. Setzen wir uns einmal selbst kurz ins Bild, was Jost Bürgi zum universellsten mathematisch-technischen Genius der ganzen Periode der Renaissance macht – wenn nicht der gesamten Astronomie überhaupt.

Jost Bürgis vier Kernkompetenzen

Die Geschichte der Astronomie ist reich an Namen heller Köpfe: Hipparchos, Ptolemäus, Regiomontanus, Kopernikus, Galilei, Brahe, Kepler, aber auch Flamsteed, Bradley, Bessel, Halley, Zwicky und Einstein haben sie entscheidend geprägt. Doch der wohl universellste Sternenerkunder fehlt: Jost Bürgi. Wie keiner der genannten Koryphäen zu seiner Zeit beherrschte der in Kassel und Prag arbeitende Toggenburger jede der vier für die damalige Himmelskunde massgeblichen Disziplinen, Orientierung in Raum und Zeit, Mathematik sowie die Darstellung des Zusammenwirkens, besser.

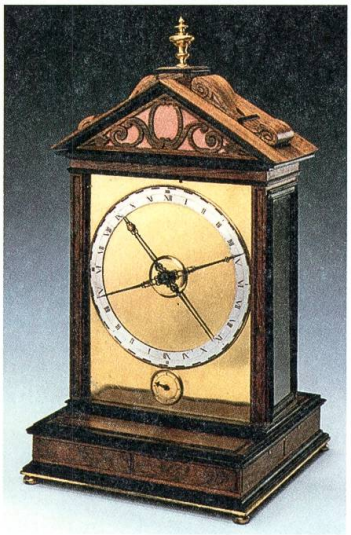
Die vollständige Liste über Bürgis Leistungen unter diesen vier Disziplinen und Kernkompetenzen ist eindrücklich und sprengt den hier zur Verfügung stehenden Platz. Da bleibt für die besonders Interessierten allein der Verweis auf die jüngere Bürgi-Literatur.

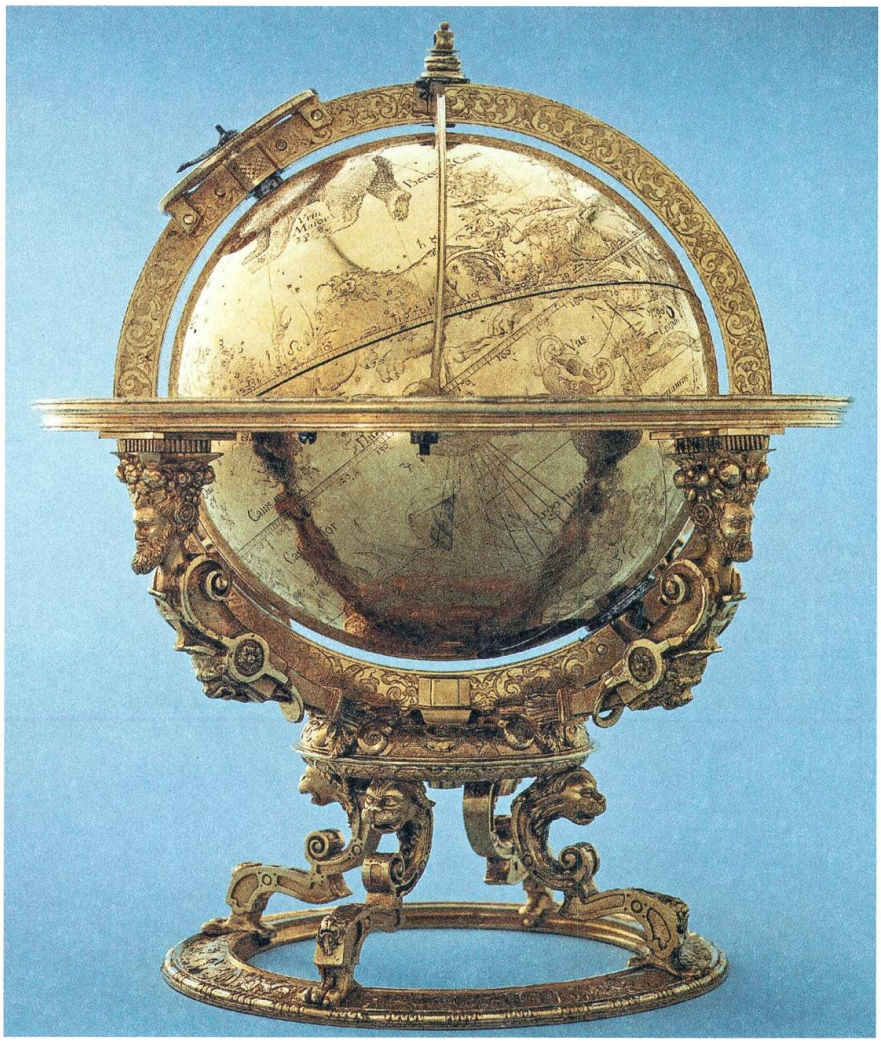
1. Der Raum: Die genaueste Erfassung der Positionen der Himmelskörper mit dem neuartigen metallenen Sexstant und mittels Horizontalvermessung. Erstellung des ersten Sternenkataloges der Neuzeit mit 383 Fixsternen sowie langjährige Dokumentation von Mars-, Sonne- und Mondpositionen zur zuverlässigen astronomischen Orientierung.

2. Die Zeit: Die damals genaueste Zeitmessung mit der ersten Sekundenuhr der Welt zur Ermöglichung der Horizontalvermessung der Himmelsobjekte und zur Navigation entlang der Meridiane (d. h. der Längenkreise von Pol zu Pol).

3. Die Mathematik: Die Erfindung völlig neuartiger Berechnungsverfahren (Logarithmen, Artificium, Differenzenrechnung) zur schnelleren und genaueren Verarbeitung der grossen anfallenden Datenmengen.

4. Die Modelle: Die Integration aller mit den drei ersten Disziplinen gewonnenen Daten in wissenschaftlich-astronomischen Instrumenten. Bürgis uhrwerkgetriebene Modelle bilden die Zusammenhänge der Himmelsmechanik in damals unübertroffener Genauigkeit nach und ermöglichen ihre Ablesung und Messung. Den Nichtastronomen wird durch diese Modelle (Himmelsgloben, Planeten- und Äquationsuhr) das Wunderwerk der astronomischen Funktionen und Ereignisse leichter zugänglich. Zu guter Letzt: Die technisch komplexen Himmelsgloben demonstrierten auch Wissen und die Macht von Bürgis Auftraggebern und verliehen ihnen zusätzliches Prestige.





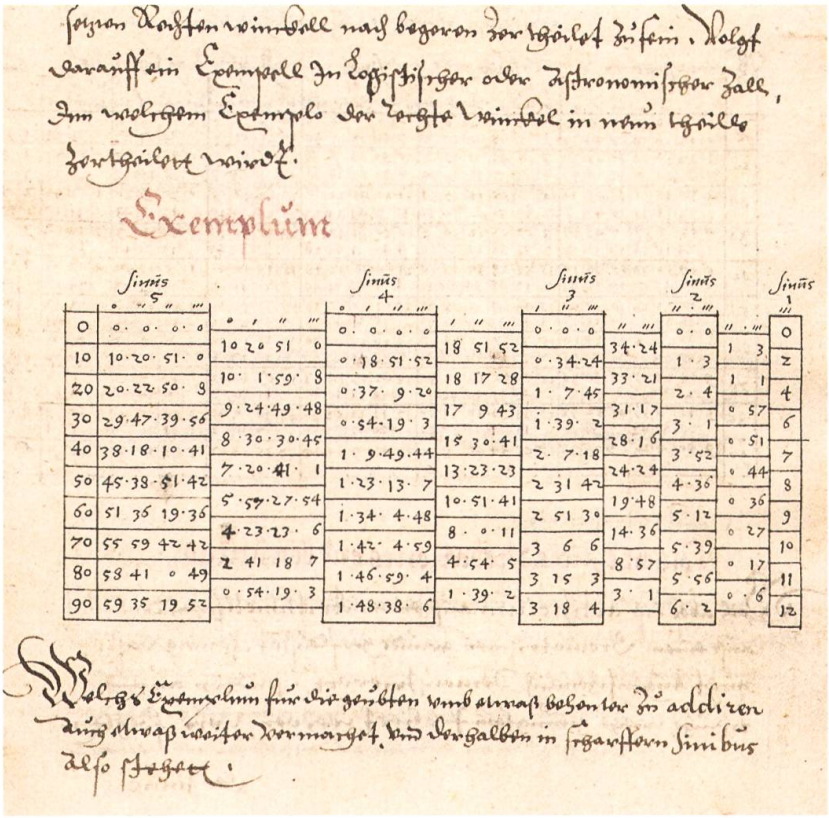
Hinter Bürgis grossartigem Leistungsausweis stecken zweifellos seine handwerklich-mathematische Doppelbegabung, seine pragmatisch zielorientierte Arbeitsweise sowie sein beispielloser Fleiss. Er genügte höchsten Ansprüchen, indem er die Prozess- und Qualitätskette aller vier Disziplinen sorgfältig aufeinander abstimmte. Jost Bürgis Sextanten, Sekundenuhren, Sinus- und Logarithmentabellen sowie seine Himmelsgloben zur Simulation des Sternenhimmels an beliebigen Daten sind prägend geblieben bis in die Neuzeit. Die Herausforderungen der Astronomie wurden von niemand sonst auf der damaligen Welt schneller und umfassender gelöst. Das erkannte Dr. John Dee frühzeitig und korrespondierte mit Bürgis Arbeitskollegen Christoph Rothmann. Bürgi und der arrogant agierende Astronom Rothmann führten zusammen Sternvermessungen durch, waren aber nicht gut aufeinander zu sprechen.

Der geniale Bürgi wusste um seine grosse sprachliche Schwäche. Nach insgesamt nur sechs Jahren Schulbesuch tat er sich im sprachlichen Ausdruck schwer. Er fand selbst keinen Zugang zur

Der Bürgi-Sextant – das unentbehrliche Instrument zur trigonometrischen Positionsbestimmung eines Himmelskörpers. Quelle: Narodni Technicke Muszeum Prag.

Bürgis Observatoriums-Sekundenuhr mit der Kreuzschlaghemmung und dem Zwischenaufzug stellt für die Zeitmessung einen immensen Fortschritt dar. Quelle: Staatliche Kunstsammlung Dresden.

Bürgis Himmelsglobus, das wissenschaftlich vollkommenste mechanische Weltmodell der Renaissance. Quelle: Nationalmuseum Zürich.



Exemplum zu Bürgis «Artificium» (Kunstweg-Verfahren) aus seinem «Fundamentum Astronomiae» (1587/92). Quelle: Uniwersytet Worklawski, Signatur IV Qu 38 a (Fol. 36r).

damaligen weltweiten Herrschafts- und Wissenschaftssprache Latein. Kopernikus' «De Revolutionius» konnte er nur lesen, weil ihm sein Freund Ursus Reimers davon eine deutsche Übersetzung anfertigte, die man 1872 in Guldins Grazer Geheimbibliothek entdeckte.

«Weil mir aus mangel der sprachen die thür zu den authoribus nit allzeitt offen gestanden, wie andern, hab ich etwas mehr, als etwa die glehrte und belesene, meinen eigenen gedanckhen nachhengen und neue Wege suechen müessen», schreibt Jost Bürgi 1598 in seiner Einleitung der Arithmetica Bürgii («Coss»). Doch obwohl diesem die Lektüre der von seinen Zeitgenossen noch immer lateinisch verfassten Werke und der Rückgriff auf Griechisch und Lateinisch publizierende Mathematikautoritäten verwehrt blieb, schreibt der kaiserliche Hofmathematiker Nicolas «Raimarus Ursus» Reimers Bär 1597 über Jost Bürgi: «Mein Astronomie-Lehrer, der in sich die Eigenschaften von Euklid und Archimedes vereint».

Im Jahr 1582 charakterisiert Wilhelm IV. gegenüber dem Pfälzer Kurfürsten Friedrich IV. seinen Uhrmacher Bürgi nach bereits drei Jahren Tätigkeit in Kassel auf dem Gebiet der Astronomie so: «Der unser itziger aurmacher, so ein sinreicher kopf ist, als ehr uns die tag unsers lebens vorkommen, hat proprio marte ein neue theoricam lunae erfunden, welche leichter beid

zu imaginiren, zu rechnen und auch ins werk zu pringen ist als des Alphonsi oder Copernici.» Denn Jost Bürgi hatte nach kurzer Zeit eine Mondtheorie entwickelt, die derjenigen der Alfonsinischen Tafeln und der von Kopernikus überlegen war.

Johannes Kepler berichtet 1606 über Jost Bürgi in seiner Schrift über den neuen Stern im Sternbild Cygnus. «Jost Bürgi übertrifft, trotz Unkenntnis der Sprachen, in der mathematischen Wissenschaft und Forschung leicht viele ihrer Professoren. Eine folgende Generation wird ihn auf seinem Gebiet als keine geringere Koryphäe achten als Dürer in der Malerei, dessen Ruhm, wie ein Baum, unmerklich weiter wächst.» Bürgis Leistungen finden also grösste Anerkennung.

Bürgis Geniestreich wird enträtselt

Bürgis «Artificium» (Kunstweg) aus dem Jahre 1586/88 wird nach 427 Jahren wieder entdeckt! So weit die Erkenntnis und Schlagzeile 2015 – was steckt da wohl dahinter? Jost Bürgis Methode der Erstellung genauer Sinusverzeichnisse ist in mehrfacher Richtung revolutionär. Mit seinem Kunstweg beendet er die jahrausendealte Tradition der Einschreibung von Vielecken in einen Kreis zur Definition verschiedener Sinuspositionen zugunsten seiner arithmetisch-algebraischen Winkelteilung von wesentlich höherer Feinheit, Genauigkeit und Geschwindigkeit. Der Kunstweg ist Jost Bürgis einzigartiges Verfahren, einen rechten Winkel in beliebig viele, feine und genaue Sinuswerte zu unterteilen – und zwar nicht geometrisch, sondern auf algebraisch-arithmetischem Weg. Nur Fachleuten der Astronomie- und Mathematikgeschichte ist klar, welche epochale Bedeutung Jost Bürgis Artificium-Erfindung hat. Zu diesen Experten zählt zur Zeit der Veröffentlichung an vorderster Stelle der damals bei Prag weilende britische Mathematiker, Astronom, Nautiker, Kartograph und Geheimagent John Dee.

Der Münchner Wissenschafts- und Mathematikhistoriker Menso Folkerts hat dieses Kunstweg-Dokument in der von ihm aufgefundenen Bürgi-Handschrift des «Fundamentum Astronomiae» entdeckt und beschreibt dessen historische Bedeutung aus heutiger Kenntnis der Wissenschaftsgeschichte wie folgt:

1. In der Astronomie war es seit je von zentraler Bedeutung, genaue Tabellen der Sinus- bzw. der Sehnenwerte zu besitzen, da man sie für alle Berechnungen der Bewegungen der Himmelskörper, für die Zeitbestimmung und für vieles andere benötigt.
2. Seit der Antike hat man in allen Kulturkreisen (Griechenland, Indien, arabisch-islamischer Raum, offenbar auch in China)

die Sehnen-/Sinuswerte im Prinzip nach demselben Verfahren berechnet: durch einbeschriebene regelmässige Vielecke und durch mathematische Beziehungen zwischen ihnen. Dies erforderte komplizierte Rechnungen: mehrfaches Wurzelziehen und Interpolationen.

3. Die einzige Person weltweit, die ein anderes brauchbares (und dazu noch viel einfacheres) Verfahren ausgedacht hat, ist Bürgi. Er hatte allerdings das «Pech», dass er sein Verfahren nicht vollständig veröffentlicht hat, so dass man bisher darüber nur spekulieren konnte.
4. Durch die Entdeckung des bis jetzt unbekannt gebliebenen handgeschriebenen Buchmanuskriptes «Fundamentum Astronomicae» von Jost Bürgi sowie seiner darin beschriebenen Lösung des Kunstweges weiss man nun endlich, wie dieser entsteht, was er leistet und was ihm gleicht.
5. Dieses zur Sinustabellierung völlig neuartige Artificium-Verfahren Jost Bürgis erweist sich mit seiner Umwandlung komplexer Divisionen in einfache Additionen und Halbierungen als wesentlich einfacheres, schnelleres und genaueres Werkzeug als die bereits aus der Antike stammende mit den einbeschriebenen Polygonen einzig gebräuchliche. Hinzu kommt, dass Bürgis Lösung sehr gut konvergiert und man mit wenig Rechenaufwand zu sehr guten Sinuswerten gelangt.

Wer diesen von Jost Bürgi ersonnenen Algorithmus gemäss Artificium beherrscht, erstellt seine Sinustabellen (und andere ähnliche Tabellenwerke) wesentlich rascher und genauer als bisher. Bürgi selbst dürfte der einzige Nutzer dieses Verfahrens bei der Erstellung seiner Sinusverzeichnisse gewesen sein – zusammen mit Johannes Kepler, der diese Tabellen aus seiner Zusammenarbeit mit Bürgi am Kaiserhof Rudolfs II. kannte und gelegentlich heranzog. Mit diesem Programm berechnet Bürgi zunächst eine 36-seitige Sinustabelle mit 1' (1 Bogenminute) Schrittweite und anschliessend seinen dreissigmal feineren «Canon Sinuum» mit 2" (2 Bogensekunden) Schrittweite. Jost Bürgi zeigt gleichzeitig, dass alle Rechnungen allein mit dem Sinus, ohne andere trigonometrische Funktionen, durchgeführt werden können. Als 1623 Johannes Kepler gefragt wird, wer denn über die genauesten Sinustabellen verfüge, nennt er Jost Bürgi mit seinem «Canon Sinuum».

Dazu zwei Stimmen und Betrachtungsweisen aus der Eidgenössischen Technischen Hochschule:

Der emeritierte ETHZ-Mathematikprofessor Jörg Waldvogel über seinen ersten Gedanken, als er Bürgis Kunstweg-Tabelle sah: «Von gleich elementarer Schlichtheit, Schnörkellosigkeit und Genialität wie Bürgis Logarithmentabellen ist auch dieses nach mehr als vierhundert Jahren jetzt ans Tageslicht gekommene Artificium Jost Bürgis mit einem beeindruckend einfachen Algorithmus. Er hatte gesehen, dass die zweite Differenz in einer Sinustabelle proportional zu den Sinussen [Sinuswerten] selbst ist, und hat dies genial genutzt und umgesetzt.»

Der ETH-Vizerektor und Technologieexperte Roman Boutellier: «Ein sehr gutes Beispiel, wie man schwierige Prozesse in eine einfache Produktionstätigkeit überführen kann. Ein solches Schema wurde von Charles Babbage (1781–1871) bei seiner Rechenmaschine intensiv verwendet, und alle Tabellen mathematischer Funktionen wurden vor Einführung der Computer so berechnet. Mathematisch ist die Sache einfach: bei einem Polynom n-ten Grades ist die n-te Differenz konstant. Damit kann man die Berechnung auf einfache Additionen reduzieren. Jedermann kann das von Hand nachprüfen.»

Europa-Briefmarke und Sonderstempel des Geburtsorts von Jost Bürgi aus Anlass des Erwerbs des kleinen Bürgi-Globus durch das Schweizerische Nationalmuseum, Zürich.

Die verschlungenen Wege von Bürgis Artificium

Nach sechs Jahren ununterbrochenem Kontinentalaufenthalt in England zurück, wird Dee von der Königin freudig empfangen. Allerdings hat sein Ruf durch angebliche Hexerpraktiken, zum Ehebruch führende Engelsgespräche und die von seinem Mitarbeiter Eduard Kelley weitergeführten alchemistischen Versuche enorm gelitten. Seine Queen Elizabeth I. ersetzt ihm sogar den Schaden an seiner einst 4000 Werke umfassenden Bibliothek, die er bei seiner Rückkehr verwüstet vorfindet. Natürlich aktiviert John Dee seine alten Beziehungen, um seinem Ziel zu dienen, nämlich die Marine, die Wissenschaft und die Wirtschaft seines Landes voranzubringen. Der seine Geheimnisse normalerweise verschweigende Dr. John Dee weiht wahrscheinlich 1598 während seines mehr als ein Jahr dauernden London-Aufenthaltes Navy-Kollegen in das Kunstweg-Verfahren ein. So werden die Mathematiker Thomas Harriot und Henry Briggs Mitwisser und Nutzniesser. Von da an beeinflusst Bürgis geistiges Eigentum die Mathematik in England – und geht als Henry Briggs' Differenzenmethode, als «Briggs' Quinquisection», und ein halbes Jahrhundert später sogar als Bestandteil von Newtons «Forward Difference Formula» in die Mathematikgeschichte ein. Selbst als Charles Babbage zwei Jahrhunderte später seine «Difference Engine» vorstellt, präsentiert er nichts anderes als

eine Variante des Artificium Jost Bürgis. Die höchste Effizienz und den grössten Nutzen erbrachte Bürgis Artificium bei der Erstellung und bei der Verwendung der Logarithmen in der Astronomie. Nun profitierten paradoxerweise die einzigen Konkurrenten der Bürgischen Logarithmen (Progress-Tabulen) von Bürgis Kunstweg bei der Lösung ihrer Aufgaben. In den Händen Briggs' beschleunigt dieser Kunstweg die Ablösung der umständlichen Napier-Logarithmen und die Erstellung der Briggschen Logarithmenwerkes namens «Arithmetica Logarithmica» (1624) und «Trigonometria Britannica» (1633). Da John Dee schon 1608 stirbt, kann er diese vierhundertseitigen Meisterwerke der Mathematik mit 14- bis 19-stelligen Logarithmen, mit denen die britische Mathematik einen Durchbruch feiert, nicht mehr bewundern.

Auch Jost Bürgi hat von dieser erfolgreichen, aber auch paradoxen Entwicklung seiner im Artificium enthaltenen Methoden nie etwas erfahren, denn weder Henry Briggs noch der zweite Empfänger von John Dees Geheimnis, der Mathematiker Thomas Harriot, erwähnten Bürgi oder den Rätselverfasser Raimarus Ursus, obwohl – nein: weil! – sich Zeitgenossen Briggs' und spätere Mathematikhistoriker immer wunderten, mit welchen Ideen und welchen Versuchen Briggs denn zu diesen bemerkenswerten Lösungen gekommen sei.

Als Jost Bürgi, der Erfinder des Sinusteilungs-Algorithmus und der Differenzen-Rechnungsmethode, stirbt, nimmt er – wie seine bereits erwähnten fünf Miteingeweihten – sein Artificium-Geheimnis mit ins Grab. Das Rätsel erwies sich als so schwierig, dass es zu seinen Lebzeiten niemand gelungen war – und auch in den nächsten 385 Jahren nicht gelingen sollte –, die Lösung zu finden und von dieser Erfindung mit den Zeitgenossen und Folgegenerationen zu profitieren. Auch in der Schweiz prägten seit 1630 die sogenannte Briggschen Zehner-Logarithmen während dreieinhalb Jahrhunderten bis zur Mondlandung unsere Wissenschaft und Technik. Immerhin erinnerten in der Schweiz in Voellmys Ausgabe der fünfstelligen Logarithmentafeln ein Holzschnitt-Porträt und einige Zeilen an Jost Bürgi. Dessen eigene geniale Logarithmentafeln sind nach einem Probedruck in Prag dem Dreissigjährigen Krieg und den englischen Tafelmachern unter Nutzung seines eigenen Artificium zum Opfer gefallen.

Dass die ganze Geschichte von den in England heimlich übernommenen Artificium-Methoden erst im Jahre 2015 ans Licht kommt, hat mit dem Fund eines von Jost Bürgi dem Kaiser

Das Generationen von Mittelschul- und Technikums-Absolventen vertraute Tabellenwerk von Ernst Voellmy mit Briggschen Logarithmen. Die erste Auflage wurde 1939 gedruckt. – Das Frontispiz mit dem Porträt von Jost Bürgi im legendären «Voellmy». Slg. A. Heer.

Rudolf II. 1592 überreichten Manuskriptes zu tun, das den einzigen von Jost Bürgi geschriebenen Kunstweg enthält. Der Münchner Wissenschaftshistoriker Menso Folkerts machte ihn in der Universität Wroclaw (früher: Breslau). Den Beweis, dass Briggs den Kunstweg Bürgis gekannt hat, erbrachte 2015 Dieter Launert mit einem von Briggs genutzten Exemplar von Reimers' «Fundamentum Astronomicum», in dem Jost Bürgis Kunstwegrätsel 1588 publiziert wurde und in dem sich ein Beilageblatt befand, das von Briggs selbst oder von Professorenkollege Bainbriggs oder Harriot mit Bürgis Lösungsbeispielen beschriftet ist. John Dees konspirative Aktion hat der Verfasser dieses Beitrags entdeckt.

Da John Dee ein professioneller Geheimdienstmann war, hinterliess er keine verlässlichen Spuren, aber eine sich wie im «Artificium» logisch ergänzende Plausibilitätskette hoher Konvergenz. «Der Dee(b) war da!», hätte es in Kassel heissen müssen, und nicht nur «Der Dee war da!», als John Dee fand, was er gesucht hatte. Doch hatte er die Suche so geschickt verpackt wie Reimers das «Artificium» Jost Bürgis in diesem Kunsträtsel, und man merkte vielleicht nicht einmal, dass dieser beeindruckende

Engländer überhaupt etwas gesucht hatte. Dass er dabei erfolgreich war, ist paradoxerweise ein Glück für alle!

Hätte dieses Bürgi-007-Paradox nicht stattgefunden, dann hätten wir die Landung eines Menschen auf dem Mond wahrscheinlich erst noch vor uns. Dazu die einleuchtende Begründung des französischen Mathematikers und Astronomen Simon Laplace (1749–1827): «Die Erfindung der Logarithmen kürzt monatelang währende Rechnungen bis auf wenige Tage ab und verdoppelt dadurch das Leben des Rechners.» Als Henry Briggs (1561–1630) seine Logarithmentafeln dem englischen König Charles II. präsentierte, sagte er ihm, dass damit ein Astronom in einer Stunde genauso viele Positionsberechnungen durchführen könne wie sonst an einem ganzen Tag.

Glossar

Alfonsi	unter Alfons II. revidierte Ptolemäische Sterntafeln
Algorithmus	Rechenverfahren, Rechenvorschrift
Äquationsuhr	stellt die wahren Sonnen- und Mondpositionen dar
Artificium	Kunstweg, Kunstgriff
Copernici	Kopernikus
Differenzenrechnung	mathematische Behandlung von ganzzahligen Differenzen
Fundamentum Astronomiae	Grundlagen der Astronomie
Kabbala, Kabbalist	Geheimlehre der Zahlendeutung, Anhänger der Geheimlehre
Konvergenz	sich gegenseitig annähernde Werte oder Prozesse
Kryptographie	Ver- und Entschlüsselungsverfahren für Schrift bzw. Zahl
Logarithmen	Funktion, die u. a. Multiplikationen in Additionen überführt
Paradox	ein (allenfalls scheinbarer) Widerspruch in sich selbst

Literatur und Quellen

Hrsg. Toggenburger Vereinigung für Heimatkunde: Jost Bürgi 1552–1632. Toggenburgerblätter für Heimatkunde 34. Heft. Wattwil 1982.

Sonar Th.: Der fromme Tafelmacher. Die frühen Arbeiten des Henry Briggs. Berlin 2002.

Staudacher F.: Jost Bürgi (1552–1632) brachte die Neuzeit zum Ticken. In: Toggenburger Jahrbuch 2011. Wattwil 2010.

Folkerts M.: Eine bisher unbekannte Schrift von Jost Bürgi zur Trigonometrie. In: Arithmetik, Geometrie und Algebra. Annaberg-Buchholz 2014.

Staudacher F.: Jost Bürgi, Kepler und Kaiser. Zürich 2015.

Folkerts M., Launert D., Thom A.: Jost Bürgi's Method for Calculating Sines. In: Historia Mathematica 43 (2016), S. 143–147.

Launert D.: Bürgis Kunstweg im Fundamentum Astronomiae – Entschlüsselung seines Rätsels. München 2016.

Clark K.: Jost Bürgi's Arithmetische und Geometrische Progress Tabulen (1620). Basel 2016.