

EIN UNGEDRUCKTES WERK VON FRITZ STAUDACHER
ZUR JOST BÜRGI- INITIATIVE

GENIE & HEXER



DIE
ÜBERLISTUNG
DES JOST BÜRGI
DURCH JOHN DEE

WISSENSCHAFTSSPIONAGE
DES ECHTEN 007
FRITZ STAUDACHER



JOST BÜRGI



JOHN DEE

DIE LOGARITHMISCHE BESCHLEUNIGUNG DER NEUZEIT

Manchmal führen erst Umwege zum Ziel. Oder zu etwas Unerwartetem, zu völlig Neuem. Selbst Koryphäen wie Kepler, Kolumbus und Röntgen kennen dieses Phänomen und entdecken auf diese Weise die Planetengesetze, den Kontinent Amerika sowie die Durchleuchtbarkeit von Materie. Im hier vorliegenden Fall rettet ein Dieb eine Erfindung, die als ungelöstes und als unlösbar geltendes Artificium-Kunstweg-Rätsel von Jost Bürgi in die Mathematikgeschichte eingeht. Doch jetzt erst wird bekannt, dass das nicht einmal die Hälfte dessen ist, was mit dem aufgelösten Rätsel in Tat und Wahrheit aufgrund der entwendeten Kopie geschah. Die Kopie des Diebes diente als idealer Algorithmus für schwierige und umfangreiche Aufgaben der Astronomie und Trigonometrie, speziell der Erstellung von Sinustabellen und Logarithmentafeln, und kommt dort auch umfassend zum Einsatz. Die Plagiate von Jost Bürgis Kunstweg-Rechenverfahren tragen so grosse Namen wie Briggs' Quinquisection Method, Subtabulation, Newton Forward Formule oder Babbages' Differenzenmaschine und gelten als die ersten Beispiele der damit begründeten Differenzenrechnungs-Methode überhaupt. All dies wird erstmals mit der Vorlage dieses Dossiers anlässlich des ersten Internationalen Jost-Bürgi-Symposiums bekannt. Für den Autor ist dies kein Grund, über die stillschweigende Übernahme von Bürgis Mathematik-Erfindungen den Konspirier Dr. John Dee sowie die Anwender Henry Briggs und Thomas Harrot zu urteilen oder gar zu tadeln, sondern ganz nüchtern zu konstatieren, dass ohne dessen Aktivität die Rechentechnik fünf Jahrzehnte zurückliegen dürfte. Warum und wie das geschah, ist allerdings von Interesse – auch ob es so geschah, denn der englische Geheimagent Dr. John Dee ist in der Lage, keine Spuren zu hinterlassen oder höchstens solche, die dem Gegner schaden. Der Erfinder ist Jost Bürgi, der Verfahrensdieb Dr. John Dee.

Jost Bürgi und John Dee sind in diesem Bericht deshalb auch die Hauptakteure. Bei der Analyse ihrer Gemeinsamkeiten und Besonderheiten

lässt sich vor allem Folgendes sagen: Gegensätze ziehen sich an! Denn viel gegensätzlicher als Bürgi und Dee können zwei Menschen kaum sein – aber auf vielfache Weise sich zugleich auch nicht ähnlicher. Jeder von ihnen ist nach unserer heutigen Terminologie hochbegabt. Beide schätzen das Handwerk in seiner ursprünglichsten Form der Technae über alles und loten hier die Grenzen ihrer Talente bis ins Extreme aus: das heisst über die gesamte Funktions- und Qualitätskette. Kommt der Uhrenmacher Bürgi mit der Perfektionierung der Zeitmessung auf die Sekunde nicht mehr weiter, dann nimmt er sich den Sextanten zur genaueren Winkelmessung vor, hat er hier seine Fähigkeiten ausgereizt, dann widmet er sich der Mathematik, um die mühsam erhobenen Daten auf zumindest ebenso hohem Berechnungsniveau zu verarbeiten. Ähnlich Dee: Nicht nur dass er bei Gerard Mercator eine praktische Ausbildung zum Kartografen absolviert, sondern indem er nicht dem „Schuster bleib‘ bei Deinen Leisten“-Einengungen der Zünfte folgt. Hat er die „Elemente“ des Euklid von Altgriechisch ins Latein übersetzt – also höchste sprachliche Fähigkeit und Mathematikverständnis bewiesen – dann taucht er in die Kabbala ein mit Althebräisch und Zahlenmystik. Doch darüber mehr weiter hinten.

Der eine – John Dee – ist als schon als 22-Jähriger Junior-Professor und Fellow zweier berühmter englischer Colleges, spricht acht Sprachen, betört die englische Königin Elisabeth I. und bestimmt astrologisch ihren Krönungstermin. John Dee ist gross, schlank, trägt einen durchgestylten langen Spitzbart und ist extravagant gekleidet.

Der andere – Jost Bürgi – verlässt als Zwölfjähriger in Lichtensteig nach nur sechs Jahren vielfach unterbrochenen Unterrichts die Grundschule, erlernt irgendwo und irgendwann das Uhrenmacherhandwerk, verständigt sich ausschliesslich in Deutsch und ist nicht der Mann grosser Worte. Während Dee Seite um Seite mit Eloquenz sowie humanistischer, kabbalistischer und mathematischer Bildung seine Tagebücher füllt, schreibt Jost Bürgi seinen Namen erstmals als bereits 27-jähriger auf das älteste von ihm vorliegende schriftliche Dokument. Und wenn John Dee sich schon in Sphären bewegt, in denen Engel zu auserwählten Menschen wie ihm selbst zu sprechen scheinen, bleibt Bürgi Realist und glaubt weder an Engelszungen noch an Astrologen. Als man beide in ihrem 67. Altersjahr porträtiert, entsteht von John Dee auf Leinwand ein grosses farbiges Ölbild und von Bürgi eine zwölf Quadratzentimeter kleine Kupferradierung. Der Eine ist Vater von acht Kindern und im hohen Alter so verarmt, dass er Teile seiner Bibliothek verkaufen muss; der andere stirbt als Bürger dreier Städte (Lichtensteig, Kassel, Prag) ohne eigene Nachkommen als vermögender und in den Adelsstand erhobener Patrizier .

Ausser der erfreulichen Tatsache, dass beide die damals mit „biblisch“ apostrophierte Altersschwelle des achtzigsten Lebensjahres erreichen, entdecken wir auch andere unübersehbare Gemeinsamkeiten. Was beide hoch über ihre Zeitgenossen herausragen lässt, ist ihre grosse mathematische Begabung und ihr Einfluss auf die Entwicklung der Mathematik, Astronomie und Navigation der Neuzeit. John Dee (1527–1608)

ist es, der die Erneuerung der englischen Navigation sowie den Aufbruch des Landes zum British Empire einleitet, Jost Bürgi (1562–1632) die Erneuerung der Mathematik der gesamten Neuzeit. Eine weitere unübersehbare Gemeinsamkeit von John Dee und Jost Bürgi ist ihre Obsession zur Geheimhaltung. Selbsterarbeitetes Wissen und konspirativ beschaffte Geheimnisse sind für beide so kostbare Güter und begründen so viele Vorteile und Macht, dass man sie hütet wie seinen eigenen Augapfel. So neugierig sie allem Neuen gegenüberstehen, so konservativ und restriktiv gehen sie selbst mit wichtigen Informationen um. Johannes Kepler nennt seinen Kollegen Jost Bürgi „einen Zauderer und Geheimniskrämer“ sowie „einen zögerlichen Menschen, der seine Geheimnisse hütet“. Und was Dee-Biograph Richard Deacon über seinen englischen Landsmann sagt, könnte auch über Bürgi geschrieben worden sein: „Er zieht es unglücklicherweise vor, sein Spezialwissen nicht zu veröffentlichen.“

Vor allem deshalb bedarf es Beider, damit der jeweils andere – und mit ihm wiederum man selbst – wieder einen Schritt vorankommt. Obgleich Jost Bürgi als Erster Logarithmentafeln und eine einzigartige Methode der Generierung von Sinustabellen erfindet, bedarf es eines John Napier, eines Henry Briggs und eines John Dee, damit diese neuartigen Rechenmethoden nicht von der Öffentlichkeit unbemerkt in dunklen Archiven verschwinden sondern auch publik werden und auf breiter Ebene zum Einsatz kommen.

Man kann sich die Frage stellen, was denn ohne diese Integration von Bürgis modernen Rechenmethoden, von 007-Dees Spionagetalent und von Briggs Rechen- und Kommunikationskompetenz geschehen wäre. Vielleicht hätte es erst Isaac Newton geschafft, zusätzlich zu seinem Forward Difference Formule auch eine Logarithmenrechnung zu etablieren – also mit rund fünf Jahrzehnten Verspätung. Das heisst, wir wären jetzt an der Planung der Mondlandemanöver, die in den Sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts noch vollumfänglich mit Logarithmen-Mathematik (Tabellen, Rechenschieber und Rechenscheibe) berechnet und gesteuert wurden. Erst mit der Landung des ersten Menschen auf dem Mond 1969 begann auf der Erde das Computerzeitalter.*

Um was geht es in diesem Buch? Um Mathematik? Um einen ihrer Kunstgriffe oder Kunstwege? Um Erfinderprioritäten? Um die Grundlagen des Aufstiegs Englands von einem verarmten Land zur Dominatorin auf den Weltmeeren? Um Dees Informationen aus Prag, die zur Niederlage der Spanischen Armada führten? Um die eigenartigen Wege und Kooperationen, die zum Durchbruch der Logarithmen beitrugen? Um den Landgrafen von Kassel und seine erste fest installierte astronomische Sternwarte der Neuzeit, an der Jost Bürgi arbeitete? Um die Privataudienzen John Dees und Jost Bürgis bei Kaiser Rudolf II., dem zusammen mit seinem ebenfalls der Habsburger Dynastie angehörigen Spanienkönig Philipp II. mächtigsten Mann der Jahrhundertwende? Oder geht es um den seine geheimen Briefe an die Königin Elisabeth I. sendenden Agenten und Mathematiker Dr. John „007“ Dee? – Ja, um all das geht es in diesem auf neuesten Erkenntnissen beruhenden Buch, und vor allem auch um die Frage, ob es denn möglich

gewesen sei, dass Dr. John Dee die anderen Hauptpersonen kannte und wiederholt traf. Es geht darum, wie unsere heutige technisierte und wissensbasierte Welt in der Frühen Neuzeit Fixpunkte setzte und auf das GPS-Netz und die Google-Vernetzungen zusteuerte. Entstanden ist diese Studie im Zusammenhang mit dem ersten Internationalen Jost-Bürgi-Symposium Lichtensteig. Bücher über jeden einzelnen Aspekt und jede der genannten Personen gibt es in hoher Ausführlichkeit und Qualität. Doch um Antworten auf die meisten der hier aufgeworfenen Fragen zu finden, gibt es im Moment nur dieses Werk. Es schlägt ein bis jetzt unbekanntes Kapitel des Wissenstransfers sowie der frühen internationalen Wirtschafts- und Technologiespionage auf.

Dieser gemeinsame Rückblick auf John Dee und Jost Bürgi beginnt mit den Höhepunkten ihrer persönlichen Audienzen beim damals in Prag residierenden Kaiser des Heiligen Römischen Reiches Deutscher Nation Rudolf II. Beide stehen dabei im Kulminationspunkt Ihres Könnens. Doch lesen Sie selbst . . .

Fritz Staudacher

* Der Beschleunigung der Rechenarbeiten durch Logarithmen wird von den damals Betroffenen eine beträchtliche Zeiteinsparung attestiert. Der grosse Mathematiker Laplace ging davon aus, dass sich die Leistung der Astronomen damit verdoppelt habe. Henry Briggs sagte König Jacob II., dass man in wenigen Abendstunden die Arbeit eines ganzen Tages bewältige; also eine noch höhere Beschleunigung bis zur Verdreifachung erziele. Nachdem vor Beginn des Computerzeitalters von 1620 bis 1970 das Logarithmen Zeitalter 350 Jahre lang den Takt der Technisierung und der Industrialisierung bestimmte, sind die hier angegebenen fünf Jahrzehnte sehr konservativ angesetzt.



RUDOLF II.



JOHN DEE

DIE KAISERAUDIENZEN

John Dee bei Kaiser Rudolf II.

Nach einigen Wochen des Wartens erhält John Dee am 5. September 1584 kurzfristig den Ruf zu einer Privataudienz bei Kaiser Rudolf II., die der spanische Botschafter in Prag für ihn vermittelt hatte. Der englische Mathematiker und Europareisende John Dee befindet sich im Auftrag der englischen Königin Elisabeth I. mittlerweile bereits seit eineinhalb Jahren auf dem Kontinent und soll vor allem die Gefährdungslage ihres Landes und die Wahrscheinlichkeit eines Angriffes der spanischen Armada beurteilen. Ihr Chefstaatsminister und Schatzkanzler Lord Burghley, bürgerlich William Cecil, befürchtet nichts Derartiges falls man nicht selbst einen solchen Konflikt durch aggressives Verhalten heraufbeschwöre. Dee hatte hingegen 1577 in einem ausführlichen Memorandum an die Königin für ein stark auftretendes British Empire plädiert und traute den Spaniern nicht, vor denen selbst die Königin zunehmend ihre Achtsamkeit verlor.

Geheimdienstchef Sir Francis Walsinghams Agenten waren eher in Süd- und Westeuropa platziert, während sich John Dee bessere Informationen von Botschaftern versprach, die ihr Land am Hofe Rudolfs II. repräsentieren. Für Dee ist es bereits der dritte habsburgische Kaiser mit dem er ins Gespräch kommt: er hatte schon 1552 in Brüssel Rudolfs Grossvater Karl V. kennengelernt und ein Jahrzehnt später in Pressburg auch Rudolfs II. Vater Maximilian II. Da Rudolfs Mutter dem spanischen Königshaus entstammt und Rudolf am Hofe der spanischen Grosseltern erzogen wurde, war Bürgis Intermediär beim Kaiser in der Person des spanische Botschafters nicht schlecht gewählt. Den spanischen Einfluss am Prager Hof erkennt man in der

Beschreibung John Dees bereits in den Präliminarien. Man muss darüber hinaus auch wissen, dass Rudolf für alchemistische und esoterische Themen offene Ohren hatte.

In der von Edward Fenton redigierten Tagebuchfassung John Dees schildert dieser das Gespräch, dessen Drohungen manch anderen direkt zum Scharfrichter gebracht hätten, wie folgt:¹

„Der Hausmeister des Kaisers, der Adelige Octavius Spinell trat äußerst höflich auf mich zu, genau um 3 Uhr nachmittags, und berichtete, der Kaiser wünsche mich zu sehen und mit mir zu sprechen. Dann ging er in die kaiserlichen Privatgemächer zurück, kam wieder heraus und führte mich, indem er mich am Gewand hielt, durch den Speisesaal in das Privatgemach. Der Kaiser saß am Tisch, eine große Truhe und ein silberner Schreibtischaufsatz standen vor ihm; auf dem Tisch lagen meine „Monas“ und Briefe. Ich näherte mich mit gebührendem Respekt unter dreimaligen Verbeugungen; der Kaiser zeigte sich freundlich und geneigt.

Aus seiner Majestät Hand erbat ich Vergebung, dass ich so anmaßend gewesen sei, ihm einen Brief und die (seinem Vater dedizierten) „Monas Hieroglyphica“ zuzusenden, Ich hätte es aber aus ehrlicher und aufrichtiger Zuneigung seinem Vater Maximilian und auch ihm gegenüber getan; und das umso lieber als ich um die Gunst, die Gott seiner Majestät erweise, bestimmt wüsste.

Er dankte mir dann für das seinem Vater dedizierte Buch und bestätigte, dass er meine Ehrbezeugungen annehme. Er sagte weiter, er habe vom spanischen Botschafter von meinem Ansehen in gelehrten Kreisen erfahren, auch von meiner untertänigsten Zuneigung ihm gegenüber und er äußerte sich freundlich über mein Werk ‚Monas‘, sagte aber, es sei seiner Majestät Verständnis kaum zugänglich; und fügte hinzu, der spanische Botschafter habe ihm gesagt, ich könne ihm etwas mitteilen, das ihm hilfreich sei.

Ich antwortete: „Das kann ich“ und, herumblickend, ob noch jemand im Gemach war, sah ich, dass wir alleine waren.

Daraufhin hob ich an, zu erklären, dass ich mein ganzes Leben dem Studium gewidmet habe; aber besonders in den letzten vierzig Jahren hätte ich mich auf vielfältige Art und Weise in verschiedenen Ländern mit Sorgfalt und unter großen Mühen und Kosten befließigt, nach und nach das bestmögliche Wissen zu erlangen, das ein Mensch auf Erden erreichen kann. Um dann festzustellen, dass kein lebender Mensch noch irgendein Buch, dessen ich noch habhaft werden könnte, mich jene Wahrheiten zu lehren vermochte, nach denen ich verlangte und mich sehnte. Daher sei ich zu dem Schluss gekommen, mich in Gebeten an den Spender aller Weisheit und guten Gaben zu wenden, dass er mir die Weisheit gewähre, die Natur seiner Schöpfung zu erkennen, und die Fähigkeit verleihe, diese zu seinem Ruhm und Ehre zu benutzen; zu diesem Zwecke hätte ich verschiedene chemische Experimente (Scheideprozesse) unternommen. Endlich habe es Gott gefallen, mir sein

Licht zu senden, so dass ich versichert war das meine langen, innigen, dauerhaften und beständigen Gebete zwecks des eben Erwähnten gnädig aufgenommen wurden; und seine heiligen Engel haben mich in den vergangenen 2 1/2 Jahren angeleitet und - wie man sehen könne - solche Werke durch meine Hände vollendet, wie sie sich das Menschenherz nicht größer hätte wünschen können. Ja, sie haben mir einen Stein gebracht von solchem Wert, dass kein irdisches Königreich von solcher Würde sei, dass es mit seiner Kraft und Macht verglichen werden könne.

Und dass dies wahr sei, versicherte ich und rief den Gott von Himmel und Erde als Zeugen an - „Auf dessen Geheiß ich jetzt vor Eurer Majestät stehe“, sagte ich, „und ich habe eine Botschaft von Gott, sie Euch mitzuteilen und sie lautet folgendermaßen:

Der Engel Gottes ist mir erschienen und tadelt Euch für Eure Sünden. Wenn Ihr mich hört und mir glaubt, werdet Ihr triumphieren. Wenn Ihr mir nicht glaubt, wird Gott, der Herr, der Schöpfer von Himmel und Erde (unter dessen Herrschaft Ihr lebt und atmet), Euch den Fuß auf die Brust setzen und Euch kopfüber vom Thron stoßen.

Außerdem hat der Herr diesen Bund mit mir geschlossen (durch Eid), dass er es tun und ausführen werde. Wenn Ihr Euer sündhaftes Tun ablegt und Euch Gott zuwendet, wird Euer Thron der größte aller Zeiten sein und der Teufel soll Euer Gefangener werden; dieser Teufel ist meiner Deutung nach der Große Türke [Sultan?],“ sprach ich. „Dieser, mein Auftrag ist von Gott. Ich täusche hier nichts vor, ich bin weder Betrüger noch Ehrgeizling, bin weder ein alter Narr noch ein Träumer. Wenn ich anders spreche als ich mit gutem Recht kann, verspiele ich mein Seelenheil“, sprach ich. Der Kaiser sagte, er glaube mir und er sei von meiner aufrichtigen Liebe überzeugt und ich müsse nicht so inniglich beteuern und er wolle nicht, dass ich so oft vor ihm auf die Knie fiele.

Weiterhin sagte ich, Seine Majestät müsse von Anfang den ganzen Prozess meiner Anleitung, Unterrichtung und Tröstung durch die Engel ganz klar sehen und verstehen; denn mir sei befohlen, dass ich von Anfang an Rudolph gänzlich die Art der göttlichen Erscheinung eröffne und ihm die heilige Vision zeige; ich sei bereit meinen Auftrag zu erfüllen. Der Kaiser sagte, er werde zu einem späteren Zeitpunkt mich weiter anzuhören, um mehr zu verstehen. Ich sprach noch etwas weiter in der Art wie zuvor, damit meine Botschaft Wurzeln schlage und ihm im Gedächtnis bliebe. Kurz gesagt, er dankte mir und versprach, er werde mich nun mit seinem Schutz und seiner Empfehlung bedenken, und er sprach in solchen Worten weiter (von zukünftigen Gunstbezeugungen), doch mit so leiser Stimme, dass ich ihn kaum verstand.“

Jost Bürgi sollte seine erste Kaiseraudienz im Juli 1592 erhalten. Gebeten dazu hatte Kaiser Rudolf II. ihn und nicht umgekehrt. Darüber liegt kein Tagebucheintrag vor – so etwas führt Jos Bürgi nicht –, aber der Anlass war für beide Seiten weitaus erfreulicher als Dees Besuch.

Wer ist John Dee?

John Dee ist eine aussergewöhnliche Persönlichkeit des britischen Elisabethanischen Zeitalters. Er wurde 1527 in dem Königshof zugeweihtem Towerquartier geboren und absolvierte nach der Lateinschule an zwei berühmten Cambridger Colleges mit Bravour und mit Fellowship beider Institute sowie mit Lehrauftrag für Altgriechisch die Studien zum Master Artium. Ebenso wie seine hohen sprachlichen Fähigkeiten waren auch seine mathematischen Kenntnisse bestens geschult und ausgebildet. Prägend für seine berufliche Laufbahn ist auch seine Nähe zur Königin Elizabeth I., der er unter dem Geheimcode 007 Informationen übermittelt. In den folgenden zehn Punkten sind die wichtigsten Leistungen und Stationen John Dees zusammengefasst. Weitere Informationen zu John Dee enthält auch der zweite Teil dieses Dossiers.

- 1. John Dee entwickelt den Begriff des British Empire und assoziiert damit die Vision einer einflussreichen Macht auf den Weltmeeren und anderen Kontinenten. Legt einen Plan zur grundlegenden Erneuerung der britischen Marine und zur Gründung von Kolonien in Nordamerika vor.**
- 2. Dee übersetzt Euklids Elemente aus dem Altgriechischen in Latein, hält darüber an der Universität Paris die ersten Vorlesungen der Neuzeit und verfasst zur ihrer ersten Englischausgabe ein imposantes Vorwort. In diesem berühmt gewordenen Mathematical Preface thematisiert er die zentrale Bedeutung der Mathematik für die Naturwissenschaften und zeigt er Gebiete künftiger mathematischer Forschungsprojekte auf.**
- 3. Er nutzt als erster Mathematiker die euklidische Geometrie für die Lösung navigatorischer Probleme; baut die Instrumente für die erforderlichen Messungen; bildet die ersten grossen Navigatoren aus.**
- 4. John Dee entwickelt und produziert die ersten und schönsten Kartierungen seines in diesen Gebieten sehr rückständigen Landes; kartiert für die Expeditionsleitungen die Seewege der Nord-Ost- und Nord-West-Passagen.**
- 5. Dee ist philosophischer und wissenschaftlicher Berater der Königin Elizabeth I.; erstellt für sie das Horoskop, bestimmt für sie astrologisch den besten Krönungstag; Königin besucht ihn zu Pferd in seinem privaten Heim in Mortlake nahe London, wo Dee so viel wie Schwarz bedeutet.**
- 6. Er belegt die Spanische Armada mit einem Fluch. Erkennt durch seine Spionagetätigkeit im Ausland spanische Subversionsaktivitäten in England und stellt sie ab. Bei ihrem von verflucht schlechtem Wetter begleiteten Angriff wird die spanische Kriegsflotte vernichtend geschlagen.**
- 7. John Dee gründet als Antwort der Protestanten auf die Schaffung der jesuitischen Kongregation durch die katholische Kirche den Rosenkranzorden.**



8. Dee steht in Dialog mit Engeln, vornehmlich über das Medium Kelley. Benutzt dazu die henochische Sprache mit eigenem Alphabet sowie heilige Steine der Mayas und Azteken. Schädigt seinen Ruf beträchtlich durch Kelleys Engelsruf zum Frauentausch.

9. Er durchbricht Grenzen kirchlicher Vorschriften und staatlicher Gebote auch durch Studium der hebräisch-spanischen und mathematisch verknüpften Geheimlehre der Kabbala sowie durch Sympathie mit esoterischen und okkulten Kreisen. Anhänger Paracelsus', doch als Alchemist in der Generierung von Gold erfolglos.

10. John Dee spricht selbst acht Sprachen, verfügt mit 4000 Büchern über die grösste Privatbibliothek und dient nur der englischen Königin mit Code „007“. Lehnt Anstellungsangebote durch die Kaiser Karl V., Maximilian II. und Rudolfs II. ebenso ab wie durch den französischen König und den russischen Zaren. Kennt Jost Bürgi persönlich und entlockt im April 1589 während eines zweiwöchigen konspirativen Aufenthalt in Kassel die Lösung von Bürgi-Reimers' Kunstweg-Rätsel ohne Zuträger bekannt zu geben und ohne trotz zuerst verwedelter Spuren Beweise und Dokumente darüber zu hinterlassen. John Dee war in allem was er tat, Profi genug.



JOST BÜRGI

KAISER RUDOLF II.

DIE KAISERAUDIENZEN

Jost Bürgis im Zenit seines Könnens

Am 4. Juli des Jahres 1592 empfängt Kaiser Rudolf II. den vierzig Jahre alten Jost Bürgi in Prag auf dem Hradschin im Rahmen einer vom habsburgischen Kaiser selbst anberaumten Privataudienz. Anlass ist die persönliche Übergabe von Bürgis silbervergoldetem Planetenglobus, einem unübertroffenen Meisterwerk der Uhrmacher- und Instrumentenbaukunst, das sich Rudolf II. für seine Kunstkammer gewünscht hat. Jost Bürgi, der Fürstliche Hof- und Kammeruhrmacher von Hessen-Kassel, hatte dieses uhrengetriebene technisch-wissenschaftliche dreidimensionale Weltmodell astronomisch selbst berechnet, entworfen und angefertigt. Zusätzlich zur bestellten silbernen Planetenglobusuhr überreicht Jost Bürgi Kaiser Rudolf II. als persönliches Geschenk ein Exemplar seines neuen Proportional-Reduktionszirkels. Wesentlich wichtiger ist jedoch ein anderes Werk, das ihm Bürgi drei Wochen später nachliefert, nachdem beide in der Audienz auf Mathematik zu sprechen gekommen waren. Es handelt sich dabei um Bürgis 190-seitige Handschrift *Fundamentum Astronomiae*, die von keinem Protokoll registriert ist und die Bürgi als einen der bedeutendsten Mathematiker seiner Zeit ausweist: noch hat Bürgi seine Logarithmen nicht geschaffen, aber bereits seinen Kunstweg, der wie ein erratischer Block weit über die damalige Landschaft der Mathematik ragt. Doch kehren wir hier zum Globus zurück, den Bürgi gerade dem Kaiser erklärt. Auf dem Globus hatte Bürgi die im Hessischen Sternkatalog von ihm selbst und Christoph Rothmann vermessenen sowie von Bürgi mit seinen neuen mathematischen Methoden berechneten Positionen der Fixsterne mit höchster Genauigkeit selbst graviert und die zuletzt eingemessenen mit roter Farbe markiert, während sein Freund Antonin Eisenhoit die kunstvollen Sternbildgravuren hinzufügte. Neben dem Kaiser dürften bei der Erläuterung der Modellfunktionen des Planetenglobus die wichtigsten Vertrauten Rudolfs II. dabei gewesen sein: der astronomisch bewanderte Naturforscher, Brahe-

Freund und Kaiserliche Leibarzt Thaddäus „Hagecius“ Hajek (1525–1600); der aus Lindau im Bodensee stammende Reichs-Vizekanzler und Reimers-Freund Jacob „Curtius“ Kurtz von Senftenau (1554–1594), und der Mediziner und Rektor der Universität Jan Jessenius (1566–1621). Im Zentrum der Audienz – während der Bürgi Rudolfs Interesse an der Mathematik erkennt – stehen Bürgis mechanische Modelle und durchgängige Beherrschung aller dazu erforderlicher Instrumente und Informationen. Doch man entdeckt auch noch verschiedene andere Gemeinsamkeiten von Kaiser Rudolf II. und Uhrenmacher Jost.

Gemeinsamkeiten Rudolfs und Josts: Rudolfs II. Urgrossvater, der zum Kaiser gewählte Maximilian I. (1459–1519), hatte auf dem Konstanzer Reichstag im Jahre 1507 noch verkündet, selbst «ein geborener guter Eidgenosse zu sein». Doch war es nicht etwa diese gemeinsame schweizerische Abstammung oder der gleiche Geburtsjahrgang, die den Lichtensteiger Uhrmacher Bürgi zuerst zu einer kurzen Audienz und später dauerhaft zum Habsburger Kaiser Rudolf II. nach Prag auf die Hofburg bringen sollte. Was diese beiden Europäer mit eidgenössischem Migrationshintergrund in Prag zusammenführte, waren einerseits Bürgis weltweit einzigartige Talente und Instrumente, sowie andererseits Rudolfs II. aussergewöhnliche Neigung zum Juwelier-, Uhren- und Goldschmiede-Handwerk. Hinzu kam Rudolfs Interesse an den Künsten und an den Wissenschaften sowie der kaiserliche Reichtum und seine Macht. Bernd Roeck: «Zeitgenossen erzählen, dass er sich jeden Tag aufgemacht habe, um Steinschneidern, Uhrmachern und Goldschmieden beim Arbeiten zuzusehen; auch soll er selbst gemalt und sich als Goldschmied versucht haben.»³

Astronomische Uhren unübertroffener Präzision und Anschauungskraft: Jost Bürgi ist es, der das Metier des Uhrenmachers wie kein Zweiter im gesamten Heiligen Römischen Reich deutscher Nation beherrscht und eine Präzision erzielt, die erst zwei Uhrenmachergenerationen später aufgrund des Uhrenpendels wieder erreicht wird. Mit seinen einzigartigen Sekundenuhren, Mondäquationsuhren und Globusuhren bereichert er nicht nur die Wissenschaft, sondern mit der Anschaulichkeit dieser Modelle auch das Verständnis für die Himmelsereignisse. Längst hat Bürgi zu diesem Zeitpunkt sein ursprüngliches Kompetenzfeld des Uhrenmachers um die Kenntnisse des Instrumentenbauers, des Mathematikers und des Astronomen erweitert.

Bürgi setzt die Standards auf allen Stufen. Die von Jost Bürgi in Kassel zur Berechnung der Positionen der Himmelskörper entwickelten und in diesem Werk erstmals beschriebenen Methoden erlauben eine wesentlich schnellere und genauere Verarbeitung der mit Sekundenuhr und metallenen Sextanten erfassten Messdaten der Himmelskörper. Schon 1584 hatte Bürgi für diese Aufgaben der Welt erste Sekundenuhr gebaut und ebenfalls den ersten metallenen Sextanten entwickelt. Sowohl Sekunden-Observationsuhr als auch Sextant Bürgis setzen neue Qualitätsstandards für die Astronomie.

Epochale Erfindungen. Mit diesen drei epochalen Erfindungen Bürgis zur sekundengenauen Zeitmessung, zur Winkelbestimmung auf Winkelminutenbruchteile und zur schnellen sphärischen Positionsberechnung wird von ihm und Christoph Rothmann am Hofe

Wilhelm IV. von Hessen-Kassel zwischen 1585 und 1587 das welterste Sternverzeichnis der Neuzeit erstellt, das 383 neu vermessene Sterne umfasst. Nur mit Bürgischer Genauigkeit wird es später Kepler möglich, die schwache Ellipsenform der Planetenbahn des Mars zu erkennen. Doch den Ruhm für die Leistungen Bürgis ernten andere! Geheimvereinbarungen sowie Tycho Brahes aristokratische Macht und Erbenprivilegien führen dazu, dass der Name Bürgi im Zusammenhang mit der Kopernikanischen Wende und der Keplerschen Revolution kaum erwähnt wird, obwohl er eigentlich gleichberechtigt neben Kepler, Brahe und Galilei zu stehen hätte. Paul Guldins verdeckte Archivierung von Bürgis Manuskripten erledigt zusammen mit dem Zahn der Zeit stillschweigend den Rest.

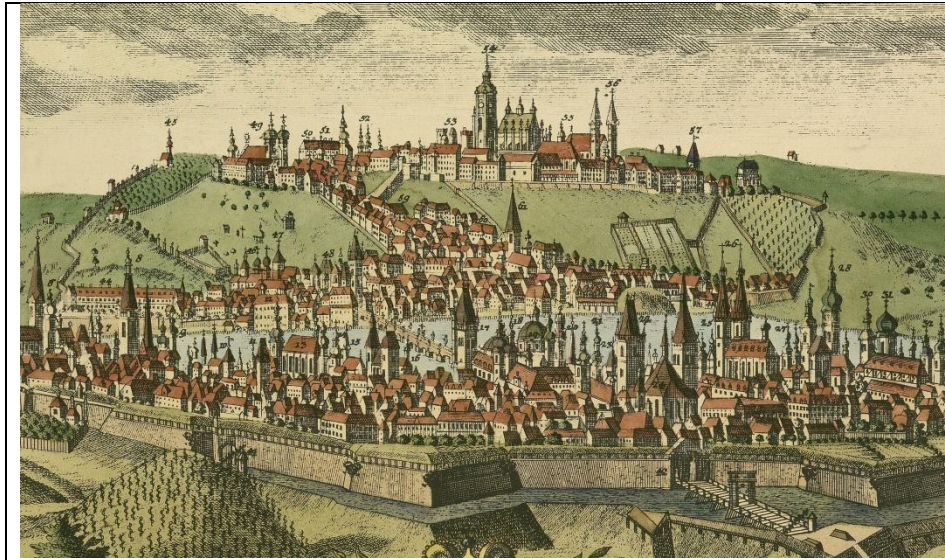
Gewiefter Astronom. Das Hessische Sternverzeichnis löst endlich den jahrtausendealten und völlig überholten Almagest-Sternenkatalog ab. Dabei erfolgten die astronomischen Messungen der Fixsterne erstmals mit der ebenfalls hier an der Kasseler Sternwarte angewandten Horizontalsystem-Methode. Da Bürgi auch selbst mit Rothmann die Sternbeobachtungen vornimmt und jahrelang alleine Sonnen-, Mond- und Planetenstandorte erfasst, kommt ihm das Verdienst zu, der universellste und umfassende Erneuerer der Astronomie der Neuzeit zu sein. Bürgis Instrumente sind so genau und zuverlässig, dass selbst Tycho Brahe nicht umhin kommt, sie bei Bürgi in Kassel zu bestellen, erweisen sie sich den hölzernen Brahe-Eigenentwicklungen in Bezug auf Mobilität, Bedienungskomfort und Langzeitstabilität doch weit überlegen. Von 1603 an engster Mitarbeiter und Freund Keplers am Kaiserhof Rudolfs II. in Prag, profitiert auch Kepler von all diesen Erfindungen Bürgis. Von John Dee, der dem Kaiser 1584 hier einen Besuch abstattet hatte und der Jost Bürgi in Kassel 1586 und 1589 traf, sprachen der Kaiser und der Uhrenmacher nicht – aber vielleicht schon vom Wunsch Rudolfs II., Bürgi einmal längere Zeit gerne in Prag auf dem Hradschin zu sehen. Ein Jahrzehnt später war es soweit. So neugierig er allem Neuen gegenübersteht, so konservativ und restriktiv geht er selbst mit wichtigen Informationen um.



Bürgis Äquationsuhr ist ein wunderwerk astronomischer Beobachtung, BERECHNUNG UND HANDWERKSKUNST – gebaut 1591/92.



BÜRGIS WUNDERWERK DER ÄQUATIONSUHR: GENAUESTE MOND- UND SONNENSTANDSMECHANIK BIS INS 18. JAHRHUNTER



Kaiser Rudolf II. (1552–1612) in Prag. Mit Kaiser Rudolf II. regiert seit 1576 ein immer tiefer in die Melancholie versinkender habsburgischer Herrscher das riesige Heilige Römische Reich, zunächst von Wien aus, seit 1583 dann von Prag aus. Rudolfs Eltern, Kaiser Maximilian II. und Maria, eine Tochter Karls V., sind die Kinder von Geschwistern. Der nicht verheiratete Rudolf II. ist selbst Vater mehrerer Kinder, darunter des wahnsinnig gewordenen Don Julio. Rudolf II. spricht schwerfällig mit leiser Stimme und trägt eine lederne Kinnprothese, hat ihm die Syphilis doch den Kieferknochen zerstört. Mehr als für die Nöte der Bevölkerung und für die Aufrechterhaltung des komplexen Machtgleichgewichtes im Reich interessiert sich dieser «Alchemist auf dem Kaiserthron», wie er genannt wird, für die Künste und die Wissenschaften, für Alchemie und Astrologie sowie für seine wundersame und unübertroffen reichhaltige Kunstkammer, aber auch für die Uhrmacherei und für seine eigenen Goldschmiedestunden in der Werkstatt. Zeitlebens ist Rudolf II. auf der Suche nach dem «Stein der Weisen», der es ermöglichen soll, aus unedlen Metallen Gold zu gewinnen. Gleichzeitig wird das ohnehin prekäre staatliche Machtgefüge nach der Reformation immer stärker durch gegenreformatorische Kräfte gestört, die vielfach zur engsten Verwandtschaft des konfessionell toleranteren Rudolf II. gehören. Der unglücklich agierende Kaiser Rudolf wird von seinem Bruder Matthias am 23. Mai 1611 abgelöst und stirbt im Januar 1612. Rudolf II. hat nicht nur John Dee zur Privataudienz und seinen Mitarbeiter Edmund Kelley zu alchemistischen Versuchen empfangen, sondern ebenfalls Jost Bürgi mehrmals, bevor er ihn ab 1603 als Kaiserlicher Hof- und Kammermusiker ganz zu sich nach Prag beruft, ebenso wie bereits 1591 Ursus Reimers als Kaiserlichen Mathematiker, 1599 Tycho Brahe als Astronomen sowie 1600 Johannes Kepler als Hofmathematiker. Hier entsteht die Keplersche Revolution.



2016: Die Renaissance des Jost Bürgi.

Zusätzlich zu diesem Buch beweisen gleich drei neue Publikationen beweisen, dass das mathematisch-technische Universalgenie Jost Bürgi momentan seine eigene Renaissance erlebt. Es bietet noch heute Überraschungen.

Bürgis wiederentdeckter Kunstweg wird in Dieter Launerts 120-seitigem Werk „Bürgis Kunstweg im Fundamentum Astronomiae. Entschlüsselung eines Rätsels.“ detailliert beschrieben und vorgestellt. Es erschien in der Reihe Nova Kepleriana des Verlages der Bayerischen Akademie der Wissenschaften München /C.H.Beck. Preis 48 €.

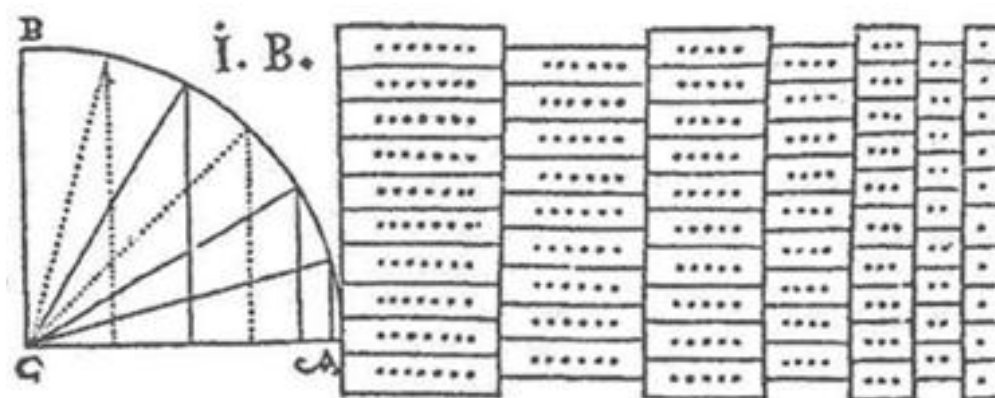
Mit der erstmaligen Veröffentlichung von Jost Bürgis Logarithmen-Dokumentation in englischer Sprache wird gleichzeitig ein anderer lang gehegter Wunsch realisiert: die Faksimilepublikation des erst 1982 entdeckten und einzigen heute noch vollständig erhaltenen Logarithmen-Originaldokuments aus der Grazer Universitätsbibliothek. Das von Kathleen Clark verfasste und edierte Werk von 258 Seiten mit Bürgis Logarithmen Unterricht erschien im Birkhäuser-Verlag in der Reihe „Science Networks. Historical Studies“ unter dem Titel „Jost Bürgis' Arithmetische und Geometrische Progreßstabulen. Edition and Commentary.“ Preis 109 SFr.

In nunmehr bereits dritter auf 312 Seiten erweiterter und überarbeiteter Auflage legte der Verlag NZZ Libro im Dezember 2015 das Standardwerk „Jost Bürgi, Kepler und der Kaiser“ vor, das die neuesten Informationen über den Kunstweg enthält sowie 270 Bilder erstklassiger Qualität. Preis 58 SFr.

Bürgis Renaissance war Thema des 1. Internationalen Jost-Bürgi-Symposiums in Lichtensteig am 19. März 2016. Am Nachmittag des Vortages fand in Verbindung mit einer Führung durch die soeben eröffnete 500-Jahrjubiläum-Ausstellung Conrad Gessners im Landesmuseum Zürich eine Buchvorstellung durch die Autoren statt.

1588: MAN STEHT VOR EINEM RÄTSEL

So sieht die Illustration als Teil des Rätsels aus, das wahrscheinlich nie rein gedanklich gelöst wurde, sondern nur durch konspirative Ausforschung bzw. durch Verrat eines der sechs von Jost Bürgi eingeweihten Geheimnisträger. Doch davon später. Das Rätsel gestaltet hat Nikolaus „Ursus“ Reimers – Jost Bürgis bester Freund – 1588 und in seinem dünnen Buch *Fundamentum Astronomicum* publiziert. Das Rätsel basiert auf Jost Bürgis Kunstweg, den er 1568/88 entwickelt hat und verwendet charakteristische Elemente wie die eigenartige Tabelle als Hilfsmittel. Die Meinungen gehen auseinander, wenn man der Frage nachgeht, ob Jost Bürgi in der Vorbereitungsphase von Reimers überhaupt konsultiert wurde und zustimmte (Launert) oder nicht (Staudacher), wobei Ludwig Oechslin anmerkt, dass das Rätsel damals ein öfters gewählter Weg gewesen sei, um Prioritätsansprüche zu markieren ohne gleich alles offenzulegen.



Tabellierschema Bürgis in Nikolaus Reimers' *Artificium-Rätsel* aus *Fundamentum Astronomicum* (1588)

Nikolaus Reimers Angaben zum Rätsel. Erläuternd zum Diagramm beschreibt Reimers einige Sachverhalte, die helfen sollen, das Rätsel zu lösen und damit einen rechten Winkel in gegebenem Verhältnis in beliebig viele Teile teilen zu können. Reimers schreibt: „Nachdem man ebenso viele Zahlen nach Belieben gesetzt hat, in wie viele Teile der rechte Winkel geteilt werden soll, so dass das entgegen gesetzte 5 ersetzt wird durch die Differenz zwischen der letzten und vorletzten Portion oder Teil, und eben dieser Unterschied zur nächstfolgend gesetzten vorangehenden Zahl ersetzt wird durch die Differenz zwischen vorletztem und vorvorletztem Teil, und so darauf folgend bis zur ersten gesetzten Zahl. Und nachdem auf dieselbe Weise die Rechnung einige Male wiederholt wurde, wird die letzte oder höchste Differenz der erste oder oberste Teil des geteilten Winkels sein. Und derselbe Teil der nächstfolgenden Differenz hinzugefügt, wird der zweite Teil sein. Und so darauf folgend bis zur letzten Differenz. Und je häufiger diese Rechnung wiederholt wird, desto genauer wird der Winkel geteilt sein, so lange bis endlich die Rechnung der Teile fast unverändert bleiben wird.“

Zur schnelleren und genaueren Astronomie. Was Jost Bürgi sogar selbst als sein *Artificium* – also seinen Kunstgriff, Kunstweg oder Kunststück – bezeichnet, hat diesen Namen wirklich verdient. Es handelt sich dabei Jost Bürgis einzigartige Rechenmethode, Sinustabellen zu erstellen, die in der Frühen Neuzeit immer wichtiger werden. Benötigt werden diese Tabellen für die Berechnungen der Sternpositionen. Je genauer sie sind, desto genauer werden die Navigationskarten für die Kriegs-, Handels- und Expeditionsschiffe auf den Weltmeeren sowie auch die Orts- und Zeitbestimmungen zu Lande; desto genauer auch kann Johannes Kepler den elliptischen Bahnverlauf seines Planeten Mars auf Bogenminuten-Bruchteile bestimmen.

Reimers Rätselveröffentlichung: ein zweischneidiges Schwert.

Ohne Wissen und vorherige Zustimmung Bürgis veröffentlicht sein Freund Nikolaus „Ursus“ Reimers bereits 1588 in seinem Buch *Fundamentum Astronomicum* Jost Bürgis „Kunstweg“ in Form eines Rätsels und gibt damit deutliche Hinweise auf Bürgis geniales und völlig neuartiges Rechenverfahren. Dabei sind in der markant gestalteten Tabelle – dem Motor und Herz dieses *Artificiums* – die Ziffern durch Platzhalterpunkte ersetzt. Erraten werden soll durch ihre Komplettierung die im Titel beschriebene Problemlösung dieses revolutionären bürgischen Kunstweges. Es macht den Mathematiker Bürgi – der er neben seinem bereits ausgezeichneten Ruf als Uhrenmacher und Instrumentenbauer auch ist – in der Fachwelt international bekannt, allerdings verbunden mit dem Risiko, dass jemand sein Geheimnis aufgrund der Angaben mit vergleichbar geringem Aufwand lüftet und davon überproportional profitiert. Um gerade das zu verhindern, fordert er von Reimers nicht nur ein Schweigegelübde ein, sondern bittet er ihn, die Hinweise im Rätsel noch unverständlicher zu gestalten, was 1597 in seiner *Astronomischen Hypothesen* erfolgt, allerdings mit so irrwitzigen Konnotationen, dass jedermann schon aufgibt, noch bevor er alle Texte gelesen hat. Nun: man kann Bürgi beruhigen. Niemand meldet sich als Entdecker der Lösung des *Artificium*-Rätsels.*

Mathematiker bemühen sich vergeblich, hinter das Geheimnis zu kommen.

Das Rätsel beschäftigt die Gilde der Mathematiker nachhaltig. Aus dem Jahre 1593 berichtet Dieter Launert⁴ von Anfragen des Kaiserreich-Vizekanzlers Curtius und des vatikanischen Schildträgers Rubeus im Auftrag des jesuitischen Hofmathematicus Christoph Clavius bei Reimers. Und als Zeitgenosse Johannes Kepler 1603 vom auch mit Tycho Brahe bekannten *) ostfriesischen Astronomen David Fabricius um seine Meinung über den Kunstweg gefragt wird, antwortet ihm Kepler,* dass er sich lange Zeit damit

*) Zu Brahens Prager Assistenten zählt der lange Zeit in Dänemark ansässige Longomontanus-Kollege und um 1615 in seine schottische Heimat zurückkehrende Arzt Dr. Craig, der um diese Zeit John Napier aufsucht, weil er über Longomontanus von einem neuen Rechenverfahren gehört habe, das die Rechenzeit verkürze – es dürfte sich dabei um Bürgis Logarithmentafeln gehandelt haben, die Bürgi ja bereits ab ca. 1603 fertiggestellt hatte.

beschäftigt habe, aber auch nicht mehr darüber wisse, als dass es sich um eine Interpolationsmethode handeln dürfte.⁵ Das grosse Rätsel bleibt offiziell unbeantwortet. Menso Folkerts⁶ erinnert an Anton von Braunmühl, der 1900 in seinen *Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie* über Bürgis Kunstweg resignierend feststellt, „dass wir gegenwärtig über ihn keine Aufklärung besitzen. Auch wird sich das darüber schwebende Dunkel kaum mehr lichten lassen, da wir auch bei den Zeitgenossen Bürgis keine näheren Angaben finden.“ Und Launert⁷ weist auf die Coss-Editierung und Kommentierung von Martha List und Volker Bialas der renommierten Kepler-Kommission aus dem Jahre 1973 hin, die unter anderen Feststellungen zum Schluss gekommen seien, dass es sich „um ein Interpolationsverfahren handle, das sich höherer Differenzen bedient“. Und sie sind gemäss Folkerts⁸ der Meinung, dass die Äußerungen von Ursus „dem Unwissenden kaum eine Möglichkeit bieten, [Bürgis Kunstweg] in Erfahrung zu bringen, sondern sie tragen im Gegenteil eher dazu bei, Verwirrung und Ratlosigkeit zu stiften.“ Den gemäss Dieter Launert Bürgis Lösung sehr nahekommenden Versuch unternimmt Ludwig Oechslin in seiner im Jahre 2000 veröffentlichten Monografie über Jost Bürgi. In den Augen des für die Loria-Locomat-Tafel-Datenbank verantwortlichen Denis Roegel sei das aber Oechslin nicht gelungen: „Oechslin has also analyzed this algorithm, but he seems to have misunderstood it and distorted Bürgi’s words.“ Es ist nicht das erste Mal, dass sich Denis Roegel gerade im Bürgi-Umfeld schwer tut. Also gilt das Bürgische *Artificium*-Kunstworträtsel weiterhin ungelöst.

Wer ist in die Lösung des Rätsels eingeweiht?

Im Besitz der Lösung sind zu Beginn nur Jost Bürgi und Nikolaus Reimers, als sein Dienstherr der Hessisch-Kasseler Landgraf Wilhelm IV. zusammen mit Christoph Rothmann, der als Hofmathematiker und Astronom praktisch täglich mit Bürgi zusammenarbeitet; ab ca. 1603 auch Jost Bürgis Pflegesohn Benjamin Bramer sowie ebenfalls unter Schweigegelübde Johannes Kepler. Ab Juli 1592 ist das jetzt entdeckte Dokument *Fundamentum Astronomiae* im Besitze des Kaisers, und dort wahrscheinlich den astronomisch gebildeten Beratern zugänglich – allen voran dem astronomisch interessierten Leibarzt Hagecius, der 1599 Tycho Brahe nach Prag einlädt.^{**} Das Verhängnisvolle für die Enthüllung der Rätsellösung des Kunstweges und seine ausbleibende Nutzung durch die Mathematik der Frühen Neuzeit ist, dass mit Ausnahme seines Pflegesohnes Benjamin Bramer alle genannten Geheimnisträger sterben, lange bevor der Dreissigjährige Krieg zu Ende ist, und dass sie ihr Wissen mit ins Grab nehmen: Wilhelm stirbt schon 1592, Reimers 1600, *) Rothmann 1601, Kepler 1630, Bürgi 1632. Kein einziger von ihnen hinterlässt darüber Aufzeichnungen. Doch wie wir heute wissen, gelangt das Rätsel und die Lösung vorher auf die britische Insel. Im Interesse der Wissenschaft muss man sagen: Gottseidank! _____

Was Kepler Fabricius nicht mitteilen darf, ist dabei die Tatsache, dass er zu dieser Prager Zeit bereits der Schweigeverpflichtung gegenüber Bürgi unterliegt, die ihm dieser bei der Übergabe seines Coss-Algebra-Manuskriptes auferlegt hatte.⁹

Wer zeigt das stärkste Interesse an Bürgis Kunstweg-Lösung?

Zu den ersten Interessenten der Lösung des Artificium-Rätsels zählt der Mathematiker und englische Geheimberater der Königin Elizabeth I. und Erzmagus Dr. John Dee, der zu Beginn des Jahres 1589 mit drei vierspännigen Kutschen auf dem Rückweg von Prag – Trebona (Böhmen) – Nürnberg – Frankfurt am Main durch die Hessen-Kasselsche Landgrafschaft nach Bremen reist und dort im April eintrifft. Nachdem er bereits 1586 den selbst Astronomie betreibenden Landgrafen Wilhelm IV. und seinen rundum für seinen Erfindungsgeist und sein handwerkliches Können hochgelobten Uhrenmacher Jost Bürgi kennenlernen durfte, führte ihn dieser Rückweg aus Böhmen über Bremen nach London gemäss mehreren Tagebuch-Editionen an Kassel vorbei. Vom wirklichen Objekt der Begierde – des Uhrenmachers Kunstweg – spricht der schlaue Agent natürlich nirgends. Das bleibt geheim!

Hochsensibler Geheimbereich des Kaisers, der Königin und des Vatikans. Ein in einem Rätsel verborgenes Geheimnis stellt die Macht und Kompetenz weltlicher und geistlicher Herrschaft öffentlich in Frage. Als besonders kritisch werden Geheimnisse der Astronomie und sphärischen Mathematik beurteilt. Fehlerhafte Logarithmentabellen und fehlende Sinustafeln repräsentieren in diesem Zeitalter der Geheim- und Arkanwissenschaften eine Provokation der hellsten Köpfe der Wissenschaft und der Astronomie. Doch was darf der Naturwissenschaftler und Mathematiker wissen und dem Kaiser, dem Papst und dem Erzmagus vorenthalten? Gewinnen feindliche Staaten dadurch militärischen und wirtschaftlichen Vorsprung? Dazu lebt man in einer Zeit des Aufbruchs zu neuen Kontinenten und der Revolution des ptolemäischen geozentrischen Weltbildes in ein kopernikanisches heliozentrisches. Sowohl für die Verbesserung der Kenntnisse über die Erde als auch für die Bestimmung des echten Weltbildes benötigt man genauere astronomische Beobachtungsdaten und zu ihrer trigonometrischen sphärischen Positionierung eine wesentlich grössere Rechenkapazität. Sie entsteht durch Logarithmentabellen und Sinustafeln in Bürgis Artificium auf völlig neue Weise.

Wer nicht schweigt, wird zum Verstummen gebracht.

Die Verweigerung von Obrigkeits-Gehorsam und die Konsequenzen gebrochener Schweigevereinbarungen sind für uns kaum noch vorstellbar – da walten der Hexenhammer und die hochnothpeinliche Befragung. Dabei leben Bürgis Zeitgenossen des 16./17. Jahrhunderts in gewaltiger Verunsicherung; viele alte Werte erweisen sich als trügerisch. Die grossen Konfessionskämpfe der Lutheraner, der Zwinglianer, der Calvinisten, der Hugenotten und der Anglikaner gegen die katholische Kirche oder das gegenreformatorische Kaiserreich – manchmal auch gegen eigene Splittergruppen wie die Wiedertäufer oder Schwenckfeldianer – bringen Vertreibung, Hunger und Tod. Umso mehr gewinnen Geheimbündnisse an Zulauf, geheime Schweigevereinbarungen an Bedeutung Alchemisten an

Kredit und Engelversteher an Verständnis und Gehör; hingegen droht Plagiateure die Verschärfung ihres Strafmasses und Gotteslästerern die öffentliche Verbrennung auf dem Scheiterhaufen. So hatte Kaiser Rudolf II. unter der Uhrenmacherwerkstatt auf dem Hradschin – von 1603 bis 1630 Jost Bürgis Werkstatt – seine alchemistischen Goldschmelztigel 1588 für einen alchemistischen Versuch durch John Dee mit Magier und Engelskundschafter Kelley freigegeben. Andererseits war Tycho Brahe nah dran, dass sein verhasster Vorgänger im Amt Ursus Reimers wegen eines Plagiatvorwurfes gevierteilt worden wäre. Giordano Bruno verbrannte 1600 in Rom auf dem Scheiterhaufen so wie schon Patrick Hamilton in Edinburgh bereits 72 Jahre zuvor ebenfalls im Namen der Kirche. Auch Nikolaus Reimers und Johannes Kepler waren von Bürgi in strengste Schweigegelübde eingebunden, ebenso wie Johannes Kepler von Tycho Brahe und anschliessend von Brahés Erben. Galileo Galilei und Kepler landeten mit ihren Büchern auf dem Publikationsindex, bzw. im Hausarrest. Erst im Jahre 2015 stellte man fest, dass das Schweigen über die Artificium-Lösung wahrscheinlich vor 1600 gebrochen worden war, doch kam sie dabei wieder in den Besitz einer Gruppe, die ihrerseits zu Geheimhaltung verpflichtet war.

Bürgis *Artificium*: eine epochale, aber vielerorts verkannte Leistung!

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 zu dieser Zeit bei Prag weilende britische Mathematiker, Astronom, Nautiker, Kartograph und Geheimagent John Dee.

Der Münchner Wissenschafts- und Mathematikhistoriker Menso Folkerts hat dieses Kunstweg-Dokument des *Fundamentum Astronomiae* entdeckt und beschreibt dessen historische Bedeutung aus heutiger Kenntnis der Wissenschaftsgeschichte wie folgt:

1. In der Astronomie war es seit jeher 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/Sinus-Werte 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 meine 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 er 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 kommt.

Was sucht John Dee tagelang in Kassel?

Die aktuelle Bürgiforschung beschäftigt sich nach der Auffindung seines Kunstweges mit den Auswirkungen auf die Mathematik und Technik der Neuzeit. Ein Schlüsselpunkt dabei ist die Frage, wie er nach England kam. Die meisten Tagebuch-Editionen John Dees überspringen die Zeit geradezu, als er im Frühjahr 1589 von Trebona in Südböhmen nach Bremen reist. Bei der Tagebuch-Editorin Charlotte Fell-Smith legt er in fünf kurzen Zeilen den fast tausend Kilometer langen Weg in sechs Wochen zurück, ohne dass ein Kassel-Aufenthalt erwähnt wird. Hat er so negative Erfahrungen gesammelt, dass er daran nicht erinnert werden möchte, oder gibt es doch noch Hinweise in anderen Tagebuch-Publikationen?



© Museumslandschaft Hessen Kassel

Oben: Landgraf Wilhelm IV. von Hessen-Kassel und Stadtschloss. – Unten: rechts John Dee (1527–1608), 67-jährig. (Bild aus dem Jahr 1594 eines unbekannten Malers. Ausgestellt im Ausholen Museum, Oxford, UK.)



Eine solche Recherche gibt Gelegenheit, die Kasseler Welt kennenzulernen, in der Bürgi zuhause ist und Dee fast eine Woche lang etwas ganz Spezielles sucht.

Damit die Anreise etwas kurzweiliger wird, beschreiben wir hier schon den Ort, in dem Dr. John Dee in Bälde eintreffen wird, und seine wichtigsten Gesprächspartner: „Im imposanten Stadtschloss des Landgrafen Wilhelm IV. von Hessen-Kassel verbreitete sich die Nachricht wie ein Lauffeuer: ein von Nürnberg aus abgesandter Kurier hatte seiner Durchlaucht mitgeteilt, dass man ihm in wenigen Tagen gerne Aufwartung machen werde und dankbar sei, wenn man sich hier in der nordhessischen Metropole zu einem Zwischenhalt einquartieren dürfe. Bis man eintreffe, dürften noch zwei Wochen verstreichen. Man wolle nach dem Angebot der nach Köln zweitgrößten Stadt Deutschlands Nürnberg auch in Frankfurt auf der Frühjahrsmesse die Neuheiten kennen lernen und nehme schon alleine aus Sicherheitsgründen die Reichshaupttroute über Rothenburg ob der Tauber, Würzburg und die dem Mainfluss entlang verlaufende Strasse nach Frankfurt, und nicht die zwar kürzere aber unsichere Strecke durch den Spessart und über die hohe, im April dieser kalten Jahre noch vereiste Röhn, um nach Kassel zu gelangen – man wird später von einer kleinen Eiszeit sprechen, die Mitteleuropa wegen nicht fertig reifenden Feldfrüchten mit Hunger und Krankheiten plagt. Man sei nach nunmehr sechs Jahren Aufenthalt in Polen, Prag und dem böhmischen Trebona auf dem Heimweg nach England, wolle von Kassel aus nach Bremen weiterreisen und dann im Spätherbst von Stade aus die Elbe abwärts durch die Nordsee in die Themsemündung segeln und bei Mortlake kurz vor London an Land gehen.

Mit drei Vierspännerkutschen auf Rückreise

Diese Botschaft an den *Wilhelmus bel gratia Hassia Landgravius, comes de Katzenellnbogen, Dietz, Zigenhain, et Nidda* hatte dem Kurier ein Joannum Dee mitgegeben, also der in England als „the Queen’s conjurer“ bekannte Dr. John Dee. Einen Dokortitel, raunen einige seiner Biografen zu Unrecht, habe er nie von einer Universität erhalten*, sondern sei ihm von seinen beeindruckten Gesprächspartnern respektvoll angedient worden aufgrund seines mathematischen Wissens, seines sprachlichen Könnens, seiner Beziehungen zu den höchsten Herrscherhäusern und nicht zuletzt wegen seines imposant durchgestylten und souveränen Auftretens. Der wahrscheinlich so oder ähnlich angekündigte Treck traf um den 23. März 1589 alten Stils in Kassel ein. Alten Stils deswegen, weil sich Hessen-Kassel zum protestantischen Glauben bekannte und die Gregorianische Kalenderreform von 1583 nicht mitgemacht hatte und somit zehn Tagen hinterherhinkte: im katholischen Prag schrieb man am gleichen Tag schon

* Das stimmt für seine ersten sechs Lebensjahrzehnte, nicht mehr jedoch seit seinem Aufenthalt in Prag, wo ihm auf Empfehlung des Vizekanzlers seiner Majestät Jacob Kurtz von Senftenau in der Karlsuniversität der Doktorhut aufgesetzt wurde.

den 2. April 1589 n. S. (neuen Stils) auf die Briefe. Er sei schon kurz nach seiner Ankunft in Frankfurt – 26. März a. S. – dort wieder abgereist, notiert er in sein Tagebuch. so dass er spätestens am 3. April 1589 in Kassel eingetroffen sein muss. Und wie prunkvoll er in Kassel eintrifft! Mit drei komfortablen Vierspänner-Kutschen sowie begleitet von einer kleinen Schutztruppe hessischer Soldaten – die Wilhelm IV. an der Landesgrenze für ihn bereitgestellt hatte – und eskortiert von drei mit Faustfeuerwaffen ausgestatteten Musketieren zieht John Dee in Kassel ein, begleitet von seiner schwangeren Frau, seinen sieben Kindern, seinem persönlichen Mitarbeiter und Kurier Edmund Hilton sowie Kindermädchen.

Ein Hofuhrmacher, der Mathematikprofessoren übertrifft

Das Wilhelminische Kassel war eine der modernsten Residenzstädte des Heiligen Römischen Reiches Deutscher Nation. Aber diese Nation war kein einheitliches Gebilde sondern ein Fleckenteppich aus über dreihundert Gebieten hoher Autonomie und Heterogenität wie Abteien, Erzstiften, Freigrafschaften, Fürstentümern, Grafschaften, Grossfürstentümern, Grossherzogtümern, Herrschaften, Hochstiften, Herzogtümern, Königreichen, Kurfürstentümern, Ländern, Landgrafschaften, Markgrafschaften, Reichsstädten und Propsteien, damals noch einschliesslich der sich bereits herauslösenden und im Westfälischen Frieden auch de jure Eigenstaatlichkeit gewinnenden Eidgenossenschaft und der Niederlande. Der Landesherr dieser Landgrafschaft Hessen-Kassel Wilhelm IV. wurde von keinem Geringeren als dem grossen französischen Reformpädagogen Albertus Ramus als „zweiter Ptolemäus“ titulierte mit Kassel als dem nordischen Alexandria. Dr. John Dee fühlte sich hier auch verstanden wie nirgends sonst. Ein Landesfürst, der sich selbst der Astronomie widmete und den darüber hinaus Joachim Camerarius d. J. „als den herausragenden botanisch kundigsten Fürsten seiner Zeit“ bezeichnet. Der nicht nur einen hochqualifizierten Astronomen namens Christoph Rothmann im Team hatte, sondern auch einen Uhrmacher, der ebenfalls ein guter Mathematiker und der in der Lage war, noch manchem Professor dieser Disziplin die Prosthaphärese zu verkürzen. Da hatte es in der Person von Landgraf Wilhelm IV. von Hessen-Kassel wahrlich mindestens einer der Regierenden geschafft, das modernste Zentrum der Astronomie der Frühen Neuzeit aufzubauen, wohlwollend stolz, aber auch gleichzeitig neidisch beobachtet von seinem politisch und wirtschaftlich mächtigen kursächsischen Schwager in Dresden, aus dessen Sammlung von Uhren und Preziosen später der Grüne Salon entstehen wird. Dieser Wilhelm ist fünf Jahre jünger als Dee selbst, aber in Mathematik und Astronomie so beschlagen wie kein anderer Spross der Adelsfamilien, die John Dee auf dem Kontinent kennengelernt hatte. Dieser Landgrave William the Fourth of Hessen-Cassel hatte in Strassburg Conrad Dasypodius d. J. als Mathematiklehrer gehabt und bereits als Student selbst die Himmelsereignisse beobachtet. Vater und Sohn Dasypodius wiederum

waren dem Altphilologen und Mathematiker Dee ein Begriff: der erste, weil er ein Altgriechisch-Latein-Dictionnaire sowie Übersetzungshandbücher in weiteren Sprachen veröffentlicht hatte; und der Sohn, weil dieser die im ganzen Abendland bewunderte zweite Version der astronomischen Uhr des Strassburger Münsters berechnet und mit den Uhrmachern der Familie Habrecht gebaut hatte, die dazu aus den Hochrheinstädtchen Diessenhofen und Schaffhausen in die elsässische Metropole gekommen waren.

Camerarius d. J. ist die Verbindung von Bürgi zu Wilhelm IV. und zu Gessner.

Lange Jahre hatte man geglaubt, Wilhelms IV. Hofuhrmacher Jost Bürgi habe in Strassburg bei den Uhrmachergebrüdern Habrecht während des Baus der astronomischen Münsteruhr das Uhrenmacherhandwerk erlernt und dabei auch Wilhelm IV. kennengelernt. Dieser erstmals von Rudolf Wolf vor 150 Jahren geäusserten Vermutung widersprechen heute mit Ludwig Oechslin, Günter Oestmann und Denis Roegel gleich drei Koryphäen dieses Gebietes. Unbestritten ist bis jetzt die im Jahr 2013 erstmals vom Autor begründete These eines Aufenthaltes Jost Bürgis in Nürnberg, wo er im Jahre 1575 den von Christian Heiden begonnenen aber darob verstorbenen Himmelsglobus fertigstellt. Dazu ist gerade im 500-Jubiläumsjahr des grossen Schweizer Naturforschers Conrad Gessner interessant, dass der Nürnberger Stadtarzt Joachim „Kammermeister“ Camerarius d. J. (1534–1598) im Juni 1579 einen Brief von Wilhelm IV. erhielt, in dem er über deren gemeinsames Interessengebiet der Botanik und Wilhelms geplante Botanik-, Zoo- und Lustgärten hinaus anmerkte, gerade auf der Suche nach einem Uhrmacher zu sein. Joachim Camerarius d. J. seinerseits ist befreundet mit Nürnberger Astronomen und Instrumentenherstellern* wie Jost Bürgi, denn schon einen Monat später stellt sich Bürgi in Kassel bei Wilhelm IV. in Kassel vor und unterschreibt den ihm offerierten grosszügig dotierten Anstellungsvertrag als Hof- und Kammeruhrmacher. Nun ist Camerarius d. J. auch der Mann, der nach dem Tode Conrad Gessners dessen Bibliothek und grosse Teile dessen Nachlasses übernimmt, wobei zwei Drittel der Kaufsumme von niemand anderem als Wilhelm IV. als Mäzen stammen. Bekannt geworden ist Camerarius' d. J. vor allem durch sein 1589 publiziertes Kräuterbuch von Pietro Andrea Mattioli, das er übersetzte und durch eigene Beschreibungen sowie durch Angaben bereicherte, die er im Gessner-Nachlass entdeckt hatte. Conrad Gessner (1516–1565) seinerseits war Schulkollege des Feldkirchers Joachim Rheticus an der Zürcher Fraumünsterschule gewesen und damit beide Schüler des Frauenfelder Gräzisten Conrad Dasypodius, dessen Sohn Peter wiederum Wilhelm IV. von Strassburg her kannte.

*) Als Tycho Brahe 1575 von der Krönung Rudolfs von Habsburg zum Deutschen König in Regensburg nach Dänemark zurückreist, verbringt er mit seinen beiden Augsburger Freunden sowie mit Camerarius d. J. und Christian Heiden in Nürnberg eine langdurchzechte Nacht. Wenige Monate zuvor hatte Brahe Wilhelm IV. auf seiner astronomischen Sternwarte in Kassel besucht.

Auch konfessioneller Gleichtakt zwischen Dee, Bürgi und Wilhelm I.

Eine weitere gute Verständnisbasis zwischen John Dee besteht in konfessionellen Fragen. Wilhelm IV. ist aufgrund der Heiratspolitik der Habsburger einer der zahlreichen Onkel des Habsburger Kaisers Rudolf II.

und diesem in seiner Faszination für die Wunder der Natur und der Technik zugetan – was auch für Dr. John Dee gilt. Doch er ist anderer Ansicht in Religionsfragen als der von gegenreformatorischen Kräften immer intensiv bedrängter Kaiser Rudolf II. und hatte für sein Herrschaftsgebiet den lutherisch-protestantischen Glauben eingeführt mit starker Affinität und späterem Wechsel zum Calvinismus. Hatte doch bereits Wilhelms Vater Philipp der Grossmütige 1529 versucht, mit der Einladung des Wittenberger Reformators Martin Luther und des in Zürichs Grossmünster predigenden Toggenburgers Huldrych Zwingli zur Marburger Disputation eine koordinierte protestantische Haltung hinzubekommen – ein Unterfangen, das misslang und wegen des kurz darauf in der Schlacht bei Kappel umgekommenen und rigoros gegen die sogenannten Widertäufer vorgehenden Huldrych Zwingli in dieser Form nicht mehr fortgesetzt werden konnte. Über Zwingli hatte Wilhelm IV. auch mit dem seit 1579 bei ihm beschäftigten Uhrenmacher Jost Bürgi gesprochen und der hatte ihm von einer Konferenz in seinem dem Bistum St. Gallen zugehörenden aber den protestantischen Glauben zugewandten Toggenburger Heimatort Lichtensteig erzählt, die Zwingli geleitet habe und bei der Bürgis Grossvater Lienz als Stadt- und Landwaibel den sofortigen Vollzug der Ertränkung von drei solcher dort anwesenden Wiedertäufer in die Wege hinab zur Thur zu leiten hatte. Ein Ereignis, das man ja heute in der 1548 erschienenen Stumpf-Chronik über die Eidgenossenschaft nachlesen könne. Ja, wie es denn dem Schweizer Uhrenmacher so gehe, den er ja schon bei seiner ersten Kassel-Visite im Juni 1586 kennenlernen durfte, könnte der von der exakten Handwerkskunst begeisterte John Dee gefragt haben, hatte er selbst doch beim grossen Kartographen Gerardus Mercator vor vier Jahrzehnten in Louvain in den Spanischen Niederlanden dessen Kartenmacher-Handwerk erlernt und von ihm einen astronomischen metallenen Grosskreis sowie je einen Erdglobus und Himmelsglobus mit in seine Bibliothek in Mortlake zurückgebracht.

Bürgis Sekundenuhr: Wie ein langsam gesungenes Lied

Bis zu diesem ersten kurzen Zusammentreffen 1586 mit Bürgi hatte Dee noch geglaubt, er sei im Besitz der einzigen Tischuhr mit Sekundenzeiger, die ihm der bekannte englische Uhrenmacher Dibbley gefertigt hatte: doch sprang dieser Zeiger nicht im Sekundentakt, sondern in Abständen von einer zehntel Minute – also von 6 auf 12, 18 usw. alle sechs Sekunden. Aber selbst damit sei über die Genauigkeit auf 24 Stunden aber noch nichts ausgesagt, denn man müsse sie wie alle ihm bekannten Uhren auch alltäglich nur um etwa 15 Minuten nachjustieren – bei Bürgis 1584/5 fertiggestellter und mit automatisiertem Zwißchenaufzug sowie Kreuzschlaghemmung ausgestatteter Observationsuhr betrug die mittlere Abweichung lediglich noch ein Fünftehtel davon, nämlich nur noch eine Minute. Kürzlich habe sich auch der mit Wilhelm IV. und Hofmathematicus Christoph Rothmann befreundete Tycho Brahe von der Venus-Öresundinsel (Hven) nach der

Länge einer Sekunde erkundigt, und Rothmann habe ihm mit einem Beispiel aus der Musik geantwortet – Neoplatoniker waren sie wie Kepler fast alle, die an Sphärenklänge und platonisch-pythagoräische Harmonien glaubten!

«**Kleinste Note in einem mässig langsamen Lied**». Wie man sich ein Zeitintervall von einer Sekunde vorzustellen hat, weiss im Jahre 1586 ausserhalb der Sternwarte von Kassel noch niemand. Der Kasseler Hofastronom Christoph Rothmann beschreibt die gefühlte Dauer dieser neuen Zeiteinheit deshalb notgedrungen in Worten: «Die Dauer einer Sekunde ist nicht so sehr kurz, sondern kommt der Dauer der kleinsten Note in einem mässig langsamen 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.»

Von Supernovae und Sternkatalogen

Unterschiedlicher Auffassung war man hingegen über die Bedeutung und die Bewegungsrichtung des 1572 sowohl von Wilhelm als auch von John Dee beobachteten Himmelskörpers: John Dee, der wie Wilhelm Tausende von Himmelserscheinungen beobachtet hat, war der Auffassung, das Objekt habe sich von der Erde entfernt, sei seine Helligkeit doch immer schwächer geworden. Brahe und Wilhelm kamen zu einem anderen Schluss über diese – wie wir heute wissen – Supernovae, deren Echo hochsensible Messstationen auch heute noch nachzuweisen in der Lage sind; vergleichbar Keplers Stern von 1604, der letzten Supernova unserer Galaxis des vergangenen Jahrtausends. Die folgenden fünf Tage boten noch Gelegenheit genug, auch mathematische Themen aufzugreifen, die zum Schwerpunkt wurden wie ein Dee-Biograf vermerkt, aber auch über den ersten Sternkatalog der Neuzeit zu sprechen, der in Kassel vor zwei Jahren abgeschlossen werden konnte und die Positionen von 373 Fixsternen enthielt, die durch Rothmann und Bürgi sowie ebenfalls durch qualifizierte Sternwartegäste wie Rothmanns Bruder Johann und Raimarus Ursus neu erfasst wurden. Gerade war man in Kassel daran, eine endgültige Fassung auf Pergament zu dokumentieren. Nicht etwa in Kassel, Nürnberg, Prag oder Frankfurt wird dieses revolutionäre Werk nach seiner erst 1666 erfolgten Publikation im Anhang von Brahes Verzeichnis veröffentlicht, sondern – man rate und staune – innerhalb der illustren Reihe *Historiae coelestis Britannicae* von John Flammstead posthum 1725 in London. Ob die Vorlage mit dem Schöpfer und Promotor des Begriffs Britannien John Dee den Channel überquerte, ist nicht bekannt, aber wahrscheinlich. Man weiss nur, dass John Dee dem Landgrafen einige Karten aushändigte, die Sir Francis Drake bei seiner Weltumsegelung erfasst hatte mit bisher unbekannten Gebieten. Bei so vielen geheimen Informationen gleich zu Beginn dürften sich auch die Herzen der Gastgeber geöffnet haben als es auch um andere vertrauliche Dinge ging.

Bürgis Kunstwegrätsellösung in nur fünf Tagen ausgekundschaftet

Der Mathematik widmete man sich nicht nur aussergewöhnlich lange, weil hier mit Wilhelm IV., Christoph Rothmann und dem mathematisch ebenso kompetenten – oder sogar überlegenen – Jost Bürgi Fachleute als Gesprächspartner vorhanden waren, sondern weil es ein hartes Rätsel zu lösen galt, bevor man weiterreisen konnte. Es bestand aus einem Torso einer speziellen zahlenlosen Tabelle, ergänzt durch eine Handvoll Hinweise, die noch immer für Diskussionen, Missverständnisse und Aufregung sorgten und die man am Ort ihres Entstehens hier in Kassel direkt beantwortet haben wollte. Dieses Rätsel hatte Bürgi-Freund Nikolaus „Ursus“ Reimers 1588 veröffentlicht, ohne dass es jemand gelungen wäre, hinter sein Geheimnis zu kommen. John Dee – in Tat und Wahrheit mit 007 zeichnender Geheimdienstbeauftragter der englischen Königin Elizabeth I. – wäre nicht persönlich erschienen und hätte auch nicht so lange Zeit in Kassel verbracht, wenn es einfach zu lösen gewesen wäre. John Dee konnte aufgrund seines immensen Wissens mit allen auf ihrem Gebiet die richtige Gesprächsebene und Interessenlage ansteuern: mit Bürgi die Uhren, Globen und die Mathematik; mit Wilhelm zusätzlich die konfessionelle Reformbewegung unter der Bedrohung im Zeichen der jesuitischen Gegenreformation – gegen deren Dominanz er selbst den protestantischen Rosenkreuzerorden ins Leben gerufen hatte. Und mit Christoph Rothmann, dem Kenner der Mathematik und Verfasser eines erst viel später edierten Handbuches der Astronomie, ebenfalls auf sehr hohem Niveau in all diesen Gebieten der Mathematik und Astronomie aber auch des humanistischen Bildungskanons.

Ein frustrierter Hofastronom ist schwächste Stelle

Es kann durchaus so gewesen sein, dass die beiden Freunde John Dee und Wilhelm IV. im vertraulichen Gespräch unter vier Augen als Chefsache erörterten, wie denn die Lösung des Rätsels aussehe, das der ehemalige Schweinehirte Ursus Reimers von Bürgis Artificium veröffentlicht hatte. Man könne untereinander doch so offen über Dinge reden, die für die Allgemeinheit ohnehin Bücher mit sieben Siegeln seien, so wie er ihm ja auch geheime Karten von Drakes Weltumsegelung mitgebracht habe. Er, John Dee selbst, reise ja nun mit der Zusicherung, dieses Geheimnis nur für sich zu behalten, ohnehin nach England zurück. Wenn Rothmann von Wilhelm IV. in einer so kleinen vertraulichen Runde hinzugerufen worden wäre, John Dee in die Lösung einzuweißen, so wäre das nicht verwunderlich; es wäre vielleicht sogar die Erklärung die Ursache für eine lebenslängliche Pension, die Wilhelm IV. und sein Sohn Moritz an Rothmann bis 1603 entrichteten, obgleich er nach einem Besuch bei Brahe 1591 nicht mehr zur Arbeit erschienen. Genauso gut möglich ist aber, dass Rothmann aus eigenem Antrieb so gehandelt hat, war er doch zutiefst verbittert darüber, wie ein gewöhnlicher Uhrenmacher-Handwerker mit nur sechs Schuljahren von höchster Stelle mehr Beachtung erhielt als er selbst. Das hielt er in dieser Umgebung nicht mehr lange aus; ihn plagten nicht nur die Auswirkungen

einer Syphilis – in Deutschland die „Französische Krankheit“ genannt, in Frankreich „La maladie allemande“ – sondern ihn plagte mehr und mehr der Neid auf diesen Automatopaeus (den er nie mit seinem richtigen Namen ansprach oder schrieb) und immer stärkere Depressionen. Wenn er nur etwas mehr Vermögen hätte, um auf diesen Arbeitslohn verzichten zu können, dessen Auszahlung damit verbunden war am Arbeitsplatz täglich diesem nicht einmal des Lateins mächtigen Illiteratus zu begegnen. Im Frühjahr des nächsten Jahres werde er seinen guten Freund und Korrespondenzpartner Tycho Brahe aufsuchen – und vielleicht nie mehr in diese Räumlichkeiten zurückkehren müssen, könnte er unter vier Augen zu seinem Korrespondenzpartner und Freund vertrauensvoll John Dee gesagt haben, dem Mann von Welt und Esprit. Natürlich wusste Dee auch über die Unverträglichkeit Rothmanns und Reimers' Bescheid. Doch auch er – John Dee selbst – stand immer mehr in der Kritik, vor allem weil er Jahrelang das rücksichtslose und kriminelle Gebaren seines Partners und Angestellten Edward Kelley in Bezug auf Engelsgespräche und alchemistische Versuche nicht erkannt hatte und jetzt mit einer schwangeren Gattin nach Hause kehrte, die er im von Kelleys Engel befohlenen Partnertausch während dem Akt stöhnend leiden sah. Da war der Landgraf Wilhelm IV. ein treuer Geselle, der sich gemäss des von Martin Luther geschriebenen Kirchenliedes wie eine Trutzburg gegen alle schlecht über ihn redenden Zeitgenossen verhielt: „Ein feste Burg ist unser Gott, ein guter Wehr und Waffen“. Verschiedenen Persönlichkeiten schrieb Wilhelm IV. auf Wunsch Rothmanns Briefe, in denen er sich für John Dees guten Ruf einsetzte. Dee hat von seinem Besuch in Kassel nichts aufgeschrieben, was ihn komprimieren könnte, aber alles deutet darauf hin, dass er aus Kassel mitnehmen konnte, was sonst niemand in der Lage war, zu lösen.

Sechs Jahre als 007-Geheimagent der Königin auf dem Kontinent

Dr. John Dee ist seit 1583 nun bereits sechs Jahre auf dem Kontinent und wurde nach dem Sieg über die Spanische Armada, zu dem Dees Hinweise aus Prag entscheidend beigetragen haben, von der Königin Elizabeth I. als einer ihrer persönlich wichtigsten wissenschaftlichen Berater nach London zurückgerufen. In den letzten Jahren hatte sich John Dee mit seinem Bekannten Kelley und dem polnischen Adligen Lasky auf dessen Gut der Erforschung von Engeln und der alchemistischen Herstellung von Gold gewidmet und war in Krakau verschiedentlich Gast des polnischen Königs Stefan I., bis man 1586 nach einem Umweg über Erfurt, Gotha und Kassel nach Trebona ins Böhmisches dislozierte, wo man 2 ½ Jahre Gast des Böhmisches Vizekönigs und Kaiserfreundes Wilhelm von Rosenberg ist. Nun führt der Weg seit dem 13. März 1589 von Trebona aus nach Bremen, um dort über Stade einzuschiffen und vor Ende 1589 wieder in Mortlake zu sein, seinem Heim in der Nähe von London. Die Königin hätte es zwar gerne gesehen, dass er früher nach England zurückgekehrt wäre – er habe aber

noch wichtige Nachforschungen zu tätigen, beschied er sie geheimnisvoll und lapidar. Dieser Kunstweg gehörte sicher dazu. Bei diesem langen Aufenthalt in Kassel konnte er mit seinem Angestellten Edmund Hilton alle Register der Abschöpfung des Wissens seiner Gesprächspartner ziehen. Die besten Ansätze vermutete der Kenner menschlicher Eitelkeiten zu Recht zwischen Bürgi und Rothmann, von dem auch die Lösung gekommen sein dürfte. Geld, um eine sonst verschlossene Schublade, oder auch einen sonst schweisgsamen Mund öffnen zu lassen, hat John Dee immer genügend dabei. Auch dazu, falls ihn jemand trotz seiner zauberhaften Fingerfertigkeit beim Entwenden oder unerlaubten Abschreiben eines Dokumentes in seiner Geheimschrift beobachtet haben sollte, so konnte die von ihm dazu verwendeten Zeichen niemand entziffern. Sollte er jemals dabei ertappt werden und alle pekuniären Angebote nichts helfen, so konnte es zum Streit kommen. Hie und da konnte ein solcher Streit auch bewusst provoziert oder inszeniert sein – nämlich dann, wenn man den Hehler als angeblichen Verteidiger des Gutes durch inszenierte Beschimpfung weiss waschen will. So vielleicht geschehen im Oktober 1589 in Aula Caesareum (Elze) mit dem Kasseler Hofmathematicus Christoph Rothmann oder mit Raimarus Ursus, nachdem dieser ihn bei seinem Ende März in der astronomischen Sternwarte zu Kassel durchgeführten Besuch nicht mit der Artificium-Lösung ausstatten konnte, so dass ein zweites Treffen nötig wurde, aber nicht auf Hessischem Boden.

Konspirative Tricks

In den meisten Tagebuch-Editionen John Dees fehlen all diese Kasseler Insider-Angaben. Kein Wort vom so begehrten Kunstweg! Bürgi und Reimers? Fehlanzeige. Nach einem missratenen Prager Goldgewinnungsversuch und der Verabschiedung von Kelley in Trebona/Böhmen nach Nürnberg und nach Frankfurt on Mains(!); am 17. April 1589 ist man in Bremen. In Wirklichkeit sieht es aber so aus: Als John Dee am 9. April 1589 a.S. wieder aus der Residenzstadt abreiste, hatte er sechs Tage in Kassel verbracht – weitaus mehr als sonst an einem anderen Ort seiner Reise zwischen Trebona und Bremen. An der hessischen Nordgrenze nahm den Treck wieder die von John Dee bezahlte, aus bis zu 24 Soldaten bestehende privat angeheuerte Schutztruppe in Empfang. Und am 19. April n.S. in Bremen angekommen, liess er die zwölf in Ungarn von seinem getreuesten Gefolgsmann Hilton erworbenen Kutschenpferde dem Landgrafen als Dank für den Begleitschutz durch sein Gebiet überbringen.

Dort erhält er einen Brief von Wilhelm IV, in dem dieser sich für die zwölf ungarischen Kutschenpferde bedankt, die ihm Dr. Dee als Entschädigung für das freie Geleit durch hessisches Territorium nach seiner Ankunft in Bremen zugeschickt hatte. Dort hält er Hof, indem Dr. John Dee mit Gattin alle erreichbaren, ihn interessierenden Persönlichkeiten zu sich laden bis er Anfang Dezember von Stade nach London einschifft. Nach Aula Caesaris hatte der beschimpfte Mathematicus vielleicht auch das gewünschte

Schriftstück mitgebracht und dafür genügend Geld erhalten, so dass er endlich die Arbeit in der astronomischen Sternwarte niederlegen konnte, sobald sich Gelegenheit dazu bot. Tagebuchcheck: Dr. John Dee war also nach der Publikation von Bürgis Artificium-Kunstweg-Rätsel gar nicht in Kassel und hat weder den ohnehin verschwiegenen uhrenbauenden Mathematiker Jost Bürgi zum Reden gebracht noch einen seiner beiden Gehilfen, noch diesen arroganten Hofmathematiker Christoph Rothmann, mit dem er sich ja eigentlich blendend verstand oder war der Übeltäter gar Ursus Raimarus, der Bürgis Artificium so unprofessionell publiziert hatte, dass man sich über diesen plumpen Verrat und die jetzige Geheimnistuerei nur ärgern kann. Wäre da nicht im Staatsarchiv Marburg noch die handschriftliche Kopie eines Briefes aufgetaucht, den Wilhelm IV am 2. November 1589 an Dr. John Dee in Bremen zur Verteidigung seines Mathematicus geschrieben hat – und zu dem Dees Brief in dem er sich über den Hofmathematiker beschwert, fehlt wie alle anderen Briefe auch. Also war Dee doch in Kassel; aber vielleicht erst in Aula Caesareum erfolgreich. Später trifft er in London mit Thomas Harriot zusammen, der anschliessend 1596 mit Henry Briggs auf der Gresham College Gehaltsliste steht. Briggs und Harriot sollen es gemäss englischen Quellen auch gewesen sein, die beide gleichzeitig plötzlich mit Differenzen und Quinquisition arbeiteten. Vielleicht übergibt Dee die Kunstweg-Lösung den beiden aber auch erst 1598, als er länger als ein Jahr lang nicht in Manchester weilt, sondern in London für sein Christ's College Geschäfte tätig. ¹⁰

Napier und Bürgi: Logarithmen-Erfinder

Seit Weihnachten 1589 ist John Dee wieder in England zurück und in Nähe der Königin. Belastet mit seinem Erzmagus-Image fällt es schwer, eine seiner hochqualifizierten Persönlichkeit entsprechende Aufgabe zu finden. Der Kunstweg ist ohnehin kein Thema, scheint nach wie vor unlösbar zu sein, gerät aus dem Blickfeld und zunehmend in Vergessenheit; die Prosthaphärese hingegen zum astronomischen Rechenverfahren der Wahl – von Jost Bürgi in seiner reinsten und effizientesten Form realisiert. Da erscheint 1614 in Schottland plötzlich ein Buch mit dem Titel *Mirifici logarithmorum canonis descriptio* von John Napier. Der Grundsatz der Prosthaphärese, Multiplikationen in Additionen sowie Divisionen in Subtraktionen umzuwandeln wird dabei über Hilfsverhältniszahlen noch konsequenter realisiert – Napier gibt ihnen kurz vor Druckbeginn anstatt der Bezeichnung „Kunstzahlen“ noch den Namen Logarithmen. Bürgi hatte schon über ein Jahrzehnt zuvor den gleichen Schritt gewagt, und seine 59 Tabellenseiten „Aritmetische und Geometrische Progresstabulen“ genannt und seither damit gerechnet. Dass er sie nicht vor 1614 veröffentlichte, hat mehrere Ursachen, die in der Bürgi-Biografie diskutiert werden.

In der Zwischenzeit tritt der Londoner Mathematiker Henry Briggs auf den Plan. Das Resultat seines Verbesserungsvorschlages zu den Napierschen Logarithmen wird 1624 veröffentlicht, und zwar ohne sie noch mit dem Namen des Erfinders Napier zu benennen. Auch bei den von Briggs beigesteuerten Elementen wie der Quinquisection und der Subtabulation reissen Fragen auf. Erst einer Verkettung glücklicher Zufälle ist es zu verdanken, dass diese Fragen eine Erklärung finden. Wann das war? Soeben mit Menso Folkerts und Dieter Launerts Berichten und mit dieser Publikation aus dem Frühjahr 2016 zum Bürgi-Symposium. Sie schildert die Entstehungsgeschichte.

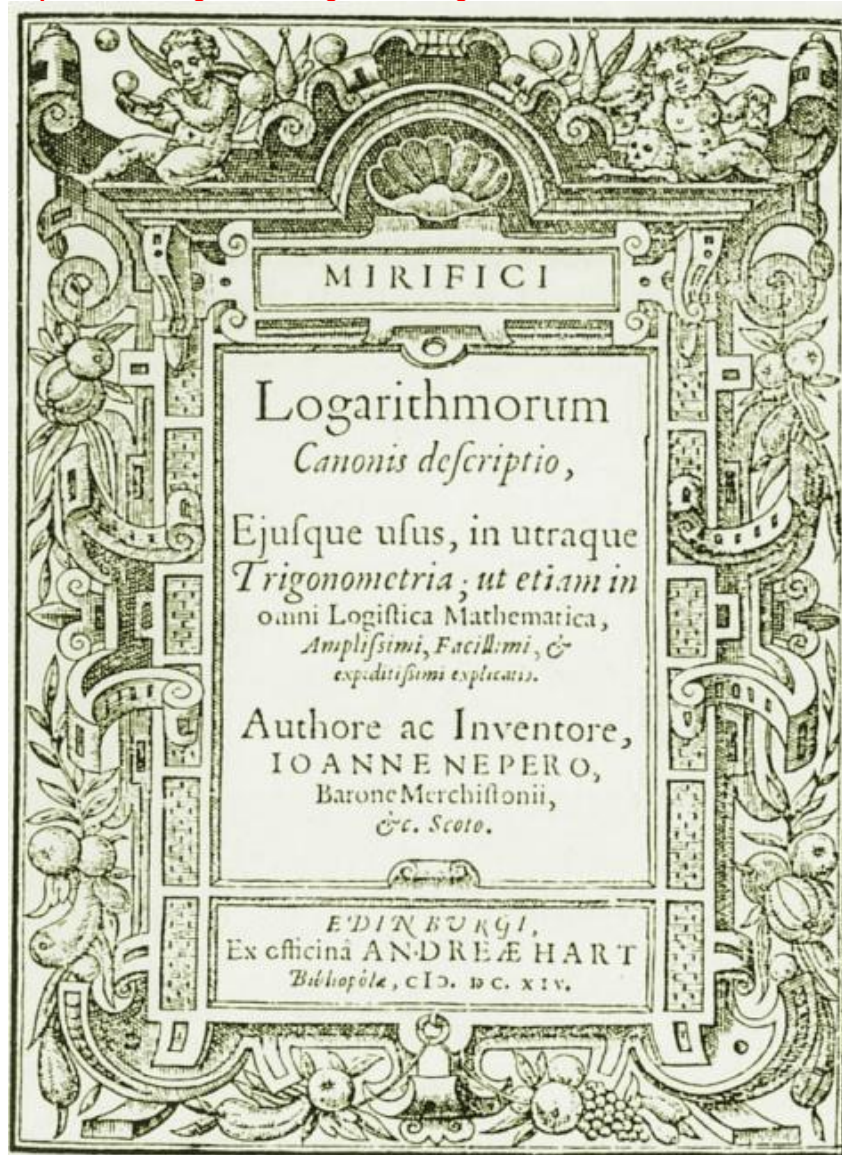
Doch was geschieht mit den originären Werken der Erfinder Napier und Bürgi? Napiers und Bürgis Logarithmen tauchen nur als historische Meilensteine auf – benutzt wird die Briggsche-Vlacqsche Variante. Und dann nach dreieinhalb Jahrhunderten macht der Computer die logarithmischen Rechenwerkzeuge obsolet – ihre Funktion natürlich nicht. Sie ist als Inverse der Eulerschen Zahl e in unzähligen Systemen integriert und wirksam.

Doch denken wir auch hier an die Logarithmen; dass sie erfunden wurden, verdanken wir Bürgi und Napier; dass sie so effizient wurden, verdanken wir Bürgi und Briggs. Stellen wir sie und ihre Innovatoren so dar, dass wir ihnen gerechter werden als bisher und dass kommende Generationen weitere Erkenntnisse gewinnen und hinzufügen können, die den Balken in unserem Auge – oder besser: den blinden Fleck in unserer Netzhaut – beseitigen.

Gr. 0 + -

min	Sinus.	Logarithmi	Differentia	Logarithmi	Sinus	
0	0	Infinitum	Infinitum	0	100000000	60
1	2909	81425681	81425680	1-	99999999	59
2	5818	74494213	74494211	2	99999998	58
3	8727	70439564	70439560	4	99999996	57
4	11636	67562746	67562739	7	99999993	56
5	14544	65331315	65331304	11	99999980	55
6	17453	63508099	63508083	185	99999985	54
7	20362	61966595	61966573	241	99999989	53
8	23271	60631284	60631256	287	999999743	52
9	26180	59453453	59453418	384	999999670	51
10	29088	58399857	58399814	482	999999596	50
11	31997	57446759	57446707	521	99999959	49
12	34906	56576646	56576584	621	99999949	48
13	37815	55776222	55776149	782	99999928	47
14	40724	55035148	55035064	843	99999917	46

Napiers Erstausgabe muss gleich korrigiert werden und ist unübersichtlich.



	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500
0	1000000000	100501227	101004966	101511230	102020032	102531384	103045299	103561795
10	100000000	10011277	10021567	100321381	100430234	100541637	100655603	100772146
20	10000000	100011278	100021567	100032138	100043023	100054163	100065560	100077214
30	1000000	100001127	100002156	100003213	100004302	100005416	100006556	100007721
40	100000	100000112	100000215	100000321	100000430	100000541	100000655	100000772
50	10000	1000001	10000001	100000001	100000000	100000000	100000000	100000000
60	1000	100000	1000000	10000000	100000000	1000000000	10000000000	100000000000
70	100	10000	100000	1000000	10000000	100000000	1000000000	10000000000
80	10	1000	10000	100000	1000000	10000000	100000000	1000000000
90	1	100	1000	10000	100000	1000000	10000000	100000000
100		10	100	1000	10000	100000	1000000	10000000
110			1	10	100	1000	10000	100000
120				1	10	100	1000	10000
130					1	10	100	1000
140						1	10	100
150							1	10
160								1
170								
180								
190								
200								
210								
220								
230								
240								
250								
260								
270								
280								
290								
300								
310								
320								
330								
340								
350								
360								
370								
380								
390								
400								
410								
420								
430								
440								
450								
460								
470								
480								
490								
500								

Bürgis Tabellenwerk ist übersichtlich und perfekt. Nur kommt es sehr spät (1620), ohne Auflage und ohne „Unterricht“.

Erinnern wir daran, was Simon Laplace darüber gesagt hat: **„Die Erfindung der Logarithmen kürzt monatelang währende Rechnungen bis auf einige Tage ab und verdoppelt dadurch das Leben der Rechner.“**

Wenden wir uns deshalb den beiden ersten Stufen der Logarithmentafeln zu.

Pattsituation bei den Logarithmenerfindern Bürgi sowie Napier und Briggs.

Die Erfindung der Logarithmenrechnung ist ein Meilenstein der Mathematik. Zur Beantwortung der Frage nach der Logarithmen-Priorität, folgt man seit Jahrhunderten salomonisch einer stillschweigenden Übereinkunft, dass Jost Bürgi (1552–1632) und John Napier (1550–1617) jeweils von sich aus alleine und ohne gegenseitige Kenntnis der Arbeit des Anderen ihre

Rechenmethode mit Logarithmentabellen parallel entwickelt hatten. Dazu zählt als Napiers Co-Autor ab 1616 auch der Londoner und spätere Oxforder Geometrie-Professor Henry Briggs (1561–1630), nach Napiers Tod 1617 verantwortlich für sämtliche Napier-Briggssche Ausgaben.

Bürgi hatte seine Tabellen bereits weitgehend erstellt,* als sich der zwei Jahre ältere Napier im Jahre 1594 auch dieses Themas annimmt. Doch ist es überraschenderweise nicht Bürgi, der zuerst publiziert, sondern John Napier: nach zwei Jahrzehnten unermüdlicher Arbeit stellt er im Jahre 1614 seine *Mirifici logarithmorum canonis descriptio* vor. Von da an vergehen sechs kostbare Jahre, bis Jost Bürgi sein sechzigseitiges Tabellenwerk *Aritmetische und Geometrische Progress Tabulen* zum Probedruck freigibt, obwohl es doch 1609 schon druckfertig vorliegt. Die 24-seitige Gebrauchsanweisung für diese neue Rechenmethode ist aufgrund der Kriegswirren und fehlender Mittel lediglich als handschriftliche Kopie beigelegt.

Erschwerter Logarithmen-Start aufgrund von Fehlern und Fehlendem.

Vergleicht man die beiden Erstausgaben in Bezug auf ihr Potenzial zur direkten Umsetzung in der Praxis, so erkennt man in beiden Fällen grosse Mängel: Bürgis Progresstabulen werden ohne erklärenden Text gedruckt, der lediglich als Abschrift des 23-seitigen „Unterrichts“ beiliegt; die Tafeln selbst bedürfen jedoch lediglich kleiner Fehlerkorrekturen und funktionieren von Beginn an für sämtliche Anwendungsgebiete. Napiers „logistische“ Hexagesimal-Tabellen mit Sinus-Logarithmen sind hingegen nur für Aufgaben der Trigonometrie geeignet sowie sehr unpraktisch gestaltet und haben einen systematischen, sich fortpflanzenden Fehler selbst noch in der von Eduard Wright übersetzten Napier-Brigg'schen Englisch-Fassung (1616). Briggs' Publikation einer kleinen, nur 15-seitigen Dezimalsystem-Logarithmentabelle *Logarithmorum chilias prima* (1617) vermag daran nur wenig zu ändern. Zur Bedienung der Nachfrage erscheinen bereits 1619 die Logarithmentafeln des Londoner Mathematiklehrers John Speidell und kurz darauf die Tafeln des Rechenscheiben- und Rechenschieber-Pioniers Edmund Gunter, später auch noch die Tafeln des in London ausgebildeten Holländers Adriaen Vlacq.

*Obwohl Bürgis und Napiers Logarithmen nach dem gleichen mathematischen Prinzip konzipiert sind, taucht hin und wieder die Bemerkung auf, Bürgis Tabellen seien noch gar keine Logarithmen, sondern nur Antilogarithmen, also erst eine Vorstufe davon (nachzulesen bei Denis Roegel). Wie Braunmühl schon 1900^{xii} aus der Analyse verschiedener Unterrichts-Beispiele Bürgis aufzeigte, gehe klar hervor, dass Bürgi diesen logarithmischen Bezug sehr wohl im Kopf hatte, so stellt Jörg Waldvogel heute fest,^{xiii} dass es für Bürgi ebenso selbstverständlich war, dass bei gegebenem Numerus (schwarze Zahl) der zugehörige Logarithmus (Rote Zahl) durch Interpolation gewonnen werden muss. Thomas Sonar kommt zum Schluss^{xiv}, dass aus heutiger Sicht die Napierschen Logarithmen mit ihrer fallenden Funktion $\text{Nog}(v \bullet w) = \text{Nog } v + \text{Nog } w - \text{Nog } 1$ dem Logarithmengesetz widersprechen. Demgegenüber sind gemäss Kathleen Clark^{xv} die Bürgi-Logarithmen nicht kinematisch, sondern rein algebraisch konzipiert und wie Waldvogel hier auf Seite § nachweist als Exponentialfunktion mit einer auf 9 Stellen korrekten Rothen Zahl.

Wer ist Henry BRIGGS (1560–1630)? Ein englischer Mathematiker, Navigator und Miterfinder der Napier-Briggschen Logarithmen. Studienabschluss und Fellow am St John's College Cambridge, Gresham Professor ab 1596 in London sowie zusätzlich als Savile-Professor ab 1619 mit Bainbrigg am Merton College in Oxford, an dem zwischen 1616 und 1621 auch Thomas Harriot weilt. Im Gresham College entsteht 1602 Briggs' erstes namentlich publiziertes Werk, eine Tafel zu einem Anhang des Buches *The Theoriques of the seven planets* von Thomas Blundeville. Weitere Tafeln hatte er schon 1599 zur Publikation von Edward Wreights *Certaine Errors in Navigation* erstellt und bei der 2. Auflage 1611 mit Differenzenspalten versehen. 1615 besucht er erstmals John Napier in Schottland und vereinbart mit ihm die Neuherausgabe seines Logarithmenwerkes auf dekadischer Basis, Briggs' Zehner-Logarithmen, die 1624 in seinem Werk *Arithmetica Logarithmica* erfolgt und deren Tafeln Adrian Vlacq 1628 vervollständigt in Gouda herausgibt, worauf diese Ausgabe als die Urform aller Logarithmentafeln betrachtet wird.^{xvi} Bereits 1616 war Edward Wrights englische Übersetzung von Napiers Logarithmenwerk erschienen, für das Briggs das Vorwort verfasst hatte. Briggs war zudem aktives Mitglied in der *Virginia Company*, in deren Auftrag Thomas Harriot 1583/84 nach dem heutigen North Carolina gesegelt war. Charakteristisch für Briggs sei gewesen, berichtet Ian Bruce, dass er ein kluger Mathematiker gewesen sei, aber gleichzeitig mit noch grösserer Bedeutung der geborene Öffentlichkeitsmann, der schnell gute Kontakte knüpfte und pflegte. Briggs war es wohl – ein Autorenname fehlt –, der 1617 ein 16-seitiges Heftchen *Logarithmorum Chilias Prima* mit den 14-stelligen Logarithmen von 1-1000 herausgegeben hat. 1619 wurde er an das Merton College berufen und bis zu seinem Tod im Jahre 1630 Professorenkollege Bainbriggs – Briggs für Geometrie, Bainbrigg für Astronomie – und Henry Gellibrand sein Nachfolger, der Briggs' Buch *Trigonometriae Britannicae* 1633 posthum herausgibt. Schon als Mathematikprofessor soll es Henry Briggs in seiner Londoner Zeit in den Neunziger Jahren wie auch Thomas Harriot – der in dieser Zeit öfters mit John Dee zusammen getroffen war – bereits gelungen sein, mit Differenzen und mit Differenzen von Differenzen zu rechnen, ohne dass er erklären konnte/wollte/durfte, woher er dieses Verfahren hatte. Henry Briggs erweckt den Anschein, als habe er nie etwas von Bürgis Kunstweg gewusst, gesehen oder gehört. Die von Dieter Lauert entdeckte Einlegeblatt-Tabellenskizze könnte auch von Thomas Harriot stammen, der seine letzten Lebensjahre in Oxford verbrachte und schon in den Jahren der Rückkehr John Dees vom Kontinent mit diesem genauso zusammenkam wie mit Briggs, diesem darüber hinaus auch noch am Gresham College in London. Wie schon Dee zuvor, waren auch Briggs und Harriot aufgerufen und jahrzehntelang engagiert, die Northwest-Passage nach Cathey (China) zu finden. Henry Briggs Nachlass ging – wie auch derjenige von Bainbrigg – an seinen Freund Erzbischof Usher in Irland.

Henry Briggs: Tafelmacher und Logarithmen-Perfektionierer

Im Jahre 1624 erscheint endlich, jedoch unter Auslassung der Logarithmenreihe von 20001 bis 90000, Briggs' Tafelwerk *Arithmetica Logarithmica* mit den 14-stelligen Logarithmen von 1–20000 und von 90001–100000.* Wie die Bürgischen Progresstabulen schon von Beginn an, ermöglichen sie es nun ebenfalls, auch andere als trigonometrische Aufgaben zu behandeln.

* 1624 erscheinen auf dem Kontinent auch Keplers Tabellen, wobei die Bürgischen Tabulen in Vergessenheit geraten und sich im deutschsprachigen Raum die Briggsschen Tafeln vor allem deswegen durchsetzen, weil sie im Ulmer Baumeister Johannes Faulhaber einen Ingenieur finden, dessen 1630 veröffentlichtes Werk „Ingenieursschul“ die Briggsschen Logarithmen populär macht. Niemand ahnt, dass daran indirekt auch Jost Bürgi beteiligt ist.

Von Bürgis Kunst zu Briggs' Können

Authentische Wissenschaftsgeschichte liest sich vielfach spannender als mancher erfundene Thriller, und die genaue Beobachtung der Wirklichkeit ist manchmal erhellender als der blinde Glaube an manche Utopie oder Ideologie. Und selten im realen Leben, aber überhaupt nicht zwischen zwei Buchdeckeln oder Krimtitelmusik und Abspann, benötigt die Erkundung der Wahrheit 427 Jahre, bis sie im Jahre 2015 ans Licht tritt. Darin spielt auch nicht eine Kunstfigur wie der berühmte James Bond die Hauptrolle, sondern sein reales Vorbild Dr. John Dee, seines Zeichens Geheimagent der englischen Königin Elizabeth I., der ihr seine Geheimberichte unter dem Codenamen 007 zukommen liess. Ihm sind wir schon am Beginn begegnet – und wir dürften bei unseren Recherchen immer wieder auf den Namen des 007 stossen.

Um Muster zu erkennen, muss man sie erst lernen. Es gilt beim Sehen wie bei all unseren anderen Sinneseindrücken, dass man erst dann etwas unterscheiden kann, wenn man es einmal als Objekt eigener Identität – im Idealfall zusammen mit seinem Namen – als Muster wahrgenommen und sich eingeprägt, also gelernt hat. So ergeht es auch den Artificium-Wiederentdeckern. Erst seit man weiss, wie sich der Kunstweg visuell (und natürlich dadurch auch methodisch) von anderen Verfahren unterscheidet, kann man auf die Suche gehen, um weitere Beispiele zu finden, Vausgänger und Varianten zu erkennen, aber auch Nachahmungen und Plagiate davon zu trennen.

Sumantur deinde harum Primarum Differentiæ quæ dicantur Differentiæ Secundæ, & Secundarum Differentiæ Tertiæ, & sic deinceps.

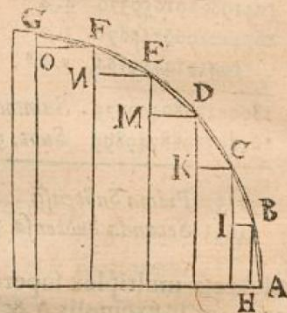
Diff. Secundæ.	Diff. 3 ^e .	Diff. 4 ^e .	Diff. 5 ^e .
000000	162129	000	483
162129	161646	483	481
323775	160682	964	474
484457	159244	1438	478
643701	157328	1916	
801029			

Sunt dati Sinus eorumque Differentiæ Primæ, Secundæ, Tertiæ &c. ad hunc modum distinctis ordinibus siti.

Diff. 5 ^e .	Diff. 4 ^e .	Diff. 3 ^e .	Diff. 2 ^e .	Diff. 1 ^e .	Sinus.	Grad.
	000		000000		00000000	0
483		162129		54514502		
	483		162129		54514502	3½
481		161646		54352373		
	964		323775		108866875	6½
474		160682		54028598		
	1438		484457		162895473	9½
478		159244		53544141		
	1916		643701		216439614	12½
466		157328		52900440		
	2382		801029		269340054	15½
				52099411		
	2843				321439465	18½

2. Si Arcus quotlibet sint æquidifferentes, Differentiæ Sinuum eorundem Arcuum sunt proportionales Sinubus complementorum Arcuum mediorum.

Vt sunt Arcus AB, AC, AD, AE, AF, AG, Graduum 14. 28. 42. 56. 70. 84. Differentiæ Sinuum sunt HB, IC, KD, ME, NF, OG; Si AB, Subtensa 14 Graduum fit Sinus totus; HB erit Sinus Anguli BAH, 83. & CI Sinus Anguli CBI, 69. DK, 55. EM, 41. FN, 27. GO, 13. Erit etiam HA Sinus 7 Graduum. IB, 21. KC, 35. MD, 49. NE 63. OF, 77.



Et cum Differentiæ Primæ sint proportionales Sinubus Arcuum æquidifferentium; erunt Differentiæ Secundæ eadem de causâ proportionales Sinubus Arcuum datorum qui sunt complementa Arcuum mediorum. Eodem modo Differentiæ etiam Tertiæ & Quartæ reliquæque.

Sunt igitur Differentiæ Secundæ, Quartæ, Sextæ, Octavæ &c. proportionales ipsis Sinubus datis. Et Differentiæ Primæ, Tertiæ, Quintæ, Septimæ proportionales inter se & Sinubus complementorum Arcuum mediorum.

Et ex his omnibus tam Sinubus quam Differentijs, qui similiter siti sunt proportionales erunt; modò primus & tertius, secundus & quartus iisdem Gradibus respondeant.

Insuper omnes hi numeri in eadem linea siti, sunt continue proportionales.

COROLLARIUM.

Poterimus igitur ultimas & minimas Differentias (quæ eò quod primi dati numeri (ipsi Sinus) sunt irrationales) vix poterunt veras rationes Sinuum servare) paulò accuratius investigare, per proportionis regulam, ad hunc modum.

Conti-

Zu den beiden Faksimileseiten aus Henry Briggs' vierhundertseitigem Werk „Trigonometria Britannica“, posthum 1633 veröffentlicht von Gellibrand.

Seite 36: Kapitel 12

Anmerkungen von Ian Bruce (Neuübersetzer des Werkes von Latein in Englisch 2006), integrierend Kommentare von Briggs und Hutton:

Briggs has observed that the higher order differences are zero, to this degree of accuracy: in this case the fifth order is observed from the table to be constant, and hence this order can be filled in immediately, and the fourth order thus differs by constant amounts, and can also be filled in. The remaining differences are to

be corrected, according to Table 12-7, where some smart thinking has been done by Briggs.

Tabelle 12-13A

With the sines of any arcs of equal difference found by this method, the intervals can be filled out with sines in agreement, with the given intervals divided into five equal parts, in the following way.

Folgende: eine der dreihundert Logarithmenseiten

Chilias undecima.

Num. absolut.	Logarithmi.	Num. absolut.	Logarithmi.	Num. absolut.	Logarithmi.
10901	4,03746,63396,4350 3,98380,4818	10934	4,03877,90695,5554 3,97178,1812	10967	4,04008,78434,6988 3,95983,1158
10902	4,03750,61776,9168 3,98343,9415	10935	4,03881,87873,7366 3,97141,8611	10968	4,04012,74417,8146 3,95947,0139
10903	4,03754,60120,8583 3,98307,4079	10936	4,03885,85015,5977 3,97105,5477	10969	4,04016,70364,8285 3,95912,0186
10904	4,03758,58428,2662 3,98270,8810	10937	4,03889,82121,1454 3,97069,2409	10970	4,04020,66275,7471 3,95874,8300
10905	4,03762,56699,1472 3,98234,3608	10938	4,03893,79190,3863 3,97032,9407	10971	4,04024,62150,5771 3,95838,7478
10906	4,03766,54933,5080 3,98197,8473	10939	4,03897,76223,3270 3,96996,6472	10972	4,04028,57989,3249 3,95802,6723
10907	4,03770,53131,3553 3,98161,3406	10940	4,03901,73219,9742 3,96960,3603	10973	4,04032,53791,9972 3,95766,6034
10908	4,03774,51292,6959 3,98124,8405	10941	4,03905,70180,3345 3,96924,0801	10974	4,04036,49558,6006 3,95730,5410
10909	4,03778,49417,5364 3,98088,3470	10942	4,03909,67104,4146 3,96887,8065	10975	4,04040,45289,1416 3,95694,8522
10910	4,03782,47505,8834 3,98051,8603	10943	4,03913,63992,2211 3,96851,5394	10976	4,04044,40983,6268 3,95658,4359
10911	4,03786,45557,7437 3,98015,3803	10944	4,03917,60843,7605 3,96815,2791	10977	4,04048,36642,0627 3,95622,3933
10912	4,03790,43573,1240 3,97978,9070	10945	4,03921,57659,0396 3,96779,0254	10978	4,04052,32264,4560 3,95586,3571
10913	4,03794,41552,0310 3,97942,4403	10946	4,03925,54438,0650 3,96742,7782	10979	4,04056,27850,8131 3,95550,3276
10914	4,03798,39494,4713 3,97905,9803	10947	4,03929,51180,8432 3,96706,5377	10980	4,04060,23401,1407 3,95514,3046
10915	4,03802,37400,4516 3,97869,5270	10948	4,03933,47887,3809 3,96670,3020	10981	4,04064,18915,4453 3,95478,2882
10916	4,03806,35269,9786 3,97833,0804	10949	4,03937,44557,6848 3,96634,0766	10982	4,04068,14393,7335 3,95442,2784
10917	4,03810,33103,0590 3,97796,6404	10950	4,03941,41191,7614 3,96597,8560	10983	4,04072,09836,0119 3,95406,2751
10918	4,03814,30899,6994 3,97760,2072	10951	4,03945,37789,6174 3,96561,6420	10984	4,04076,05242,2870 3,95370,2783
10919	4,03818,28659,9066 3,97723,7806	10952	4,03949,34351,2594 3,96525,4346	10985	4,04080,00612,5653 3,95334,2881
10920	4,03822,26383,6872 3,97687,3607	10953	4,03953,30876,6940 3,96489,2338	10986	4,04084,95946,8534 3,95298,3045
10921	4,03826,24071,0479 3,97650,9474	10954	4,03957,27365,9278 3,96453,0395	10987	4,04088,91245,1579 3,95262,3274
10922	4,03830,21721,9953 3,97614,5408	10955	4,03961,23818,9673 3,96416,8520	10988	4,04092,86507,4853 3,95226,3568
10923	4,03834,19336,5361 3,97578,1409	10956	4,03965,20235,8193 3,96380,6710	10989	4,04096,81733,8421 3,95190,3928
10924	4,03838,16914,6770 3,97541,7476	10957	4,03969,16616,4903 3,96344,4966	10990	4,04099,76924,2349 3,95154,4354
10925	4,03842,14456,4246 3,97505,3611	10958	4,03973,12960,9869 3,96308,3289	10991	4,04103,72078,6703 3,95118,4845
10926	4,03846,11961,7857 3,97468,9811	10959	4,03977,09269,3158 3,96272,1677	10992	4,04107,67197,1548 3,95082,5401
10927	4,03850,09430,7668 3,97432,6078	10960	4,03981,05541,4835 3,96236,0131	10993	4,04111,62279,6949 3,95046,6022
10928	4,03854,06863,3746 3,97396,2412	10961	4,03985,01777,4966 3,96199,8652	10994	4,04115,57326,2971 3,95010,6710
10929	4,03858,04259,6158 3,97359,8813	10962	4,03988,97977,3618 3,96163,7238	10995	4,04119,52336,9681 3,94974,7462
10930	4,03862,01619,4971 3,97323,5279	10963	4,03992,94141,0856 3,96127,5890	10996	4,04123,47311,7143 3,94938,8280
10931	4,03865,98943,0250 3,97287,1813	10964	4,03996,90268,6746 3,96091,4608	10997	4,04127,42250,5423 3,94902,9163
10932	4,03869,96230,2063 3,97250,8412	10965	4,04000,86360,1354 3,96055,3392	10998	4,04131,37153,4586 3,94867,0112
10933	4,03873,93481,0475 3,97214,5070	10966	4,04004,82415,4746 3,96019,2242	10999	4,04135,32020,4698 3,94831,1125
10934	4,03877,90695,5554 3,97178,1812	10967	4,04008,78434,6988 3,95983,1158	11000	4,04139,26851,5823 3,94795,2204

11001

EIN BRIGGSSCHES MYSTERIUM

Was verschweigt Henry Briggs?

Briggs Erstellung seiner Logarithmenafeln ist eine enorme Leistung. Aber hat er die Differenzenrechnung erfunden? Von Beginn an hegt man Zweifel, dass dies Briggs selbst gewesen sei. Gellibrandts, der posthume Herausgeber von Briggs' Beiträgen in der *Trigonometria Britannica*, teilt mit, dass Briggs diese Methode schon um 1600 gekannt habe. Der Autor dieser Zeilen schliesst zwar grundsätzlich nicht aus, dass einer der in diesem zweiten Teil genannten Persönlichkeiten Jost Bürgis Kunstweg bzw. die ihn bildenden Methoden autonom oder mit Kollegen zusammen entdeckt und publiziert hat. Die ersten Hinweise auf eine quadratische Interpolationsmethode stammen bereits vom usbekischen Mathematiker Al-Biruni (973–1048) und in der Neuzeit gemäss Goldstine¹⁷ von Thomas Harriot (1560–1621). Auch von Viète, Cardano, Nunez und sind solche Lösungen nicht auszuschliessen, nur meines Wissens vor dem von Jost Bürgi 1586/88 entwickelten und 1588 in Rätselform gedrucktem *Artificium* nicht realisiert und auch nicht bekannt gemacht worden.

Für eine verdeckte und stillschweigende Übernahme dieses von Jost Bürgi entwickelten Verfahrens durch Henry Briggs spricht vor allem die seit Jahrhunderten nicht beantwortete Frage nach der Entstehung dieses Verfahrens bei Briggs. Als der erste Mathematiker Henry Briggs 1624 seine Quinquisection und Sub-Tabellierungsmethoden genannte Teilungs- und Interpolationsmethoden bekanntgibt, ist die Kollegenschaft irritiert, konnte Briggs doch keinerlei Erläuterungen über die Entstehung und allfällige mathematische Beweise erbringen. Die Namen Reimers und Bürgi fürchten Briggs, Harriot, Wright und Gellibrandt wie der Teufel das Weihwasser, obwohl sie diese beiden massgeblichen Mathematiker kennen. So dankt Henry Briggs in seinem Vorwort zu Edward Wrights Proportionentafel namentlich Hipparch, Ptolemäus, Theon, Regiomontanus, Kopernikus, Reinhold, Finkius, Clavius, Rhetoricus, Otho und Pitiscus. Diese Situation gilt bis zur Veröffentlichung dieser Publikation. Wir zitieren hier aus einer Auswahl zwei typische britische und deutsche Kommentare zur Erfindung der Differenzrechnung durch Henry Briggs:

1. Charles Hutton (1811): „Unser ingeniöser Autor [Henry Briggs] unterrichtet zuallererst den Gebrauch der Differenzrechnung. **Wie Herr Briggs dazu kam, ist nicht klar, denn er orientiert nur über die Regeln, ohne das Prinzip aufzuzeigen oder zu untersuchen.**“*

2. Anton von Braunmühl (1900): Einer der besten Kenner der Geschichte der Trigonometrie, der Münchener Professor Anton von Braunmühl kannte sowohl die Arbeiten Jost Bürgis als auch Henry Briggs sehr gut und schätzte sie wie auch John Napiers Beiträge allesamt ausserordentlich. Er gestand aber in den Fällen, die uns heute hier im Zusammenhang mit der Priorität beschäftigen, Jost Bürgi absoluten Vorrang zu. Bei der Bewertung der von Briggs zur Anfertigung seiner Tafeln eingesetzten Methoden weiss Anton von Braunmühl¹⁸: „An Vieta anknüpfend, den er mehrfach zitiert, studiert Briggs zunächst Teilungsgleichungen und stellt zur Bildung ihrer Koeffizienten einen ‚Abakus‘ auf, der genau mit jener Tafel übereinstimmt, die wir bei Bürgi kennenlernten. [...] Die Lösung der Teilungsgleichung wird wie stets mit dem uns längst bekannten Divisionsverfahren der Araber, das wir bei Bürgi und Pitiscus wieder trafen, ausgeführt. [...] Die Zwischenwerte werden aber nicht direkt berechnet, sondern mit einer Differenzenmethode interpoliert, deren Begründung er jedoch nicht gegeben hat. [...] **Fragt man, wie Briggs zu seiner Methode gekommen ist, so wird man aus der Art und Weise, wie er seine Differenzentabellen anordnet, unwillkürlich an das Schema erinnert, das einst Reimers mit jenen mysteriösen Andeutungen versehen in seinem *Fundamentum Astronomicum* veröffentlichte.** Entweder hat Briggs, was uns das Wahrscheinlichste dünkt, dem Sinn dieser Andeutungen nachspürend, das Wesen von Bürgis Methode durchschaut, oder es kamen ihm aus irgend einer unbekannten Quelle nähere Mitteilungen über dieselbe zu.“ Dass sie Briggs selbst entwickelt hat, schliesst er also aus! Jedoch ist Braunmühl der Meinung: „ ... **dass hierdurch der wackere Bürgi um den wohlverdienten Ruhm gekommen ist, lange vor Briggs und Newton ein praktisches Interpolationsverfahren angegeben zu haben.**“ Und so ist es auch bis 2015 der Fall: obwohl Bürgi diesen Algorithmus mindestens drei Jahrzehnte vor Briggs entwickelt hat, heisst er Briggs‘ Quinquisition. **

3. Thomas Sonar (2002): „Die Diskussion von an wo numbers und den mean proportionals wirkt für uns sehr kryptisch ...“

4. Ian Bruce (2006): „Briggs gibt keinerlei Hinweis, wie er auf diese Methode kam: er sagt überall, dass sie im Zusammenhang mit seiner Arbeit bei der Herstellung von Sinustabellen in den Anfangsjahren entstand.“***

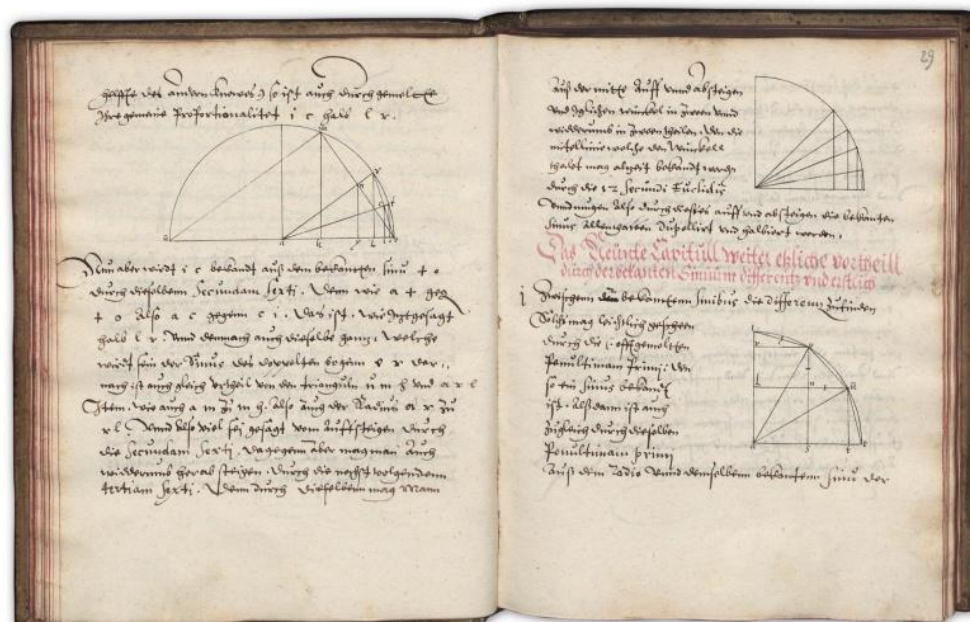
* Charles Hutton in seinem Standardwerk *Mathematical Tables*, zitiert aus Notes zu Kapitel 12 von Ian Bruce`s neuer 2006 publizierter Übersetzung aus dem Lateinischen ins Englische der *Arithmetica Logarithmica* von Henry Briggs (1624).

** Anton von Braunmühl: *Geschichte der Trigonometrie*. Seite xxx.

*** Thomas Sonar: *Der fromme Tafelmacher*. S. 190.

**** Ian Bruce (2006) in Notes zu Kapitel 13 der *Arithmetica Logarithmica* von Henry Briggs (1624).

Eine unbekannte Bürgi-Schrift von 1592



Bevor Jost Bürgi auf sein *Artificium* zum Sprechen kommt, erläutert er die Möglichkeiten der Winkelteilung und Verdoppelung. Wenige Seiten später zeigt er sein revolutionäres arithmetisch-algebraisches Verfahren und die Ermittlung von Differenzen (Fol. 28v./ 29r.)

Das Buch *Fundamentum Astronomiae* ist Jost Bürgis mathematisches Erstlingswerk, das zwar bereits zwischen 1586 und 1592 verfasst, doch erst 2016 in einer kommentierten Fassung publiziert wird. Es beschäftigt sich gemäss Menso Folkerts weniger mit der Astronomie als vielmehr mit der Mathematik, speziell mit der Trigonometrie und der Sinusfunktion sowie, darauf aufbauend, mit der Berechnung ebener und sphärischer Dreiecke. Ganz speziell ist die Präsentation seines genialen *Artificium*-„Kunstwegs“. Mit seiner klaren Fokussierung und seinen innovativen Algorithmen erweist es sich aus heutiger Perspektive als ein herausragendes Werk der Mathematik der Frühen Neuzeit. – Bei der Erstellung seiner in diesem Buch enthaltenen Sinustafeln beschreitet Jost Bürgi für die schnelle Berechnung der Sinusse möglichst feiner und genauer Winkelteilungen neue Wege. Die bisher gebräuchlichen Methoden – besonders was die näherungsweise Berechnung von $\sin 1'$ betrifft – sind ihm nicht genügend genau («nit scharff gnueg gwest») und «zu weit aus dem Weg». Da die Geometrie einen gegebenen Winkel nicht in einem gegebenen Verhältnis teilen könne, müsse man sich hierzu der Coss – also der Algebra – bedienen. Man müsse deshalb die Geometrie mit der Algebra verbinden. In der Gleichungslehre, speziell in der Auflösung von Gleichungen, werden von Bürgi deshalb ebenfalls neue

Wege eingeschlagen. Das gilt auch für Interpolationsverfahren, mit denen Bürgi neue Algorithmen der numerischen Mathematik aufzeigt. Für die Lösung von Aufgaben der geometrischen Algebra führt Bürgi Hilfswinkel ein. Und für die damalige Zeit geradezu revolutionär – sowie im Gegensatz zu allen Zeitgenossen – schreibt er durch Betrachtung eines Einheitskreises drei Jahrhunderte vor der Akzeptanz durch die Allgemeinheit den Sinus totus bzw. den Sinus von 90 Grad als Kreisradius $r = 1$ sowie kleinere Sinuswerte als Bruchwerte davon in der von ihm mitentwickelten Dezimalbruch-Schreibweise. – Nach dem an den Kaiser Rudolf II. gerichteten Vorwort beschäftigt sich das in zwei Bücher gegliederte Werk in den 13 Kapiteln des ersten Buches mit den vier Grundrechenarten, dem Wurzelziehen, dem Multiplizieren mittels Tabelle im Sechzigersystem, der Prosthaphärese und vor allem der Berechnung der Sinusse für alle Winkel bis 90 Grad inklusive einer 36-seitigen von Winkelminute zu Winkelminute fortschreitenden fünf- bis siebenstelligen Sexagesimaltabelle für die Sinusse, aber ebenso seinen Artificium-Kunstweg der gewichteten Interpolation. Der zweite „Buchteil“ behandelt schwerpunktmässig die Dreieckslehre und die sphärische Trigonometrie. – Im zweiten Buch des *Fundamentum Astronomiae* behandelt Jost Bürgi in elf Kapiteln die Lehre von den sphärischen Dreiecken und die Trigonometrie. Jost Bürgis mathematische Innovationen und Methoden sind für die damalige Astronomie massgeschneidert und greifen in unübertroffener Effizienz nahtlos ineinander. Überraschenderweise sind Titel und Inhalt dem *Fundamentum Astronomicum* (1588) von Bürgis Freund Nicolaus Reimers zum Verwechseln ähnlich, welcher 1592 als Kaiserlicher Hofmathematicus nach Prag berufen wurde. Doch ist Bürgis Buch doppelt so umfangreich und nützlicher, denn es enthält eine 1'-Sinus-Tabelle, eine Sexagesimal-Multiplikationstabelle und den Kunstweg, von dem Reimers nur als Rätsel spricht. Reimers bezeichnet in seinem Werk Jost Bürgi als seinen Mathematiklehrer; er selbst trage lediglich Bürgis Stil und Methode vor.

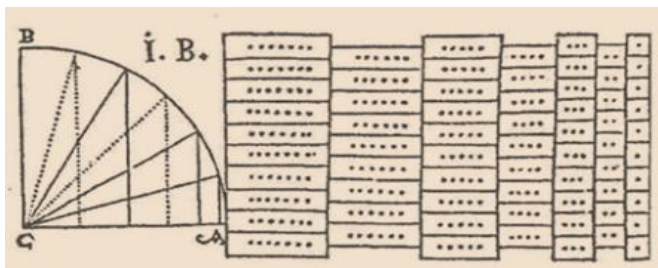
2015: Renaissance von Bürgis Kunstweg

Mit seinem um 1586 entwickelten *Artificium*-Kunstweg generiert Jost Bürgi in nur vier Tagen¹⁹ seine im gleichen Buch enthaltene 36-seitige 1'-Sinustabelle und vor 1599 innerhalb eines Jahres zehnmal schneller als seine Vorgänger seinen *Canon Sinuum* von mit 81'000 achtestelligen Sinuswerten – gemäss Bürgi-Freund Johannes Kepler das genaueste Sinusverzeichnis²⁰ seiner Zeit. Für die astronomische Trigonometrie und Berechnung der Himmelspositionen verfügt Bürgi neben der auf 2-zu-2 Bogensekunden fortschreitenden Sinustabelle mit seiner Prosthaphärese, später mit seinen Progresstabulen, über ein hocheffizientes mathematisches und astronomisches Instrumentarium, dessen sich ab 1603 in Prag auch Johannes Kepler exklusiv bedient.

JOST BÜRGIS KUNSTWEG IST NAHEZU UNMÖGLICH ZU ERRATEN – DESHALB HIER GLEICH AUCH DIE LÖSUNG

Nikolaus Reimers Begleittext zum *Artificium*-Kunstwegrätsel der arithmetischen Teilung des rechten Winkels in gegebenem Verhältnis und in beliebig viele Teile.

„Nachdem man ebenso viele Zahlen nach Belieben gesetzt hat, in wie viele Teile der rechte Winkel geteilt werden soll, so dass das entgegen gesetzte 5 ersetzt wird durch die Differenz zwischen der letzten und vorletzten Portion oder Teil, und eben dieser Unterschied zur nächstfolgend gesetzten vorangehenden Zahl ersetzt wird durch die Differenz zwischen vorletztem und vorvorletztem Teil, und so darauf folgend bis zur ersten gesetzten Zahl. Und nachdem auf dieselbe Weise die Rechnung einige Male wiederholt wurde, wird die letzte oder höchste Differenz der erste oder oberste Teil des geteilten Winkels sein. Und derselbe Teil der nächstfolgenden Differenz hinzugefügt, wird der zweite Teil sein. Und so darauf folgend bis zur letzten Differenz. Und je häufiger diese Rechnung wiederholt wird, desto genauer wird der Winkel geteilt sein, so lange bis endlich die Rechnung der Teile fast unverändert bleiben wird.“ Kommentar D. Launert in seinem Forschungsbericht „Jost Bürgis Kunstweg. Die Enträtselung“: „Diese Erklärung blieb den Zeitgenossen rätselhaft.“



Das Rätseltabelle

Sinus 0	Sinus 1	Sinus 2	Sinus 3	Sinus 4
0	0	0	0	0
10	10 20 51 0	10 24 51 0	10 28 51 0	10 32 51 0
20	20 22 50 3	20 26 50 3	20 30 50 3	20 34 50 3
30	30 29 49 56	30 33 49 56	30 37 49 56	30 41 49 56
40	40 38 48 41	40 42 48 41	40 46 48 41	40 50 48 41
50	50 45 47 51 42	50 49 47 51 42	50 53 47 51 42	50 57 47 51 42
60	60 51 46 19 35	60 55 46 19 35	60 59 46 19 35	60 63 46 19 35
70	70 55 45 42 42	70 59 45 42 42	70 63 45 42 42	70 67 45 42 42
80	80 58 41 0 49	80 62 41 0 49	80 66 41 0 49	80 70 41 0 49
90	90 59 35 19 52	90 63 35 19 52	90 67 35 19 52	90 71 35 19 52

Die Realitätstabelle

Dieter Launerts Erläuterung von Bürgis Kunstweg-Lösung.

Die Enträtselung von Bürgis Kunstweg im *Fundamentum Astronomicum* beschreibt Dieter Launert 2016 wie folgt:

– Der erste Teilsatz von Ursus: „Nachdem man ebenso viele Zahlen nach Belieben gesetzt hat“ bezieht sich auf die erste Spalte ganz rechts in Bürgis (im Ursus-Druck leerer) Tabelle. Man setzt von oben nach unten zum Beispiel die Zahlen 0, 1, 2, 3, ..., 9, also außer der Null 9 Zahlen, weil man den Rechten Winkel in 9 Teile teilen will. Bürgi nahm günstigere Ausgangszahlen für sein Beispiel. Er hatte ja schon die 9 Sinuswerte und suchte für seine Darstellung die 9 Startzahlen ungefähr nach dem Verhältnis der 9 Sinuswerte. Er wählte 0, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. Dies ist zwar unwichtig, man kann mit beliebigen Startzahlen beginnen, auch mit einer „unsinnigen“ Reihenfolge, aber mit einer „guten“ Startzahlenfolge ergeben sich schneller genauere Werte für die 9 Sinuszahlen. Charakteristisch für diese Lösung des Rätsels ist, dass man von rechts nach links beginnt, und die Startzahlen in die rechte Spalte einträgt.

– Zum zweiten Teilsatz des ersten Satzes bei Ursus „das entgegengesetzte 5“ ist der Kern des Rätsels“, fügt Ursus 1597 in den Astronomischen Hypothesen 7 diesem Satz hinzu, dass die umgedrehte Ziffer 5 die linke oder vordere Hälfte des letzten Buchstabens des griechischen Alphabets Ω darstelle, was das Allerletzte bedeuten soll, „ultimum extremumque“. Damit, so List/Bialas, wollte Ursus „die Hälfte einer letzten Qualität“ anzeigen, weiter konnten sie aber nichts damit anfangen. Bürgi erläutert nun in der hier edierten Handschrift ganz einfach, dass man von der zuletzt gesetzten Startzahl die Hälfte zu nehmen habe und in die Spalte links davor setzen solle, eine halbe Zeile höher gezeichnet. Damit kann nun das Rechnen beginnen.

Renaissance von *Fundamentum*-Buch und *Artificium*-Rätsel

Die Konzeption dieses Rätsels zählt zu den aussergewöhnlich geschichts- und geschichtenträchtigen Themen der Mathematik, der Astronomie und der Navigation der Frühen Neuzeit. Es gilt 427 Jahre lang als ungelöst. Wer diesen von Jost Bürgi ersonnenen Algorithmus des Kunstweges beherrscht, erstellt seine Sinustabellen (und andere ähnliche Tabellenwerke) wesentlich rascher und genauer als bisher. Doch nun hat der Münchner Professor für Mathematik- und Wissenschaftsgeschichte Menso Folkerts in einem von ihm entdeckten von Jost Bürgi geschriebenen 190-seitigem Buch eine mit speziellen Hinweisen versehene Sinustabelle erkannt, die jener des 1588 veröffentlichten Rätsels wie eine Kopie entsprach – die aber mit Zahlen ausgefüllt ist. Damit liegt nun endlich ein Dokument vor, das den Kunstweg mit Zahlen aufzeigt und die teilweise irreführenden Reimerschen Rätsel“v“erläuterungen so zurechtrückt, dass es Dieter Launert im Jahre 2015 gelingt, diesen Kunstweg zu enträtseln. Vorher hatten sich Generationen von Mathematikern an der Lösung dieses *Artificium*-

Kunstweg-Rätsels versucht. Genauere trigonometrische Tafeln waren zu Bürgis, Brahmes und Keplers Zeiten immer stärker zu einem Engpass geworden, der dringend beseitigt werden musste. Nur damit kommt man mittels sphärischer Trigonometrie dem Ziel genauerer Positionsgaben für die Astronomie und die Navigation näher.

Mit der Wiederentdeckung von Jost Bürgis Kunstweg zur Generierung von Sinustabellen erfolgt die Freilegung eines von andern Namenstafeln verstellten Meilensteins der Astronomie- und Mathematikgeschichte. Aufgrund der Entdeckung einer 190-seitigen Rechenbuchhandschrift Jost Bürgis und des darin enthaltenen Kunstweges durch Menso Folkerts wird im Oktober 2015 nach 427 Jahren der Suche erstmals bekannt, wie Jost Bürgis Kunstweg verläuft. Damit wird eine seither nur punktierte Tabelle rätselhaft unterschiedlich breiter und hoher Kolonnen zum Leben erweckt. Sieht man sie mit Zahlen, so entdeckt man eine algorithmisch äusserst geschickt gestaltete Routine zur genauen Gewinnung von Sinuswerten. Sie ersetzt Divisionen und Interpolationen durch eine Abfolge einfacher Additionen und Halbierungen. So dass man nur noch die mit dieser Tabelle generierten Sinusrohwerte einmal dividieren muss. Mancher meint gar, darin oder in Bürgis leicht veränderter Grad-Unterteilung in 60 Bogenminuten, Charles Babbages *Difference Engine*, Brook Taylors *3. Polynom*, Isaac Newtons *Forward Difference Formule* oder Henry Briggs' *Quinquisection* erkennen zu können – nicht ganz zu Unrecht!

Allerdings ist dieses *Artificium* (1586/88) von Jost Bürgi schon mehr als drei Jahrzehnte vor Briggs' Methode (1624) und mehr als zwei Jahrhunderte vor Babbages Tabellierungsverfahren (1820/22) entstanden. Und Brook Taylor? wurde erst 1685 geboren. Die unterschiedlichen Zeitpunkte seiner Nutzung beruhen auf der ungewöhnlichen Form der *Artificium*-Veröffentlichung als Rätsel.* Hier gehen wir den Spuren dieser disparaten Entwicklung auf dem Kontinent und auf der britischen Insel nach. Oder, um mit Henry Briggs' Landsmann Charles Darwin zu sprechen, verfolgen wir hier die Ankunft einer exogenen mathematischen Spezies auf der britischen Insel und ihre imponierende Evolution, während sie auf dem heimischen Kontinent nicht genutzt wird nur knapp ihrer Ausrottung entgeht.

	sinus 5	sinus 4	sinus 3	sinus 2	sinus 1
0	0.0.0.0	0.0.0.0	0.0.0.0	0.0.0.0	0
10	10.20.51.18	0.98.51.52	18.51.52	34.24	2
20	20.22.50.3	0.37.9.20	18.17.28	33.21	4
30	29.47.39.56	0.54.19.3	17.9.43	31.17	6
40	38.18.10.41	1.9.49.44	15.30.41	28.16	7
50	45.38.51.42	1.23.13.7	13.23.23	24.24	8
60	51.35.19.36	1.34.4.48	10.51.41	19.48	9
70	55.59.42.42	1.42.4.59	8.0.11	14.36	10
80	58.41.0.49	1.46.59.4	4.54.5	8.57	11
90	59.35.19.52	1.48.38.6	1.39.2	6.2	12

Bürgis Artificium „Kunstweg“ erschliesst sich die Sinusse von den kleinsten Differenzen (und Differenzen der Differenzen) her und rechnet von rechts nach links sowie abwechselnd von unten nach oben sowie umgekehrt entlang des hier eingetragenen Mäanders. Blau unterstrichen: Halbierung des Wertes und Einbringung in untere Zelle der links stehenden Spalte (4x). Blau oberstrichen: Übertragung der Zwischensumme in linke Spalte (4x). Orange: Addition der Zelleninhalte der beiden nebeneinander liegenden Spalten von unten nach oben (32x). Violett: Additionsrichtung von oben nach unten (32x). Nun erfolgt noch pro Sinustabellenrohwerth eine Ausgleichsdivision.

	sinus 5	sinus 4	sinus 3	sinus 2	sinus 1
0	0.0.0.0	0.0.0.0	0.0.0.0	0.0.0.0	0
10	10.20.51.0	0.98.51.52	18.51.52	34.24	2
20	20.22.50.3	0.37.9.20	18.17.28	33.21	4
30	29.47.39.56	0.54.19.3	17.9.43	31.17	6
40	38.18.10.41	1.9.49.44	15.30.41	28.16	7
50	45.38.51.42	1.23.13.7	13.23.23	24.24	8
60	51.35.19.36	1.34.4.48	10.51.41	19.48	9
70	55.59.42.42	1.42.4.59	8.0.11	14.36	10
80	58.41.0.49	1.46.59.4	4.54.5	8.57	11
90	59.35.19.52	1.48.38.6	1.39.2	6.2	12

Jost Bürgis Artificium-Kunstweg (1586/88) aus seinem Fundamentum Astronomiae (1587/92). Zwei geniale Ideen in Form einer Tabelle mit automatisierter Generierung der Sinuswerte einschliesslich ihrer ersten und höheren Differenzen. Der Rechenprozess (hier von Bürgi im Hexadezimalsystem geschrieben) startet rechts unten und durchläuft mit kumulativer Summation alle Spalten mäanderförmig. Die fortlaufend entstehenden Sinuswerte bekommt man aus der ersten Kolonne als Verhältnisse zum letzten Wert $59/60 + 35/60^2$, hier $19/60^3 + 52/60^4$. Nun müssen wegen der unterschiedlichen Steigung des Sinus diese Sinustabellen-Rohzahlen noch für den Radius ihrer Lage korrigiert werden. Damit erzielt Jost Bürgi bei der hier abgebildeten fünfstufigen Variante gemäss Launert und Waldvogel eine Genauigkeit von 6–7 Dezimalstellen und bei Weiterführung zur siebenstufigen Sinustabelle von 10–11 Dezimalstellen. © The University Library in Wrocław; Manuscript IV Q 38 a, fol. 36r.

Was am Kunstweg beeindruckt und was ihn mathematisch prägt

Jost Bürgis Methode der Erstellung genauer Sinusverzeichnisse ist in mehrfacher Richtung revolutionär. Mit seinem Kunstweg beendet er die Jahrausende alte Tradition der Einschreibung von Vielecken in einen Kreis zur Definition verschiedener Sinuspositionen zugunsten seiner arithmetisch-algebraischen Winkelteilung wesentlich höherer Feinheit, Genauigkeit und Geschwindigkeit. Er rechnet von rechts nach links und löst in der Tabelle alles alleine mit einfachen Additionen und Halbierungen. Dabei überrascht der Algorithmus mit zuvor nicht gesehenen Routinen. Er ergänzt sich praktisch selbst beim Ausfüllen einer nach Bürgi-Anweisungen vorstrukturierten Sinustabelle. Wir zählen im hier abgebildeten Bürgi-Beispiel 72 einfache Rechenoperationen, bestehend aus 64 Additionen der Zeilenwerte zweier jeweils nebeneinander liegender Spalten sowie jeweils vier Werthalbierungen und Zwischensummenübertragungen. Das Programm startet am rechten Tabellenrand mit der Eintragung beliebiger Startzahlen und generiert auf seinem mäanderförmig ansteigenden und vier Täler durchquerenden Serpentineweg im Zuge fortlaufender Rechnung die gesuchten Daten, hier im Beispiel die Sinuswerte $\sin 10^\circ$ mit $10^\circ 20' 51'' 00'''$, in der zweiten Zeile der vorderen Sinusspalte direkt ablesbar. Nun müssen wegen der unterschiedlichen Steigung des Sinus im Kreis diese Sinus-Tabellen-Rohzahlen noch für den Radius ihrer Lage korrigiert werden, wobei gemäss Launert der Sinuswert des 10° -Teilbereiches von $10^\circ 20' 51'' 00'''$ durch die Zahl des 90° -er Bereiches von $59^\circ 35' 19'' 52'''$ dividiert wird. Diese Rechnung liefert dann den definitiven Sinuswert von $10^I 25^{II} 8^{III} I^V (+\text{Rest})$. Dieser Wert der Sinus-Genauigkeitsstufe 5 Bürgis ist also bis zur dritten Sexagesimalstelle genau (entspricht 5 Dezimalstellen). Damit sind die neun gewünschten Sinuswerte auf fünf Stellen genau bekannt. In der auf 7 Genauigkeitsstufen gerechneten Sinus-Beispieltabelle rechts unten sind die Werte zwischen 5–7 Sexagesimalstellen genau, das entspricht bis zu zehn Dezimalstellen.

Mit diesem Programm berechnet Bürgi zunächst eine 36-seitige Sinustabelle mit $1'$ Schrittweite und anschliessend seinen dreissigmal feineren *Canon Sinuum* mit $2''$ 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*.

Forschungsautor Launert: „Ein doppelter Geniestreich!“ Dieter Launert, der die Analyse des *Artificium* vorgenommen hat, sagt, damit sei dem 35-jährigen

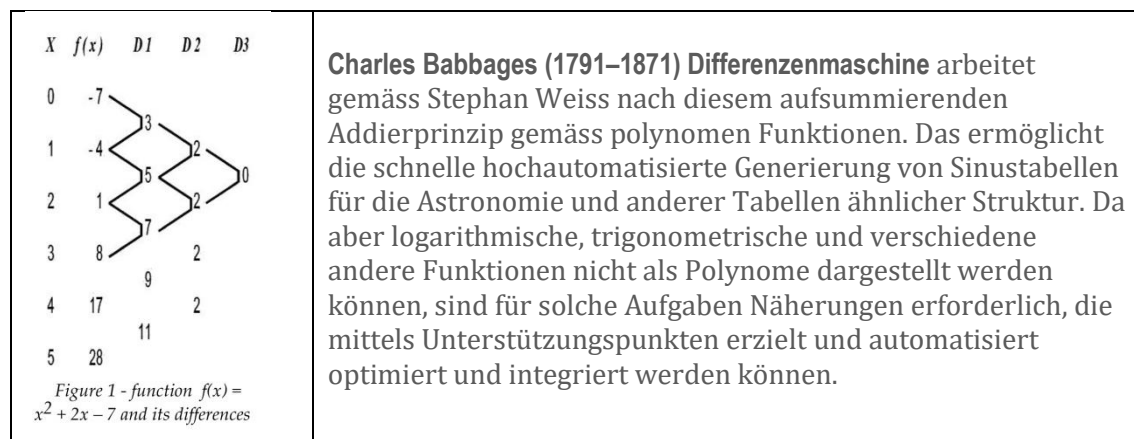
Jost Bürgi ein doppelter Geniestreich gelungen. **Einmal durch die Erfindung einer algebraisch-arithmetischen Rechenmethode zur unkonventionellen Lösung einer eigentlich der Geometrie zuzurechnenden Aufgabenstellung:** sie erlaubt es Bürgi, von einem gleichmässig unterteilten Viertelkreisbogen alle Sinusse einschliesslich Differenzen und der Differenzen von Differenzen sehr genau zu erfassen sowie mit der daraus erstellten Sinustabelle astronomische sphärische Dreieckspositionen zu bestimmen. **Bürgis zweiter Geniestreich besteht darin, durch eine didaktisch einmalige Methode den Grossteil des Rechenprozesses der Sinusteilung mittels dieser Tabelle auf einfache fortlaufende Additionen** und wenige Werthalbierungen herunter zu brechen.“ Die Berechnung der Sinusse beginnt in dieser *Artificium*-Tabelle vollkommen unkonventionell rechts unten und zieht sich mäanderförmig über alle Spalten bis zu den Resultatzeilen in der ersten Kolonne, die anschliessend noch einer Ausgleichungsrechnung in Form einer Division unterzogen werden. Dieter Launert weist in seiner Studie nach, dass damit eine Genauigkeit erreicht wird, die im dekadischen System mindestens zehn Stellen entspricht – bei einem Probelauf kommt Denis Roegel gar auf 19 Dezimalstellen.

Jörg Waldvogel: Methode von eleganter Schlichtheit und hoher Effizienz. Der emeritierte ETHZ-Mathematikprofessor Jörg Waldvogel über seinen ersten Gedanken, als er Bürgis-Kunstwegtabelle 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 selbst ist, und hat dies genial genutzt und umgesetzt.**“. Erst kurz zuvor hatte Waldvogel mit den modernen Methoden des Computerzeitalters die mathematischen Charakteristiken der Bürgischen Logarithmen inklusive Fehlerresistenz sowie anwenderfreundlicher Konzeption und Ausführung untersucht und darüber 2014 in der Fachzeitschrift „Elemente der Mathematik“ einen substanziellen Beitrag veröffentlicht.

Roman Boutellier: „Musterbeispiel für vereinfachte Prozesse“

Aus ganz anderer Perspektive betrachtet und einen ganz anderen Aspekt beleuchtet der Technologieprofessor und ETHZ-Vizepräsident Roman Boutellier, selbst Mathematiker und ebenfalls erfahrener Industriekapitän (SIG, Wild Leitz) die bürgische Kunstwegtabelle: „Ich habe vor zwei Jahrzehnten bei meiner Antrittsvorlesung als Professor für Technologiemanagement an der HSG Hochschule St. Gallen ein solches Bürgischema ausgewählt, um zu erläutern, wie man schwierige Prozesse in

eine einfache Produktionstätigkeit überführen kann. Das Schema wurde von Charles Babbage (1781–1871) bei seiner Differenzenmaschine eingesetzt.



Pionier der modernen Mathematik. Was Bürgi mittels Sinusfunktion und Kunstweg-Algorithmen vor 427 Jahren eigenständig vor allem für Aufgaben der sphärischen Trigonometrie schuf – nämlich die Berechnung von Sinuswerten mittels der

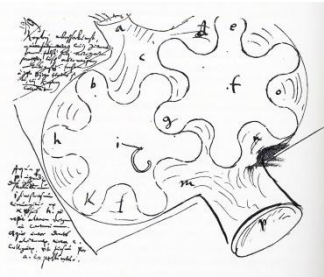
{ 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1/2 }	{ 2 }	{ 63 }
{ 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2/2 }	{ 4 }	{ 124 }
{ 1 2 3 3 3 3 3 3 3 3/2 }	{ 6 }	{ 181 }
{ 1 2 3 4 4 4 4 4 4 4/2 }	{ 7 }	{ 232 }
{ 1 2 3 4 5 5 5 5 5 5/2 }	{ 8 }	{ 276 }
{ 1 2 3 4 5 6 6 6 6 6/2 }	{ 9 }	{ 312 }
{ 1 2 3 4 5 6 7 7 7 7/2 }	{ 10 }	{ 339 }
{ 1 2 3 4 5 6 7 8 8 8/2 }	{ 11 }	{ 356 }
{ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 9/2 }	{ 12 }	{ 362 }

Matrix M · Startvektor s = Vektor s'.
Bürgis erster Rechenschritt.

Bürgis „Kunstweg“ entspricht gemäss Andreas Thom in moderner Darstellungsform der Multiplikation einer quadratischen Matrix mit den Startzahlen als Vektoren.

arithmetischen Teilung des rechten Winkels in beliebig viele Teile – stellt die moderne Analytische Geometrie und Matrizenrechnung als die Multiplikation einer quadratischen Matrix M mit dem Vektor s aus den Startzahlen dar, die (bei positiven Zahlen) immer funktioniert. Bei iterierter Anwendung der dargestellten Matrix M ergebe sich eine Vektorenfolge, für welche die Koordinatenverhältnisse der Bürgischen Berechnungsart zu (positiven reellen) Zahlen konvergieren: den Sinuswerten! (Quelle: Andreas Thom, Institut für Geometrie, Dresden / Dieter Launert). Wir sehen das auch auf den Folgeseiten von Jörg Waldvogel (Seite §).

Nicht mehr weit weg vom Computer. Verständlich wird nun, warum der mit Jost Bürgi auf der Kasseler Sternwarte von 1584 bis 1590 zusammenarbeitende Astronom und Mathematiker Christoph Rothmann diesen Jost Bürgi *Automatopaeus* – also Automatiker – nennt. Mit seinem *Artificium* verfügt er über einen mächtigen Software-Algorithmus und ist aufgrund des Additionsmechanismus seiner Pariser Globusuhr von 1592 selbst von einer eigenen Rechenmaschine nicht mehr weit entfernt. Bereits 1623 gelingt dem jungen Kepler-Freund Wilhelm Schickard der Bau der Welt erster Rechenmaschine: demjenigen Schickard also, der die Skizze von Keplers „lustigem Kunstbrünnelein“ anfertigte, dessen Modellbau Jost Bürgi in die Hände nimmt.



Von Kepler um 1599 konstruiert, mit Schickard besprochen und von diesem skizziert, sowie etwa 1606 unter Bürgi für Kepler realisiert: das „Wasserkünstlein“ Keplers – eine Zahnrادpumpe gegen Wasseransammlungen in Bergwerken.

Wer verbannte Bürgis wichtiges *Fundamentum Astronomiae* mit echtem *Artificium* in eine Klosterbibliothek? Beim in der Universitätsbibliothek Wroclaw (Breslau) aufgefundenen Dokument IV Qu 38^a handelt es sich um die im Format von 15 cm x 20 cm in Leder gebundene 190-seitige Bürgi-Handschrift *Fundamentum Astronomiae*. Darin enthalten ist unter anderen trigonometrischen Erkenntnissen die Lösung des 427 Jahre alten unbeantworteten Rätsels des bürgischen *Artificium*-Kunstweges. Jost Bürgi hat dieses Buch 1586–1592 in Kassel in enger Abstimmung mit Nikolaus „Ursus“ Reimers verfasst, der 1591 zum Kaiserlichen Mathematiker ernannt wurde und den er in Prag drei Wochen vor dem Kaiser trifft. Mit Ursus' *Fundamentum Astronomicum* von 1588 hat Josts *Fundamentum Astronomiae* viele Ähnlichkeiten, doch lässt Ursus keine Zweifel an der Urheberschaft aufkommen, indem er Bürgi als seinen Lehrmeister bezeichnet. Bürgis *Fundamentum Astronomiae* verfügt zudem über eine 36-seitige 1'-Sinustafel, eine Multiplikationstabelle für Sexagesimalzahlen und das Geheimnis seines Kunstweges, der gemäss Menso Folkerts in der Geschichte der Trigonometrie einen Meilenstein darstellt. Nach Bürgis Kaiseraudienz am 4. Juli 1592 gibt er das mittlerweile um die vierseitige Rudolph-Widmung ergänzte Buch am 22. Juli 1592 am Kaiserhof ab. Wahrscheinlich bespricht der Kaiser das Werk mit Bürgi, als dieser 1596 um die Jahreswende erneut

vom Kaiser empfangen wird. Von Prag gerät das *Fundamentum Astronomiae* wahrscheinlich in den Wirren des Dreissigjährigen Krieges auf unbekannten Pfaden ins niederschlesische Sagan, dessen Fürstentum in den Besitz von Wallenstein gekommen ist. Dass das Werk in der Bibliothek des Augustiner-Chorherrenstiftes verschwindet, könnte dem Jesuiten-Oberen Paul Guldin (1577–1643) zuzuschreiben sein, der sich 1628 für kurze Zeit des Saganer Gymnasiums annimmt. In Sagan verbringt ab 1628 Johannes Kepler seine beiden letzten Lebensjahre, ohne dort ständig anwesend zu sein. Kam das Buch nach seinem überraschenden Tod in Regensburg – wo er wieder einmal versuchen wollte, endlich an seine ausstehenden Gehaltszahlungen zu kommen – von seiner dringend Geld benötigenden Witwe in die Stiftsbibliothek oder viel später? Im ersten Fall hätte es sich wahrscheinlich seit Kaiser Rudolfs Tod 1612 in Keplers Besitz befunden. Natürlich kann man auch den an der Nürnberger Universität Altdorf ausgebildeten Fürst von Waldstein „Wallenstein“ als Buchbesitzer nicht ganz ausschliessen, hatte er doch freie Hand in Prag und war er der Astronomie und der Astrologie doch selbst zugetan: auch Kepler stellt ihm die Nativität und verfasst für ihn Horoskope, während Bürgi ein solches Ansinnen Wallensteins ablehnt. Im Zuge der Aufhebung des Klosters und der Säkularisierung seines Besitzes kommt diese Handschrift 1810 in die Universitätsbibliothek Wroclaw (Breslau), wo sie Dr. John Leopold 1986 als Traktat mit 1'-Sinustafeln erwähnt, jedoch wie alle anderen Bürgi-Biografen vor und nach ihm – einschliesslich dem Verfasser dieser Zeilen – dieses Dokument nicht weiter beachtet, bis es ohne Kenntnis des Leopold-Hinweises der Münchener Wissenschaftshistoriker Menso Folkerts in seiner Bedeutung erkannt und 2014 zu Forschungszwecken ans Licht holt. Die kompetente Inhaltsanalyse und Editierung erfolgt 2015 durch Dieter Launert.

Warum ist Bürgis *Artificium*-„Kunstweg“ so wichtig?

Die grossen Themen der Frühen Neuzeit sind die Erde, die Sonne, der Mond sowie die Fix- und Wandersterne. Ihre bessere Erforschung dient einen Zweck: die Kenntnis und Erkenntnis von Gott und der Welt zu verbessern. Ist die Erde nicht länger Mittelpunkt der Welt, sondern die Sonne? Wie kann man den Seefahrern helfen, ihre Häfen schneller und sicherer zu finden, ihre neuen Entdeckungen zuverlässiger zu kartieren, und die Gewürztransporte auf kürzerem Weg nach Europa bringen? Und wie manifestieren sich die göttlichen Kräfte in den Bewegungen der Planeten? All dies erfordert eine genauere Orientierung am Sternenhimmel als sie mit dem mehr als tausendjährigen und vielfach mehrere Bogengrade abweichenden Almagest-Verzeichnis möglich ist. Wilhelm IV. von Hessen-Kassel (ab 1561) und Tycho Brahe auf Hven (ab 1585) sind mit ihren fest eingerichteten Sternwarten im neuzeitlichen Europa die ersten, die sich dieser Aufgabe verschreiben und

völlig Neubestimmte Sternkataloge vorlegen: Wilhelm IV. mit Rothmann und Bürgi 1587 in Kassel, Tycho Brahe 1602 in Prag. Beide verwenden die neue Vermessungsmethode der Horizontalvermessung, die aufgrund von Jost Bürgis Sekundenuhr erlaubt, weitaus mehr Sternpositionen zu bestimmen als zuvor. Doch wie kann man die zunehmende Flut an Beobachtungsdaten genau in sphärische Dreiecke integrieren, die modellhaft fiktiv den gesamten Himmel umspannen? Dazu sind pro Position mehrere vielstellige Divisionen im Sexagesimalsystem vorzunehmen – eine zweitausendige und fehleranfällige Tätigkeit. Jost Bürgi revolutioniert auch diese Berechnung komplett. Die Raumpositionen definiert und berechnet er ausschliesslich mit der Sinusfunktion, ihre Berechnung ausschliesslich mit seinen Prosthaphäreseformeln bzw. Logarithmen in Form einfacher Additionen und Subtraktionen. Dieser Kunstweg Bürgis, entwickelt von ihm um 1586 kurz nach der Prosthaphärese und kurz vor der Erstellung seiner als Progresstabulen bezeichneten Logarithmentafeln, löst gleich drei Probleme in einem Zug. Er liefert arithmetisch-algebraisch die hochaufgelösten Sinuspositionen unübertroffener Genauigkeit. Er zerlegt diese komplexe Rechnung unter Einbezug mehrstufiger Differenzen in 64 einfache Additionen – und er spart durch eine mehr als zehnfache Verkürzung des Aufwandes beträchtlich Zeit und Kosten; so bereits mit seinem *Canon Sinuum*, den er in Jahresfrist generiert. Wer diesen Kunstweg beherrscht, verschafft sich nicht nur in der genauen Zeit- und Ortsbestimmung Vor-sprung, sondern vor allem im dynamischen Gebiet der Navigation und Astronomie. Jost Bürgis Kunstweglösung steht vor Henry Briggs und vor Isaac Newton am Beginn der Methode der Differenzenrechnung und qualifizierenden Interpolation, die später in der Differential- und Infinitesimalrechnung ihre Erweiterung und heutige moderne funktionale Lösung findet.

Jost Bürgi, 1587/92, *Artificium-„Kunstweg“ in Fundamentum Astronomiae* mit zwei weiteren Genauigkeitsstufen. Sinuskolonne 5 identisch mit Kolonne 5 in Abbildung auf S. 7. Differenzen in Rot. © The University Library in Wrocław; Manuscript IV Q 38 a, fol. 36v.

Von Winkelfunktionen, Differenzen und Logarithmen

Es ist mehr als vierhundert Jahre her, dass Jost Bürgi seine grundlegenden Erfindungen des Kunstweges der Sinustabellierung, der Differenzenrechnung und der Logarithmenrechnung gemacht hat – über seine wichtigen Beiträge zur Dezimalstellen-Notation, zur Prosthaphärese und anderen Methoden hinaus. Gleich zwei höchste kaiserliche Amtsinhaber der Position des Kaiserlichen Mathematicus – seine Freunde Nikolaus Ursus Reimers und Johannes Kepler – bezeichneten ihn als ihren Mathematiklehrer. Seit vielen Jahren analysiert der ETH-Professor Jörg Waldvogel vom Seminar für Angewandte Mathematik die Logarithmen Bürgis mit den modernen Methoden unserer Zeit und hat dies anlässlich des am 19. März 2016 in Lichtensteig stattfindenden Jost-Bürgi-Symposiums nun auch für den Kunstweg getan. Der Autor dank Jörg Waldvogel für die Veröffentlichungsgenehmigung seiner Erkenntnisse. Dazu sagt J. Waldvogel einleitend: „Jost Bürgis lange verschollener Kunstweg (1586) zur effizienten und genauen Berechnung von Sinus-Tabellen wurde 2013 von Menso Folkerts wieder entdeckt. Wir beleuchten diesen auf dem Differenzenschema beruhenden genialen Algorithmus mit den Mitteln der modernen Linearen Algebra. Mittels Matrizenrechnung und Eigenwerten wird auch eine Konvergenztheorie entwickelt. Auch die für die Logarithmenrechnung idealen, wohlbekannten Progreß-Tabulen von Jost Bürgi (1620) lassen sich in das Differenzenmuster einordnen.“ Die Untergliederung folgt dem Schema:

1. Jost Bürgis Kunstweg
2. Differenzen
3. Vektoren und Matrizen
4. Eigenvektoren und Eigenwerte
5. Der Konvergenzquotient
6. Die Progreß Tabulen
7. Literatur

Glossar

Lineare Algebra: Die moderne Theorie der Lösbarkeit und der Lösungsverfahren von Systemen von (vielen) Gleichungen ersten Grades in vielen Unbekannten.

Vektor $\mathbf{x}$: In 3 Dimensionen ein Pfeil vom Koordinaten-Nullpunkt zum Punkt mit Koordinaten (x, y, z) . Allgemein ist der Zeilenvektor $\mathbf{x}$ das n -Tupel $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ mit $n > 0$.

Matrix: Ein rechteckiges Zahlenschema $\mathbf{A} = (a_{jk})$, Zeilenindex $j = 1, 2, \dots, n$, n = Anzahl der Zeilen, Spaltenindex $k = 1, 2, \dots, m$, m = Anzahl der Spalten:

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1m} \\ \vdots & a_{jk} & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nm} \end{pmatrix}.$$

$n = 1$ ergibt einen Zeilenvektor, $m = 1$ einen Spaltenvektor.

Transposition von Matrix oder Vektor: Vertauschung von Zeilen und Spalten, geschrieben mit hochgestelltem T: Aus $\mathbf{A} = (a_{jk})$ wird $\mathbf{A}^T = (a_{kj})$. $\mathbf{x}^T = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ ist ein Spaltenvektor.

Lineare Abbildung: Abbildung des Spaltenvektors $\mathbf{x}$ in den Spaltenvektor $\mathbf{y} = \mathbf{A} \mathbf{x}$. Dreidimensionales Beispiel ($m = n = 3$):

$$\mathbf{y} = \mathbf{A} \mathbf{x} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 \end{pmatrix}.$$

Eigenvektor der quadratischen Matrix $\mathbf{A}$: Ein Vektor $\mathbf{x}$, der bei der linearen Abbildung $\mathbf{y} = \mathbf{A} \mathbf{x}$ nur gestreckt (oder gestaucht, nicht gedreht) wird: $\mathbf{A} \mathbf{x} = \lambda \mathbf{x}$.

Eigenwert: Der zum Eigenvektor $\mathbf{x}$ gehörige Streckungsfaktor λ heißt Eigenwert.

Iteration: Eine wiederholt ausgeführte mathematische Operation.

Zahlfolge (unendliche): $a_1, a_2, \dots, a_k, \dots$, nicht abbrechend.

Konvergenz: Die Zahlfolge a_k , $k = 1, 2, \dots$ heißt konvergent, falls es eine Zahl a gibt, so dass $a_k - a$ gegen 0 strebt, falls $k \rightarrow \infty$. Wir schreiben $a = \lim_{k \rightarrow \infty} a_k$. Kann auch auf Folgen von Vektoren verallgemeinert werden.

Ableitung einer Funktion $f(x)$: Der Differentialquotient $f'(x) = df(x)/dx$, drückt die Steigung der Kurve aus.

1. Jost Bürgis Kunstweg

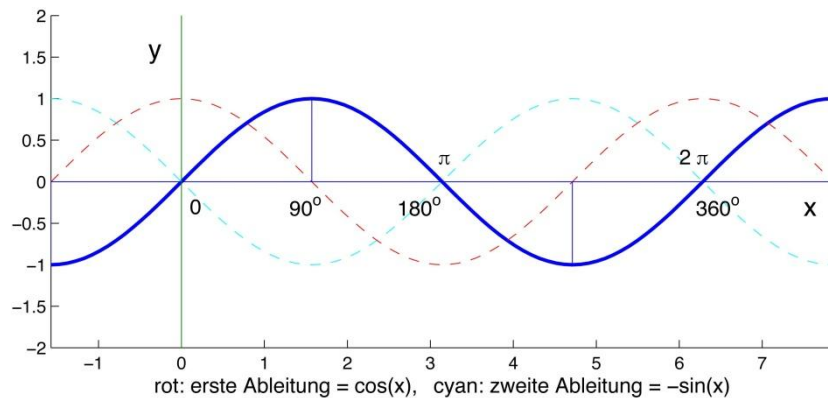
In seinem mathematischen Erstlingswerk **Fundamentum Astronomiæ**, verfasst zwischen 1586 und 1592, aber erst 2013 durch **Menso Folkerts** [4,5] wieder entdeckt, und von Dieter Launert [6] und Fritz Staudacher [9] ausführlich beschrieben, definiert **Jost Bürgi** einen Algorithmus zur effizienten und genauen Berechnung von

$$\sin\left(\frac{j\pi}{2n}\right), \quad j = 1, \dots, n, \quad n > 1.$$

Sein Beispiel ist $n = 9$ (siehe Seite 8); er schlägt aber auch $n = 90$ vor (jedes Winkelgrad). Wir betrachten den einfacheren Fall

$$n = 3: \quad \sin(30^\circ) = \frac{1}{2}, \quad \sin(60^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2}, \quad \sin(90^\circ) = 1.$$

Die Sinus-Funktion $y = \sin(x)$



Der Algorithmus erzeugt eine Tabelle, aufgebaut von rechts nach links.

Die roten Zahlen dienen nur der Erklärung, werden nicht mitgeführt.

$\sin(0^\circ)$	0		0		0		0		0		0
$\sin(30^\circ)$	2911		780		209		56		15		4
$\sin(60^\circ)$	5054		1351		362		97		26		7
$\sin(90^\circ)$	5822		1560		418		112		30		8
		-780		-209		-56		-15		-4	
					...	f	e	d	c	b	a

0. Startkolonne: $\mathbf{a} = (a_1, a_2, \dots, a_n)^T \in \mathbb{R}^n$, (fast) beliebig, z.B.

Näherungen für Vielfache von Sinus-Werten, $f \cdot \sin(\frac{j\pi}{2n})$, auf Ganze gerundet.

1. Nächste Kolonne links: $\mathbf{b} = (b_1, b_2, \dots, b_n)^T$ = kumulative Summe der a_j von unten, zuerst $b_n = \frac{a_n}{2}$, dann $b_j = b_{j+1} + a_j$, $j = n-1, \dots, 1$.

2. Weitere Kolonne links: $\mathbf{c} = (c_1, c_2, \dots, c_n)^T$ = kumulative Summe der b_j von oben, zuerst $c_1 = b_1$, dann $c_j = c_{j-1} + b_j$, $j = 2, \dots, n$.

Fortsetzung nach links

Fortsetzung der Tabelle nach links durch Reptition der Schritte 1. und 2.
Der **Kunstweg** ist ein Differenzenschema, von rechts nach links aufgebaut.

Die ungeraden Kolonnen a, c, e, g, ..., normiert durch Division der Vektoren durch ihr letztes Element, approximieren die Sinus-Werte $\sin(\frac{j\pi}{2n})$ immer besser.

Zusammenfassende Tabelle:

7/8	26/30	97/112	362/418	1351/1560	5042/5822
8.9746e-3	6.4126e-4	4.6025e-5	3.3043e-6	2.3724e-7	1.7033e-8
13.99526	13.93299	13.92855	13.928228	13.928205	

Erste Zeile: $a_2/a_3, c_2/c_3, e_2/e_3, \dots$

Zweite Zeile: Fehler $a_2/a_3 - \sin(60^\circ), \dots, \sin(60^\circ) = \sqrt{3}/2 = 0.8660254$

Dritte Zeile: Quotient zum nächsten Fehler, $\rightarrow 7 + 4\sqrt{3} = 13.92820323$

Aus Fundamentum Astronomiæ

Exemplum

<i>sinus</i> 5	<i>sinus</i> 4	<i>sinus</i> 3	<i>sinus</i> 2	<i>sinus</i> 1
0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	0
10 20 51 0	0 38 51 52	18 51 52	34 24	1 3
20 22 50 8	0 37 9 20	18 17 28	33 21	1 1
30 29 47 39 56	0 54 19 3	17 9 43	31 17	0 57
40 38 18 10 41	1 9 49 44	16 30 41	28 16	0 51
50 45 38 51 42	1 23 13 7	13 23 23	24 24	0 44
60 51 35 19 36	1 34 4 48	10 51 41	19 48	0 35
70 55 59 42 42	1 42 4 59	8 0 11	14 36	0 27
80 58 41 0 49	1 46 59 4	4 54 5	8 57	0 17
90 59 35 19 52	1 48 38 6	1 39 2	3 1	0 6

*Die Exemplum für die gegebenen und etwas besondere zu addieren
die etwas weniger den mangel, und dergleichen in folgenden Sinibus
also setzen*

2. Differenzen

Differenzenschemata sind gute Mittel zur effizienten Tabellierung von Funktionen mit äquidistanten Argumenten, z.B. die Kubikzahlen

$$f(n) = n^3:$$

n	$f(n)$	Δ_1	Δ_2	Δ_3
0	0		0	
1	1	1		6
2	8	7	6	6
3	27	19	12	6
4	64	37	18	6
5	125	61	24	6
6	216	91	30	6

- In diesem Beispiel ist die dritte Differenz konstant
- Oberste Einträge und letzte Kolonne müssen bekannt sein
- Aufbau der Tabelle von rechts nach links und von oben nach unten
- Nur Additionen!

Das sin - Differenzenschema

Vorbereitung: Prosthaphærese (von Bürgi benutzt)

$$\cos(\alpha) \cdot \cos(\beta) = \frac{1}{2} (\cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta))$$

Setze $\alpha = \frac{\pi}{2} - \frac{y-x}{2}$, $\beta = \frac{y+x}{2}$; daraus folgt

$$\sin y - \sin x = 2 \cos\left(\frac{y+x}{2}\right) \sin\left(\frac{y-x}{2}\right)$$

Differenzenschema für $f(x) = \sin x$:

$f(x)$	Δ_1	Δ_2
$\sin(x - 2\delta)$	$2 \sin \delta \cdot \cos(x - \delta)$	$-4 \sin^2 \delta \cdot \sin x$
$\sin x$	$2 \sin \delta \cdot \cos(x + \delta)$	
$\sin(x + 2\delta)$		

Die zweite Differenz ist proportional zum Funktionswert

Bürgis Hauptresultat

Bemerkungen

- Die Rückabbildungen der Differenzen sind die kumulativen Summen
- Die Anfangsbedingungen berücksichtigen die Symmetrien der sin- und cos-Funktionen bei $x = 0$ und $x = \frac{\pi}{2}$

Satz:

Die normierten ungeraden Kolonnen $a_j/a_n, c_j/c_n, e_j/e_n, \dots$ mit $n > 1$ konvergieren für beliebige positive Startkolonnen $\mathbf{a} = (a_1, \dots, a_n)^T$ gegen $\sin(j \frac{\pi/2}{n})$, $j = 1, \dots, n$.

3. Vektoren und Matrizen

Im Fall $n = 3$ von Seite 4 definieren wir $\tilde{\mathbf{a}} = (a_1, a_2, \frac{a_3}{2})^T = \mathbf{a} \cdot \mathbf{H}$; dabei ist $\mathbf{H}$ allgemein die Diagonalmatrix mit den Diagonalelementen $1, 1, \dots, 1, \frac{1}{2}$. Nun lauten die ersten zwei Schritte von Seite 6:

$$\mathbf{b} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \tilde{\mathbf{a}}, \quad \mathbf{c} = \underbrace{\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}}_{\mathbf{T}} \mathbf{b}$$

Damit ergibt sich für die einem Kunstwegschritt entsprechende Abbildung

$$\boxed{\mathbf{c} = \mathbf{M} \mathbf{a} \quad \text{mit} \quad \mathbf{M} = \mathbf{T} \cdot \mathbf{T}^T \cdot \mathbf{H}.}$$

Die Matrix $\mathbf{T}$

$\mathbf{T}$ ist die mit Einsen gefüllte untere $n \times n$ -Dreiecksmatrix. Für später leiten wir eine alternative Darstellung von $\mathbf{T}$ her. Sei $\mathbf{I}$ die Einheitsmatrix und $\mathbf{L}$ die Einheits-Subdiagonalmatrix,

$$\mathbf{I} = \begin{pmatrix} 1 & & & \\ & 1 & & \\ & & \ddots & \\ & & & 1 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{L} = \begin{pmatrix} 0 & & & \\ 1 & 0 & & \\ & \ddots & \ddots & \\ & & 1 & 0 \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^{n \times n}.$$

Dann gilt

$$\mathbf{T} = \mathbf{I} + \mathbf{L} + \mathbf{L}^2 + \dots + \mathbf{L}^{n-1} = (\mathbf{I} - \mathbf{L})^{-1}.$$

Die Bürgi-Matrix $\mathbf{M}$

Die Abbildungsmatrix $\mathbf{M}$, die wir auch **Bürgi-Matrix** nennen wollen, wurde schon von D. Launert und A. Thom angegeben. Für $n = 5$ lautet sie

$$\mathbf{M} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0.5 \\ 1 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 3 & 1.5 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 2.5 \end{pmatrix}.$$

4. Eigenvektoren und Eigenwerte

Ist $\mathbf{a}_0 = \mathbf{a} \in \mathbb{R}^n$ die Startkolonne und $\mathbf{a}_1 = \mathbf{c}$, $\mathbf{a}_2 = \mathbf{e}$, ..., dann schreibt sich der Kunstwegalgorithmus als

$$\mathbf{a}_{j+1} = \mathbf{M} \mathbf{a}_j, \quad j = 0, 1, \dots, n,$$

in der Linearen Algebra bekannt als **Vektoriteration** (von Mises - Geiringer). Falls der größte Eigenwert λ_1 von $\mathbf{M}$ einfach ist, konvergiert $\mathbf{a}_j$ der Richtung nach gegen den zugehörigen Eigenvektor $\mathbf{v}_1$ mit der Eigenschaft $\mathbf{M} \mathbf{v}_1 = \mathbf{v}_1 \lambda_1$.

Zur Lösung der Eigenwertprobleme betrachten wir die Inverse von $\mathbf{M}$, die sich als tridiagonal erweist (verwende $\mathbf{T}$ von Seite 12):

$$\mathbf{M}^{-1} = \mathbf{H}^{-1} (\mathbf{I} - \mathbf{L})^T (\mathbf{I} + \mathbf{L}).$$

Für $n = 4$ ergibt sich

$$\mathbf{M}^{-1} = \begin{pmatrix} 2 & -1 & & \\ -1 & 2 & -1 & \\ & -1 & 2 & -1 \\ & & -2 & 2 \end{pmatrix} = 2\mathbf{I} - \begin{pmatrix} 0 & 1 & & \\ 1 & 0 & 1 & \\ & 1 & 0 & 1 \\ & & 2 & 0 \end{pmatrix}.$$

$\mathbf{M}^{-1}$ hat dieselben Eigenvektoren wie $\mathbf{M}$, aber die reziproken Eigenwerte.

Eigenvektoren: Kolonnen der Matrix $\mathbf{V} = (v_{kj})$,

$$v_{kj} = \sin \left(\left(j - \frac{1}{2} \right) k \frac{\pi}{n} \right), \quad k, j = 1, \dots, n$$

Eigenwerte von $\mathbf{M}$, Diagonalelemente von $\mathbf{D}$:

$$\lambda_j = \frac{1}{4 \sin^2 \left(\left(j - \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{2n} \right)}.$$

Einfach nachzurechnen mit der Trigonometrie von Seite 10.

Es gilt $\mathbf{M} \mathbf{V} = \mathbf{V} \mathbf{D}$ sowie $\mathbf{V}^{-1} = \frac{2}{n} \mathbf{V}^T \mathbf{H}$.

5. Der Konvergenzquotient

Normierung nach Bürgi zur Gewinnung der Sinus-Näherungen x_{kj} :

$$\mathbf{x}_j = \frac{\mathbf{a}_j}{a_{nj}} \implies x_{nj} = 1$$

Die Bürgische Vektoriteration liefert

$$\lim_{j \rightarrow \infty} \mathbf{x}_j = \mathbf{v}_1 \quad (\text{erster Eigenvektor})$$

Fehlernorm: $e_j = \|\mathbf{x}_j - \mathbf{v}_1\|_2$

Konvergenzquotient: $q_j = \frac{e_j}{e_{j+1}}$

Häufig gilt $Q = \lim_{j \rightarrow \infty} q_j = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

Genauere Analyse

Gemäß der letzten Zeile von Seite 15, $\mathbf{M}\mathbf{V} = \mathbf{V}\mathbf{D}$, kann die Vektoriteration einfacher geschrieben werden:

$$\mathbf{a}_{j+1} = \mathbf{M}\mathbf{V}\mathbf{V}^{-1}\mathbf{a}_j \Rightarrow \mathbf{V}^{-1}\mathbf{a}_{j+1} = \mathbf{D}\mathbf{V}^{-1}\mathbf{a}_j.$$

Modifizierter Iterationsvektor: $\mathbf{u}_j = \mathbf{V}^{-1}\mathbf{a}_j$

Modifizierter Startvektor: $\mathbf{u} = \mathbf{u}_0 = \mathbf{V}^{-1}\mathbf{a}_0 = \mathbf{V}^{-1}\mathbf{a}$

Damit: $\mathbf{u}_{j+1} = \mathbf{D}\mathbf{u}_j$ oder $\boxed{\mathbf{u}_j = \mathbf{D}^j\mathbf{u}_0}$

Das Konvergenzverhalten hängt ab von den Eigenwerten

$\lambda_j = \frac{1}{4} / \sin^2\left((j - \frac{1}{2}) \frac{\pi}{2n}\right)$ und vom modifizierten Startvektor $\mathbf{u}$.

Die Eigenwerte (Seite 15) erfüllen $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_n$.

Mit $\mathbf{V}^{-1} = \frac{2}{n} \mathbf{V}^T \mathbf{H}$ ergibt sich für die r -te Komponente u_r des modifizierten Startvektors, $r = 1, 2, \dots, n$: $r = 1, 2, \dots, n$

$$u_r = \frac{2}{n} \sum_{l=1}^n \sin\left((r - \frac{1}{2}) l \frac{\pi}{n}\right) a_l, \quad \Sigma' : \text{letzter Term mit halbem Gewicht}$$

Der Startvektor $\mathbf{a}$ muss so gewählt werden, dass $u_1 \neq 0$. Die Aussage von Seite 16 gilt, falls auch $u_2 \neq 0$.

Satz:

Sei $r \geq 2$ der kleinste Index mit $u_r \neq 0$. Dann gilt $Q = \lim_{j \rightarrow \infty} q_j = \frac{\lambda_1}{\lambda_r}$.

Beispiele

n=3: $\mathbf{a} = (4, 7, 8)^T$, $u_2 = \frac{2}{3} (1 \cdot a_1 + 0 \cdot a_2 - 1 \cdot \frac{a_3}{2}) = 0$, $r = 3 \Rightarrow$

$$Q = \frac{\lambda_1}{\lambda_3} = \frac{\sin^2(75^\circ)}{\sin^2(15^\circ)} = 7 + 4\sqrt{3} = 13.92820$$

n=4: $\mathbf{a} = (4, 7, 9, 10)^T$, $u_2 = 0.20111$, $r = 2 \Rightarrow$

$$Q = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sin^2(33.75^\circ)}{\sin^2(11.25^\circ)} = 8.10973$$

n=9: $\mathbf{a} = (2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12)^T$, $u_2 = 0$, $r = 3 \Rightarrow$

$$Q = \frac{\lambda_1}{\lambda_3} = \frac{\sin^2(25^\circ)}{\sin^2(5^\circ)} = 23.51281$$

n=15: $\mathbf{a} = (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 10, 11, 11, 12, 12, 12)^T$, $u_2 = u_3 = 0$, $r = 4$

$$Q = \frac{\lambda_1}{\lambda_4} = \frac{\sin^2(21^\circ)}{\sin^2(3^\circ)} = 46.88760$$

Für $n > 30$ wurden keine ganzzahligen Startkolonnen $\mathbf{a}$ mit $r > 2$ gefunden. Dann gilt immer $Q \approx 9$.

6. Die Progreß Tabulen

Von Jost Bürgi ca. 1600 berechnet, leider erst 1620 publiziert: Eine einfache Funktion, bei der die Funktionswerte $f(n) = y_n$ in der ersten Differenz proportional reproduziert werden:

$$y_{n+1} - y_n = \varepsilon \cdot y_n, \quad y_0 = 1.$$

Daraus folgt

$$y_{n+1} = (1 + \varepsilon) y_n \quad \text{oder} \quad y_n = (1 + \varepsilon)^n.$$

Bürgi tabelliert für $\varepsilon = \frac{1}{10000} = 0.0001$ die Werte y_n (eine Exponentialfunktion von n) bis $y_N = 10$. Er findet **die gantze Rote Zahl N** , korrekt mit allen 9 Ziffern:

$$N = 23027.0022 - | 23027.0023 +$$

$$\text{Modern: } N = \log_{1.0001}(10) = \frac{\log(10)}{\log(1.0001)} = 23027.00220\,32997$$

Anwendung

Damit kann man billig genau multiplizieren (durch Zurückführung auf Additionen). Man muss aber die Tabelle sowohl von n zu y_n als auch von y_n zu n lesen.

Beispiel:

$$\begin{array}{rcl} 1.0804\,7000 & \cdot & 1.7188\,8000 \\ y_{774} & \cdot & y_{5417} \end{array} = \begin{array}{rcl} 1.8571\,9827\,36 \\ y_{6191} \end{array}$$

Es braucht 3 Tabellenzugriffe (zwei rückwärts und einen vorwärts) und die Addition $774+5417=6191$. Die Tabelle liefert das Resultat mit 9 korrekten Ziffern; die letzten beiden, **36**, entstammen der exakten Rechnung.

Heute nennt man dies **logarithmische Rechnung** (Napier 1614). Siehe auch [7,8,9,10].

Interpolation

Napier tabellierte $f(x) = \log(x)$ für äquidistante x . Bürgi hingegen tabellierte für äquidistante $n = \log(x)$, d.h. er tabellierte die Exponentialfunktion $x_n = 1.0001^n$. Dies konnte er mit relativ kleinem Rechenaufwand erreichen. Für das logarithmische Rechnen ist beides äquivalent: Man muss die Tabellen immer in beiden Richtungen lesen, eine davon braucht **Interpolation**.

Um zu gegebenem x den zugehörigen Logarithmus $\log_{1.0001}(x)$ (**die rote Zahl**) zu finden, wendet Bürgi lineare Interpolation an.

Beispiel aus dem **gründlichen Unterricht**: $x = 3.6$

$$\begin{array}{rcl} \text{Bürgi} & n & = \quad 12809.9789 \quad \quad 9 \text{ Ziffern korrekt} \\ \text{exakt} & \frac{\log(3.6)}{\log(1.0001)} & = \quad 12809.97891\,08694\,6 \end{array}$$

Kurzer Bericht der Progress Tabulen, Wie dieselbigen nützlich in allerley Rechnungen zu gebrauchen.

II. Mann soll zum Exempel die wahre rothe Zahl von 36 suchen, so setzet man noch Sieben 0 für, damit ich 9 Ziffern bekomme, denn alle schwarze Zahlen haben in unser Tabula nicht weniger also 360000000 Darnach sucht man in der Tabul unter den schwarzen Zahl Die 2 nächst kleiner und nächst größer ist dann 360000000 biß finde ich am 33 blat in der columna 12500 und auf der linken seite, nun felt mir die schwarze als 360000000 zwischen

9^o dieße hat schwarz 359964763 dieße ist zu klein

10 die Differenz 35996 die Differenz

dieße hat schwarz 360000759 biß ist zu groß

dieße kleinere Zahl von 359964763 Subtrahire

von meiner gegebenen Zahl 360000000

000035237				
Wie sich helt die	Differenz	zu der	rothen	also helt sich die 3 zur 4
	35996		12500	35237 als 9750

Diese Viert Vierte addier zu der kleinen rothen Zahl

Die kleine rothe Zahl ist 90

Die Zahl der columna 12500

Dieß ist der Schwarzen Zahl von 360000000 ihr rote 12500^o759

Es sol gleichwol so verstand worden 36 haben ihr rothe 12500^o⁷⁵₁₀₀

und werden alle Zeit biß unter die ° ganze verstanden und die folgen der Bruch. 67

7. Literatur

1. Bürgi Jost, 1620: *Arithmetische und Geometrische Progreß-Tabulen*. Digitalisierte Ausgabe einsehbar in Locomat Project Denis Roegel: <http://locomat.loria.fr/buergi1620/buergi1620doc.pdf>.
2. Bürgi Jost, 1620: *Arithmetische und Geometrische Progreß-Tabulen*. Sign.1603/R 1620-001, <http://www.ub.uni-muenchen.de/>.
3. Bürgi Jost, 1620: *Arithmetische und Geometrische Progreß-Tabulen*. Guldin-Bibliothek SOSA, Signatur I 18601, <http://www.yorik.uni-graz.at:8991/F?RN=160090835>.
4. Folkerts Menso, 2014: *Eine bisher unbekannte Schrift von Jost Bürgi zur Trigonometrie*. In: Rainer Gebhardt (H.g.): *Arithmetik, Geometrie und Algebra der frühen Neuzeit*. Adam-Ries-Bund e.V., Annaberg-Buchholz.
5. Folkerts Menso, Launert Dieter, Thom Andreas, 2015: *Jost Bürgi's method for calculating sines*. arXiv:1510.03.03180v1.
6. Launert Dieter, 2015: *Bürgis Kunstweg im Fundamentum Astronomiae. Entschlüsselung eines Rätsels*. Nova Kepleriana, Verlag der Bayrischen Akademie der Wissenschaften, C.H. Beck, München.
7. Lutstorf, Heinz, 2002: *Die Logarithmentafeln Jost Bürgis*. ETH Bibliothek, Zürich, 153 pp.
8. Lutstorf, Heinz, 2005: *Die Logarithmentafeln Jost Bürgis. Bemerkungen zur Stellenwert- und Basisfrage, mit Kommentar zu Bürgis Gründlichem Unterricht*. Schriftenreihe A, 3, ETH Bibliothek, Zürich.
9. Staudacher, Fritz, 2016: *Jost Bürgi, Kepler und der Kaiser*. Erweiterte und überarbeitete 3. Auflage. NZZ Libro, Zürich.
10. Waldvogel Jörg, 2014: *Jost Bürgi and the discovery of the logarithms*. Elem. Math. **69**, 89-117.

Englands aggressive Wissensoffensive

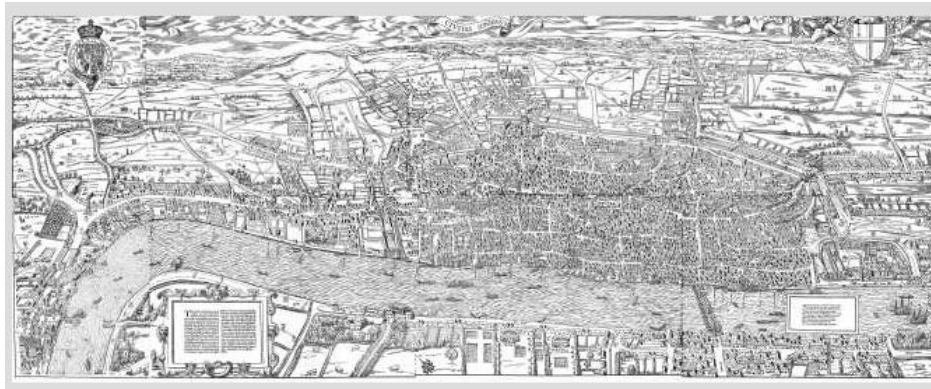
Im England der Königin Elizabeth I. ist man alarmiert. Zwar hatte man mit der dramatischen Kunst des grossen William Shakespeare und der politischen Konstitution eines seit Jahrhunderten manifesten Parlamentarismus im 16. Jahrhundert grosse kulturelle Markenzeichen der Neuzeit etabliert, hat aber grosse Mühe, die von Italien ausgehende Renaissance auf der Insel festzustellen. Die altehrwürdigen Universitäten in Cambridge und Oxford verharren im scholastischen Traditionalismus eines Aristoteles. In den zukunftssträchtigen Gebieten der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Technik ist man nicht mehr auf der Höhe der Zeit. Die Auswirkungen dieser Rückständigkeit sind längst spürbar und offensichtlich in Gebieten, die für das ganze Land als überlebenswichtig galten. Auf den Weltmeeren sind kaum englische Schiffe unterwegs: vor allem Spanien ist auf dem Weg, sein Weltreich auszubauen. Doch seitdem wichtige Persönlichkeiten durch Reisen auf den Kontinent diesen Mischstand erkannt haben und zu beseitigen suchen, herrscht ein Sog nach Informationen wie niemals in der Geschichte zuvor. Das gilt selbst im Gebiet der Mathematik: ein Buch wie Reimers *Fundamentum Astronomicum* mit Bürgis Kunstweg-Rätsel überquerte sicher mehrfach den Ärmelkanal: John Dee musste selbst kein Exemplar mit nach England bringen, damit man es dort kennenlernen konnte – eher schon war es vielleicht der Wunsch aus England an Dee, direkt am Ursprungsort des Rätsels Lösung herauszufinden und die Lösung mit nach England zu bringen. Was stand also dem mathematisch interessierten englischen Zeitgenossen alles zur Verfügung?

.

1. Intensiver Wissenstransfer über den Ärmelkanal

Gerade in diesen Zeiten steht die britische Elite in einem Austausch mit der kontinentalen Entwicklung wie nie zuvor. So hört bereits der spätere Begründer des nach ihm benannten Oxforder Lehrstuhls Henry Savile von seinem Merton College Dozenten Bodley – der selbst intensiv Frankreich, Italien und Deutschland bereist –, dass der einzige Weg zur Verbesserung der Wissenschaften in England darin bestehe, „das Wissen der auf dem Kontinent lebenden Scholaren zu importieren“²¹ Savile ist nicht nur selbst mehrfach auf dem Kontinent unterwegs, sondern sendet auch seinen Bruder Thomas nach Italien und 1591 gezielt nach Frankfurt zum Bücherkauf auf den Kontinent, so dass die Bibliothek schon 1595 tausend Bände verzeichnet. Auch Dr. John Napier bereist sechs Jahre lang Italien, Frankreich, Deutschland sowie die damals unter spanischer Herrschaft

stehenden und Belgien umfassenden sogenannten spanischen Niederlande, deren Handelsflotte damals um das Vielfache grösser ist als diejenige Englands. Dr. John Dee, auf den wir später noch detaillierter zu sprechen kommen, bildet sich in den Niederlanden bei Gemma Frisius im Vermessungswesen und bei Gerardus Mercator in der Kartographie aus und unterrichtet in Paris selbst Geometrie. Später ist Dr. John Dee von 1583 bis 1589 nochmals sechs Jahre auf dem Kontinent und kehrt wieder mit zahlreichen neuerschienenen Werken in seine Londoner Privatbibliothek zurück – bei seiner Abreise mit viertausend Titeln die grösste Englands und eine der grössten Privatbibliotheken der Welt.



Nach der Rückkehr John Dees von Gerardus Mercator aus Louvain entstand dieser Londoner Stadtplan, einer der ersten dieser Metropole überhaupt. *Plan of London (circa 1560 to 1570)*, in *Agas Map of London 1561* ([s.l.], 1633), <http://www.british-history.ac.uk/no-series/london-map-agas/1561/map> [accessed 10 January 2016].

2. Bücher von Pitiscus mit Bürgi-Lösungen 1614 sogar in Englisch

Wie die oben genannten Buchbeschaffungskanäle aufzeigen, überquerte Nikolaus Reimers' *Fundamentum Astronomicum* aus dem Jahre 1588 den British Channel mehrfach: In diesem schmalen Band ist ausser Bürgis Logarithmentafeln bereits fast alles vorgestellt oder angedeutet, was Jost Bürgi für die Mathematik seiner Zeit mit grossem Vorsprung entwickelt hatte: von der elegantesten Prosthaphärese und ihren Beweis bis hin zum expliziten Schema von Bürgis «Kunstweg», den Briggs schon vor längerer Zeit bis ins Feinste studiert haben dürfte und 1619 selbst souverän «beherrscht».

Doch eigentlich bedurfte es weder eines Dr. John Dee, noch eines Christoph Rothmann, noch eines Tycho Brahe, um einem geschickten Mathematiker wie Henry Briggs die Entschlüsselung des Rätsels zu ermöglichen. Jost Bürgis Erkenntnisse erscheinen noch in anderen aktuellen Publikationen, die in England aufmerksame Leser finden. Bevor der über ein Schweigegelübde

an Bürgi gebundene Kepler eine ihm vertraulich zur Verfügung gestellte Bürgi-Methode in seinen eigenen Publikationen nutzen und vorstellen darf, veröffentlicht sie Bürgi mit Vorzug gerne selbst in Bartholomäus Pitiscus' Lehrbuch der Trigonometrie, der besten Publikation dieses Gebietes. Alleine aus England ist die Nachfrage nach diesen in kurzen Abständen nachgedruckten Werken des wie Wittich aus Breslau stammenden Heidelberger Hofpredigers und Mathematikers so gross, dass im Jahre 1614 Pitiscus' Lehrbuch der Trigonometrie in englischer Sprache publiziert wird. Darin sind Bürgi-Lösungen aus der deutschen Ausgabe von 1608 über Drei- und Fünfteilungsgleichungen ebenso enthalten wie Bürgis Lösung, aus nur drei in grösserem zeitlichen Abstand bestimmten Punkten den Verlauf einer Himmelskörperbahn zu bestimmen, eine manchmal irrtümlich Pitiscus anstatt Bürgi zugeschriebene Methode.

3. Kepler war also doch über den Kunstweg im Bild !

Liest man in jetziger Kenntnis des Kunstweges Keplers bereits weiter vorne erwähnten Brief genauer, so findet man auch List/Bialas' Vermutung bestätigt: „dass er [Kepler] nicht nur vom der Existenz des Kunstweges, sondern auch über seine Anwendung mehr zu wissen schien, als er angeben wollte.“ Im Brief von Johannes Kepler an David Fabricius – zwar 1603 geschrieben, aber wegen des plötzlichen Ablebens des Empfängers erst 1615 im Nachlass geöffnet und erst im letzten Jahrhundert veröffentlicht – beschreibt Kepler nämlich nichts anderes als genau Bürgis Kunstweg-Methode und lässt nur am Schluss der Schweigepflicht wegen die vollkommene Erklärung offen wie folgt: „Ich glaube, mich mit dem Bürgischen Kunstgriff am eingehendsten befasst zu haben. Schreib die Sinus-Werte der ganzen Grade oder von je 2 oder 3 Graden auf, stell dazwischen auf die Seite ihre Differenzen, diesen wiederum auf die Seite die zweiten Differenzen; ebenso die dritten, vierten, solange – wie bei Lansberg – Ungleichheit besteht. Hierauf überleg, was mit den ersten und zweiten Differenzen geschehen könnte. Dasselbe muss nämlich mit den dritten und vierten Differenzen gemacht werden. Nachdem Bürgi so überlegt hat, hat er sich vielleicht irgendeine Regel ausgedacht, mit irgendwelchen Zahlen zu beginnen.“ In der Coss bleibt das Kapitel *Artificium* solange ausgespart, bis der Druck erfolgt, was erst 1973 zusammen mit einer umfassenden Analyse dieses Bürgi Werkes – aber wiederum ohne Kunstweg-Publikation – der Fall ist.

4. Zusammenhang bereits vor einem Jahrhundert erkannt.

Für in der Trigonometriegeschichte bewanderte Fachleute kommt dieser Vergleich nicht völlig überraschend. Bis in unsere Tage wunderten sich Tafelwerk-Experten wie Ian Bruce (Briggs), John O'Connor (Harriot),

Thomas Sonar (Briggs) und Denis Roegel (Loria), warum denn Briggs diese Interpolationsmethode plötzlich anwende, ohne sie zu erläutern. Das erfolgt erst 1624 bzw. 1633 durch Gellibrand. Doch geben wir zuvor noch dem Verfasser des Standardwerkes zur Geschichte der Trigonometrie das Wort. Anton von Braunmühl,²² nachdem er eine Briggssche Tabelle genauer analysiert hatte und Launerts doppelten Kunstweg-Beweis noch nicht kannte, hielt wie auf Seite §§§ bereits dargestellt fest: „Fragt man, wie Briggs zu seiner Methode gekommen ist, so wird man an die Art und Weise, wie er seine Differenzentabellen anordnet, unwillkürlich an das Schema erinnert, das einst Reimers, mit jenen mysteriösen Andeutungen versehen, in seinem *Fundamentum Astronomicum* veröffentlichte. Obwohl Bürgi diesen Algorithmus mindestens drei Jahrzehnte vorher erfunden hatte und obwohl nachgewiesen ist, dass Briggs dieses Reimers-Buch mit Bürgis Methoden in der Hand hatte, geht dieses Verfahren als Briggssches Differenzenverfahren mit seinem Namen und Henry Briggs selbst als Erfinder der Differenzrechnung in die Mathematikgeschichte ein! Man frage sich im Gegenzug bitte aber auch, was denn aus Bürgis Methode und Briggs' Logarithmentafeln geworden wäre, wenn dieser Transfer über den Ärmelkanal nicht erfolgt wäre. So kann man vielleicht wohl schnell das Wort Plagiat oder Geisterfahrer in den Mund nehmen, aber nicht ohne gleichzeitig auch das Hirn einzuschalten und nach Abwägung aller Rechte und Unrecht letztlich zum Schluss zu kommen, dass hier dem Fortschritt eine Chance gegeben und dass diese auch genutzt wurde.

5. Unter Kontrolle des Königs und seines Geheimdienstes.

Als Henry Briggs seine Logarithmentafeln dem englischen König Charles II. präsentiert, sagt er ihm, dass damit ein Astronom in einer Stunde genauso viele Positionsrechnungen durchführen könne, wie sonst an einem ganzen Tag. Die Astronomie war die Voraussetzung für die Navigation und diese mit ihren Karten und Tafeln das über Erfolg und Misserfolg entscheidende Orientierungsmittel auf den Weltmeeren. Das sich gerade zur See- und Kolonialmacht formierende britische Empire hatte drei Jahrzehnte nach dem Sieg über die Spanische Armada mit der Landung der Myflower und den später als Gründerväter bezeichneten Passagieren auf dem Neuen Kontinent seine erste Siedlung gegründet und zur Auffindung der Nordwestpassage die beiden Mathematiker Henry Briggs und Thomas Harriot in die Pflicht genommen. Sie wiederum hatten schon um 1598 vom Geheimdienst ihrer Majestät profitiert, der ihnen aus Kassel das Artificium-Rätsel und höchstwahrscheinlich gleich die Lösung mitgebracht hatte. Diese Bürgische und bald einmal als Briggssche Rechenmethode firmierende Innovation sollte helfen, ein vordringliches Problem zu lösen: Napiers Logarithmen, die 1614 nach zwanzig Jahren intensiver Arbeit des Barons von Merichston

erschienen waren, erwiesen sich als zu fehlerhaft und zu unpraktisch für die Berechnung, bei der ein Fehler von einem Längengrad am Äquator zu einer Kursabweichung von 110 km führt. Aber man hatte für die Neuberechnung im Dezimalsystem nicht mehr so viel Zeit wie der schottische Lord, so dass Bürgis Methode der Interpolation gerade zupass kam und nur noch auf die entsprechenden Tafeltypen zu adaptieren und zu verfeinern war. Dies erfolgte auch im geheimen Kreise von Briggs und Harriot unbekümmert – Bürgi ist weit weg, spricht weder Latein noch Englisch, ahnt nichts davon und steckt zudem mit seiner Werkstatt am Kaiserhof auf dem Hradschin in Prag und mit seinem Privathaus jenseits der Karlsbrücke inmitten der Kriegshandlungen des gerade ausgebrochenen Dreissigjährigen Krieges. Als Bürgi 1619 seinen 67. Geburtstag feiert, skizziert ihn der Kaiserliche Porträtist und Kupferstecher Aegidius Sadeler – es ist das einzige Bild, das von diesem universellen mathematisch-technischen Renaissancegenie überliefert ist.

Jost Bürgi beherrscht die gesamte Innovations- und Qualitätskette. Mittlerweile geadelt und Bürger dreier Städte (dem schweizerischen Lichtensteig, dem deutschen Kassel und dem böhmischen Prag) – blickt Jost Bürgi auf eine unglaubliche Lebensleistung zurück und baut nur noch wenige Uhren, darunter die aus seiner Sicht schönste und gelungenste Kristalluhr mit dem kleinsten integrierten Himmelsglobus, heute im Rudolphraum der Kunstkammer des Wiener Kunsthistorischen Museums zu sehen. Um alle Aufgaben der Astronomie zu bewältigen, erfindet Jost Bürgi neben seinen genaueren Instrumenten neue mathematische Methoden: die sinuskonforme Prosthaphärese; die algebraisch-arithmetische Präzisionsteilung eines (rechten) Winkels; sein Trigonometriebuch *Fundamentum Astronomiae* mit seinem Artificium-«Kunstweg»-Algorithmus zur schnellen qualifizierten Differenzenrechnung bei der Erstellung von Sinus- und Antilogarithmus-Tabellen; seine Logarithmentafeln; seinen Canon Sinuum und seine Coss-Algebra. Was Bürgi in die Hand nimmt, verbessert er gleich beträchtlich.

Doch da entdeckt Dieter Launert ein Dokument, das erstmals bestätigt, dass Henry Briggs und Thomas Harriot Reimers Buch und Bürgis Kunstweg kannten. Es war um 1620, also genau zu der Zeit, als Briggs seinen langen Einführungstext zu den *Arithmetica Logarithmica* (1624) verfasste – aber dieses Reimers-Werk, dieses Artificium-Rätsel, die Bürgi-Rätsellösung und diese Personen nicht kennt und nicht nennt. Wie massiv muss er doch eine Enthüllung der Tatsachen gefürchtet haben!

Navigieren zu John Dees Zeiten.²³ Die Bestimmung von Breiten- und Längengrad, d.h. die möglichst exakte Bestimmung des Ortes, war für die Seeleute des 16. und 17. Jahrhunderts eine Überlebensfrage ersten Ranges. Wegen der Drehbewegung der Erde ist die Bestimmung des Längengrades abhängig von einer genauen Uhr an Bord des reisenden Schiffes. Erst im 18. Jahrhundert wurde dieses Problem durch den Uhrmacher Harrison und seine genauen Schiffsuhren beseitigt, in vorhergehenden Jahrhunderten war eine genaue Bestimmung des Längengrades schlichtweg unmöglich. Aus diesem Grund bildete sich für Transatlantikreisen eine besondere Form des Segelns heraus: Die Reisen auf einem Breitengrad. Dazu bestimmte der Kapitän eines Schiffes den Breitengrad seines Starthafens und sorgte dann dafür, dass das Schiff im Laufe der Reise diesen Breitengrad möglichst nicht verließ. Oder es wurde der Breitengrad eines Zielhafens angesteuert, den man sodann nicht mehr verließ. Diese Technik wurde von Kolumbus verwendet und wir verdanken seine Entdeckung der westindischen Inseln einfach nur der Tatsache, dass Amerika auf dem Kolumbischen Breitengrad genau zwischen Spanien und Indien liegt! Denn obwohl Kolumbus nach auf die Erfahrungen und Berichte anderer in der Navigation erfahrener Seefahrer zurückgegriffen hat, ist die Überquerung des Atlantiks doch nur durch klassisches Breitengradsegeln gelungen⁶: Ein reiner Westkurs bereitete angesichts der damaligen Möglichkeiten der Navigation die geringsten Schwierigkeiten. Columbus überquerte den Atlantischen Ozean somit nicht auf einem Großkreis, also auf dem kürzesten Weg, sondern auf einem Breitenkreis, also einem Kleinkreis auf der Erdkugel. Heute sind es GPS die die Orientierungsinformationen liefern. *Thomas Sonar*

Von der Sekundenmessung Bürgis über Harrison und Einstein bis zur GPS-

Millimeterpositionierung. Jost Bürgi löst die Probleme der damaligen Wissenschaften nicht alleine durch einfacheres und schnelleres Rechnen und genauere 3-D-Winkelpositionsmessung, sondern ebenso durch eine genauere Bestimmung der Zeit. Somit ist er der einzige Wissenschaftler, der in beiden elementaren Basistechnologien den Fortschritt prägt. Durch seine Sekundenuhr macht er in der Astronomie die Horizontalsystem-Vermessung möglich, mit der die Himmelskörper schneller und genauer erfasst werden. Das ist die Basisinformation für die Navigation. Langfristiges Ziel ist die Bestimmungsmöglichkeit des Längengrades mittels einer auch auf hoher See genau gängigen Uhr. Immerhin repräsentiert ein Fehler von einem halben Längengrad am Äquator etwa 30 Seemeilen. John Dee ist 1583 bei seiner Abreise von England auf den Kontinent als einziger im Besitz einer Uhr, deren Zeiger alle Zehntelminuten anzeigt: diese vom englischen Uhrenbauer Dibley gebaute Uhr gilt als die Genaueste der damaligen Zeit. Ein Jahr später gibt es eine noch sechsmal genauere Observationsuhr: Jost Bürgis Sekundenuhr. Dann vergehen wieder sieben Jahrzehnte, bis Bürgis Uhrentechnik erreicht wird: mit dem Huygens-Pendel und Newtons Gesetzen die Pendeluhr. Erst als die englische Königin Anne im Juli 1714 eine Prämie für denjenigen auslobt, dem es gelingt, eine Längengrad-Genauigkeit im Bereich eines halben Grades zu gewährleisten, vervielfachen sich die Anstrengungen; aber erst 1761 ist es soweit, dass der schottische Schreiner John Harrison mit seinem Chronometer diese Vorgabe erfüllt. Damit hat die Längengradmessung ihr Ziel erreicht – Harrison finanziell allerdings nicht, denn er wird um den Preis geprellt.

Unsere GPS bieten nun eine Präzision, Informationsbreite und Geschwindigkeit, die kaum vorstellbar ist. Sie ist jedoch nur so genau, weil gleich zwei von Einstein postulierte Effekte berücksichtigt werden.

Seit Einsteins Erkenntnissen in Bern (Spezielle Relativitätstheorie) und Berlin (Allgemeine Relativitätstheorie) wissen wir, dass das geometrische Verhalten der Körper und der Gang der Uhren von Gravitationsfeldern abhängig ist, die von der Materie erzeugt werden. Die Berücksichtigung solcher relativistischer Effekte ist deshalb ebenfalls bei der Lancierung des GPS-Systems erforderlich: So verlieren die GPS-Satellitenuhren täglich 7,2 Mikrosekunden durch die schnellere Bewegung (SR), doch laufen die Uhren aufgrund der verminderten Schwerkraft pro Tag auch 45,9 Mikrosekunden schneller (AR). Umgerechnet in Distanzen, entspricht diese höhere Geschwindigkeit von 38,7 Millionstel Sekunden einer GPS-Netzabweichung von zehn Kilometern pro Tag. Zur Kompensation lässt man die GPS-Uhren um diesen Betrag langsamer laufen und umgeht damit diese Problematik.

Die Überraschung

148988	148988	45253125	45253125	137025	137025	405	405	85	10
293451	147763	89126000	43872875	270000	132975	800	395	75	20
429001	135550	130308875	41182875	394975	124975	1175	375	65	30
551520	1272519	167530000	37231125	508200	113225	1520	345	55	40
657285	105765	199681125	32151125	606225	98025	1825	305	45	50
743081	85796	225770000	26088875	686000	79775	2080	255	35	60
806299	63218	244998875	19228875	744975	58975	2275	195	25	70
845016	30717	256778000	11779125	781200	36225	2400	125	15	80
858054	13038	260745125	3967125	793425	12225	2445	45	5	90

148988	4525	4525	137025	137025	405	405	85	10
135558	8913	4388	270000	132975	800	395	75	20
122519	13031	4118	394975	124975	1175	375	65	30
105765	16754	3723	508200	113225	1520	345	55	40
85796	19969	3215	606225	98025	1825	305	45	50
63218	22578	2609	686000	79775	2080	255	35	60
30717	24501	1923	744975	58975	2275	195	25	70
13038	25679	1178	781200	36225	2400	125	15	80
	26076	397	793425	12225	2445	45	5	90

H. Briggs

55148940000 dat Sim 40. fir.

85801165625, 100000: 55148940000, 64275 fir Sim 40. fir.

14898285625	14898285625	85	10
29343040000	14445754375	75	20
42897534375	13554494375	65	30
55148940000	12251405625	55	40
65725045625	10576105625	45	50
74304340000	8579294375	35	60
80625934375	6321594375	25	70
84495440000	3871505625	15	80
85801165625	(1303725625)	5	90
	260745125		

Einlageblatt des Leidener Exemplars von Reimers' *Fundamentum Astronomiae*, das sich im Besitz von Professorenkollege Bainbrigg befand nachdem er zusammen mit Henry Briggs 1619 an das Merton College in Oxford berufen wurde. Hier verbrachte bis zu seinem Tod 1621 auch der alte Briggs- und Dee-Bekannte Thomas Harriot seine letzten Jahre. Beide beherrschten die Bürgische Artificium-Technik mittlerweile meisterhaft. Eine Tabelle ist auch mit dem Namen H. Briggs beschriftet. Obwohl Briggs zu dieser Zeit an seinem Werk *Arithmetica Logarithmica* arbeitet, unterlässt er jeden Hinweis auf Reimers' Buch mit Bürgis Rätsel.

Es ist für die Geschichtsschreibung der Mathematik der Neuzeit ein grosses Glück, dass mit der Analyse von Bürgis *Artificium* Menso Folkerts in der Person von Dr. Dieter Launert den mit dem Bayerischen Akademiestipendium ausgezeichneten Biographen des Bürgi-Freundes Nikolaus „Ursus“ Reimers beauftragt. Niemand sonst hätte einen Zettel im Kopf abgespeichert gehabt, den er vor einem Jahrzehnt einmal im Leidener Exemplar von Reimers' 1588 erschienenem *Fundamentum Astronomicum* eingelegt gesehen hatte. Und so ist nach Folkerts erster und zweiter Sensation – der Entdeckung von Mathematikhandschrift und Kunstweg Bürgis – Dieter Launert die dritte Sensation zu verdanken: nämlich der Entdeckung des Beweisstückes, dass der britische Mathematiker Henry Briggs (1560–1630) bereits vor 1619 die Lösung von Bürgis *Artificium* kannte. Ob Briggs das Rätsel selbst gelöst hat oder ob er die Lösung mitgeteilt bekam, lässt Launert offen.

Wie Launert in seinem im Januar 2016 in Buchform vorgelegten Forschungsbericht «Bürgis Kunstweg im *Fundamentum Astronomicum*. Entschlüsselung seines Rätsels» berichtet, wusste er noch, dass ein Exemplar dieses Reimers-Werkes der Universitätsbibliothek der südholändischen Stadt Leiden 1690 aus England übernommen worden war. Einlegeblätter mit Notizen von früheren Besitzern und Lesern hatten die Leidener Bibliothekare vor fünf Jahrzehnten auf Anregung der Kepler-Forscherin Martha List daraufhin prüfen lassen, ob das Buch einst Johannes Kepler gehört habe und ob sich darin die Handschrift Johannes Keplers finden lasse, was nicht der Fall war. Launert entsann sich, damals eine Tabelle gesehen und den Namen Briggs gelesen zu haben und erhielt diese Vermutung nicht nur sofort vom Hans van de Velde aus Leiden bestätigt, sondern mit Faksimilekopien belegt. Ja, da stand auf dem Einlegeblatt vor Seite 9 der Name «H. Briggs» und die mit korrekten Zahlen ausgefüllte Tabelle des *Artificium*! Mindestens einer hatte es also doch geschafft, Reimers' Rätsel von Bürgis «Kunstweg» zu lösen! Und wie die Eintragung des damaligen Buchbesitzers John Bainbrigg erkennen lässt, war dieser vertrauliche Informant höchstwahrscheinlich Henry Briggs. Bainbrigg selbst war, wie Briggs auch, 1619 an das Merton College in Oxford berufen worden und bis zu Briggs' Tod im Jahre 1630 sein Professorenkollege – Briggs für Geometrie, Bainbrigg für Astronomie. Nicht auszuschliessen ist, dass sie auch von Thomas Harriot stammt, der schwer krebserkrank hier wieder mit seinem Bekannten Briggs aus der Jugendzeit zusammentrifft. Thomas und Henry, die beiden mittlerweile Sechzigjährigen, kennen sich noch von gemeinsamen Besprechungen unter Königin Elizabeths I. Herrschaft und Sir Walter Raleighs Beratung vor zwei Jahrzehnten zusammen mit dem nach sechs Jahren Kontinentalaufenthalt 1589/90 zurückgekehrten John Dee. Harriot und Briggs stehen zudem 1596 gleichzeitig auf der Gehaltsliste des Gresham College und in London als 1598 auch John Dee mehr als ein Jahr dort

verbringt. Und die beiden Jüngsten sind 1619–1621 an ihrem Lebensabend gemeinsam am Merton College, Harriot bis 1621 und Briggs bis 1630.

Bürgis Verfahren wird von Henry Briggs intelligent genutzt und weiterentwickelt.

Auch wenn es den Oxforder Mathematikprofessoren Henry Briggs (1561–1630) und Thomas Harriot (1560–1621) als einzigen Mathematikern gelungen sein könnte, Bürgis «Kunstweg»-Rätsel autonom zu lösen, so bezieht sich auf Bürgi und sein Rätsel kein einziger Hinweis. Stark irritierend ist ebenso die Tatsache, dass man von dieser einzigartigen Auflösung des bürgischen Artificium-Rätsels durch Harriot und Briggs in 412 Jahren nie etwas gehört hat. Der Grund für diese Zurückhaltung ist offensichtlich: Henry Briggs und Thomas Harriot hatten keinerlei Interesse daran, dass ein Zusammenhang zwischen ihnen sowie Bürgi und Reimers ausserhalb seines engsten Freundeskreises bekannt wird, gaben sie doch Bürgis Methode als ihre eigene aus und erstellte Briggs damit um das Vielfache schneller und genauer seine eigenen Sinustafeln. Hinzu kommt die Tatsache, dass er als enger Vertrauter der Navigationsbehörde seine vertraulichen Informationen vom Geheimdienst – wahrscheinlich direkt von „007“ John Dee – mit Schweigepflicht erhalten hatte, auf deren Verrat drakonische Strafen drohten. Nicht auf gleichem Artificium-Weg wie Bürgis $\sin(\alpha)$ -Progresstabulen waren Tabellen $10 \log(x)$, $\ln(x)$, $\exp(\alpha)$, $\ln \sin(\alpha)$ zu erstellen, doch die Methode, mit den kleinsten Differenzen rechts hinten zu beginnen, bewährt sich bis heute! Dieter Launert, ganz der seriöse Mathematikhistoriker bleibend, schliesst dieses Kapitel wie folgt: «... so dass es vernünftig erscheint, zu vermuten, dass Henry Briggs die Bürgische Differenzen-Methode erkannt und dies John Bainbrigg mitgeteilt hatte, wahrscheinlich ohne die heutige Bedeutung zu erkennen. Da weder John Bainbrigg (1582–1643) noch Henry Briggs (1561–1630) meines Wissens Grossbritannien verliessen, will ich vermuten, dass einer von beiden selbständig auf die Lösung des Bürgischen «Kunstweges» gekommen ist. Kontakte zum Kontinent sind mir ebenfalls nicht bekannt.» Hier greift Dieter Launert einmal zu kurz, bzw. begrenzt er seine Aufgabe etwas früh.

Briggs' Quinquisection: eine Variante in Bürgis Artificium.

Jost Bürgis *Artificium*-, «Kunstweg» und Henry „*Briggs' method of quinquisection*“ sind weitgehend identisch. Henry Briggs kennt Bürgis Kunstweg wahrscheinlich seit 1598, spätestens seit 1603. Praktisch alle Tabellen der Trigonometrie und der Logarithmen werden ab 1617 unter dem Namen Briggs und ohne Bürgi-Hinweis erstellt, obwohl diese wichtige qualitativ gewichtende Differenzen-Interpolationsmethode von Bürgi ist,

hi Logarithmi vnà cum eorum differentijs primis, secundis, tertijs, quartis, quintis, quas ipsi dati Logarithmi per subductionem ostendunt.

quintæ	quartæ	tertiæ	secundæ	primæ	Logarithmi.	numeri absoluti.
	8138	1151695	242719568	102791641337	33253,10371,71106	2115
75	8063	1143557	241576011	102548921769	33253,35860,92875	2120
75	7988	1135494	240440517	102307345758	33273,58934,38633	2125
		1127506		102066905241		

Proximo in loco sunt differentiæ mediæ querendæ, per multiplicationem primarum datarum per binarium, facti dempta nota vnica erunt primi

Henry Briggs' Quinquisition mit Differenzenspalten, veröffentlicht 1624 in seiner Arithmetica Logarithmica. (Kap. 13, S. 27).

Henry Briggs' Differenzrechnungsbeispiel gemäss Thomas Sonar für Briggs'sche dekadische Logarithmen im Artificium-Stil Bürgis.

3				
	267949192			
1.732050808		17035907		
	49951391		475957	
1.316074013		1653531		5773
	10834317		23974	
1.147202690		182717		149
	2525862		1349	
1.071075483		21491		4
	609975		80	
1.034927767		2606		0
	149888		5	
1.017313996		321		
	37151			
1.008619847				
:	:	:	:	:

T Thomas Sonar: „Der Eintrag der Null in der letzten Spalte ist nun das eigentlich bewegende Ereignis und wir vollziehen jetzt Geburtsstunde der Differenzenrechnung nach! Die fünfte Spalte wird jetzt nur noch Nullen enthalten (denn alle Zahlen werden nach unten kleiner) und Briggs erkennt, dass er ab jetzt in der Tabelle alle weiteren Wurzeln von rechts nach links durch SSummenbildung gewinnen kann.“

Anhang

Die Berechnung der BRIGGSschen Logarithmen

BRIGGS weiß, dass fortgesetztes Wurzelziehen immer näher an die 1 führt, in unseren Zeichen:

$$\sqrt[n]{a} \rightarrow 1, \quad n \rightarrow \infty.$$

Ihm fällt weiter auf, dass für kleine x der Logarithmus von $1 + x$ proportional zu x ist, d.h. es gilt

$$\log_{10}(1 + x) = Kx$$

mit einer Proportionalitätskonstanten K . BRIGGS ermittelt diese Konstante auf 16 Stellen genau zu:

$$K \approx 0.4342944819032518.$$

PHILLIPS schreibt⁸:

One can only be in awe of the tenacity of Briggs, and indeed Napier, when we contemplate the sheer labour involved in their calculations.

Mit Hilfe dieses Wissens geht BRIGGS nun daran, die Logarithmen der Primzahlen p zu bestimmen. Für jedes p gewinnt er eine Folge von Wurzeln $\sqrt[n]{p}$, $n = 0, 1, 2, \dots$. Er bricht die Folge bei einem n^* ab, für das

$$\sqrt[n^*]{p} = 1 + x \quad \text{mit} \quad x \approx 10^{-16}$$

gilt. Dann folgt aus der oben beschriebenen Proportionalität

$$\log_{10} \sqrt[n^*]{p} = \frac{1}{2^{n^*}} \log_{10} p = \log_{10}(1 + x) \approx Kx,$$

also

$$\log_{10} p \approx 2^{n^*} Kx.$$

BRIGGS berechnet dabei $\sqrt[n^*]{p}$ auf 30 Dezimalen genau, d.h. die Zahl x in $\sqrt[n^*]{p} = 1 + x$ hat 15 Nullen nach dem Komma und 15 weitere signifikante Ziffern! Daraus kann man sich leicht überlegen, dass

⁸[53] p.66.

Thomas Sonar beschreibt auf 5 Seiten seines Buches, die wir hier freundlicherweise abbilden dürfen, Tafelmacher Briggs Subtabellierung zur Bestimmung seiner Logarithmen. Die Artificium- und Winkelminutenteilungs-Muster ist nicht zu verleugnen.

BRIGGS für jede Primzahl etwa $n^* = 50$ mal die Wurzel ziehen musste. Wie hat er das gemacht?

Wir betrachten als Beispiel das fortgesetzte Wurzelziehen aus 3 und notieren die Ergebnisse in einer Spalte (und nur mit 9 Nachkommastellen):

```

3
1.732050808
1.316074013
1.147202690
1.071075483
1.034927767
1.017313996
1.008619847
:
```

Hier erkennt BRIGGS eine Art "Muster" in den Zahlen: Die Nachkommastellen in einer Zeile halbieren sich ungefähr zur nächsten Zeile! In der Tat ist 0.31... etwa die Hälfte von 0.73..., usw. Er notiert daher in einer zweiten Spalte die Differenz zwischen den Nachkommastellen und der Hälfte des Werts der Nachkommastellen der vorhergehenden Zeile. Wir notieren ab jetzt nur noch die Ziffernfolge, d.h. das (uninteressante) Komma lassen wir weg.

```

3
267949192
1.732050808
49951391
1.316074013
10834317
1.147202690
2525862
1.071075483
609975
1.034927767
149888
1.017313996
37151
1.008619847
:
:
```

Jetzt fällt ihm in der zweiten Spalte auf, dass jeder Eintrag ungefähr ein Viertel des vorhergehenden Eintrags ist und er berechnet daher in

einer dritten Spalte die Differenz zwischen einem Eintrag und einem Viertel des vorhergehenden Eintrags:

3		
	267949192	
1.732050808		17035907
	49951391	
1.316074013		1653531
	10834317	
1.147202690		182717
	2525862	
1.071075483		21491
	609975	
1.034927767		2606
	149888	
1.017313996		321
	37151	
1.008619847		
⋮	⋮	⋮

In der dritten Spalte sind die Einträge jeweils ungefähr ein Achtel der vorhergehenden und BRIGGS berechnet in einer vierten Spalte die Differenz zwischen den Einträgen und einem Achtel des vorhergehenden Eintrags.

3			
	267949192		
1.732050808		17035907	
	49951391		475957
1.316074013		1653531	
	10834317		23974
1.147202690		182717	
	2525862		1349
1.071075483		21491	
	609975		80
1.034927767		2606	
	149888		5
1.017313996		321	
	37151		
1.008619847			
⋮	⋮	⋮	⋮

In der vierten Spalte sechzehnteln sich nun die Einträge und daher wird in Spalte 5 die Differenz zwischen Eintrag und einem Sechzehntel des vorhergehenden Eintrags berechnet.

3				
	267949192			
1.732050808		17035907		
	49951391		475957	
1.316074013		1653531		5773
	10834317		23974	
1.147202690		182717		149
	2525862		1349	
1.071075483		21491		4
	609975		80	
1.034927767		2606		0
	149888		5	
1.017313996		321		
	37151			
1.008619847				
:	:	:	:	:

Der Eintrag der Null in der letzten Spalte ist nun das eigentlich bewegende Ereignis und wir vollziehen jetzt die Geburtsstunde der Differenzenrechnung nach! Die fünfte Spalte wird jetzt nur noch Nullen enthalten (denn alle Zahlen werden nach unten kleiner) und BRIGGS erkennt, dass er ab jetzt in der Tabelle alle weiteren Wurzeln von rechts nach links durch Summenbildung gewinnen kann. Um uns den Vorgang in einfacher Sprache klarmachen zu können, schreiben wir das BRIGGSsche Differenzentableau in allgemeiner Form. Dabei bezeichnen wir mit B_i^j die BRIGGSschen *Differenzen* in der j -ten Spalte. Man beachte, dass bereits $B_4^4 = 0$ war, also wird auch $B_5^4 = 0$ sein. Dann können wir aber das Element B_6^3 in der vorhergehenden Spalte aus:

$$B_6^3 = B_5^4 + \frac{1}{16} B_5^3 = \frac{1}{16} B_5^3$$

berechnen. Wegen $B_6^3 = B_7^2 - \frac{1}{8} B_6^2$ ermöglicht diese Information die Berechnung von B_7^2 durch

$$B_7^2 = B_6^3 + \frac{1}{8} B_6^2.$$

Damit können wir aber weiter durch

$$B_8^1 = B_7^2 + \frac{1}{4} B_7^1$$

BRIGGS'SCHEN LOGARITHMEN 201

auf die gesuchte Differenz B_8^1 der zweiten Spalte schließen und schließlich dadurch das Element w_9 (die Nachkommastellen der gesuchten Wurzel) berechnen:

$$w_9 = B_8^1 + \frac{1}{2}w_8.$$

Wurzeln	B^1	B^2	B^3	B^4
$1 + w_1$	$B_1^1 := w_2 - \frac{1}{2}w_1$			
$1 + w_2$	$B_2^1 := w_3 - \frac{1}{2}w_2$	$B_1^2 := B_2^1 - \frac{1}{4}B_1^1$		
$1 + w_3$	$B_3^1 := w_4 - \frac{1}{2}w_3$	$B_2^2 := B_3^1 - \frac{1}{4}B_2^1$	$B_1^3 := B_2^2 - \frac{1}{8}B_1^2$	
$1 + w_4$	$B_4^1 := w_5 - \frac{1}{2}w_4$	$B_3^2 := B_4^1 - \frac{1}{4}B_3^1$	$B_2^3 := B_3^2 - \frac{1}{8}B_2^2$	$B_1^4 := B_2^3 - \frac{1}{16}B_1^3$
$1 + w_5$	$B_5^1 := w_6 - \frac{1}{2}w_5$	$B_4^2 := B_5^1 - \frac{1}{4}B_4^1$	$B_3^3 := B_4^2 - \frac{1}{8}B_3^2$	$B_2^4 := B_3^3 - \frac{1}{16}B_2^3$
$1 + w_6$	$B_6^1 := w_7 - \frac{1}{2}w_6$	$B_5^2 := B_6^1 - \frac{1}{4}B_5^1$	$B_4^3 := B_5^2 - \frac{1}{8}B_4^2$	$B_3^4 := B_4^3 - \frac{1}{16}B_3^3$
$1 + w_7$	$B_7^1 := w_8 - \frac{1}{2}w_7$	$B_6^2 := B_7^1 - \frac{1}{4}B_6^1$	$B_5^3 := B_6^2 - \frac{1}{8}B_5^2$	$B_4^4 := B_5^3 - \frac{1}{16}B_4^3$
$1 + w_8$	$B_8^1 := w_9 - \frac{1}{2}w_8$	$B_7^2 := B_8^1 - \frac{1}{4}B_7^1$	$B_6^3 := B_7^2 - \frac{1}{8}B_6^2$	$B_5^4 := B_6^3 - \frac{1}{16}B_5^3$
$1 + w_9$				
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

Man erkennt leicht: Napier-Coautor Henry Briggs nutzt den adaptierten Subtabellierungs-Algorithmus Bürgis aus dem Jahre 1586/88 für die Erstellung seiner dekadischen Logarithmentafeln frühestens 1617/18, was er – ohne auch nur im Entferntesten Bürgis Namen zu nennen – in seiner *Arithmetica Logarithmica* 1624 beschreibt. Dem Vorwort des Herausgebers Henry Gellibrand der im Jahre 1633 posthum veröffentlichten *Trigonometria Britannica* entnehmen wir dazu gemäss Launert einen verdeckten, aber heutzutage recht erhellenden chronologischen Hinweis, in dem Gellibrand behauptet, dass „die Briggs'sche Sinustafel mit 15 Stellen vor etwa 30 Jahren durch algebraische Gleichungen und Differenzen erstellt worden war und durch Differenzen von Differenzen“. Demnach hätte sich Henry Briggs also zwischen 1598–1603 mit dieser Thematik auseinandergesetzt und dabei Bürgis und Reimers vorgegebenen Schritte nachvollzogen bzw. auf dem Wege vertraulicher Informationen erhalten. Kontakte zum Ausland seien nicht bekannt, so dass eine solche Lösung wohl nicht existiert habe, meint Dieter Launert. Hier ergibt ein Augenschein jedoch ein ganz anderes Bild.

Bürgis «Kunstweg» ermöglicht Briggs' Fortschritte. Es erscheint rückblickend besonders paradox, dass die Umstellung auf Dezimalsystem-Logarithmentafeln mit Basis 10 («Briggs' Zehner-Logarithmen») für Henry Briggs nur deshalb möglich wird, weil er dank Reimers' frühen Hinweis von 1588 – sowie wahrscheinlich aufgrund zusätzlicher von John Dee geheim übermittelter Informationen – in die Lage versetzt wurde, das von Bürgi bereits um 1587 erschaffene und als Artificium-«Kunstweg» bezeichnete geometrisch-algebraische Winkelteilungsverfahren mit interpolierender Differenzenbildung zu nutzen. Das vermutete zwar 1900 schon Braunmühl, aber erst jetzt beweisen die neuesten Erkenntnisse der Bürgi-Forschung, dass Briggs mit ähnlichen Methoden wie Bürgi bzw. direkt mit denjenigen von Bürgi rechnen. Auf diese Weise dürften Jost Bürgis Artificium-Algorithmen nicht nur in den Sinustafeln vertreten gewesen sein, sondern inspirierend ebenfalls bei der Generierung der Methoden zur Erstellung der «Briggsschen Zehner-Logarithmen» von 1617, ohne dass ihr Erfinder Jost Bürgi darüber selbst im Bild gewesen wäre – also paradoxerweise noch bevor Bürgi selbst die Probedrucke seiner Logarithmentafeln mit handschriftlichem Begleittext 1620 zaghaft zu verteilen beginnt. Somit ist die These von der Unkenntnis Napiers und Briggs' über die bürgischen Entwicklungen nicht mehr länger aufrecht zu erhalten und die Publikation der «Zehner-» oder «Briggsschen» Logarithmen ohne einen Hinweis auf die ihnen zugrundeliegende Methode Bürgis irreführend

DOSSIER JOHN DEE - DER „BETÖRER“

Internationaler Steckbrief

Gesucht wird John DEE

Engländer, 62 Jahre alt, gross und schlank, trägt langen weissen spitzigen Kinnbart, elegant gekleidet, spricht ausser Deutsch auch Englisch, Französisch, Niederländisch, Italienisch und Spanisch noch drei weitere Sprachen, momentan mit seiner schwangeren Frau und sieben Kindern sowie Gesinde in einem von bewaffneten Beschützern begleiteten Zug dreier Kutschen auf dem Rückweg nach London. Ausgestattet mit einem Schutzbrief und Diplomatenpass ihrer Hoheit Königin Elizabeth I. von England. Zuletzt gesehen in Bremen. Vorgeworfenes Delikt: Diebstahl Geistigen Eigentums während seines sechstägigen Aufenthaltes vom 24. – 30. März 1589 alten Stils (3. – 9. April 1589 neuen Stils) in Kassel. Dieser während seines Kasseler Aufenthaltes mehrmalige Besucher Jost Bürgis und weiterer Personen an deren Arbeitsplatz im Stadtschloss des Landgrafen Wilhelm IV. von Hessen-Kassel wird verdächtigt, durch konspiratives Verhalten, Bestechung und Diebstahl die Lösung des Bürgischen Artificiums entwendet zu haben.

Kassel, den 20. Mai 1589 a.S.

Wie war das damals in Kassel genau?

Vorbemerkung: Zu den Kernkompetenzen John Dees gehört es, Informationen auszuspähen – und dies auf eine Art und Weise, dass es niemand bemerkt und dass er keinen seiner Informanten blossstellt sowie ebenso keine oder höchstens falsch gelegte Spuren hinterlässt. Zur Abschrift eines geheimen Dokuments verfügt er über Geheimnotationen, die nur er entziffern kann. Nachdem wir nun wissen, dass die Lösung des Rätsels in klar definierbaren Zirkeln der Mathematiker und Nautiker Henry Briggs und Thomas Harriot bekannt war, und dass John Dee diesem Kreis angehörte, ist es naheliegend, dass die Information durch ihn am Entstehungs- und Aufbewahrungsort konspirativ ausgespäht wurde.

Warum Kassel? Von den Geheimnisträgern in Kassel kommen als Hehler bzw. Verräters vor allem der auf Bürgi neidische Kasseler Hofastronom Christoph Rothmann in Frage sowie der das Rätsel formulierende und wissenschaftliche Offenheit postulierende Nikolaus „Ursus“ Reimers. Mit beiden trifft John Dee zusammen, als er auf dem Rückweg von Trebona nach London ist und in Kassel fünf Tage lang mit seinem Geheimdienst-Kurier Edward Hilton alle Artificium-Geheimnisträger persönlich trifft, Ursus oder Rothmann auch nochmals in Aula Caesarium (Elze). Dabei ist nicht vollkommen auszuschliessen, dass der gewiefte Mathematiker nicht auch in fachlich hochstehender Diskussion das mit Zahlen ausgefüllte Schema kurz zu Gesicht bekommt und dabei das Prinzip so erfasste, dass er die Lösung reproduzieren konnte. Das kann zusammen unter vier Augen oder in einer kleineren angeheiterten Runde mit Wilhelm IV., Christoph Rothmann, Jost Bürgi und Ursus erfolgt sein. Wenn man zudem weiss, dass Christoph Rothmann ein Jahr später eine Reise zu Brahe nach Hven dazu nutzte, nie mehr an seinen Kasseler Arbeitsplatz zurückzukehren – offensichtlich wegen Krankheit – sich ein Jahr später aber um eine Mathematikprofessurstelle in Marburg bewarb sowie noch zehn Jahre lebte, so dürfte hier die für die Wissensabschöpfung beste Voraussetzung gegeben sein, zudem dass sich Dee und Rothmann bestens verstanden und Dee eine finanzielle

Unterstützung als Entschädigung für die Gewährung eines kurzen Einblicks nicht schwer fiel.

Nachdem nun auch die Ereignisse im Zusammenhang mit der Entdeckung des Kunstweg-Manuskriptes dokumentiert sind, wenden wir uns der Frage zu, wie denn diese Bürgi-Lösung von Kassel ihren heimlichen Weg nach London gefunden hat. Damit postulieren wir erstmals diese hier eingangs geschilderte Situationsanalyse als bis anhin unbekannte aber sehr plausible Hypothese der Übertragung von Wissen. Der Autor schliesst grundsätzlich nicht aus, dass eine der genannten britischen Persönlichkeiten Jost Bürgis Kunstweg bzw. die ihn bildenden Methoden autonom erschlossen hat, ist jedoch gleichzeitig davon überzeugt, dass die hier präsentierte Lösung der Wahrheit am nächsten kommt. Mittlerweile wissen wir auch, dass Dr. John Dee im April 1589 sechs Tage in Kassel war und warum er gerade dort seine Reise nach Bremen am längsten unterbrach (Nürnberg und Frankfurt nur jeweils zwei Tage). Doch vor einem halben Jahr, also im Sommer 1588 war Bürgis bis anhin ungelöstes Artificium-Rätsel erschienen. John Dee war wieder gefordert, wollte er diesen Kunstweg doch selbst kennen lernen und seine Lösung als Geschenk für seine Mathematikerkollegen und die Königin mitbringen. Endlich erkennen wir, was dieser Erzmagus in Kassel bei Jost Bürgi und Mathematiker Christoph Rothmund suchte, anscheinend fand und kurz vor Abschluss seines sechsjährigen Kontinentalaufenthalt Weihnachten 1589 mit nach England brachte: die Lösung von Jost Bürgis Artificium. Es enthält die Differenzrechnung, die als erster Henry Briggs unter seinem eignen Namen propagiert hatte.

Anfang 1590 ist John Dee nach sechsjährigem Kontinentalaufenthalt wieder Berater der Königin Elizabeths I in Fragen der Wissenschaften, Erziehung und Geheimhaltung. Doch ist sein Ruf aufgrund seiner in Polen und Böhmen breit ausgelebten Engelsgespräche, Goldtransmutationsversuche und Tausch der Ehefrauen mit seinem Medium Kelley stark angeschlagen. Lokale Gegner der Schwarzen Magie haben in seiner Abwesenheit einen Grosssteil seiner einst mit viertausend Büchern ausgestatteten Bibliothek zerstört.

Im engen Kreise der unter Navigationsgesichtspunkten zur Geheimhaltung verpflichteten Mathematiker Thomas Harriot gibt er die aus Kassel mitgebrachte Kunstweg-Lösung weiter, der seinerseits darüber wieder Henry Briggs orientierte falls dieser nicht beim Dee-Gespräch dabei gewesen sein sollte. Einige Indizien sprechen auch dafür, dass die Übergabe erst 1598 stattfand, als sich ausser Briggs und Harriot auch John Dee länger als ein Jahr in London aufhielt, denn Dee trennte sich ähnlich wie Bürgi nur schwer von exklusivem Wissen.

Dr. John Dee ist, wie unsere Recherchen ebenfalls ergeben haben, befreundet mit Thomas Harriot (1560–1621) und Edward Wright – allesamt Pioniere der modernen englischen Nautik und Seefahrt – sowie bekannt mit Henry Briggs (1560–1630) und William Gilbert – allesamt ausgewiesene Ärzte und Mathematiker im Dienste der Navy. Und er handelt immer im Interesse des Britischen Empire, ein Begriff, den er selbst geschaffen hat und der von nun an am Beginn des Aufbaus eines die Welt umspannenden Kolonialreiches steht. Weil er in seinen Tagebüchern verschweigt, dass er im April 1589 fast eine ganze Woche wegen des Artificiums gezielt konspirativ in Kassel verbringt und weil nach seiner Rückkehr nach London der englischen Mathematik mit der Entdeckung der Differenzrechnung ein Aufschwung gelingt, deren Ursprung bis heute rätselhaft geblieben ist, nehmen wir uns auf den nächsten Seiten dieser Lücken an.

*) Wir verdanken den Hinweis des Aufenthaltes Dr. John Dees in Kassel dem Bürgi-Biographen Dr. John H. Leopold²⁴, Uhrenkurator des Britischen Museums in London. Zufällig befindet sich am gleichen Ort eine der heute nur noch in drei Exemplaren vorhandenen Publikation Causabaus.

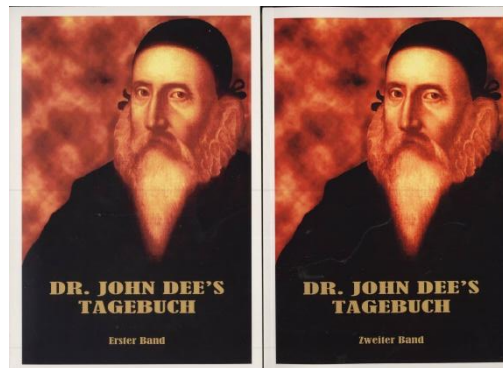
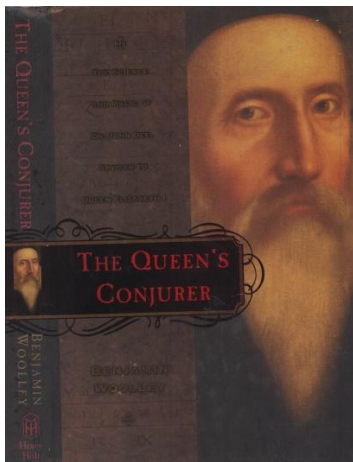
War der geflüchtete Bürgi-Widersacher Rothmann verräterischer Kunstweg-Geheimnisträger? Bürgis grösster Widersacher und Neider seiner Fähigkeiten ist noch vor Paul Guldin und dem Reimers-Todfeind Tycho Brahe der Kasseler Mathematiker Christoph Rothmann. Der in Wittenberg ausgebildete Theologe und Mathematiker dürfte in der mehrjährigen Zusammenarbeit mit Bürgi ausreichend Gelegenheit gehabt haben, den Kunstweg in Anwendung zu sehen und darüber mit John Dee zu diskutieren. Sowohl Rothmann als auch Brahe standen mit John Dee nicht nur in persönlichem, sondern auch in schriftlichem Kontakt. Ist nun auch die abrupte Entscheidung des wegen Bürgi frustrierten Rothmann besser einzuordnen, nach einer Reise zu Brahe im Sommer 1590 nicht an seinen Arbeitsplatz auf der Kasseler Sternwarte zurückzukehren? Wurde er von Dr. John Dee für eine Offenlegung zum Artificium Bürgis so honoriert, dass er längere Zeit auf Lohneinnahmen verzichten kann? Ist sein Fernbleiben vom Arbeitsplatz nicht nur syphilisbedingt, sondern ebenso Ausdruck seines schlechten Gewissens, den ehemaligen Vorgesetzten und Jost Bürgi wieder begegnen und ins Gesicht sehen zu müssen angesichts des Verdachts, im Oktober 1589 „Jost B.“-Methoden ausgeplaudert und verraten zu haben? Wie man seit 2014 von Lenke/Roulet weiss, wurde ihm vom Kasseler Hof bis zu seinem Tod 1601 ein zum Lebensunterhalt ausreichender Betrag überwiesen.

Mathematik, Keplersche Revolution, Navigation und verheerende Religionskriege.

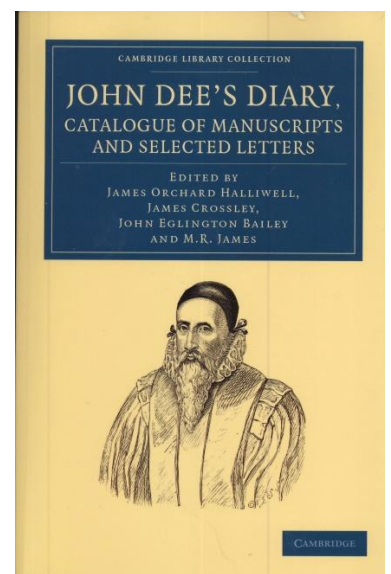
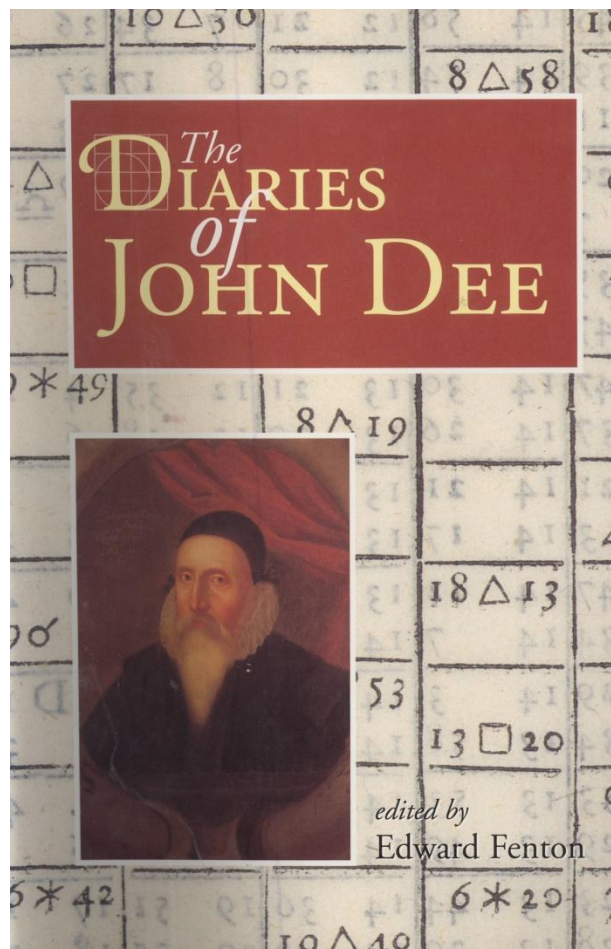
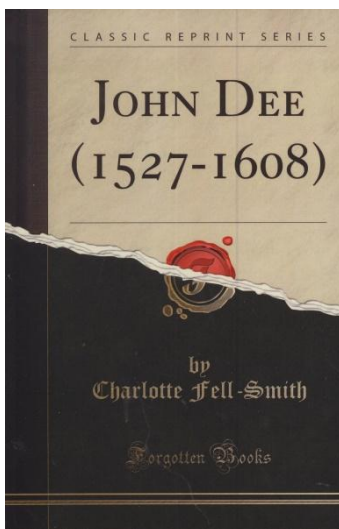
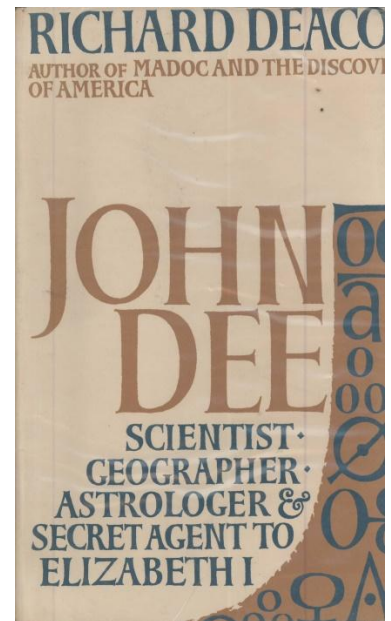
Der Mehrheit der Akteure dieser hier zwischen 1588 und 1633 registrierten Ereignisse begegnen wir in der Bürgi-Biographie: Jost Bürgi, Nikolaus Reimers, Christoph Rothmann, Rudolf II., Wilhelm IV., Tycho Brahe, Johannes Kepler und John Napier; aber auch dem Mathematiker Thomas Harriot, dem Magnetismus-Erfinder und Arzt William Gilbert, dem Seekartenspezialisten und Mirifici-Englischübersetzer Wright, der englischen Königin Elizabeth I., dem Londoner und Oxford Mathematikprofessor Henry Briggs sowie dem Londoner Erzmagus Dr. John Dee. Wenn man eine Gemeinsamkeit über die Landesgrenzen hinaus sucht, so ist es die Mathematik, der Eindruck der Keplerschen Revolution und der Reformationskriege. Bei den britischen Persönlichkeiten kommen auch die gemeinsamen Elite-Ausbildungs- und Forschungsstätten wie das Cambridger St John's College, das Londoner Grisham College und das Oxford Merton College hinzu sowie die Institution der Marine-Navigation. Hier nimmt England John Dees Begriff des British Empire Fahrt auf zur Hoheit auf den Weltmeeren, aber auch zur späteren Gründung der Royal Society. Die hier genannten Mathematiker befinden sich mit ihren Mathematikkenntnissen nicht nur wissenschaftlich auf höchstem Niveau, sondern wie auch Galilei und Descartes in Italien und Frankreich aufgrund ihrer Tätigkeit auch gesellschaftlich in nächster Nähe zum Kaiser- bzw. Königshaus bzw. zum regierenden Principe, gilt doch zur Erschliessung und Sicherung neuer Seewege und Kontinente die Astronomie als die Königsdisziplin der Frühen Neuzeit mit dem Ziel einer besseren Navigation auf den Weltmeeren.

Die meisten dieser Zeitgenossen Bürgis, Napiers und Briggs' erleben die Keplersche Revolution und ebenso in ihrem Land Mord, Krieg und Totschlag aufgrund der reformatorischen und gegenreformatorischen Auseinandersetzungen. Auf der britischen Insel gilt seit der Lossagung durch Henry VIII. von der Papstherrschaft und der Etablierung der anglikanischen Kirche sowie der unterschiedlichen Religionszugehörigkeit Schottlands. Auf dem Kontinent führt der Ausbruch des Dreissigjährigen Krieges das Heilige Römische Reich Deutscher Nation in unermessliches Leid. Eine englische Delegation, die 1636 zum Regensburger Kurfürstentag reist, berichtet von unvorstellbaren Verwüstungen. Zwischen Mainz und Frankfurt sei das Land menschenleer, und ein Dorf binnen zwei Jahren beispielsweise 18-mal geplündert worden. Man lagere in Trümmerfeldern, weil weit und breit kein Mensch mehr lebe. Und weiter: «Die kaiserliche Armee, die 1635 durch das Gebiet des verbündeten Landgrafen von Hessen-Darmstadt zog, sorgte dort für einen Verlust von 30'000 Pferden, 100'000 Kühen und 600'000 Schafen.»²⁵

Welche Konsequenzen hatte diese Auskundschaftung geheimen Wissens durch John Dee im Jahre 1589 im Kasseler Stadtschloss des Landgrafen Wilhelm IV. von Hessen-Kassel? Sein Uhrmacher Jost Bürgi hatte hier 1584 nicht nur die erste für die neuartige Horizontalvermessungsastronomie eingesetzte Observations-Sekundenuhr gebaut und den ersten metallenen Sextanten entwickelt, sondern 1586/8 den weltersten neuzeitlichen Sternenkatalog mit 363 neu vermessenen Sternen vorgelegt und die Logarithmenrechnung sowie die Differenzrechnung erfunden. Nach der Ausspionierung der Bürgi-Lösung des von Reimers publizierten Kunstwegrätsels haben die englischen Wissenschaftler diese beiden grössten Mathematik-Erfindungen der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts kunden- und marktgerecht gemacht und so lanciert, dass ihnen nicht nur die Priorität an diesen beiden Erfindungen zugestanden wurde, sondern dass sie diese Methoden auch äusserst erfolgreich für die Expansion des British Empire einsetzten sowie für die Erlangung und Behauptung der kommerzielle Dominanz dieser Produkte auf den Weltmärkten nutzten. Den Konstellationen, die diese Entwicklung ermöglichten, gehen wir auf den folgenden Seiten nach. Da begegnen wir zunächst John Dee, dem Geheimagenten of her Majesty . . .



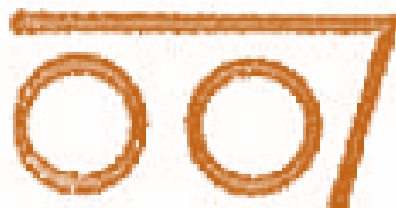
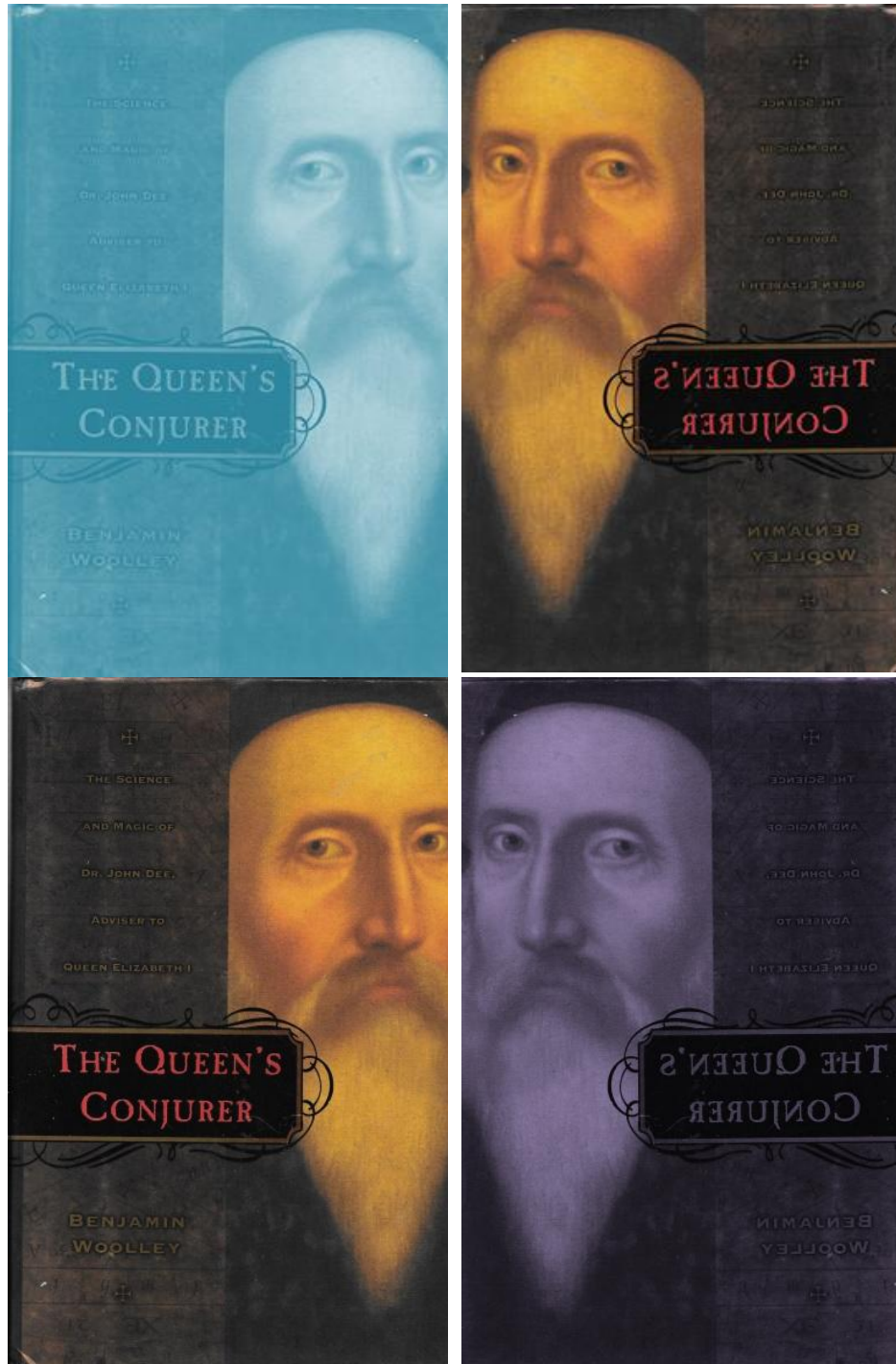
**KLEINE
AUSWAHL
JOHN DEE
TAGEBÜCHER**



... UND WAS UNTERSCHLÄGT JOHN DEE IN SEINEM TAGEBUCH?

Berichtet Dr. John Dee im Jahre seiner Rückreise 1589 von Trebona/Böhmen über Nürnberg und Frankfurt nach Bremen und anschliessend nach Stade zur Einschiffung nach London, wo er in der Weihnachtswoche ankommt, auch über einen Kontakt oder gar eines Besuches in Kassel?

Wir schlagen nach im Tagebuch "Dr. John Dee (1527–1608)" von Charlotte Fell-Smith (1909): „On the 18th they were in Nuremberg, where they stayed two nights; on March 26 they reached Frankfurt-am-Main, and on April 19, five weeks after leaving Trebona, they were in Bremen, their present destination." (p. 200). Und im Internet? Gleicher Text, nur Frankfurt ist „on-the-Meine“ geschrieben. Also Fehlanzeige: Kein einziges Wort von Hessen oder Kassel. So auch in anderen Publikationen, die uns der Buchhändler besorgt. Nachfrage im Hessischen Staatsarchiv Marburg: Gibt es da Korrespondenz. Ja, aber nur von früher oder viel später. Und wir entdecken einen rätselhaften Brief Dees an Wilhelm sowie eine Antwort. Doch davon später. In Kassel scheint Dee nach den mir zur Verfügung stehenden Tagebüchern keine Spuren hinterlassen zu haben. Was noch immer nicht heisst, dass er nicht auch dort war. Noch stehen wir erst am Beginn unserer Recherche – und einfach wird sie nicht. Klarheit bringt ein 350-seitiges Paperback mit dem Titel *John Dee's Diary, Catalogue of manuscripts and selected letters*: es gibt Hunderte von Tagebüchern von John Dee und zigfache Quellen. Jeder Editor sucht sich gemäss der ihn interessierenden Thematik diejenigen Quellen heraus, die ihn interessieren, und macht daraus ein Buch. Auf diesem Weg besorgen wir uns antiquarisch das Tagebuch, das am ehesten zu unserer Recherche passt. Verfasst hat es Robert Deacon vor einem halben Jahrhundert mit dem Titel *John Dee – Scientist, Geographer, Astrologer & Secret Agent to Elizabeth I*. Ein Wort über Kassel? Ein Hinweis über den Kunstweg? Beides unbekannt! Aber wir erfahren aus dem Katalog, dass es im British Museum noch eines von drei Exemplaren eines Autors Causabon gibt, der mit seinen Tagebucheditionen Dees sehr sorgfältig und kritisch umgegangen sei. Kurz vor der Buchung eines Fluges nach London – im November eine Traumdestination (!) – kombiniere ich: Dee >< Bürgi >< British Museum >< Leopold? Weiss dieser Uhrenkonservator Dr. John M. Leopold, Verfasser einer beeindruckenden Dokumentation von Jost Bürgis Werken und Wirken an dieser renommierten Britischen Institution etwas über Dee in Kassel oder Dee und Bürgi zu sagen? Er lebt nicht mehr. Aber ich habe sein wunderbares Buch „Astronomen – Sterne – Geräte“.



Geheimagent und Betörer der Königin John „007“ Dee

Wir kommen zuerst auf eine Aktivität von John Dee zu sprechen, in der er all seine Talente kombiniert zur Entfaltung bringt: seine eigenen mathematischen, navigatorischen, geographischen, politischen, philosophischen und esoterisch-mystischen Kenntnisse und Erfahrungen; seine Studien und Kenntnisse der Fremd- und Geheimsprachen bis hin zur Verschlüsselung von Zahlen; seine persönliche Bekanntschaften mit den mächtigsten Kaisern und Königen Europas, die ihn allesamt sofort als Berater an ihrem Hofe anstellen wollen; seine zahlreichen Bekannten in verschiedenen Ländern und Berufen; seine hohe Mobilität und Intelligenz sowie seine Vision von einem starken British Empire.

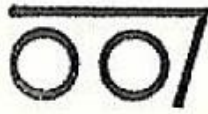
John Dee an allem interessiert, was verborgen, wertvoll und geheim ist. Nachdem dieser John Dee der Königin Elisabeth I. schon früher aufgefallen war sowie nun angesichts der spanischen Bedrohung ein Memorandum über die Lage der Nation vorgelegt hatte, beauftragt sie ihn als einen ihrer Berater mit der Hauptaufgabe der Astrologie. Bereits im Jahre 1559 hatte er mit seiner grossen astrologischen Erfahrung den Tag ihrer Krönung und ihre Nativität astrologisch bestimmt, war aber dann ins Ausland abgereist, um sich einer anderen Leidenschaft des Kennenlernens neuer Gebiete zu widmen und sie mit Büchern und eigenen Tagebucheintragungen zu dokumentieren. Dabei interessierten ihn besonders die Kabbala und die Lehren des Abtes Trithemius.

Spätere Forscher entdecken die wahre Absicht Dees an Trithemius von Sponheim: vor allem erstens die Kunst der Kryptographie in seinem Werk als Spion zu nutzen; und zweitens während des Gespräches tief in die originären Telepathie- Theorien der des Trierer Abtes Trithemius einzutauchen.²⁶

John Dee bereist eine grosse Anzahl Länder und besucht deren Mathematiker zusätzlich zu den ihn bereits Bekannten Gerardus Mercator, Oronce Finé, Gemma Frisius und Pedro Nunez nun auch Girolamo Cardano (1501–1576), Federico Commandino (1509-1575), Petrus Ramus (151 Methoden und der Etablierung guter Beziehungen, zu Persönlichkeiten, auf die man sich verlassen kann.

Als ihn Königin Elizabeth I. zu ihrem Astrologen ernennt, avanciert er auch zu ihrem königlicher Agenten und ihrem persönlichen Geheimdienstmann, der seine Botschaften mit einem Absenderzeichen versieht, das man auch als

„007“ lesen kann – so wie es unser Zeitgenosse Ian Fleming tut, als er seine Kunstfigur des James „007“ Bond schafft.



Doch das echte hier abgebildete 007-Zeichen hat eine spezielle Bedeutung. Es symbolisiert die beiden Augen Dees mit seinem ihnen Schutz bietenden angewinkelten linken Arm. Dieser Ausschau haltende Kopf „Searchhead“ ist das Emblem des alle Gefahren ausspähenden und gefährliche Entwicklungen rechtzeitig erkennenden Vertrauten der Königin. Es ist das Absenderzeichen Ihres John Dee mit seinem uralten geheimen Wissen und seinen modernsten Methoden der Mathematik, der Astronomie und Navigation, der Alchemie, der Kryptographie und von gleichzeitig acht Sprachen. Es sind 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.²⁷

Für die Königin ist John Dee „Mein nobler Geheimer“, „höchst ehrenvoller Dee“, „meine All-Überall-Augen“ – 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 ist nicht überall in ihrem Umfeld so. Mit den ihr unterstellten obersten Beamten und engsten Beratern Hatton, Raleigh oder Burghley pflegt sie einen anderen Kommunikationsstil. Nicht ein einziges Mal gibt es hingegen seitens der Königin gegenüber John Dee einen Hinweis des Zweifels und der Kritik obwohl Dee zahlreiche Feinde hat und viele davon der Königin ebenfalls nahestehen. Zweifelt doch jemand Dee an, so steht die Königin hinter ihm.²⁸

England ist damals ein relativ armes Land – ganz im Gegensatz zum expansiven Spanien. Während Spanien am Ende des 16. Jahrhunderts bereits über zahlreiche Kolonien verfügt, die das Land in einem nie zu enden scheinenden Strom mit Gold und Edelsteinen versorgt, hatte England diese erste Phase der Kolonisierung verschlafen. Südamerika war unter spanischem und portugiesischem Einfluss, also wandte man sich²⁹ nordischen Gefilden zu⁵⁶. Virginia' ist die erste englische Kolonie in Nordamerika, deren Besiedlung und Entwicklung sich die Virginia Company verschrieben hatte. Ihr Landvermesser war niemand anderer als der Dee-Freund Thomas Harriot und dieser wiederum mit Henry Briggs gut bekannt. Keiner erkennt auch zu dieser Zeit die Gefahren einer spanischen Bedrohung klarer als Dee. Niemand realisiert so deutlich wie John Dee, wie stark die natürlichen Instinkte der Königin zur klaren und eindeutigen Lösung von

Problemen durch Burghley laufend eingeengt werden. Die grösste Gefahr liegt in dieser Zeit darin, dass die Königin zwar vor der Gefahr eines Krieges mit Spanien gewarnt hatte, und dass sie jedoch nach vielen Jahren der Wachsamkeit selbst daran zu zweifeln beginnt, als Jahrzehnte lang ein solcher Angriff ausbleibt. Hat sie eine solche Gefahr zu Unrecht geschildert, wie ihr Regierungschef Lord Burghley – bürgerlich William Cecil - meint.

John Dee hatte schon 1551 als 24-Jähriger begonnen, geheime Informationen zum Nutzen seines Landes zusammenzutragen und damals bereits die Defizite und Notwendigkeit zum Handeln erkannt. Damals residierte Kaiser Karl V. des Heiligen Römischen Reiches und Spaniens – in dessen Reich die Sonne nie unterging – in Brüssel. Dee-Freund und Geographie-, Kartier- und Globenspezialist Gerard Mercator stand unter seinem Schutz. Dee scheint einer der ersten zu sein, dem dabei bewusst wird, dass man mit Englands grösstem Feind Spanien nur mithalten könne, wenn man die eigene Navigationstechnik verbessere, und dies notfalls durch heimliche Besorgung der spanischen bzw. niederländischen Tabellen und Konstruktionsunterlagen. John Dee scheut deshalb das nicht, was wir heute Industriespionage nennen, bei der ihm der Bestohlene selbst wohlgesonnen bleibt. Sind ihm die reformierten Engländer von jenseits des Ärmelkanals sympathischer als die erzkatholischen und seine Heimat kujonierenden Spanier. Alles was ihm Mercator erklärt, wird sorgfältig aufgezeichnet und nach England mitgenommen sowie in Cambridge durch den Nachbau einer solchen Werkstatt kopiert. Die Spanier bekommen glücklicherweise nichts davon mit – im Gegenteil wird John Dee von Kaiser Karl V. zur Audienz geladen!

Den Plan zur konzeptionellen Neupositionierung ihres Landes hatte John Dee 1577 der Königin in Windsor überreicht. Diesmal liess zur vollkommenen Überraschung Dees William Cecil – Lord Burghleigh als Schatzkanzler auch gleichzeitig Staatsminister dieser Regierung – die Maske fallen und stimmte gegen das Projekt. Er wolle weder die Spanier provozieren noch amerikanische Kolonien gründen. Gleichwohl setzten Sir Humphrey, sein Halbbruder Walter Raleigh, Adrian Gilbert, John Davies und Dee 1583 zur Gründung einer Firma an, der sich die Krone anschloss und die die Kolonisation Nordamerikas zum Ziel hatte und die Pilgrim Brothers sowie zahlreiche weitere Auswanderer nach Nordamerika bringen sollte. **E120** Die Königin war im Dilemma.

Was die Königin bei dieser Haltung Burleighs nun anfangs der Achtziger Jahre benötigte, waren eindeutige Beweise für Spaniens aggressive Pläne gegenüber England. Konnte Dee diese Vernichtungsabsicht Englands den Spaniern klar und eindeutig nachweisen? Vor allem deshalb geht Dee mit Kind und Kegel 1583 auf den Kontinent. Dabei muss er den Auf- und Ausbau

seines eigenen Geheimdienstes so vorantreiben, dass er den offiziellen Stellen überlegen war und seinen direkten Zugang zur Königin behalten. Man musste besser sein als der bereits bestehende Geheimdienst.

Als Träger hochgeheimer staatlicher und persönlich vertraulicher Informationen mit eigenem Agentennetz ist Dee administrativ dem Chef des staatlichen Auslandsgeheimdienstes und Staatssekretär Sir William Walsingham zugeordnet und dieser dem direkt der Königin verantwortlichen Leiter der Staatsgeschäfte Baron Burghley, bürgerlich William Cecil. Vorschläge, die John Dee über diese administrative Hierarchie einbringt, werden – wie wir heute wissen – von Burghley verzögert oder nicht im Sinne Dees bearbeitet, ohne dass Dee dieses unaufrichtige Verhalten rechtzeitig erkennt. Auf der anderen Seite bedienen sich nicht nur die Königin sondern auch Baron Burghley dieses kombinierten naturwissenschaftlichen und okkulten Wissens John Dees. Zur den Benachteiligung zählen immer wieder auch Professorenstellen, die Dee zwar zunächst in Aussicht gestellt, dann aber doch anderweitig besetzt werden. So bereits 1552 bei seiner Rückkehr aus den Niederlanden als auch 1589 bei seiner Rückkehr von seinem sechsjährigen Kontinentalaufenthalt. Und als der von John Dee geschätzte Sir Walsingham in Pension geht, ist es ausgerechnet der Sohn Cecils, Sir Robert Cecil, der dessen Am übernimmt und sich nach dem Tod Elsbeths I. unter ihrem Nachfolger James I. unliebsame Konkurrenten vom Hals schafft. Hauptbetroffene dabei sind in erster Linie der langjährige Berater der Königin Sir Walter Raleigh und auch dessen Kreis mit.....

Es fällt nicht leicht, das gesamte System von Walsinghams Auslands-Geheimdienst zu erfassen, teils deswegen, weil ein guter Teil von Walsingham selbst persönlich betreut wurde und dieser niemals negative Punkte die ihn belasten können, zu Papier brachte. Aber es ist ebenso offensichtlich, dass das System erst nach 1587 so richtig in Schwung kommt.³⁰ Erst dann legt auch Walsingham der Königin einen 8-Punkte-Plan vor, den sie mit 3'300 Pfund Sterling zur Verstärkung seines Intelligente Service unterstützt. Unter Punkt 4 wird Krakau aufgezählt, wo sich Dee und Kelley befinden, und wo man Informationen aus Spanien und aus dem Vatikan erhält.³¹

Gesamthaft betrachtet war Englands Spionagedienst niemals in einem so guten Zustand wie zu dieser Zeit als sich Dee in Polen, Prag und Trebona aufhält und in Osteuropa sowie auch aus Russland seine Informationen über Spanien und die Niederlande erhält ³²

Der Hauptunterschied zwischen den beiden Geheimdienstorganisationen scheint in den von ihnen unterschiedlich verfolgten direkten und indirekten Strategien zu liegen. Während Dee seine Informationen aus mittel- und

osteuropäischen Standorten und durch den Einsatz mittel- und osteuropäischer Mitarbeiter erhält, bevorzugt der staatliche Geheimdienst Italiener als Informanten. Doch nutzt Walsingham auch die Tradition guter englischer Familien, ihre Söhne zur weiteren Ausbildung nach Italien zu senden und schaltet sie als Beobachter ein, diesmal zur Beobachtung der Aktivitäten im Hafengelände Venedigs, von dem aus der spanische König Philip italienische Verstärkung seiner niederländischen Flotte erhielt. Bekannt geworden als Diener, der sowohl Walsingham als auch Dee unterstützte, ist Dr. John Leonhard Haller aus Worms, der beiden Stellen aus Venedig berichtete: für Walsingham beobachtete er die Aktivitäten der venezianischen Schiffswerften, in deren Docks der Spanier Philipp II. unter niederländischer Beflaggung spanische Kriegsschiffe bauen liess; für Dee wollte er nach Cathay (China) über die Nordwestpassage dabei sein, an deren Expedition im Jahre 1582/3 Dee nicht nur als Ersteller der Navigationskarten tätig war, sondern auch als Gründungsmitglied der Gesellschaft.

Doch ausschlaggebend waren nicht so sehr diese Ideen Dees, sondern die Zerschlagung einer ganzen Schiffsbaugeneration strategischer Art, der John „007“ in Prag auf die Schliche kam, und für die Spanien französische Waldarbeiter angeheuert hatte, die in England auf sonderbar pflegerische Weise tätig wurden.

John „007“ Dees Meisterstück der intelligenten indirekten Spionage

Einer von Dees besten Vertrauten zu dieser Zeit ist Doppelagent Francesco Pucci. Dieser Professor steht der dem Okkultismus nahe und ist viel unterwegs als ihn Dee 1585 in Prag erstmals trifft. Der später vom Vatikan entlarvte Pucci war jedoch nicht so weit gegangen wie ein Spion Walsinghams, einen Diener zu beauftragen, aus dem Schlafzimmer des Papstes einen Brief zu holen, den dieser von Philip von Spanien erhalten hatte, und ihn abzuschreiben.³³ Pucci ist beteiligt, als man im April 1586 in Prag drei Manuskripte Dr. John Dees verbrannte (Enoch, 48 Engelsschlüssel, Freie Wissenschaft), von denen jedoch noch Kopien vorliegen. Francesco Pucci erzählte Dr. John Dee, dass eine kleine Gruppe von Franzosen vom spanischen Hof zu einer besonderen Aufgabe nach England geschickt werde. Es habe damit zu tun, dass man den englischen Schiffsbau stoppen wolle. Über einen Vertrauensmann stellte Dee fest, dass sich diese Franzosen für den Königswald interessierten, der seit Jahrhunderten eine zuverlässiger Tresor für das Schiffsbauholz ist und auch in Zukunft äusserst wichtig. Von Prag aus hatte Dee herausgefunden, dass ihr Ziel es war, hier Feuer zu legen und den gesamten Forest of Dean niederzubrennen. In einem eine Woche

anhaltenden Feuersturm sei das gesamte Holz vernichtet und der Schiffsbau gestoppt und damit die Britische Navy entscheidend geschwächt. Der dringend erforderliche Ersatz der alten Flotte sei so nicht möglich und ihre Zerstörung nur eine Frage von wenigen Wochen. Doch Dee war es von Prag aus gelungen, diesen brillanten Plan Spaniens zu erkennen und damit zu verhindern dass Englands Schiffsbauindustrie auf Jahre hinaus brachlag und Spanien obsiegte.³⁴

Im Jahre 1588 erfolgte der Großangriff der spanischen Armada dann doch, der unter der Leitung von Sir Walter Raleigh und Francis Drake — begünstigt durch das Wetter und einige Zufälle — zum Desaster für die Spanier wurde. Dies obwohl die nautischen Fähigkeiten in den 'alten' Seefahrernationen Spanien und Portugal wesentlich besser waren entwickelt als in der jungen Seemacht England. Aber Dr. John Dee hatte einen wichtigen strategischen spanischen Angriff schon im Vorfeld vereitelt und auch für die Seeschlacht selbst einige Taktiken ausgeheckt, die hier erstmals erfolgreich zum Einsatz kommen. Die siegreichen Kapitäne waren John Dee alle bestens bekannt.³⁵

Nun hatte also Dee doch Recht gehabt mit der Einschätzung des spanischen Gefahrenpotenzials und dank seiner Geheimdienststrategie als einziger die Waldbrandattacke erkannt und verhindert. Seine Freunde Sir Raleigh und Francis Drake aber auch seine Navigationsschüler Kapitän Frobisher sowie Hawkins hatten gesiegt. Mit dem Jahr 1588 war der Zeitpunkt gekommen, dass das Jahr 1588 das Ende der Dominanz der Spanier auf den Weltmeeren signalisierte und den Beginn einer Wende zum British Empire.³⁶

Obwohl ihn seine Königin Ende 1588 aufgefordert hatte, nach England zurückzukehren, zeigte Dee keine Eile dabei. Spionageaufgaben hielten ihn bis August 1589 zurück, erwähnte er gegenüber Edmund Hilton.³⁷ Eines dieser Projekte der Spionage hat er in Kassel zu realisieren. Wir beschreiben es im nächsten Kapitel.

Doch vorher hören wir uns noch die Meinungen zweier Biographen John Dees an. So neugierig Dee allem Neuen gegenüberstand, so konservativ und restriktiv ging er selbst mit wichtigen Informationen um. Eva Taylor erkannte Dr. John Dees Passion für Geheimnisse und meinte dazu: „Dr. John Dee zog es unglücklicherweise vor, sein Spezialwissen nicht zu veröffentlichen und es ist unmöglich zu sagen, was sein neues Instrument, das er Paradoxer Kompass nannte, alles konnte.“ * Biograph und Dee-Tagebuchherausgeber Richard Deacon kennt die für Historiker völlig unbefriedigende Praxis Dees, Spuren nur dort und nur mit denjenigen Aussagen zu hinterlassen, wo sie ihm selbst nützlich sind, und er weiss

[illegible]

Wenn es so war, warum blieb er dann 428 Jahre lang vom Verdacht verschont, in staatlichem Auftrag eine der grössten wissenschaftlichen

Spionagefälle der Mathematik der Frühen Neuzeit gemeistert zu haben, ohne dass die Betroffenen davon selbst etwas ahnten. Doch von da an redet England in der angewandten Mathematik international mit: Dr. John Napier, Henry Briggs, Thomas Harriot, William Gilbert heissen die Pioniere der Logarithmen, der Navigation auf den Weltmeeren und der Gravitation in Keplers neuen Planetenbahnen, später gefolgt vom überragenden Isaak Newton.

* Es scheint so, als habe Dee eine Polar-Zenit-Karte mitgegeben um die Richtung zu bestimmen und um die Fehler der vollgenutzten Karte zu vermeiden.³⁸

Der Zug mit drei Vierspänner-Kutschen und Wagons mit den Reisenden und ihrem Gepäck verliess am 11 März 1589 Trebona und wurde streckenweise von 24 Beschützern sowie zusätzlich drei mit Pistolen bewaffneten Reitern begleitet. „Am 18.3. waren sie in Nürnberg, wo sie zwei Nächte blieben; am 26.3 erreichten sie Frankfurt am Main, und am 19. April sechs Wochen nach ihrer Abreise waren sie in Bremen.“³⁹

Nach Dees Ankunft in Bremen am 19. April 1589 wurde ein Haus gemietet und die Familie zog dort am 13. Mai ein. Er gab die drei Reitpferde auf die Wiese für neun Dukaten und schenkte die 12 ungarischen Kutschenpferde dem Landgrafen von Hessen, der ihn freie und geschützte Reise durch sein Gebiet gewährt hatte.⁴⁰

Seit Dees Ausschiffung Dees von England vor sechs Jahren hatte sich vieles ereignet. Die unbesiegbare spanische Armada war in einer Sechstage-Schlacht im Channel geschlagen. Die Rivalin der Königin, Maria Stuart von Schottland war zum Tode verurteilt worden; Leicesters kurze Diktatur über die Niederlande hatte nicht nur begonnen, sondern war auch schon wieder zu Ende und der Earl tot.⁴¹

Wichtige Meilensteine des John Dee

Die eminente Bedeutung, die John Dee für die Wissenschaft und die englische Volkswirtschaft hatte, wird in einigen der hier angeführten Dee-Meilensteine sichtbar.

John „007“ Dee ist der Innovator der englischen Mathematik der Neuzeit. Im Jahr 1552 hält der 25-jährige Magister Artium und Griechisch-Professor des Cambridger Trinity Colleges John Dee erstmals im christlichen Abendland Vorlesungen über Euklids *Elemente*. Ein Angebot des französischen Königs, diese an der Pariser Universität begonnenen Vorlesungen fortzusetzen, schlägt er aus. Zuvor hatte er zwei Semester bei seinem Freund Gerardus Mercator an der Universität Louvain studiert und von ihm das Kartenmacherhandwerk erlernt. 1570 verfasst John Dee das Vorwort für die von H. Billingsley übersetzte Elemente-Buchausgabe Euklids in englischer Sprache. Dieser Vorworttext gilt als bestes Schriftstück aus der Feder des Erneuerers John Dee und als Meilenstein der englischen Mathematik und Geisteswissenschaften.

Genauer als die Gregorianische Kalenderkommission. Dass Dr. John Dee auf der Höhe der Mathematik seiner Zeit ist, ergibt seine Berechnung zur Kalenderreform. Entgegen dem von Papst Gregor XIII. beauftragten Jesuitischen Mathematikoberen Christopher „Clavius“ Schlüssel errechnet er einen elftägigen Datumsrückstand. Die zur Prüfung von Dees Vorschlag beauftragten Mathematiker Digges, Savile und Chancellor kommen zum Schluss, dass Dee richtiger rechnete, doch wolle man sich dem kontinentalen Vorschlag von zehn Tagen Datumsstreichung anpassen, was Dee ärgerte. Wegen des kirchlichen reformatorischen Widerstandes dauerte es aber bis 1752, bis auch England diese angepasste Kalenderumstellung vornimmt.⁴²

Der erste moderne Kartograph Englands. Nach seiner Ausbildung zum Kartographen bei Gerardus Mercator im damals den spanischen Niederlanden zugehörigen Louvain sowie nach Besuchen von Vermessungskursen bei Gemma Frisius gilt John Dee als erster Kartograf Englands. Der erste bekannte Plan Londons stammt aus dem Jahre 1556, die ersten eigenen Kartendrucke aus dem Jahre 1587.

Erster Navigator Englands der Neuzeit. Die Entdeckung von Spanien und Portugal sind England in der Navigationstechnik Jahrzehnte voraus. Bei Mercator lernt Dee den portugiesischen Chefnavigator Pedro Nunez kennen, der als bester Navigator seiner Zeit gilt und der in seiner *Tratado da Sphera*

auch mathematisch die aktuellsten Probleme des Gebietes behandelt wie die rhombenförmigen sich aus der Globuswölbung ergebenden Loxodrome. Dee widmet Nunez sein nie gedrucktes Manuskript *Tyrocinium Mathematicum*, anhand dessen er seinem Privatschüler Thomas Digges Unterricht erteilt.

John Dee begründet die englische Instrumentenindustrie. In der niederländischen Werkstätte Gerard Mercators erlernt und dokumentiert John Dee mit Hilfe des Meisters selbst alle Vorgänge und Konstruktionsdetails. Auf der Basis dieses Knowhow und mit diesen Unterlagen sowie mit Unterstützung Mercators entsteht in Cambridge die erste englische Firma dieser Branche astronomischer und vermessungstechnischer Instrumente mit späterer Weltgeltung.

John Dee ist der *Spiritus rector* des Gresham House und Gresham College in London. Dee inspiriert den vermögenden, an der Erneuerung der Wissenschaften Englands interessierten Bankier Thomas Gresham zur Gründung der bedeutendsten britischen Navigatoren- und Marine-Ausbildungsstätten im Gresham House im Zentrum Londons. 1588 nimmt auf Initiative dreier britischer Überseefirmen eine Navigatoren- und Kapitänsschule in Form öffentlicher Vorlesungen hier ihren Dienst auf. 1596 erfolgt die Eröffnung des Gresham College als Hochschule und als Dreh- und Angelpunkt der britischen Seefahrt und Navigation.

Gresham-House: Treffpunkt der ersten drei englischen Artificium-Konspirateure Dee-Harriot-Briggs. Schon Im Gresham House dürften sich ab 1590 die Wege von Henry Briggs, John Dee und Thomas Harriot gekreuzt haben, ohne dass über das Zusammentreffen von Henry Briggs mit Dee und mit Harriot Hinweise vorliegen. Es mag bis 1594/5 dauern, bis diese Dreier-Kontakte entstehen: ist Briggs doch schon in diesen Jahren zur Implementierung der Gresham-Collegestrukturen vielfach am Gresham House London und besucht Harriot doch gerade den Lehrgang für Kapitäne. 1596 übernimmt Henry Briggs den ersten Gresham-Lehrstuhl für Geometrie 1596 an steht auch Thomas Harriot auf der Gehaltsliste. Das heisst, dass sich beide Mathematiker spätestens seit dieser Eröffnungsjahre kennen und dass hier nach seiner Rückkehr aus Kassel 1590 nicht nur Harriot und Dee Pläne besprochen haben, sondern auch alle drei Persönlichkeiten zusammen, und dies wahrscheinlich unter dem Deckmantel militärischer Geheimhaltung. Im Jahre 1598 sind alle drei in London.

John Dee ist der dominierende wissenschaftliche Berater dreier britischer Kolonisierungs- und Handelsfirmen. Für die Gründung von Übersee-Kolonien mit oder ohne staatliche Beteiligung sind Expeditionen erforderlich. Schon 1556 rettet der kurzfristig beigezogene junge Navigationsexperte John Dee mit neuen Navigationsmethoden und modernsten Karten aus Portugal die Muscovy Company, deren Berater er wird. Auch die East India Company und die Virginia Company suchen seinen Rat.

John Dee ist die zentrale Navigationsinstanz Englands für Thomas Harriot und Henry Briggs über alle Mäzenatin- und Collegekreise hinweg. Im von Earl of Leicester und von Henry Briggs massgeblich gesteuerten Gresham House und späteren Gresham College ist der vom Earl of Northumberland geförderte Thomas Harriot in der Kapitänsausbildung. Als John Dee nach sechs Jahren Spionageaufenthalt aus dem Heiligen Römischen Reich zurückgekehrt ist, tritt er mit dem ihn vom Earl of Northumberland her Bekannten Thomas Harriot wieder in persönlichen Kontakt. Man geht davon aufgrund der Gehaltsliste davon aus, dass hier auch Harriot und Briggs zwei Jahre lang gleichzeitig tätig waren und sich kennen mussten. Mindestens zwei Jahre lang begegnen sie sich zusätzlich von 1619 bis 1621 am nächsten College, an dem Harriot schon länger tätig ist, als Briggs zum Savile-Professor für Geometrie gewählt wird: dem Merton College in Oxford.

John Dee unterbreitet Elizabeth I. visionäres Konzept eines British Empire. Sowohl staatsmännische als auch konkrete Kompetenzen enthält ein Vorschlag von Dee an die englische Königin, in welchem von Dee erstmals den Begriff des Britischen Imperiums lanciert. Den Plan zur konzeptionellen Neupositionierung ihres Landes hatte John Dee 1577 der Königin in Windsor überreicht. Dieses Memorandum war praktisch, staatspolitisch, philosophisch, wissenschaftlich und mystisch zugleich.

Das erste Buch behandelte die Finanzierung und den Aufbau einer neuen Schiffsflotte. Konkret hat er 118 dazu für die Königin Elizabeth unter der gleichen Zielsetzung das Werk „General and rare Memorials pertraying to the Perfect arte of Navigation“ vorbereitet und der Königin übergeben (siehe auch xxx9)

Im zweiten Teil der Memorials geht es um die Navigation mit nach Dees Methode berechneten Tabellen der Längen- und Breitengrade in Verbindung mit seinem „Paradoxical Compass“. Dieses Werk hatte ein grösseres Format als die bereits grosse englische Bibel. Dieses Manuskript ging verloren.

Das dritte Buch war geheim und ist auch geheim geblieben – auch hier ging das Manuskript verloren.

Vom vierten Buch liegt ein angebranntes Manuskript im Archiv des Britischen Museums mit dem Titel „Of Famous and Rich Discoveries.“ Es verbrannte in und mit einem Teil von Dees Bibliothek während seines Europaaufenthaltes und zeigte Eroberungs- und kolonisierungspotentiale auf.⁴³

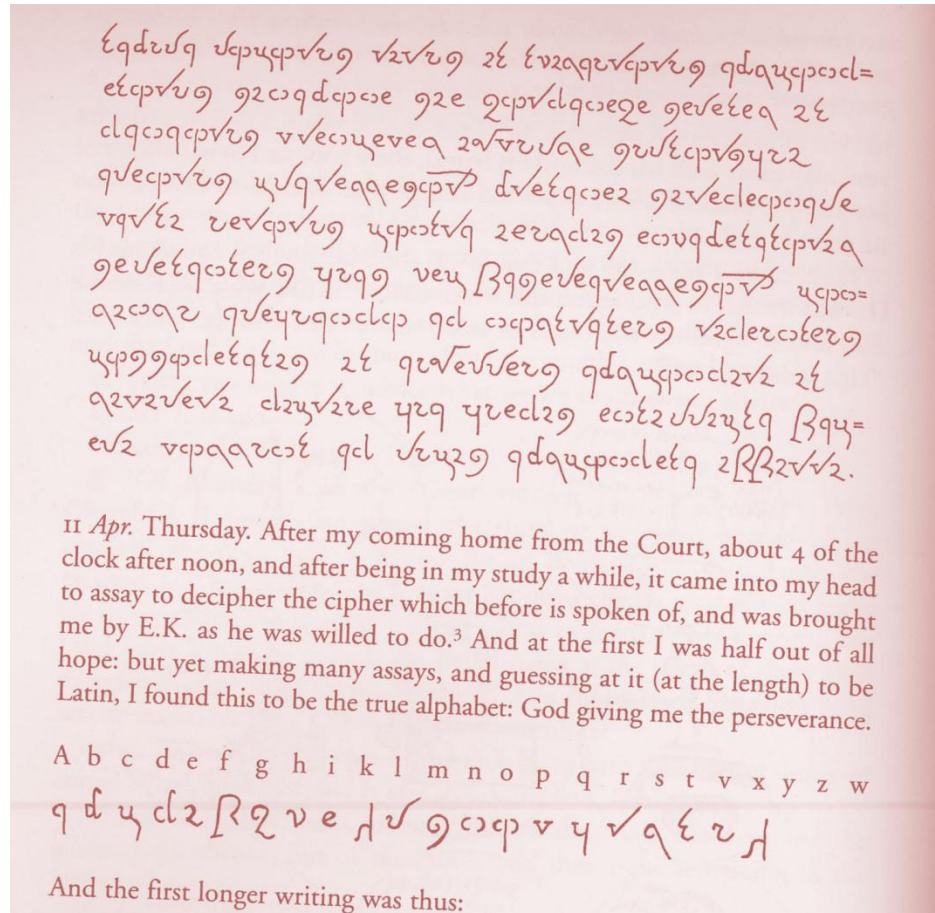
Nachdem König Philipp II. von Spanien über eine Armada von zweihundert Schiffen verfügt, England im Moment aber über lediglich 28 seetaugliche, empfiehlt John Dee für England den Bau einer Flotte von sechzig grossen Schiffen von je 160-200 Tonnen und zwanzig Barken von 20-50 Tonnen, die eine wehrtüchtige Besatzung von 6'600 Seefahrern benötigten.

Es folgte ein weiteres, nur für die Königin geschriebenes Werk mit dem Titel *Brytanici Imperii Limites* mit von Dee erforschten Ansprüchen der britischen Krone an ausländischen Gebieten.⁴⁴

John Dees Konzepte und Ideen wirken bis zur Gründung der Wissenschaftsvereinigung Royal Society. Die renommierte Royal Society bezeichnet John Dee als denjenigen Geist, der mit seinen Ideen und Initiativen die Grundsteine zu ihrer Gründung gelegt habe.

Ratgeber aller englischen Polarpassagen-Projekte. Zu den grossen Herausforderungen der Zeit zählt das Auffinden kürzerer Seewege über den nördlichen Begrenzungen der Erdteile vom pazifischen in den atlantischen Ozean und vice versa auf der sogenannten 5880 km langen Nord-West-Passage, deren Seeweg nördlich des amerikanischen Kontinents verläuft. Alle vier mit Dees Engagement geplanten Expeditionen kommen wieder auf dem gleichen Weg zurück wie sie gekommen sind. Erst mehr als dreihundert Jahre später ist als erster Raoul Rasmussen dazu in der Lage. Anstatt Amerika zu kolonisieren sowie Ländereien für die Gesellschafter und die britische Krone zu besetzen, verfiel man sich an der Grönländischen Küste bis hinauf zum nördlichsten Punkt, den ein Schiff jemals erreicht hatte.⁴⁵ Teilweise erfolgreicher – auf jeden Fall in geschäftlicher Hinsicht – ist die Nord-Ost-Passage nach China, wobei man aber zunächst nur bis Moskau gelangt und die Moscovy Company gründet und später erst bis Archangelsk. Dabei ist der erst 26-jährige Dee Retter in grösster Seenot.

Dr. Dees eigene ideologische Position ist neoplatonisch. Die Zahlensymbolik pythagoräischer Muster und die Proportionen platonischer Körper sind für John Dee über Euklids Elemente hinaus die wahren Offenbarungen. Er folgt damit dem Mathematiker und Magier Pythagoras, der Zahlen eigene innewohnende Kräfte zuordnet. So sind die Zahlen 1, 2, 3 oder 4 nicht alleine arithmetische Werte und Ausdruck der vier geometrischen Grundelemente (Punkt, Linie, Dreieck, Quadrat), sondern ebenfalls Harmonieteile musikalischer und kosmischer Proportionen. Damit steht er nicht allein, sondern ist mit Newton und Kepler in bester Gesellschaft. John Dee ist darüber hinaus aber auch ein vertiefter Kenner der Kabbala (siehe Kapitel über den Magier Schwarz).



Hennochisch: Dees Geheimsprache mit eigenem Alphabet.

Der okkulte John „Schwarz“ Dee

In der Londoner Gegend, aus der Dee stammt, bedeutet der Name Dee nicht etwa Göttin, wie jemand mit klassisch humanistischem Bildungshintergrund vermuten könnte, sondern ganz einfach Schwarz. Dieser Johannes „Schwarz“ Dee gibt sich nicht mit der vordergründigen Realität zufrieden, sondern ist ständig auf der Suche nach den die Wirklichkeit bestimmenden, beeinflussenden und begrenzenden Phänomenen. Dazu wagt er sich in Gebiete vor, in denen logisches Denken und universelles Wissen zwar

hilfreich sein können – beispielsweise beim Verstehen der Kabbala-Zahlensymbolik – jedoch gleichzeitig auch störend, wenn man sich esoterisch-mystischen Eindrücken hingeben will, wie beispielsweise Gesprächen mit Engeln. Die von John Dee meisterhaft beherrschte Astrologie ist zu seinen Zeiten noch Quadrivium-Universitätsfach und verbindet rationale Informationen der genauen astronomischen Himmelskörper-Konstellationsmessung mit irrationalen Bewertungen vorwissenschaftlicher astrologischer Lehrbücher wie Ptolemäus' Tetrabiblos zu sehr fragwürdigen Aussagen schicksalhafter Bedeutung.

John Dee interessiert sich zeitlebens für das gesamte Spektrum. Als er mit anerkannter astrologischer Fertigkeit den bestgeeigneten Krönungstermin seiner Königin Elizabeth I. definiert hatte, verschwindet er für ein halbes Jahrzehnt aus den Büchern der Historiker. Er sammelt wie seit jeher Erfahrungen und Bücher im Ausland und beschäftigt sich eingehend mit der Kabbala. Ihre Sprache beherrscht er perfekt, hatte er an der Universität doch selbst Hebräisch unterrichtet. In der kabbalistischen Praxis finden Mathematik, Mystik und Hebräisch zu einem geheimnisvollen Amalgam zusammen, das beschwört und suggeriert, mit den Urkräften der Welt verbunden und in ihren Strukturen so geborgen zu sein, dass sie den Urgeheimnissen ganz nahe kommen. Diese Erfahrung erinnert an die Herkunft dieser mystischen Lehre aus Palästina und sie wird geprägt von Engeln, deren Zählung Sinne und Geist, das Wort und die Zahl auf mystische Weise verband.⁴⁶

Dieses verborgene Wissen und die Fähigkeit besonderes Wissen zu schützen, hat für John Dee aber auch noch eine andere Bedeutung. Früh mit Fragen der Navigation in Kontakt gekommen, lernt er auch Methoden kennen, um Informationen verschlüsselt weiterzugeben. Bei seiner unablässigen Neugierde, in Büchern Geheimnisse zu finden, stößt er unter anderem auf Trithemius, den Mönch aus dem Moselstädtchen Trittenheim im Kloster Sponheim, der ganze Geschlechter an griechische oder andere Halbgötter anknüpft und biblische sowie griechischstämmige Genealogien erfindet, die geeignet sind, Landrechte für Bischöfe zu reklamieren. Innerhalb dieser Fälscherwirtschaft dieses Steganographius – dessen Manuskriptkopie Dee für 1000 Gulden angeboten bekommt (also für den zehnfachen Jahreslohn eines gut bestallten Professors) – werden auch Geheimsprachen entwickelt und gepflegt. Das gekonnte Verbergen mittels Geheimsprachen und Codes praktiziert Dr. John Dee aber auch selbst. Unübertroffen dürfte auf diesem Gebiet Dees Henoichisch sein, seine für die Dialoge mit Engeln entwickelte und eigenständig formalisierte Kunstsprache.

In Dees Alchemie – mit der Dee anhand seiner alchemistischen Schrift zu Monas Hieroglyphica (1564) mit seinem Partner Skryer Edward Kelley (1555 – 1597) die Herstellung von Gold anstrebt – geben seine Monaden den

Ton an.⁴⁷ Diese von Dee unter dem Einfluss des Abtes Trithemius Sponheim geschaffenen magischen Zeichen basieren auf der alten englischen alchemistischen *Ejisu*-Handschrift George Ripleys; ihre Anweisungen zelebriert Dees Partner Kelley in Prag am Kaiserhof Rudolfs II. und im böhmischen Trebona am Sitz des böhmischen Vizekönigs Rozmberk (Rosenberg) und strapaziert sie bis zu Kelleys Erhebung zum Baron sowie anschließender Kerkerhaft bis ins eigene Verderben.⁴⁸ Monas bilden die Grundlage für elf Thesen von Foscarinis *Scientiarum et Artium Omnium Ferme Anacephalaeosis Sortisatio* (1592) und sind ein frühes Beispiel von Dees Rezeption in Italien. Foscarinis christianisierte Monas bilden ein Symbol für das Wort Gottes mit vernachlässigbarer alchemistischer Bedeutung.

Engel werden Dr. John Dee zum Verhängnis: Der Mathematik als vollkommenes Gebilde zugetan, unterwirft Dee sie in seiner Kabbalalehre doch einer höheren Instanz – am Anfang war das Wort – und göttlichen Proportionen wie schon Pythagoras und Platon im Altertum und wie nach ihm ebenfalls die Neoplatoniker Kepler und Newton. Neben der damals weitem akzeptierten Astrologie beschäftigt sich Dee auch mit der Alchemie und gerät mit seinem Landsmann Edward Kelley, der über eine besondere Steine und Kristalle mit Engeln kommunizieren kann, in eine seinem Ruf schädliche Konstellation. Stellt sich doch später heraus, dass Kelley selbst stark schauspielert und in den in Dees Heim geführten und im *Dee Mysteriorum Libri* festgehaltenen Engelsgesprächen von Schauspielerinnen unterstützt wird. Dee selbst betrachtet seine unsichtbaren Gesprächspartner als Quelle des Wissens für seine Alchemie und Eschatologie sowie die persönliche und spirituelle Führung.

Einem solchen Engelsauftrag folgt er auch während seiner Kaiseraudienz am 4. September 1584. Dem ihm grundsätzlich zugetanen Kaiser Rudolf II. raubt er in einer Audienz unter vier Augen im August 1588 in den kaiserlichen Privatgemächern fast den Atem, als er ihm folgendes Angebot seiner höchsten Engelsinstanz unterbreitet.

„Der Engel Gottes ist mir erschienen und tadelt Euch für Eure Sünden. Wenn Ihr mich hört und mir glaubt, werdet Ihr triumphieren. Wenn Ihr mir nicht glaubt, wird Gott, der Herr, der Schöpfer von Himmel und Erde (unter dessen Herrschaft Ihr lebt und atmet), Euch den Fuß auf die Brust setzen und Euch kopfüber vom Thron stoßen.

Außerdem hat der Herr diesen Bund mit mir geschlossen (durch Eid), dass er es tun und ausführen werde. Wenn Ihr Euer sündhaftes Tun ablegt und Euch Gott zuwendet, wird Euer Thron der größte aller Zeiten sein und der Teufel soll Euer Gefangener werden; dieser Teufel ist meiner Deutung nach der Große Türke [Sultan].“⁴⁹

So etwas hat noch niemand zuvor einem Herrscher gesagt, bzw. angedroht. Zwei Tage später reagiert Engel Uriel, alias Kelley, auf die nun neue Situation der Unsicherheit und ahnt Schlimmes: „im Jahre 88 wirst Du die Sonne andersrum laufen sehen, die Sterne werden heller leuchten und einige sogar vom Himmel fallen.“⁵⁰ Aus Respekt vor Dr. John Dees Persönlichkeit urteilt Rudolf II. nicht direkt über ihn, sondern übergibt die Ausführung der Massnahmen Vizekanzler Curtius, der Dee und seine Begleitung innerhalb einer Woche des Landes verweist. Hingegen gehen die alchemistischen Versuche mit Dees Skryer Kelley auf dem Hradschin weiter, bis dessen Tricks von Curtius durchschaut werden und er das Jahr 1597 nicht überlebt. Schwer nachgetragen und von der herrschenden Moral sowie der Kirche verdammt wird der 1588 im böhmischen Trebona auf Kelleys Engelsbefehl geforderte und vollzogene Partnertausch der beiden Ehepaare. Dafür haben nicht einmal Dees beste Freunde Verständnis, als er Mitte Dezember 1589 auf Wunsch der Königin nach sechs Jahren Kontinentalaufenthalt und der Überfahrt von Stade in Stratford wieder auf britischem Boden an Land geht. Zu den 800 Büchern, die er vor sechs Jahren mitgenommen hatte, hat sich noch mindestens ein Werk hinzugesellt, über das er nirgends spricht. Doch als er zuhause in seinem Haus in Mortlake bei London ankommt, muss er feststellen, dass seine grosse Bibliothek von einst 8000 Büchern teilweise zerstört ist, dass die Hälfte geplündert wurde und dass zahlreiche seiner Instrumente fehlen. Initiiert wurde dieser Einbruch von Feinden Dees, die dadurch Einblicke in verborgene Geheimnisse gewinnen wollen.⁵¹

Wir gehen auf diesen wichtigen Aspekt in Dees Leben hier nicht weiter ein, denn dazu gibt es vielfältige Literatur in der Form von Tagebüchern und Berichten bis hin zu Romanen. John Dee und vor allem sein Medium und Skryer Edward Kelley profitieren zunächst enorm von der Grosszügigkeit des polnischen Grafen Lasky und in Gefolge Dees des Fürsten Rosenberg auf dessen Gut Trebona in Böhmen. Im Prinzip ruinierte der von Dee als Gesprächspartner ausgewählte Landsmann und Engel Edward Kelley durch erfolglose Auftritte der Alchemie und der Goldgenerierung die jahrelang gewachsenen Sympathien Kaiser Rudolfs II. und zog sich mit dem Sektierertum und durch sexuelle Libertinage den Zorn des Papstes zu. Als ihn nach sechs Jahren die Königin zur Vermeidung weiteren Unheils und zu ihrer eigenen Beratung 1589 nach London zurückberief, ist er fachlich noch immer der gewiefte achtsprachige Kommunikator, der Doyen der Navigatoren und Kartografen, der ausgefuchste Leiter seines direkt an die englische Königin berichtenden Geheimdienstes und nach wie vor das im Bereich der Mathematischen Wissenschaften mit allen Wassern gewaschene Universaltalent. Er genießt das Vertrauen des Polnischen Königs Stefan, des Fürsten Wilhelm Rosenberg, Vizekönig von Böhmen, und des Landgrafen Wilhelm IV. von Hessen-Kassel ebenso wie dasjenige Tycho Brahes und Christoph Rothmanns.⁵²

Eine aussergewöhnliche Jugendzeit

Werfen wir abschliessend noch einmal den Blick zurück auf die Anfänge dieses John Dee. Er wird 1527 in ein Zeitalter hineingeboren, in dem das Gebaren der katholischen Kirche die Reformation, diese die Gegenreformation und als deren Speerspitze die Kongregation der Jesuiten ins Leben ruft. Unser 1527 geborener John Dee wird auch darauf noch antworten, indem er den protestantischen Orden der Rosenkreuzer gründet. Bei diesem Streit unter Christen angeblich in Gottes Namen und unter dem Druck der Bedrohung durch das Osmanische Reich, dessen Truppen bis Wien vordringen, werden Millionen von Menschen ihr Leben verlieren oder aus ihrer Heimat vertrieben. John Dee (1527–1608) steht aber auch an der Schwelle der Wiederentdeckung verschollenen Wissens aus vorchristlicher Zeit – Wissen, das aus indischen, babylonischen und vor allem auch griechischen Quellen stammt und das während einer in Europa durch Völkerwanderungen und dem Zusammenbruch des römischen Reiches bestimmte n dunklen bis tief ins Mittelalter reichenden Epoche von arabischen Gelehrten bewahrt, weiterbearbeitet und in Spanien sowie Sizilien zuerst wiederentdeckt und übersetzt wird und bis es Venedig und die italienischen Fürstentümer und Stadtstaaten erfasst und als Renaissance ins Licht der Geschichte rückt. Begleitet wird diese Explosion des Wissens durch die guttenbergische Erfindung und von einer zunehmenden Bedeutung der Landessprachen, die Latein ablösen. Hinzu kommt die Erweiterung der Erkenntnis durch empirisches Beobachten und Messen sowie durch Infragestellung jahrhundertlang gepflegter Traditionen und Geheimlehren. Es ist aber gleichzeitig der Zeitraum der Entdeckung neuer Kontinente und der Entwicklung neuer Instrumente. Auf dem Kontinent hat sich die Familie der aus der Schweiz stammenden Grafen von Habsburg durch geschickte Macht- und Heiratspolitik ihrer Wiener Linie sowohl im Mitteleuropäischen Raum als auch durch ihre spanische Linie auf der iberischen Halbinsel und den damals dazugehörenden und das heutige Belgien und Luxemburg umfassenden Spanischen Niederlanden sowie grosser überseeischer Gebiete ständig entwickelt. Die Situation auf der britischen Insel ist anders, ohne deshalb besser zu sein. Durch Vergleiche bei Auslandsaufenthalten erkennt John Dee, dass England auf verschiedenen Gebieten hinterherhinkt, und dass seine Zukunft von der Schifffahrt massiv beeinflusst wird: sei es militärisch durch latent drohende Angriffe der mächtigen Armada, sei es durch die Etablierung von Kolonien auf neu entdeckten Kontinenten, sei es durch eine moderne Flotte von Handelsschiffen, welche die Dominanz der spanischen Flotte einzudämmen in der Lage ist.

Sir Francis Drake hält nichts von englischen Navigatoren. Nichts macht deutlicher, in welchem miserablen Verhältnis sich die englische Navigationserfahrung zur iberischen befand als folgender Bericht. Demnach „entführte der große Francis Drake 1577 einen portugiesischen Navigator, der die *Pelican* (später: *Golden Hind*) zu Beginn der berühmten Weltumseglung sicher über den Pazifik navigierte. Nach dem der arme Mann in Zentralamerika frei gelassen wurde, trat ein spanischer Navigator seinen Dienst an'. Taylor schreibt gemäss Thomas Sonar⁵³: *“Drake knew well enough that no English pilot could then compare with a pilot of Spain or Portugal...”*

Mit seiner hohen mathematischen Begabung widmet sich John Dee angesichts dieser spanischen Überlegenheit qualitativen Aspekten wie der Navigation. Im Rahmen der Navy entwickelt er zusammen mit anderen Mathematikern Ideen und Freundschaften sowie Projekte, die vielfach der militärischen Geheimhaltung unterstehen und deshalb in keinem seiner Tagebücher Aufnahme finden – und wenn schon, dann vielfach in seiner eigenen Geheimsprache Hennochisch. Die Schifffahrt ist auch Sammelpunkt vermögender, militärischer und anderer an der Nautik interessierter Kreise. Die Beziehungsnetze, die er in den ersten Jahrzehnten aufbaut und die ihn vielfach als einen ihrer ersten Lehrer in neuen Techniken betrachten, sind zahlreich und reichen bis an die Spitzen des Königreiches.

Seinen 20. Geburtstag feiert John Dee anlässlich seines ersten Aufenthaltes. 1542 – also als Fünfzehnjährigen – hatten ihn seine Eltern nach Absolvierung der Lateinschulen im heimatlichen London und in Chelmsford/Essex, nach Cambridge an das St. John's College geschickt. Hier absolvierte er bereits 1544/5 seinen Bachelor Artium und erhielt nur ein gutes Jahr später bereits den Titel eines Gründungs-Fellows. Das war der Lohn für 18stündige Tage fleissigen Lernens, vier Stunden Schlafes und zweier Stunden zum Essen und zur Erholung. Als König Henry VIII. in Cambridge neu das Trinity College eröffnet, lädt man ihn dort zum Under-Reader in Altgriechisch und als Gründungs-Fellow ein und schon im nächsten Jahr absolviert er das Examen zum Magister Artium. Als Graecist studierte er im St James College noch die Aristophanes-Komödie „Frieden“ ein und übernimmt darin selbst die Rolle des Scarabäus-Mistkäfers: Zusätzlich arbeitet er mit verblüffenden Bühneneffekten, bei denen er Spiegel, Sprungfedern, Licht und Wind einsetzt: von nun an gilt Dee auch als teuflisch, beschwörend und Zauberer. Die positiven Erfahrungen, die er im Sommer 1547 in den Niederlanden gesammelt hatte, sollten ihn ebenso prägen, hatte er doch in diesen Monaten den grossen Gemma Frisius mit seinen trigonometrischen Methoden der Landvermessung kennengelernt und mit Gerardus Mercator einen weiteren Wissenschaftler mit beeindruckenden Fähigkeiten der Herstellung von Karten und Globen, von denen er neben Messinginstrumenten zur

Vermessung und einem astronomischen Metallkreis zwei grosse Globusexemplare in seine Heimat bringt.

Zu dieser Zeit ist in England die Herstellung von Kartendruckern noch ebenso unbekannt wie die trigonometrischen Vermessungsverfahren. Der sprachlich überaus bewanderte, an Mathematik interessierte, das intellektuelle Gespräch suchende und mystischen Erfahrungen nicht abgeneigte zwanzigjährige John Dee hatte sein Lebensmotto gefunden: sein ständig von Feinden bedrohtes Land auf den gleichen Stand wie die besten ausländischen Beispiele zu bringen, und zwar am schnellsten dadurch, dass man zunächst einmal deren Wissen und Können kopiert und übernimmt. Kein Wunder, sehen wir John Dee auch im nächsten Jahr 1548 wieder in den Niederlanden. Diesmal hat er sich an der bei Brüssel liegenden Universität Louvain eingeschrieben, wo er im Verlaufe zweier Jahre weiterlernt – darunter handwerklich von Mercator, einschliesslich seiner winkeltreuen Kartenprojektion, die Dee später für bessere Navigationskarten übernimmt. Darunter pflegt er in einer mehrsprachigen Umgebung auch das Studium der Werke und die Diskussion mit spanischen und portugiesischen Navigatoren. Im Sommer 1550 sehen wir John Dee in Paris als Dozent des College de Rheims, wie er durch die Kombination zweier seiner Fähigkeiten – nämlich Altgriechisch und Mathematik – die Vorlesungsräume mit ins Lateinische übersetzten Euklid-Elementen füllt. Die Universität will diesen Publikumsmagneten Dee als Attraktion behalten, was ihr mit einem Stipendium von hundert Kronen gelingt.

Mittlerweile ist sein Ruf vor allem durch aus Paris zurückreisende Studenten auch nach England zur königlichen Familie Edwards VI. gedrungen und auf ihn aufmerksam geworden. Doch Verschwörungstheorien bringen ihn zunächst ins Untersuchungsgefängnis anstatt auf einen Lehrstuhl der Mathematik, der ihm nicht nur in Oxford sondern auch vom König offeriert aber kurzfristig wieder zurückgezogen wird. Doch dann kam für ihn nach mehreren Studienreisen ins Ausland – darunter auch nach Venedig und zur Vorstellung bei Kaiser Maximilian II., September 1563 in Bratislava – die glückliche Fügung, dass er seine Fähigkeiten der Prinzessin Elizabeth zeigen konnte, die ihn kurz nach ihrer Inthronisation zu ihrem Lehrer ernannte – aber es verging noch einmal ein gutes Jahrzehnt bis er ihr Vertrauen als ihr Berater gewonnen hatte und seine Fähigkeiten im Sinne des Königreiches genutzt wurden.

In den verflochtenen Jahren hatte er versucht, auf unterschiedlichen Ebenen und im Rahmen verschiedener Projekte seine als Jugendlicher in den Niederlanden gewonnen Einsichten umzusetzen. Am offensichtlichsten ersichtlich wurde dies in seiner Bibliothek in seinem von seiner Mutter – eine geborene Wild – geerbten Anwesen in Mortlake bei London, die als grösste Privatbibliothek Englands viertausend Bücher umfasste – ein Palast

des Wissens der damaligen Epoche, in dem ihn hie und da auch die Königin Elizabeth I. besuchte. Seine primäre Verpflichtung in privater, geheimer und offizieller Mission gilt immer Britannia und dem British Empire.

Bei all den Navigationsprojekten seiner Zeit ist er dabei. Er ist freundschaftlich mit Thomas Harriot, Edward Wright und William Gilbert verbunden; aber im Rahmen seiner Geheimdiensttätigkeit mit wesentlich mehr Personen in Kontakt.

GLÜCK IM UNGLÜCK

007 im Dienste der Königin, Jost Bürgis und der gesamten Gesellschaft

A. Mit seinem Artificium (Kunstweg) schafft Jost Bürgi ein einzigartiges Verfahren der Differenzenrechnung und der Erstellung genauer Sinustabellen – zwei Meilensteine der Wissenschaftsgeschichte, der Astronomie, der Navigation und der Mathematik.

B. Die Veröffentlichung erfolgt 1588 aus Geheimhaltungsgründen nur in Form eines Rätsels. Niemand gelingt es im Verlaufe der vergangenen 427 Jahre seit seiner Publikation, das Rätsel zu lösen.

C. Da die fünf Geheimnisträger Nikolaus Ursus Reimers, Christoph Rothmann, Landgraf Wilhelm IV. von Hessen-Kassel, Benjamin Bramer und Johannes Kepler vom Erfinder verpflichtet werden, zu schweigen und auch keine Aufzeichnungen darüber hinterlassen, nehmen sie ihr Wissen ins Grab und entziehen ihren Nachkommen und der Wissenschaft allgemein die Nutzungsmöglichkeit dieser grossartigen Erfindung.

D. In der Wroclawer Universitätsbibliothek bemerkt der Münchner Wissenschaftshistoriker Menso Folkerts bereits in den Neunziger Jahren eine 190-seitige Mathematikbuch-Handschrift des Jost Bürgi. Im Jahre 2014 entdeckt er in diesem von der Bürgi-Forschung nicht beachteten Fundamentum Astronomiae Unikat die dem Artificium-Rätsel zugrunde liegende Tabelle und überträgt dieses Projekt dem Mathematikhistoriker Dieter Launert zur Analyse und Editierung.

E. Seit Januar 2016 liegt diese Analyse nun in Buchform vor und bestätigt einen Quantensprung der Mathematik der Frühen Neuzeit. Wegen seiner unkonventionellen Algorithmen und Lösungen gelingt keinem Mathematiker seit seiner Publikation in Rätselform vor 427 Jahren die Auflösung.

F. Dieter Launert entdeckt bald parallel dazu bei seinen Recherchen, dass das Kunstwegrätsel doch von jemand gelöst worden war, ohne dass er das öffentlich bekanntgab. Die Kunstweglösung und daraus abgeleitete Rechenbeispiele waren in einem in der Leidener Universitätsbibliothek aufbewahrten Exemplar des 1588 von Nikolaus Ursus Reimers verfassten und publizierten „Rätselbuches“ Fundamentum Astronomicum enthalten und Dieter Launert schon von der Arbeit an seiner Ursus-Biografie her

bekannt. Doch nun erst als er die Originalfassung von Jost Bürgis Kunstweg gesehen hatte, wurde ihm klar, dass die Beilageblätter in diesem Buch die richtigen Zahlen Bürgis enthielten und dass demzufolge mindestens eine Person entschlüsselt hatte.

G. Es stellt sich heraus, dass das gedruckte Exemplar mit seinen Beilageblättern 1690 aus London nach Leiden gekommen war und dass es dort längere Zeit im Besitz des am Oxforder Merton College seit 1619 auf dem Savil-Astronomielehrstuhl lehrenden Professors Bainbrigg war. Neben einer dieser handschriftlichen Tabellenbeispiele stand der Name H. Briggs, der diese Beispiele entweder selbst aufgeschrieben hatte und damit das im Buch gestellte Rätsel gelöst hatte oder der die Lösung Bainbrigg mitgeteilt hatte und er sie aufschrieb.

H. Bei diesem H. Briggs handelt es sich um den Savile-Geometrielehrstuhl-Inhaber am Oxforder Merton College Henry Briggs (1560–1630), der gleichzeitig wie Bainbrigg 1619 auf diesen Oxforder Lehrstuhl berufen worden war. Henry Briggs war seit 1596 Professor für Astronomie am Londoner Gresham College und behielt auch nach seiner Berufung nach Oxford diesen Lehrauftrag bei.

I. Henry Briggs und Collega Bainbrigg haben gemäss Dieter Launert mit diesem Exemplar nachgewiesen, dass sie im Besitz von Wissen sind, das exklusiv war, ohne einen Hinweis zu liefern, wie sie zu diesem Wissen gekommen sind und warum sie dieses Wissen nur vertraulich behandelten. Dieter Launert weist in seinem Berichtsband – ein schönes und äusserst lehrreiches Buch in der Reihe Nova Kepleriana – über die Entschlüsselung dieses Rätsels darauf hin, dass Henry Briggs ja mit trigonometrischen Funktionen einschliesslich Sinustabellen auch in seinen Logarithmenwerken arbeite. D. Launert zitiert auch den Briggs-Nachfolger Gallibred, der in dem von Briggs zum Grossteil verfassten aber von Gallibred 1633 posthum publiziertem grossen Logarithmenbuch Trigonometria Britannica sagt, dass Briggs schon vor drei Jahrzehnten begonnen habe mit Differenzen und Differenzen von Differenzen zu arbeiten (und damit der Begründer der Differenzenrechnung sei). Dieter Launert schliesst aufgrund fehlender Indizien mit dem Satz: „Und da mir nicht bekannt ist, ob Briggs im Ausland war

J. Bürgi-Biograph Fritz Staudacher ist seit Herbst 2014 durch Menso Folkerts über seine Entdeckung von Bürgis Handschrift und Kunstweg sowie Launerts Forschungsprojekt der Enträtselung des Kunstwegs orientiert und informiert darüber die Professoren Jörg Waldvogel und

Ludwig Oechslin. Er nimmt mit der Autorin der ersten Faksimile-Ausgabe von Bürgis Progresstabulen mit dem 23-seitigen Unterricht sowie Englisch-Übersetzung und Kommentar, der Mathematik-historikerin und Didaktikerin Kathleen M. Clark Kontakt auf und lädt sie zu gemeinsamem Besuch Lichtensteigs und Prof. J. Waldvogels an der ETH ein. Gleichzeitig treibt er die Veröffentlichung einer dritten auf 312 Seiten mit 270 Illustrationen erweiterten Auflage der Bürgi-Monographie „Jost Bürgi, Kepler und der Kaiser“ voran, die kurz vor Weihnachten 2015 bei NZZ Libro Zürich (Fr.58) erscheint, gefolgt von Launerts „Kunstweg“ (Nova Kepleriana, München; € 48) und Prof. K. Clarks „Progresstabulen“ in E/D bei Birkhäuser-Springer (Fr. 109). Nachdem an der ETH das von F. Staudacher vorgeschlagene Bürgi-Symposium nicht zustande kommt, erklärt sich Lichtensteigs Stadtpräsident Mathias Müller bereit, das Symposium in Lichtensteig durchzuführen (Samstag, 19. März 2016, mit Auftaktveranstaltung am Freitagnachmittag im Landesmuseum Zürich).

K. Der Verfasser dieser Zeilen verfolgt auch die Fährten und Spuren weiter, die zu einer Übernahme des Bürgischen Wissens durch englische Mathematiker führen. Dazu stichwortartig:

- 1. Das Leidener Beilageblatt kann auch von Thomas Harriot stammen, der von ca. 1616–1621 ebenfalls in Oxford weilte.*
- 2. Der Informationssog Englands nach kontinentaleuropäischer Literatur ist in diesen Jahren immens. Briggs und Harriot hatten alle Informationen, um das Kunstweg-Rätsel zu lösen.*
- 3. Ein halbes Jahr nach Veröffentlichung des Kunstwegrätsels erscheint John Dee – der polyglotte Mathematiker, Geheimagent 007 der englischen Königin Elisabeth I. – in Kassel und forscht dort fünf Tage lang mit Bürgi, Rothmann, Wilhelm IV. und Reimers alle Beteiligten aus. Er ist so professionell, dass er keine Spuren der Übernahme der Lösung hinterlässt.*
- 4. John Dee kennt nicht nur die Kasseler Mathematiker und ihre Stärken und Schwächen persönlich gut. Noch besser, vor allem von der militärischen Navigationsausbildung und Vorbereitungen von Expeditionsfahrten, kennt er die beiden englischen Mathematiker, die Differenzenspalten einführen; zuvorderst Thomas Harriot, aber auch Henry Briggs. Da John Dee ein genauso resoluter Informationsverhinderer ist wie Bürgi, zögert er sehr lange mit der Weitergabe, die wahrscheinlich während des Jahres 1598 erfolgt als er*

länger als ein Jahr in London weilt. Sowohl Briggs als auch Harriot scheuen die Nennung der Namen Bürgi und Reimers wie der Teufel das Weihwasser. Ihre Basistabellen sind mit Bürgis Tabellen bis in Details identisch. Es ist höchst³ wahrscheinlich, dass der Kunstweg auf diese Weise nach England gelangt ist und dass er sich dort zuerst in der astronomischen Trigonometrie und Navigation entfaltete während er auf dem Kontinent 427 Jahre einen Dornröschenschlaf hält.

Bürgis Genius im Dilemma zwischen Innovationsoriginalität und Schreibwiderstand sowie zwischen Erfindervorsprung und Publikationsphobie. Seine einzigartigen Erfindungen möchte Jost Bürgi zunächst ganz alleine nutzen, ohne dass jedermann gratis von seinen mühsam erarbeiteten Lösungen profitieren kann. Umso überraschender ist es, dass sich der nur als Rätsel bekannt gegebene Kunstweg Jost Bürgis ab 1624 in allen grossen Tabellenwerken als Briggssche, Newtonsche oder Babbages' Differenzmethode wiederfindet. In Bezug auf seine Entstehungsgeschichte scheint sich ein Handlungsmuster zu wiederholen, das wegen Bürgis Zurückhaltung bei der Publikation seiner Erfindungen auch im Zusammenhang mit seinen Logarithmentafeln (1602/09) für Irritationen sorgt. Auch über seine Logarithmentafeln verfügt Bürgi ein Jahrzehnt vor Napier (1614); doch sie gelten lediglich als gleichberechtigt, weil Bürgis Progresstabulen erst 1620 in nur kleiner Probeauflage sowie ohne gedruckten Instruktionstext erscheinen und keinen Auflagendruck erleben⁵⁴. Nicht viel besser ergeht es Napiers Logarithmen, die 1624 im Nachfolgewerk Arithmetica Logarithmica seines Partners Henry Briggs weggefallen sind. Bürgis Kunstwegkopie, inklusive seines Verfahrens der Teilung eines Winkels von einem Grad in Minuten, wird nach der geheimdienstlichen Abschöpfung an der Quelle durch Dr. John Dee auf vielfache Weise so assimiliert und transformiert, dass er als Briggs', Newtons und Babbages Differenzrechnung sowie Taylors 3. Polynomlösung unter den Begriffen *Quinquisition*, *Forward Difference Formule* und *Difference Engine* plötzlich in Erscheinung tritt und diese drei Herren anstatt Bürgi viel Anerkennung finden.

Ursachenforschung für eine 430-jährige Fehleinschätzung.

1. Jost Bürgi gelingt mit seiner arithmetisch-algebraischen Winkelteilung und seiner auf einfache Rechenschritte reduzierten Kunstweg-Methode 1586/87 ein Durchbruch in der Mathematik und Astronomie, der so neuartig und unkonventionell ist, dass ihn ohne spezielle Erläuterung niemand versteht.
2. Er selbst möchte davon so lange exklusiv profitieren wie möglich, ohne dass ein unliebsamer Konkurrent ihm das Verfahren abschaut und so ohne eigene Leistung von Bürgis Kunstweg-Vorteilen genauso profitieren kann wie er selbst.
3. Ganz anderer Ansicht über die Weitergabe solcher Vorteile an andere mögliche Benutzer ist Jost Bürgis' Freund Nikolaus „Ursus“ Reimers, der Bürgi bei der Niederschrift seines ersten Mathematikwerkes *Fundamentum Astronomiae* unterstützt und der 1588 ein fast gleichlautendes, aber nur halb so umfangreiches Büchlein *Fundamentum Astronomicum* herausgibt. Ursus entscheidet sich für einen Zwischenweg der Bekanntgabe von Bürgis' neuem Kunstweg, ohne darüber Bürgi selbst zu unterrichten.
4. Die halbherzige Entscheidung der Veröffentlichung als Rätsel ist ein Kompromiss, der eigentlich schon als Veröffentlichung zu betrachten ist, weil er mehrere signifikante Elemente dieses völlig neuartigen Verfahrens offenlegt.
5. Doch es geschieht etwas ganz Überraschendes. Der Kunstweg ist so originell und von den sonst gebräuchlichen Regeln entfernt, dass niemand zwischen 1588 und 2015 angibt, das Rätsel gelöst zu haben oder es lösen zu können. Selbst als sich die Kepler-Kommission 1973 um eine Auflösung bemüht, bleibt sie erfolglos. Mit dem Tod der von Bürgi selbst instruierten und zum Stillschweigen verpflichteten Mitwisser ist Kenntnis über den Kunstweg Bürgis wieder verschollen.
6. Nachdem Nikolaus Reimers 1600, Christoph Rothmann 1601, Jost Bürgi 1632 und Benjamin Bramer 1648, sowie der ebenfalls eingeweihte Johannes Kepler 1630 verstorben waren, kennt niemand mehr die Lösung. Auch im Nachlass dieser Mathematiker findet sich darüber nichts.
7. Dabei wurde dieses Kunstweg-Verfahren Jost Bürgis nicht nur von ihm selbst genutzt zur Erstellung einer 1'-Sinustabelle (1586/88) und zur Generierung seines 2"-2"- Canon Sinuum (1588/96). Eine 1'-Sinustabelle Bürgis, von der sonst nirgends die Rede ist, befindet sich gemäss Dr. John Leopold (1886) angeblich in einem in der Universitätsbibliothek Wroclaw

(Breslau) aufbewahrten Dokument, das von allen Mathematik-Geschichts- und Bürgiforschern nicht weiter beachtet wird.

8. Erst als 2014 der Münchener Professor für die Geschichte der Wissenschaften und der Mathematik Menso Folkerts sich Mikrofiches genauer ansieht, die er bereits in den Neunziger Jahren von dieser ihm in der Wroclawer Universitätsbibliothek aufgefallenen und Jost Bürgi zugeschriebenen Handschrift IV Qu 38^a bestellt hatte, entdeckt er, dass es sich um ein 190-seitiges Buchmanuskript mit dem Titel *Fundamentum Astronomicae* handelt, das 1592 von Jost Bürgi Kaiser Rudolf II. gewidmet wurde. In den Biographien über Jost Bürgi wurde nie die Übergabe eines solchen Werkes erwähnt. Der Mathematiker Menso im Historiker Folkerts erkennt schnell das Aussergewöhnliche in diesem Werk: eine Kunstwegtabelle mit Zahlen! Nun hat man anstatt nur Platzhalterpunkten Zahlen zum Analysieren ihres Zusammenhanges und ihrer Bedeutung. Nach 426 Jahren Versunkenheit kommt nun die Lösung von Jost Bürgis *Artificium*-Kunstweg endlich ans Tageslicht. Es ist Bürgis einzigartige Methode der Erstellung von Sinusteilungen und Sinustabellen – genial konzipiert und einfach zu rechnen. Ein Meilenstein der Geschichte der Astronomie und der Mathematik! Nur schade, dass diese Methode bis jetzt verborgen war. Dachte man.

9. Die Analyse des Werkes und besonders des Kunstweges übernimmt Dieter Launert, der erfahrene Reimers-Biograf – wiederum ein Glücksfall. Denn er entsinnt sich an sein vor zehn Jahren entdecktes Reimers-Buchexemplar aus dem Jahre 1588, das aus England in die Universitätsbibliothek Leiden gelangt war. Es hatte um 1620 dem Oxforder Astronomieprofessor Bainbrigg gehört, einem Kollegen von Henry Briggs eine mit richtigen Zahlen ausgefüllte Bürgische Kunstwegtabelle, dabeistehend H. Briggs.

10. In England hatte man also das *Artificium*-Rätsel gelöst! Briggs hatte mit diesem Verfahren seine Trigonometrischen Tafeln und seine Zehner-Logarithmen erstellt. Man hatte die Differenzen-rechnung erfunden, Isaac Newton formalisierte sie in seiner Forward Difference Methode, der Franzose Gaspard de Prony generierte damit seine Tafeln und Charles Babbage startete damit seinen Difference Engine.

11. Aufgrund der Nichtauflösung des Rätsels auf dem Kontinent bzw. seines Verbergens blieb die wunderbare Methode mit Ausnahme des Bürgischen Canon Sinuum ohne Wirkung und Entfaltung und starb aus. In England wurde es vielfältig genutzt, half allen Beteiligten und entwickelte sich in zusätzliche Anwendungsgebiete weiter. Offenheit ist Voraussetzung für den Erfolg.

12. Wo hatte Briggs das genau gleiche Schema wie Bürg her? Selbst völlig unabhängig entdeckt, wie Launert vermutet, weil er keine anderen Indizien

hat? Oder auf anderen Wegen nach England gekommen – zumindest als Rätsel, das Briggs oder Harriot im gedanklichen Nachvollzug lösen? Oder auf viel direkterem Weg – einer Vermutung, der der Autor dieser Seiten nachgeht.

13. Staudachers These: Henry Briggs kennt aufgrund spezieller Informationen Bürgis Artificium von 1586 bereits ab ca. 1596, wahrscheinlich in Folge von Dr. John Dees Untersuchungen bzw. Berichten. Er erschliesst, nutzt und adaptiert es, ohne dass dies ausserhalb eines kleinen zur Geheimhaltung verpflichteten Zirkels um Thomas Harriot sonst jemand erfährt.

14. Da das Rätsel in England auf unbekannte Weise gelöst wurde, erfolgt auch dort keine vollkommene Offenlegung, sondern eine zuerst eingeschränkte Nutzung. Immerhin befindet sich die Lösung in den Händen des grössten Verwenders solcher Tabellengenerierungen und findet daher Verbreitung und schafft Nutzen. Wegen der unbekannten Übernahme der Lösung wird in England das Verfahren ohne den Namen des rechtmässigen geistigen Eigentümers verbreitet, so dass niemand an Bürgi denkt, sondern an die Personen, die das Verfahren als erste aufzeigten. Jost Bürgi selbst und seine Nachfolger erfahren zeitlebens nichts über diese stillschweigende „Adoption“. Man könnte auch sagen Plagiat.

15. Im englischen Sprachraum sind Bürgis Methoden seit 1616 längst zu Briggs Methoden mutiert. Hier wird Isaac Newton die Bürgi-Briggs-Methode in seine Forward Difference Method integrieren und formalisieren. Wie lange hätte es ohne den immensen Bürgi-Beitrag und Input für Briggs gedauert, dieses Niveau zu erreichen? Isaac Newton wäre ein halbes Jahrhundert später. Das bleibt so im Bewusstsein der Mathematik-, Geistes- und Landesgeschichte bis 2015 der Fall.

16. Das einzige Dokument darüber auf dem Kontinent, Bürgis Handschrift *Fundamentum Astronomiae* liegt gut versteckt im Chorherrenstift Sagan (Zagan) der Augustiner. 1803 wird es unbeachtet in die Breslauer (Wroclaw) Universitätsbibliothek verbracht, die 1945 polnisch wird.

17. Erst als der geniale Artificium-Algorithmus 2014 in der Bürgi-Handschrift von Menso Folkerts erkannt und 2015 von Dieter Launert analysiert wird, verfügt man über ein authentisches Original des Artificium-Kunstweges als Vergleichsmassstab.

18. Anton von Braunmühl weist schon 1900 in seinem Jahrhundertwerk der Geschichte der Trigonometrie auf verschiedene irritierende Duplizierungen von Bürgis Originalen und Briggs Lösungen hin. Die neuen Dokumente bestätigen sie.

19. Es ist ein Glück für den Fortschritt, dass Bürgis Kunstweg sich zumindest auf der Britischen Insel entwickeln konnte. Der gesellschaftliche Nutzen und Vorteil ist so viel grösser.

20. Dr. „007“ Dr. John Dee hätte seine Hauptaufgabe verfehlt, die neuesten Erkenntnisse nach England zu bringen, wenn er Kassel bzw. Rothmann nicht abschöpfte. Alle persönlichen Verbindungen auf qualifizierter Mathematiker-Fachebene sind dokumentiert:

Dr. „007“ Dr. John Dee bemühte sich und hatte mehrere persönliche Zusammentreffen mit:

– *Autor Jost Bürgi*: persönliche Besuche Dr. John Dees in Kassel 1586 und 1589; (Bezugspunkt Dees 6-Sekundenuhr von Dibbley).

– *Hofmathematiker Christoph Rothmann*: persönliche Besuche Dees 1586 und 1589 in Kassel – persönliches Treffen zwischen Dee und Rothmann im Oktober 1589 in Aula Caesaris (Elze) – mehrmalige Korrespondenz zwischen Rothmann und Dee sowie Wilhelm IV.; gute Bekanntschaft Dee – Brahe – Rothmann, sowie Dee – Snellius – Bürgi/Wilhelm/Rothmann;

– *Mathematiker und Kapitän Thomas Harriot*: Mehrmalige Zusammentreffen Anfang der Neunziger Jahren in London, auch im Umfeld des Königinnenberaters Raleigh. 1598 während eines Jahres in London wie Briggs

– *Mathematiker Henry Briggs*: Zusammentreffen der ehemaligen Cambridger St. John's College Absolventen und Fellows Dee und Briggs in Cambridge (?) und London zusammen mit Harriot – Zusammentreffen bei Übernahme der Grisham-Professur Briggs' in London – Zu Thomas Harriot: Aussage des Briggs-Biographen Thomas Sonar: „Briggs und Harriot hatten mehrfach Kontakt“, spätestens am Grisham College in London, wo Briggs ab 1594 unterrichtete und Harriot Kapitänsstudent ist sowie 1596 wie dieser auf auf..... der Grisham Gehaltsliste steht; sicher 1619–1621 am Merton College in Oxford.

Hagecius und Curtius wahrscheinlich spätestens seit seinem Alchemistenbesuch mit Kelley beim Kaiser in Prag 1588/89, die beiden engsten Berater Kaiser Rudolfs II. Als selbst astronomisch Interessierte promovieren sie Reimers (1591) und Brahe (1599) in das Amt des Kaiserlichen Hofmathematicus. Ein Brahe-Mitarbeiter Dr. Clark war 1600 noch in Prag und reiste via Dänemark nach Schottland zurück, wo er Napier berichtete. Zu dieser Zeit ist Bürgis Handschrift seit 1592 im Besitze des Kaisers.

John Dees Zeitgenossen

- **BABBAGE Charles** (1791–1871) mit seiner auf Bürgis Artificium basierenden Grundkonzept schuf Babbages Different Engine im 19. Jahrhundert maschinell Logarithmen- und andere Tabellen automatisiert. Diese automatisierte Tabellierung polynomer Funktionen gilt als beispielhaft für die Zerlegung komplexer Aufgaben in einfache Schritte. Der Mathematiker und spätere SIG-Unternehmensführer Roman Boutellier erläutert anhand dieses Beispiels bei seiner Antrittsrede 1993 als HSG-Professor für Technologiemanagement eine zentrale Unternehmensleitungsfunktion.
- **BAINBRIGG Thomas** (†1646) [auch: Bainbridge], Savile-Lehrstuhlinhaber für Astronomie ab 1619 am Merton College in Oxford gleichzeitig wie Henry Briggs. Besitzt zu diesem Zeitpunkt Leidener Exemplar von Reimers Fundamentum Astronomicum aus dem Jahre 1588 mit Kunstwegrätzel und Einlageblättern mit Briggs' Namen. Wie Briggs auch, verfügt er in seinem Testament, dass sein schriftlicher Nachlass an den Irischen Erzbischof User gelangt. Bei ihm hatte sich Bainbrigg um 1628 nach dem Verbleib vieler Dee-Bibliothekenschicksale erkundigt.
- **BRAHE Tycho** (1546–1601), Dänischer Astronom mit Observatorien Uraniborg und Stjerneborg auf Insel Hven; Freund Rothmanns und Dees, Todfeind Reimers'; Vorgänger Johannes Keplers im Amt des Kaiserlichen Astronomen Rudolf II. in Prag; Korrespondenzpartner Gilberts und Briggs'. Hatte bis zu seiner Vertreibung auf der Venusinsel im Öresund die grösste Sternwarte der Neuzeit aufgebaut mit zeitweise bis zu dreissig Astronomen.
- **BRIGGS Henry** (1560–1630), englischer Mathematiker, Navigator und Miterfinder der Napier-Briggschen Logarithmen. Studienabschluss und Fellow am St John's College Cambridge, Gresham Professor ab 1596 in London sowie zusätzlich Savile-Professor ab 1619 am Merton College in Oxford mit Bainbrigg. Siehe detaillierte Biographie weiter vorne.
- **BÜRGI Jost** (1552–1632), in Lichtensteig geborener schweizerischer Hofuhrenmacher am Fürstenhof Wilhelms IV. in Kassel und am Kaiserhof Rudolfs II. in Prag (acht Jahre zusammen mit Johannes Kepler), Erbauer der ersten Sekundenuhr und genauester Himmelsgloben; Mathematiker (Erfinder Logarithmen, Differenzenrechnung), Astronom, Instrumentenkonstrukteur. Wird von Dee in Kassel 1586 und 1589 besucht. Siehe ausführliche Beschreibungen weiter vorne.
- **BURGHLEY William First Baron** siehe CECIL William
- **CECIL Thomas** (1563–1612), First Earl of Salisbury, Sohn des William. Erster Staatssekretär und geschickter Diplomat. Nachfolger von WALSINGFORD als Leiter des Secret Service. Erkennt 1604 Gunpowder plot. Unterstützt Dee nicht.
- **CECIL William** (1520–1598), **BURGHLEY William First Baron**, erster Staatsminister und Schatzkanzler der Königin Elizabeth I. Kennt Dee seit 1551.
- **CURTZ Jacob von Senftenau** siehe KURTZ von Senftenau

- **DEE John** (1527–1608), englischer Geheimagent 007, Freund Königin Elizabeths I., Mathematiker und Navigationspionier; Studium am St John's College und anschliessend am Trinity College Cambridge; eingesperrt wegen angeblicher Verwünschung Königin Marias I.; freigelassen, als ihre ebenfalls eingesperrte Schwester Elizabeth Königin wird und von dieser als Astrologieberater angestellt wird; verfasst seine wichtigsten Bücher wie *Propadeumata Aphoristica* (1558, Sammlung von astrologischen und astronomischen Beobachtungen), *Monas Hieroglyphicas* (1564), Vorwort zu Euklids Elementen (1570), und *General and Rare Memorials Pertaining to the Perfect Art of Navigation* (1577) sowie zur Kalenderreform; ist 1583/85 mit Angestelltem Kelley in Krakau Gast des polnischen Prinzen Albert Laski und Freundes des Königs Stephan Bathory; Privataudienz 1584 bei Kaiser Rudolf II., anschliessend Gast des böhmischen Vizekönigs Wilhelm von Rosenberg auf Gut Trebona; kennt und trifft 1590 Thomas Harriot, beeinflusst Sir Gresham zur Gründung des Londoner Gresham College, an dem Thomas Harriot in der Kapitänsschulung ausgebildet wird und Henry Briggs ab 1596 Professor ist; besucht Kassel 1586 und 1589; gerät nach Elizabeths I. Tod als Hexer immer stärker in öffentliche Ablehnung, obwohl er primär eine Verbindung zwischen Religion und Wissenschaften sucht; hält sich 1598 über ein Jahr in London auf, wo er seine in Kassel erworbene Kunstweglösung im nautischen Geheimdienststrahlen Thomas Harriot und Henry Briggs übergibt; stirbt 1608 verarmt nach Wardenamt an Manchester College (1603-1606). Siehe ausführliche Beschreibungen weiter vorne.
- **DIGGES Thomas** (1546–1595) Schüler Dees, brillanter Mathematiker.
- **DRAKE Sir Francis** (1540–1596) Admiral, Weltumrunder mit seinem Schiff, Entdecker, Freibeuter und Pirat. Mit Raleigh siegreicher Kapitän der Seeschlacht 1588 gegen Spanische Armada.
- **DUDLEY Robert, 1. Earl of Leicester**. (1532–1583) Vorgesetzter Dees im Königlichen Staatssekretariat mit gutem, später schwindendem Einfluss. Ist mit Sir Christopher Hatton „die Augen“ der Königin; unterzeichnete seine Briefe an Elizabeth I. mit zwei Kreisen und Punkten in der Mitte.⁵⁵ Robert Dudley hilft mit einer Expedition 1585 den niederländischen Gegnertruppen gegen Spaniens Flotte Philippe II. Dudley muss zusehen wie Sir Walter Raleigh zum Favoriten wird.⁵⁶
- **EARL of Leicester Robert Dudley**, siehe Dudley Robert.
- **ELIZABETH I. Königin von England** (1533–1603), Dee-Vertraute und Dienstherrin. Übernimmt Krone nach dem Tode ihrer Schwester Maria I.
- **FROHBISHER** (siegreicher Kapitän 1588).
- **FROMONDS Nicolas** (Schwager Dee's, der massgeblich an der Plünderung von Dee's grosser Bibliothek während dessen sechsjährigem Kontinentalaufenthalt beteiligt ist.)
- **GILBERT Adrian** (1545–1628; Navigator und Halbbruder von Sir Walter Raleigh).
- **GILBERT, SIR HUMPFREY** (1537–1583, Navigator mit starkem Wunsch zur Koloniengründung in Amerika).
- **GILBERT, SIR JOHN** (*1536, Navy-Verwalter der sich bei Expeditionsprojekten seines Bruders Humphrey engagiert).
- **GILBERT William** (1540–1603), Mediziner und Autor des Buches *Il Magnete*, Leibarzt Elizabeths I. und Jacobs I. Gab Kepler den entscheidenden Impuls zur Existenz einer

Anziehungskraft. William Gilberts beste Freunde waren Thomas Blundeville und der „bedeutendste Mathematiker und Naturphilosoph seiner Zeit, Dr. John Dee“. In Gilberts Buch „The Theoriques of the seuen Planets ...“ befindet sich die erste von Briggs berechnete und 1602 veröffentlichte Tabelle, die in der 2. Auflage plötzlich eine Differenzenspalte enthielt. Ist wie Digges beeinflusst von Dees Atmosphäre der Kombination von rationaler Wissenschaft mit Mystizismus. Verbindet sich mit Mathematikern und praktischen Instrumentenherstellern. Ursprünglich war sein Werk *De Magnete* (1600) für die Navigation geschrieben, was durch das von Edward Wright verfasste Vorwort (1538-1615) noch unterstrichen wurde; Wright gilt als anwendungsorientiertester Mathematiker dieser Zeit.⁵⁷ Diese Verbindung eines mystischen Anklangs von Dee, Digges und Gilbert erklärt teilweise warum Giordano Bruno London als anregende Atmosphäre empfand⁵⁸– Dieser Aspekt der mystischen Wissenschaften verhalf ihnen zu etwas Glamour.

– **GRESHAM Thomas** (1519–1579). Diplomat, Financier und Höfling (wie Dees Vater). Gründet auf Empfehlung Dr. John Dees und in Konkurrenz zu den altmodische Lernziele verfolgenden klassischen Universitäten in Cambridge und Oxford ab 1576 als maritime und nautische Schulungs- und Begegnungsstätte in London Gresham House und ab 1596 Gresham College mit Henry Briggs als Gresham-Professor. Mitgründer eines der grössten englischen Handelshäuser. Gilt als Inkubationsstätte für spätere Gründung der Royal Society.

– **GUNTER Edmund** (1581–1626). Entwickelte den Rechenschieber mit verschiebbarer Zunge, und zuvor schon die Rechenscheibe. Sie wurde tatsächlich in der Navigation verwendet⁵⁴. Freund Gunters und Briggs‘.

– **HAJEK Tadeus** (1525–1600) Leibarzt und Berater Rudolfs II. in Prag, selbst Astronom, der Nova 1552 dokumentiert und 1577 Kometenbahn. In Verbindung mit Dee wahrscheinlich seit 1577. Lädt Brahe nach Prag ein und lässt Dr. John Dee in seinem Haus übernachten.

– **HARRIOT Thomas** (1560–1621), englischer Mathematiker und Navigator, Studium an der Universität Oxford, Begründer der Algebra in England, ab 1583 in Diensten von Sir Walter Raleigh; Schiffsreise nach und Aufenthalt in Virginia (North Carolina) als Landvermesser 1585/86, bringt erste Kartoffeln nach England; wie Dr. John Dee und Henry Briggs engagiert in Suche der Nord-West-Passage; gilt als bester Navigator Europas; Da ist aber auch sein Bericht über Virginia, verfasst für Walter Raleigh und 1588 veröffentlicht unter dem Titel *A brief and true report of the New Found Land of Virginia*⁵⁹. Briggs ist mit dem Sekretär der Gesellschaft, NICHOLAS FERRAR, gut befreundet, der von BRIGGS bei dessen Wechsel nach Oxford als sein Nachfolger am Gresham College vorgeschlagen wurde⁶⁰. Im Jahr 1620 ist es soweit: HENRY BRIGGS verlässt Gresham College und wird der erste Savilian professor für Geometrie. Harriot entdeckte 1597 Jahrzehnte vor Willebrord Snellius (1621) das Gesetz der Lichtrefraktion, das letztlich Descartes 1637 mit seiner Publikation zugerechnet wurde. Als Gefolgsmann der unter King James I. zu Tode verurteilten Raleigh und Henry Percy, Duke of Northumberland, selbst zum Tode verurteilt und in letzter Minute vor Vollstreckung begnadigt, ein Jahr im Tower, kennt Dr. John Dee bestens und ebenso gemäss Goldstine und Sonar sicher Henry Briggs, stirbt vor ihm im Merton College Oxford. Harriot hielt wie Bürgi und Dee

seine fortschrittlichen Konzepte geheim und stand im Dialog mit Viète. Beherrschte Differenzenmethode und Interpolation gleichzeitig oder vor Briggs, den er aus verschiedenen gemeinsamen Projekten der Navi, der Northwest-Passage, der Virginia Company. Ist vor seinem Tod am Merton College in Oxford, wo ab 1619 auch Henry Briggs lehrt.

– HARRIOT – BRIGGS: Kommentar von Ian Bruce, Übersetzer und Herausgeber der neuen englischsprachigen Ausgaben der *Arithmetica Logarithmica* und der *Trigonometria Britannicae* zur Existenz einer Beziehung zwischen Harriot und Briggs sowie vor Bekanntwerden des *Artificium* von Jost Bürgi und dieser Dokumentation: Thomas Harriot, (but not 'Sir' as Goldstine would have you believe, as Harriot was always on the wrong side of royalty with the Stuart kings, and even spent some time in the Tower of London! However, as he was an atheist, Harriot could hardly be accused of being a Catholic.), used a similar method of interpolation in his investigation of rhomb lines in navigation, leading to the equi-angular or logarithmic spiral, as investigated by Lohne (J. A. = TA, Chapter 12). "Goldstine would appear to be in error with his assumption of Briggs and Harriot 'overlapping' at Oxford by 2 years: for by the time Briggs arrived at Oxford in 1619 or thereabouts, Harriot was a very ill man, living in semi-seclusion, trying to put his mathematical affairs into some order before his death in 1621. From Lohne's Chronology, *ibid.* p. 308, we find that Harriot was on the payroll at Gresham College in 1596 at its inception, and this is probably when and where the two men were in contact, if indeed Harriot was not responsible to some extent for Briggs being offered his position at the College. Harriot had a strong interest in navigation and the New World, which he had visited for a year as a scientific consultant as part of an abortive colony proposed by Rayleigh, and some of this enthusiasm obviously spread to Briggs, who was to write about finding the North-West Passage, as of course did other armchair travelers such as Dr. John Dee during this period of exploration. While Harriot was to go off to be a 'gentleman scientist', living in a house in the grounds of Syon House, Isleworth, on a lucrative salary of £200 p.a. provided by Henry Percy, 9th Earl of Northumberland (The wizard earl, who unfortunately was locked up in the Tower for 16 years by James I after the Gunpowder Plot in 1605, for his suspected involvement), Briggs had accepted the more onerous position of Professor of Geometry at Gresham College, a post he held for some 25 years, at a salary of £50 p.a. Thus, the connection between Briggs and Harriot is a tenuous one without more evidence, and it seems pointless to speculate on it: what we can say is that similar subtabulation schemes, used by both men, had their origins around this time. As regards Newton and some useful references for the interested reader, a well-reasoned discourse concerning the origins of Newton's involvement with finite differences is given in the introduction to Volume 4 of D.T. Whiteside's monumental work: *The Mathematical Papers of Isaac Newton*." (Ian Bruce, AL Chapter 13-1/2). As it is shown here in this documentation there are many other ways having brought these three men together. Und abschliessend hier noch die Aussage von Thomas Sonar: „Obwohl kein schriftliches Zeugnis über das Verhältnis zwischen Briggs und Harriot überdauert hat, ist sicher, dass

sich beide kannten.“ Für Dee war der Tod der Königin am 24. März 1603 der letzte Stoss all seine Hoffnungen zu begraben.⁶¹

– **HATTON Sir Christopher** (1545–1591) Vorgesetzter Dees im Königlichen Staatssekretariat). Da waren mit Sir Christopher Hatton der Earl of Leicester Robert Dudley „die Augen“ der Königin; Robert Dudley, Earl of Leicester half mit einer Expedition 1585 den niederländischen Gegnertruppen gegen Spaniens Flotte Philippe II Dudley musste zusehen wie Sir Walter Raleigh zum Favoriten wurde. 237 Der Earl von Leicester unterzeichnete seine Briefe an Elizabeth I. mit zwei Kreisen und Punkten in der Mitte.⁶²

– **HERIOT Thomas** (1560–1623), siehe HARRIOT Thomas

– **JACOB I. König von England** (reg. 1503–15), Nachfolger Elizabeths I., sperrt Thomas Harriot ein.

– **Kelley Edward** (1555–1597), Dee-Partner und Angehöriger des Secret Service. Erfolgreicher Alchemist und in Prag 1597 zu Tode gebrachter Engel-Skryer. Zu Reichtum gekommen durch Alchemistengold, besitzt in Prag 20 Häuser; Mittlerweile waren die Engelsgespräche und Engelskonferenzen Dr. John Dees bekannt geworden und erneut wurde er als Hexer verdächtigt.

– **KEPLER Johannes** (1570–1630), Mathematiker und Astronom, arbeitet acht Jahre am Kaiserhof in Prag mit Jost Bürgi zusammen.

– **KURZ „Curtius“ Jacob von Senftenau** (1553–1597) aus Lindau und Tirol, Vizekanzler Rudolfs II. Lädt Reimers 1591 als Hofmathematiker nach Prag ein. Versucht von ihm die Kunstweg-Lösung zu erhalten. Initiator für John Dees Dokortitel der Universität Prag. Entlarvt Edmund Kelley und bringt ihn ins Gefängnis.

– **LASKY Prinz von Polen** (Gastgeber Dees und Kelleys in Krakau; befreundet mit König Stephan; beherbergt 1583/84 Dee und Kelley.

– **NAPIER Dr. John** (1550–1617) **Lord/Baron of Merchiston**, Erfinder der Logarithmen und der Rechenstäbchen. Studiert am St. Salvator College in St. Andrews 1614 erscheint Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio, die erste Publikation über Logarithmen überhaupt. Zwar hatte Logarithmen-Miterfinder Jost Bürgi seine Progresstabulen bereits 1609 druckfertig, veröffentlichte sie aber erst 1620. Bereits 1615 besuchte Henry Briggs John Napier in Schottland und vereinbarte mit ihm die Neuherausgabe mit ein der nutzerfreundlicheren Version der daraufhin nach ihm benannten Briggschen Zehnerlogarithmen, die 1624 unter dem Titel Arithmetica Logarithmica erscheinen und die bedeutendste mathematische Errungenschaft dieser Zeit darstellen, gefolgt gleich von der auch hier durch Bürgi 1588 publizierten und mit seinen Logarithmen durch Briggs übernommenen und weiter ausgebauten Differenzrechnung. Das kinetische Prinzip der Napier-Logarithmen – die nach heutiger Auffassung⁶³ die Kriterien nicht mehr erfüllen – wird erst 1619 in der sogenannten Constructio publiziert. Schon 1616 wird die von Edward Wright übersetzte Englischversion veröffentlicht, deren kommerzieller Erfolg aber von den wesentlich einfacher nutzbaren Tabellen des Londoner Mathematikprofessors Edmund Speidell zwischen 1619 und 1624 fünfmal nachgedruckt werden muss. Thomas Sonar⁶⁴33 schreibt dazu: „Grundsätzlich wichtig ist die Bemerkung, dass alle Logarithmentafeln dieser Zeit ausschließlich natürliche Zahlen enthalten, denn das Rechnen mit Dezimalzahlen war noch ganz neu und vielfach unbekannt“. Dadurch musste eine Bezugsgröße, der sogenannte whole sine, möglichst groß sein. Am besten vorstellbar sind die Verhältnisse an einem rechtwinkligen Dreieck. Damit die

Winkelfunktionen in natürlichen Zahlen ausgedrückt werden können, muss der Whole Sine, der Radius in der Abbildung, sehr groß sein. Napier wählte 107. Beim Wert dieses Whole Sine wurde der Wert des Napierschen Logarithmus als 0 definiert. Briggs schlug nun ein System vor, bei dem 0 ebenfalls der Wert des Whole Sine sein sollte, aber der Logarithmus des zehnten Teils des Sinus als Potenz von 10 dargestellt werden sollte. Napier stimmte der Änderung sofort zu, schlug aber vor, den Wert 0 bei 1 zu definieren, worauf Briggs sofort eingegangen sein soll.“ Erfolg hat Napier mit seinen Rechenstäbchen, eine Art Vorläufer der Rechenschieber.

- **OUGRHEDT Willam** erfindet 1622 den Rechenschieber, ab 1632 im Umlauf.
- **PUCCI Francesco** (1543–1597) Florentiner Priester; einer von Dees besten Vertrauten zu dieser Zeit; Doppelagent, Professor, der dem Okkultismus nahe steht, viel unterwegs ist und den Dee 1585 in Prag kennenlernt. Der später vom Vatikan entlarvte Pucci wird hingerichtet.
- **RALEIGH Sir Walter**, (1552/4–1618) Seefahrer, Entdecker, Spion, Diplomat, Sieger der Seeschlacht 1588 gegen Spanische Armada mit Sir Francis Drake, Vorgesetzter Dees und Harrots im Königlichen Staatssekretariat; wurde zum Favoriten Elizabeths I. vor Earl Leicester und nach Inthronisation von König Jacob I. wegen Unterstützung Percys beim Gunpowder plot zum Tode verurteilt.
- **REIMERS Nicolaus „Ursus“** (1551–1600), Bürgi-Freund, Artificium-Rätselpublizist, Todfeind Tycho Brahes und Gegner Rothmanns.
- **ROSENBERG Wilhelm von** (1535–1592), Rudolph II. Burggraf in Prag, Vizekönig Böhmens. Beherbergt 2 ½ Jahre auf seinem Gut Trebona Dee und Kelley mit Familien.
- **ROTHMANN Christoph** (1551–1603), Kasseler Hofmathematiker, Astronom und Tempest“.
- **RUDOLF II. Kaiser** (1552–1612), Alchemist und Bekannter Dees, Kelleys, Rosenbergs und Neffe Wilhelms IV. von Hessen-Kassel. Stellt Bürgi 1603 als Hofuhrmacher ein.
- **SAVILLE Thomas** Gründer der Savile Lehrstühle am Merton College in Oxford.
- **SHAKESPEARE William** (1564–1616), Dramatiker mit Dee-Figur Prospero in „Der Sturm“
- **SPEIDALL John** Veröffentlicht als Autodidakt und Mitglied des Briggsschen Kreises 1619 „New Logarithmes“, das in sechs Auflagen erscheint bevor Henry Briggs Werk.
- **STEPHAN I. Batory König von Polen** (1533–1586) König der Vereinigten litauisch-polnischen Länder (inkl. weissrussischer) Bekannter Dees und Kelleys.
- **WALSINGFORD** , Verantwortlicher des englischen Geheimdienstes, Chef von Dr. John Dee, der an die Königin Elizabeth I. auch direkt berichtet.
- **WILHELM IV. von Hessen-Kassel** (1527–1592), Bürgi-Dienstherr, Dee-Gastgeber 1586 und 1589, Onkel Rudolfs II. und Astronom.
- **WILHELM von Rosenberg**, (1535–1592), Vizekönig von Böhmen, Kaiserfreund und Gastgeber Dees und Kelleys in Trebona/Böhmen.
- **WRIGHT Edward**, (1561–1615), Mathematiker, Nautik-Kartograph und Navi-Ausbilder wie Dee, Englisch-Übersetzer von Napiers Descriptio 1616; Autor von *Certaine Errors* mit ersten Tabellen Briggs.

Die britischen Connections

Wir bleiben bei Thomas Sonar – dessen Buch über den jungen Tafelmacher Briggs wir zahlreiche Informationen und Hinweise verdanken – und lesen: “Wissenschaftler der damaligen Zeit waren auf die finanzielle Unterstützung wohlhabender Aristokraten angewiesen, so dass ein Studium der Haushalte der englischen Herzöge oftmals erstaunliche Beziehungen der gelehrten Männer der Zeit zu Tage fördert.“ In bestimmten Situationen und Projekten arbeiten sie oder einzelne Mitarbeiter auch aus verschiedenen Kreisen zusammen so dass sich gemäss Goldstine und Sonar Harriot und Briggs auf jeden Fall persönlich kennen. Kurz zusammengefasst, prägen folgende Konstellationen die Verbindungen. Der zentrale Schmelztiegel und gleichzeitig die übergreifende Schaltzentrale ist die Navigation der Marine.

1. ZWEI MÄZENATEN-FREUNDESKREISE

- a) **MÄZENATENKREIS EARL OF LEICESTER** (Sir Reileighs)
 - **THOMAS BLUNDEVILLE**, Instrumentenbauer, Nautiklehrer, Autor
 - **BRIGGSSCHER KREIS** mit Briggs, Blundeville, Wright:
 - **BRIGGS-WRIGHT-KOOPERATION**
 - **INSTRUMENTENBAUER** Blundeville – Wright – Barlow – mit öffentlichen Vorführungen im Gresham College
- b) **MÄZENATENKREIS EARL OF NORTHCUMBERLAND** (Sir Percy)
 - **HARRIOT-FREUNDESKREIS**
 - mit Sir Walter Raleigh's circle of scientists
 - mit Dr. John Dee

2. KÖNIGLICHE SEEFAHRT UND NAVIGATIONSSTRUKTUR

- **NAVIGATIONSSCHULUNG DURCH**
 - **1. GENERATION: DR. JOHN DEE**
 - **2. GENERATION: EDWARD WRIGHT**
- **EXPLORATION DER NAVIGATION:**
 - **Nordwest-Passage**
 - **Projekt 1: Dee**

- Projekt 2: Dee – Briggs
- Projekt 3: Harriot
- KAPITÄN FRANCIS DRAKE 1577
- VIRGINIA: HARRIOT, (BRIGGS)
- MYFLOWER 1618 PILGRIM FATHERS

- LANDESVORTEIDIGUNG
- SEESCHLACHT 1588 MIT SPANISCHER ARMADA
 GEHEIMHINWEISE: DR. JOHN DEE – FÜHRUNG: WALTER
 RALEIGH - ADMIRAL: SIR FRANCIS DRAKE – KAPITÄNE:
 FROBISSER, HAL...

3. DREI WICHTIGE STUDIENORTE

Die Universitäten Cambridge und Oxford verharren lange Zeit im alten Stil der aristotelischen Lehre. Dabei entwickelt sich Cambridge zum Zentrum des Protestantismus ähnlich wie in Deutschland Wittenberg und in der Schweiz (Zwingli) sowie Genf (Calvin). Erst 1560 wird beispielsweise Euklid übersetzt

- **St James College, Cambridge:** Die Reformation machte aus Cambridge ein Zentrum des Protestantismus, so wie in Deutschland Wittenberg.

- **Gresham College, London (1596)** und Vorgänger Gresham House* (ab 1576): Zentrum der neuen englischen Seefahrt und Nautik.

Zur Modernisierung der englischen akademischen Ausbildung wird ab 1576 gegen den Widerstand Cambridges vom Diplomaten und Geschäftsmann Thomas Gresham im Gresham House das Gresham Center zur Ausbildung von Schiffsoffizieren in London gegründet und ist mit seiner Erhebung zum College 1596 nicht mehr nur zur theoretischen Ausbildung von Kapitänen und technischem Personal Mittelpunkt der Nautiker und Navigatoren sondern ebenfalls der Forschung und Ausbildung auf akademisch höchsten Stufen. 1596 wenige Jahre nach der Gründung wird Henry Briggs als Professor für Geometrie verpflichtet.

- **Merton College, Oxford:** Savile-Professuren: Henry Briggs (Geometrie 1619-1630), Bainbridge (Astronomie 1619-1637); Thomas Harriot (1616-1621).

Literatur

- Boas Hall, Marie (1962): *The scientific renaissance 1450–1630*. Harper & Brothers: New York.
(1994) Reprint Dover Publications Inc.: New York.
- Braunmühl, Anton von (1900): *Geschichte der Trigonometrie*. Taeubner. Leipzig.
(Faksimileausgabe 2007, t Verlag Wohlwend: Vaduz.)
- Bruce Ian (2011): Briggs Henry (1624): *Arithmetica Logarithmica*. Translation and commentary.
- Bruce Ian (2012): Gellibrand/Briggs Henry (1633): *Trigonometriae Britannicae*. Translation and commentary.
- Cantor, Moritz (1900): *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik*. B. G. Teubner: Leipzig.
(Neuaufgabe Stuttgart 1965.)
- Clark, Kathleen M. (2016): Jost Bürgi's Aritmetische und Geometrische Progress Tabulen (1620). Edition, and Faksimile. Springer-Birkhäuser-Verlag: Basel..
- Coole, P. G. (1962): Before Bürgi? In: *Horological Journal* 104 (1962), S. 120-121.
- Deacon, R. (1968): Dr. John Dee. Scientist, Geographer, Astrologer & Secret Agent to Elizabeth I. London.
- Dee, John (2000): *The Queen's Conjurer. The Science and Magic of John Dee, Adviser to Queen Elizabeth I*. London.
- Dee, John (1570): *Mathematical Preface*. In: *The Elements in Geometrie*. Euklid-Übersetzung ins Englische durch H. Billingley. London. Internet:
- Faustmann, Gerlinde (1995): Die Geschichte der Logarithmen. In: *Didaktikhefte der Österreichischen Mathematischen Gesellschaft* Nr. 23, 36–57.
- Fell-Smith Charlotte (1909/2015): John Dee (1527–1608). Classic Reprint Series, Forgotten Books: London.
- Fenton Edward (1998): *The Diaries of John Dee*. Edited by Edward Fenton. Charlburg Day books Oxfordshire
- Folkerts, Menso (2014): Eine bisher unbekannte Schrift von Jost Bürgi zur Trigonometrie. In: Rainer Gebhardt (Hg.): *Arithmetik, Geometrie und Algebra der frühen Neuzeit*. Adam-Ries-Bund e. V.: Annaberg-Buchholz.
- Folkerts Menso, Launert Dieter, Thom Andreas (2015): Jost Bürgi's Method for Calculating Sines. arXiv:1510.03180v1
- Gaulke, Karsten (2007b): Das wissenschaftliche Erbe Wilhelms IV. In: Eissenhauer, Michael (Hg.) und Gaulke, Karsten (Bearbeitung): *Der Ptolemäus von Kassel: Landgraf Wilhelm IV. von Hessen-Kassel und die Astronomie*. Kassel, S. 109–122.
- Halliwell James Orchard .Hg. (2013): *John Dee's Diary. Catalogue of manuscripts and selected letters*. Edited by Halliwell, James Crossley, John Eglington Bailey and M. R. James. Cambridge University Press: Cambridge.
- Hamel, Jürgen (2002): Die astronomischen Forschungen in Kassel unter Wilhelm IV. *Acta Historica Astronomiae*, Vol. 2, Verlag Harri Deutsch: Frankfurt am Main (2. Korrigierte Auflage).
- Havil Julian (2014): *John Napier. Life, Logarithms, and Legacy*, Princeton University Press: Princeton and Oxford.
- Huber, Irene (2008): *Dr. John's Tagebuch*. Vol. 1 und 2. Edition Geheimes Wissen. Graz.
- Launert, Dieter (2010): Nicolaus Reimers Ursus und seine Lebensstationen. Auszug aus: Launert Dieter: *Nicolaus Reimers Ursus – Leben und Werk*. Melderer Gelehrtenschule.
- Launert, Dieter (2011): *Astronomischer Grund. Fundamentum Astronomicum 1588 des Nicolaus Reimers Ursus*. *Acta Historica Astronomiae*, Bd. 47. AVA – Akademische Verlagsanstalt: Leipzig.

- Launert Dieter (2015): Bürgis Kunstweg im *Fundamentum Astronomiae*. Entschlüsselung eines Rätsels. Nova Kepleriana – Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften /C. H. Beck: München
- Lenke Nils, Roulet Nicolas (2014): Johannes, Christoph und Bartholomaeus Rothmann. In: Dick W., Fürst D.: Lebensläufe und Himmelsbahnen. Festschrift 60. Geburtstag Jürgen Hamel. Acta Historica Astronomiae, Bd. 53, AVA Leipzig, S. 223-242.
- O'Connor, John J.; Robertson, Edmund F., "Henry Briggs", MacTutor History of Mathematics archive, University of St Andrews.
- Oechslin, Ludwig (2000): Jost Bürgi. Verlag Ineichen: Luzern.
- Leopold, Dr. John H. (1986): Astronomen, Sterne, Geräte. Joseph Fremersdorf: Luzern.
- List M. und Bialas V. (1973): Die Coss von Jost Bürgi in der Redaktion von Johannes Kepler. Nova Kepleriana – Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften /C. H. Beck: München
- Reimers, Nicolas <<Ursus>> Raimarus (1588): Fundamentum Astronomicum: id est, nova doctrina sinuum et triangulorum. (Astronomische Grundlagen). Bernard Jobin: Strassburg.
- Roegel Denis: A reconstruction of the tables of Briggs and Gellibrand's Trigonometria Britannica (1633), 2010, <http://www.loria.fr/~roegel/locomat.htm>
- Roegel Denis: A reconstruction of Briggs' Logarithmorum chilias prima (1617), 2010, <http://www.loria.fr/~roegel/locomat.html>
- Roegel Denis: A reconstruction of the tables of Briggs' Arithmetica logarithmica (1624), 2010, <http://www.loria.fr/~roegel/locomat.html>
- Roeck
- Roegel Denis: Briggs' ideal canon of logarithms, 2010, <http://www.loria.fr/~roegel/locomat.html>
- Roegel, Denis (2011): A reconstruction of the tables of Briggs' Arithmetica logarithmica (1624). Locomat Project Loria: Nancy, www.locomat.loria.fr (
- Roegel, Denis (2012c): Napier's ideal construction of the logarithms. Locomat Project Loria: Nancy, www.locomat.loria.fr (7.2.2013).
- Sonar Thomas: Der fromme Tafelmacher, Die frühen Arbeiten des Henry Briggs. Logos Verlag: Berlin 2002..
- Sonar Thomas (2004): Die Berechnung der Logarithmentafeln durch Napier und Briggs. Institut of Computational Mathematics. TU Braunschweig.
- Staudacher Fritz (2016). Jost Bürgi, Kepler und der Kaiser. Erweiterte und überarbeitete 3. Auflage. NZZ Libro: Zürich.
- Waldvogel, Jorg (2013): Jost Bürgi and the discovery of the logarithms. ETH Zürich, Seminar für Angewandte Mathematik: http://www.sam.math.ethz.ch/sam_reports/reports_final/reports2012/2012-43.pdf. Publikation 2014 in: Elemente der Mathematik, Heft 1/2.
- Weiss, Stephan (2010): Difference Engines in the 20th Century. In: IM Proceedings 2010. Historical Calculating Instruments. S. 157–164.
- Woolley, Benjamin (2001): The Queen's Conjurer: the science and magic of John Dee, adviser to Queen Elizabeth I. Benjamin Woolley. Henry Holt and Company. New York.
- Koordinaten des Verfassers:
- FRITZ STAUDACHER – FAHRGASSE 12 – CH-9443 WIDNAU (SCHWEIZ) – Email: staud1@bluewin.ch – TEL. +41 71 722 57 33

Jost Bürgis Innovationen erhellen die Frühe Neuzeit bis zur Mondlandung.

Und darüber hinaus!

Mit zwei beachtlichen Innovationen neben zahlreichen anderen erhellt Jost Bürgi die Mathematiklandschaft der Frühen Neuzeit, die sich einer Flut von Daten der Astronomie gegenüberstellt, um daraus für die Erkunder der Weltmeere und die Entdecker unbekannter Kontinente genauere Navigationskarten zu herzustellen. Aber auch, um die Wahrheit über das Zentralgestirn herauszufinden.

Zuerst lenkt Bürgi 1586 mit seinem *Artificium*-Kunstweg die Erstellung trigonometrischer Tafelwerke in neue Sphären. Er entwickelt dazu nicht nur die Methode der fortwährenden Differenzbildung und Interpolation sieben Jahrzehnte vor Isaac Newton, sondern strukturiert den Prozess so geschickt in einen Algorithmus, der sowohl an Einfachheit als auch an Genialität seinesgleichen sucht und auch für die Erstellung der Briggs'schen Zehner-Logarithmen angepasst werden kann, die Napier's Mirifici-Logarithmen ablösen. Schon im Jahre 1602, also eineinhalb Jahrzehnte nach der *Artificium*-Rätsolveröffentlichung und zwölf Jahre vor der Publikation von Napier's Logarithmenwerk, erhält Bürgi das Kaiserliche Patent zur Veröffentlichung seiner bereits damals fertiggestellten Logarithmentafeln, bringt sie aber erst inmitten der stürmischen Zeiten in Prag 1620 zum Druck. Der grosse Laplace sagt schon, dass die Logarithmen durch ihre Zeiteinsparung das Leben der Astronomen verdoppeln. Seine Nachfolger diesseits und jenseits des Ärmelkanals prägen bis zur Mondlandung während 350 Jahren unser wissenschaftlich-technisches Zeitalter entscheidend. Nachdem Bürgi-Landsmann Leonhard Euler die Logarithmische Funktion bestimmt hat – Jost Bürgi hatte sie 1608 schon mit 99,99995 Prozent Genauigkeit eingesetzt – sind sie funktional wirksamer denn je. Wir begegnen ihr in der Regulierung von Tonschwingungen, in der Erdbebenstärkebestimmung, in der pH-Messung, in der Entropie, in der Reaktionszeit auf emotionale Signale.

INHALTSÜBERSICHT

VORWORT: Die Neuzeit ein halbes Jahrhundert verkürzt

A. John Dee bei Kaiser Rudolf II.

Wer ist John Dee?

B. Jost Bürgis Kaiseraudienz im Zenit seines Könnens

Die Renaissance des Jost Bürgi

C. MAN STEHT VOR EINEM RÄTSEL

D. Was sucht John Dee tagelang in Kassel?

E. Napier und Bürgi: Logarithmen-Erfinder

Pattsituation bei den Logarithmenerfindern Bürgi, Napier und Briggs

F. Henry Briggs: Tafelmacher und Logarithmen-Perfektionierer

Wer ist Henry Briggs?

G. EIN BRIGGSSCHES MYSTERIUM

Was verschweigt Henry Briggs?

H. Eine unbekannte Bürgi-Schrift von 1592

I. Renaissance von Bürgis Kunstweg 2016

Was am Kunstweg beeindruckt und was ihn mathematisch prägt

Forschungsautor Launert: „Ein doppelter Geniestreich!“

Jörg Waldvogel: Methode von eleganter Schlichtheit und hoher Effizienz.

Roman Boutellier: „Musterbeispiel für vereinfachte Prozesse“

Warum ist Bürgis Artificium-„Kunstweg“ so wichtig?

Von Winkelfunktionen, Differenzen und Logarithmen

J. Englands aggressive Wissensoffensive

1. Intensiver Wissenstransfer über den Ärmelkanal
 2. Bücher von Pitiscus mit Bürgi-Lösungen 1614 sogar in Englisch
 3. Kepler war also doch über den Kunstweg im Bild !
 4. Zusammenhang bereits vor einem Jahrhundert erkannt.
 5. Unter Kontrolle des Königs und seines Geheimdienstes.
- Navigieren zu John Dees Zeiten (gemäss Thomas Sonar)
- Die Zeitmessung von Bürgi über Harris und Einstein bis zum GPS.

K. Die Überraschung

Bürgis Verfahren wird von Henry Briggs intelligent genutzt und weiterentwickelt.

Die Berechnung der Briggs'schen Logarithmen (gemäss Thomas Sonar)

Briggs' Quinquisition: eine Variante in Bürgis Artificium

Bürgis «Kunstweg» ermöglicht Briggs' Fortschritte

L. DOSSIER JOHN DEE - DER „BETÖRER“

Internationaler Steckbrief

Wie war das damals in Kassel genau?

Mathematik, Keplersche Revolution, Navigation und verheerende Religionskriege.

M. Geheimagent und Betörer der Königin John „007“ Dee

John „007“ Dees Meisterstück der intelligenten indirekten Spionage

N. Wichtige Meilensteine des John Dee

O. Der okkulte John „Schwarz“ Dee

P. Eine aussergewöhnliche Jugendzeit

Q. GLÜCK IM UNGLÜCK

DER DEE(B) RETTET BÜRGIS KUNSTWEG.

Ursachen für diese 430 Jahre dauernde Fehleinschätzung

R. John Dees Zeitgenossen

S. Literatur

T. Jost Bürgis Innovationen erhellen die Frühe Neuzeit bis zur Mondlandung. Und darüber hinaus.

U. Quellenangaben und Dank

Quellenangaben und Dank

Noch zu formulieren – vor allem Dank an Prof. Sonar ohne dessen Buch der junge Briggs kaum erkennbar geblieben wäre in seiner nautischen Welt - aber natürlich auch Prof. Waldvogel für den Mathematikpart – ebenso Herrn Prof. Folkerts für sein gescheites Händchen mit Büchern und Personen – und natürlich auch meinem Palindromfreund Dr. Launert... Die Endnoten-Quellenverweise sind noch nicht korrigiert (einige Verwechslungen Sonar:Deacon)

-
- ¹ Fenton, S. 142
² Folkerts, S.
³ Roeck, S.
⁴ Launert (2015), S. 45.
⁵ List/Bialas zitiert nach Staudacher, S. xx
⁶ Folkerts, S. 108.
⁷ Launert (2015), S. 45.
⁸ Folkerts, S. 108 gem. List/Bialas, S.122.
⁹ List/Bialas, S. 117.
¹⁰ Deacon, S. 266
¹¹ Deacon, S. 266
^{xii} Braunmühl, Bd. II, S. 4
^{xiii} Staudacher (2016), S. 176,
^{xiv} Sonar, S. 194
^{xv} Clark, S. xxxxxxxx
^{xvi} Deacon, S. 79.
¹⁷ Goldstine, : S. 23
¹⁸ Braunmühl, Bd. II, S. 27
¹⁹ Launert (2015), S. xx
²⁰ List/Bialas, S. 113.
²¹ Sonar, S. 40.
²² Braunmühl, Bd. II, S. 28
²³ Sonar, S. 69
²⁴ Leopold (1986), S. 24-25.
18
²⁶ Deacon, S. 58
²⁷ Deacon, S. 4
²⁸ Deacon, S. 4
²⁹ Deacon, S. 038
³⁰ Deacon, S. 231
³¹ Deacon, S. 231
³² Deacon , S. 230
³³ Deacon, S. 232
³⁴ Deacon, S. 11, Woolley, S.234
³⁵ Fell-Smith, S. 198
³⁶ Deacon, S. 244
³⁷ Deacon, S. 248
³⁸ Deacon , S. 24
³⁹ Fell-Smith, S. 200
⁴⁰ Fell-Smith, S. 214

-
- ⁴¹ Fell-Smith, S. 218.
⁴² Deacon, S. 134/5
⁴³ Woolley, S.118
⁴⁴ Woolley, S.118
⁴⁵ Deacon, S. 141
⁴⁶ Woolley, S.61
⁴⁷ Woolley , S.50
⁴⁸ Woolley, S.268
⁴⁹ Woolley, S.229
⁵⁰ Woolley, S.230
⁵¹ Deacon, S. 186

⁵² Deacon, S. 202
⁵³⁵³ Sonar, S.4
⁵⁴ Clark Literaturverzeichnis
⁵⁵ %3
⁵⁶ Sonar, S. 237
⁵⁷ 120
⁵⁸ §122
⁵⁹ §64
⁶⁰ Sonar, S. 58
⁶¹ %268
⁶² Deacon, S. 3
⁶³ %194
⁶⁴ Sonar, S. 33