



Workshop

3. Internationales Jost-Bürigi-Symposium vom 3. Mai 2019

Zusammenfassungen der Vorträge

1. Einleitung.....	2
2. Hans Büchler: Der Eidgenosse - Jost Bürgi und seine Zeit.....	3
3. Jan Lacki: Michel Varro, a Genevan forerunner of Galileo	7
4. Tilman Sauer: Die Prosthaphärese zwischen geometrischer Konstruktion und numerischem Algorithmus.....	8
5. Michael Beck: Jost Bürgis Uhren im Astronomisch-Physikalischen Kabinett Kassel.....	11
6. Jürgen Hamel: Wissenschaft und Kunst in Uhren von der Gotik bis zu Jost Bürgis Zeit (2019).....	15

1. Einleitung

Im Workshop bringen wir vier Beiträge von Historikern verschiedener Fachgebiete. Zuerst wird der Präsident der Jost-Bürgi-Gedächtnis-Stiftung und Historiker **Hans Büchler**, Wattwil (Kanton St. Gallen), über Der Eidgenosse Jost Bürgi und seine Zeit berichten, insbesondere über das Verhältnis der Eidgenossenschaft zum Heiligen Römischen Reich.



Danach spricht der langjährige Leiter der SPG Sektion "Geschichte der Physik", **Jan Lacki**, Universität Genf, über den Juristen und Physiker Michel Varro, A Genevan forerunner of Galileo, der 1584 in De motu tractatus, einer Abhandlung über theoretische Mechanik, bereits zu Schlussfolgerungen gelangte, die die später von Galilei formulierten Gesetzmässigkeiten über den freien Fall von Körpern erkennen liessen.

Ihm folgt der Physiker und Historiker **Tilman Sauer** von der Universität Mainz mit seinem Referat Die Prosthaphärese zwischen geometrischer Konstruktion und numerischem Algorithmus, eines Rechenverfahrens, das als unmittelbarer Vorläufer der Logarithmen gilt, indem es die Rückführung der Multiplikation und Division auf einfache Addition und Subtraktion mittels bestimmter trigonometrischer Beziehungen erlaubt.

Im abschliessenden Vortrag referiert **Michael Beck** von der Museumslandschaft Hessen Kassel über Jost Bürgis Uhren im Astronomisch-Physikalischen Kabinett Kassel. Neben der Kalenderuhr mit Gewichtsremontoir und der „Observationsuhr“ mit Kreuzschlag und Federremontoir geht es dabei vor allem um Bürgis Mondanomalienuhr. Dieser Vortrag, in dem er anhand des Deckelgetriebes der Stutzuhr von 1592 Bürgis Ansatz zur Bestimmung der aktuellen Mondpositionen zeigen wird, leitet nahtlos zum Samstagsprogramm über.



Dazwischen gibt es am Freitagabend ein "After Dinner Referat" über Technik, Kunst und Wissenschaft an der astronomischen Uhr in Stralsund aus dem Jahre 1394 von **Jürgen Hamel**, Archenhold-Sternwarte Berlin.

2. Hans Büchler: Der Eidgenosse - Jost Bürgi und seine Zeit

Die Entstehung und Entwicklung der Eidgenossenschaft

Durch die Erschliessung des Gotthardweges als Nord-Süd-Achse über die Alpen rückten die Gebiete der Urschweiz um den Vierwaldstättersee in den Mittelpunkt wirtschaftlicher Interessen. Die Grafen von Habsburg drängten aus ihren Stammländern im Aargau und Elsass zur Handelsachse nach Süden und versuchten, die Waldstätte unter ihre Kontrolle zu bringen. Geschickt unterstützten diese im Kampf zwischen Kaiser und Papst den deutschen Kaiser und erhielten als Dank für ihre Militärhilfe 1240 die Reichsfreiheit (Reichsunmittelbarkeit). Als Verpflichtung gegenüber dem König resp. Kaiser blieb der Kriegsdienst der Freien und die Zehntleistungen der Unfreien.

Das Interregnum war dieser freiheitlichen Entwicklung der Waldstätte förderlich. Dies änderte sich radikal, als im Jahr 1273 Graf Rudolf von Habsburg zum deutschen König gewählt wurde. Das Zentrum des Habsburgischen Besitzes verschob sich zwar von der Schweiz nach Österreich und Böhmen. Doch Rudolf handelte auch als König in erster Linie für die Interessen des Hauses Habsburg.

Der Tod Rudolfs im Jahr 1291 löste eine Welle von Aufständen im ganzen Reich aus. Die drei Waldstätte schlossen einen Bund zum Schutz ihrer Rechte, versprachen sich gegenseitige Hilfe und waren entschlossen, fremde Beamte (Richter) zu vertreiben. Zusätzlich verbündete man sich mit der freien Reichsstadt Zürich zu gegenseitiger Hilfe. **Dieser Bund gilt als Beginn einer Entwicklung, die zur modernen Schweiz führte.**

Obwohl man in der Schweizer Geschichte von einem „Befreiungskrieg“ spricht und 1315 der Habsburger Herzog Albrecht in der Schlacht bei Morgarten vom Bauernheer geschlagen wurde, darf keine Rede von einer Loslösung vom Reich sein. Das wird erst rund 300 Jahre später geschehen.

In einem Zeitraum von 200 Jahren entwickelte sich das antihabsburgische Bündnis der drei Orte zu einer Eidgenossenschaft von 13 souveränen Orten und zahlreichen Zugewandten Orten. In diesem Zeitraum wurden auch die Voraussetzungen geschaffen, die das Verhältnis zum Deutschen Reich radikal veränderten. Das sind zahlreiche militärische Erfolge gegen das Haus Habsburg, die Stärkung des eidgenössischen Bündnisses nach einem Bruderkrieg und der Sieg über den Burgunderherzog Karl den Kühnen. Die Eidgenossenschaft wurde zur gefürchteten Militärmacht Europas.

Diese schloss Freundschaftsverträge mit Frankreich und Mailand und gliederte sich als selbständiges Staatswesen in das europäische System ein.

Die Eidgenossenschaft war bisher nur Habsburg-feindlich, jetzt begann sich das Bestreben zur Loslösung vom Reichsverband abzuzeichnen.

Nicht mehr Österreich sondern die Eidgenossenschaft wurde als Schirmherr verschiedener Städte und geistlicher Fürsten auserkoren. Besonders erwähnt seien die Fürstabtei und die Stadt St. Gallen, die Stadt Mülhausen und das Schwarzwaldstädtchen Rottweil. Sie wurden als Zugewandte Orte in den Kreis der Eidgenossen aufgenommen, waren jedoch „minderen Rechts“. Sie bildeten einen räumlichen Vorposten oder Schutzschild um den Kern der 13 Orte der Eidgenossenschaft.

Die Frage des Verhältnisses der Eidgenossen zum Reich entbrannte 1499 im Schwaben- oder Schweizerkrieg. Anlass war die Ablehnung der Reichssteuer und eines zentralen Reichskammergerichts

durch die Reform des deutschen Kaisers. Nach kriegerischen Erfolgen unterblieben zukünftig alle Leistungen der Eidgenossen gegenüber dem Reich. Sie betrachteten sich praktisch (de facto) als vom Reichsverband losgelöst. Erst im Westfälischen Friedensvertrag 1648 gelang es der Eidgenossenschaft, die rechtliche (de iure) Loslösung vom Reich durchzusetzen.

Die letzte Phase eidgenössischer Grossmachtspolitik vollzog sich in den Mailänderkriegen und wurde 1515 durch die Niederlage gegen das Heer Frankreichs bei Marignano beendet. Es begann die Entwicklung zur Neutralitätspolitik.

In der Folge wurde das Gesicht Europas von der Reformation und den Glaubenskriegen geprägt. In der Eidgenossenschaft war die Reformation mit der Niederlage Zürichs und dem Tod Zwinglis 1531 abgeschlossen. Die Folge war ein *modus vivendi*: Unter den Orten der Eidgenossenschaft setzte sich bereits nach 1531 das Prinzip des *cuius regio, eius religio*, des späteren Augsburger Religionsfriedens durch. Jeder Ort und Zugewandte Ort bestimmte seinen Kultus eigenständig: katholisch, reformiert oder paritätisch.

Die Fürstabtei St. Gallen, die Eidgenossenschaft und das Reich

Die Fürstabtei und die Stadt St. Gallen hatten sich schon lange vor der Reformation auseinandergeliebt. Die Stadt konnte zwar ihre Selbständigkeit durchsetzen, doch blieb ihr der Aufbau eines eigenen Untertanenlandes verwehrt.

Mit den Orten Zürich, Luzern, Schwyz und Glarus hatte die Fürstabtei bereits 1451 einen Burg- und Landrechts-Vertrag abgeschlossen. Er engte den Spielraum der äbtischen Aussenpolitik massiv ein, doch beide Seiten waren auf den grössten eigenen Nutzen bedacht. Trotz dieses Bündnisses war die Fürstabtei kein gleichberechtigtes Glied der Eidgenossenschaft. Als Zugewandter Ort genoss sie nur ein beschränktes Stimmrecht an der Tagsatzung und musste eine ganze Reihe von Verpflichtungen zugestehen.

Im Toggenburg waren die freien Landsleute bereits seit 1436 mit Schwyz und Glarus in einem „Landrecht“ verbunden, das ihnen eine gewisse politische Selbständigkeit zusicherte. Durch den Kauf des Toggenburgs 1468 war die Fürstabtei St. Gallen ebenfalls Partnerin dieses Vertrags geworden. Die Schirmorte regierten durch einen Landvogt mit, der vom Abt bestätigt wurde und in Lichtensteig seinen Verwaltungssitz hatte. Die Toggenburger konnten ihre garantierten Freiheitsrechte weiter ausüben und die Angehörigen beider Konfessionen durften im paritätischen Verhältnis zusammenleben.

Trotz der starken Anlehnung der Abtei St. Gallen an die Eidgenossenschaft blieb auch die dauernde Beziehung zum Reich bestehen. Die Äbte bezeichneten sich weiterhin ausdrücklich als „Reichsfürsten“ und wurden von den Reichsinstanzen als solche anerkannt. Regelmässig baten die Fürstäbte den Kaiser um die Bestätigung ihrer alten Rechte. Auch am Reichstag zu Regensburg nahmen sie teil. Bewusst pflegte die Abtei die Beziehung zu Kaiser und Reich, um gegenüber den Eidgenossen ihre Eigenständigkeit und ihren besonderen Rang zu demonstrieren.

Obwohl sich die Orte der Eidgenossenschaft nach dem Schwabenkrieg als vom Reichsverband losgelöst betrachteten, „mottete“ in den Zugewandten Orten die alte Reichsideologie weiter. Die Fürstäbte fühlten sich von der Ausgliederung aus dem Reich nur beschränkt betroffen. Wenn es den Fürstäbten nützlich schien, kokettierten sie weiterhin als „Reichsfürsten“. Daher mussten sie sich auch



oftmals den Vorwurf gefallen lassen, „der Fürstabt wolle je nach Vorteil bald Eidgenosse, bald Reichsgenosse sein“.

Andererseits ging die Eidgenossenschaft mit der Loslösung vom Reich engere Verbindungen zu anderen Mächten, besonders zu Frankreich, ein. Die zahlreichen Verträge und Friedensabkommen schlossen die Zugewandten Orte der Ostschweiz mit ein. Deshalb wurde die Fürstabtei auch von aussen als Teil der Eidgenossenschaft betrachtet.

Der Reichsadler jedoch symbolisierte auch nach dem Schwabenkrieg die Verbundenheit mit dem Reich. Dies dokumentiert etwa das Reichswappenschild der Stadt Rapperswil aus dem Jahr 1699 an der Chordecke der Kapelle St. Dionys in Jona. Und selbst im privaten Bereich finden sich Zeugnisse für die Sympathie zum Reich.



Jost Bürgi in seiner Zeit

Die Sippe der Bürgi ist seit 1460 in Lichtensteig fassbar. Sie trennte sich während der Reformation in die beiden konfessionellen Lager. Als Stammvater der reformierten Bürgi gilt der Schlosser Lienhard, der Grossvater Jost Bürgis. 1530 war er von der toggenburgischen Landsgemeinde gegen den Willen des Fürstabtes zum Landweibel gewählt worden und bekleidete dieses Amt immer wieder bis zu seinem Tod 1547. Es war das höchste Landesamt, das ein Toggenburger „von unten“ bekleiden konnte. Auch ein Onkel und ein Cousin Jost Bürgis wurden in dieses ehrenvolle Amt gewählt. Die Bürgi gehörten zur regionalen Elite, genossen starken Rückhalt in der evangelischen Bevölkerung und hatten keine Hemmungen, toggenburgische Interessen gegen den Landesherrn zu vertreten.

Einen Ausdruck ihres Selbstbewusstseins finden wir in der Familienscheibe des „Lienhardt Bürgi“ (eines Cousins von Jost) aus dem Jahr 1601: Das bildliche Thema der Zerschlagung der ehernen Schlange ist aus dem Alten Testament entnommen und versinnbildlicht den Kampf der Juden gegen den babylonischen Herrscher Nebukadnezar. Es darf also ohne Bedenken auf den Kampf der Evangelischen gegen den Fürstabt bezogen werden. Im übrigen sei daran erinnert, dass sich Scheibenstiftungen nur vermögende Kreise leisten konnten.

Da im Toggenburg der Grundsatz der konfessionellen Parität galt, wurden in den Kirchgemeinden die Güter nach Zahl der Gläubigen aufgeteilt. Katholiken und Evangelische waren jedoch finanziell meist

nicht in der Lage, eine eigene Kirche zu unterhalten und sahen sich gezwungen, diese paritätisch, gemeinsam zu nutzen. In dieser Lage waren auch die Evangelischen der Stadt Lichtensteig. Der evangelische Jost Bürgi musste sich also seit früher Kindheit an Beichtstühle, katholische Altäre, Heiligenbilder und den Geruch von Weihrauch gewöhnen. Paritätische Kompromisse wurden auch bei Lehrerwahlen praktiziert, ein katholischer und ein evangelischer Nachtwächter liefen die Runden gemeinsam und zeitweise mussten sogar die Kühe paritätisch gehütet werden. Bürgi konnte im Alltag erfahren, wo fordern oder nachgeben, reden oder schweigen klüger war.

Die Heimat Bürgis war im 16./ 17. Jahrhundert keineswegs „arm“, wie dies Ulrich Bräker, der „arme Mann im Toggenburg“ mit seinem Zunamen suggerieren könnte. Im Gegenteil: Das Selbstbewusstsein der bäuerlichen Oberschicht war unübersehbar. Für den Zeitraum zwischen 1550 und 1660 sind mehr als 700 Toggenburger Scheibenstifter bekannt. Das ist die grösste regionale Dichte in der ganzen Schweiz!



Und auch die Herkunft des Reichtums wird aus Scheibenbildern sichtbar: Ein solides Handwerk und die Produkte der Landwirtschaft. Diese wurden nach Italien, Frankreich und in das vom 30-jährigen Krieg gebeutelte Deutsche Reich exportiert und führten zu einem bis dahin nicht gekannten Wohlstand.



Evangelische und katholische Pfarrherren geisselten die aus diesem Reichtum genährte Prunksucht und Hoffart. Das Innere der immer grösser dimensionierten Bauernhäuser wurde mit prachtvollen Möbeln aus heimischer Produktion ausgestattet. Dazu gehören mit Intarsien geschmückte Kästen, Truhen und kunstvolle Arbeiten der Zinggesser. Der Wohlstand des 17. Jahrhunderts ist auch in der Streusiedlung des Toggenburgs noch heute sichtbar.



3. Jan Lacki: Michel Varro, a Genevan forerunner of Galileo

Leider musste der Referent Jan Lacki kurzfristig absagen und konnte am Freitag nicht vortragen.

Promotion in Physik (Genève), Mitarbeiter an der Université de Genève, Visiting Member am Institute for Advanced Study (Princeton), Directeur de Recherche (CNRS), Mitglied des Vorstands der SPG, seit 2007 Professor für Geschichte und Philosophie der Physik und der Naturwissenschaften (Genève).

Michel Varro, Genevan forerunner of Galileo

In the times when Geneva was far from being the renowned scientific center it would become only much later, a Genevan scholar contemporary of Jost Bürgi, Michel Varro, published an unexpected treatise, *De motu tractatus*, the only written testimony of his rather sophisticated conceptions on mechanical equilibrium and motion. Reaching conclusions which sometimes announce the Galilean revolution, Varro's work illustrates quite well the intellectual effervescence preparing the forthcoming modernity.

4. *Tilman Sauer: Die Prosthaphärese zwischen geometrischer Konstruktion und numerischem Algorithmus*

Die Prosthaphaeresis ist eine Vorläufertechnik der Logarithmen. Sie ist eine geschickte Umformung des Produktes zweier Sinus-Werte in einen Ausdruck, der im Wesentlichen nur noch Additionen und Subtraktionen enthält. In etwas modernisierter, kompakter Schreibweise lässt sich die Prosthaphaeresis mittels folgender Formel ausdrücken:

$$\sin(a)\sin(b) = (1/2)[\sin(90^\circ - (a-b)) - \sin(90^\circ - (a+b))],$$

wobei a und b zwei positive Winkel sind, deren Summe kleiner als 90° ist. Für grössere Winkel ergeben sich etwas abgewandelte, aber prinzipiell ähnliche Beziehungen.

Verfügt man über trigonometrische Tabellen, welche einem Winkel seinen Sinuswert zuordnen, so kann man das Produkt auf der linken Seite in einen Ausdruck übersetzen, in dem zusätzlich zum Nachschlagen der Sinuswerte in einer Tabelle nur noch Additionen, Subtraktionen und eine harmlose Halbierung durchgeführt werden müssen. Dies bedeutete eine wesentliche Vereinfachung von besonders in astronomischen Rechnungen häufig auftretenden Produkten von Sinuswerten, wie sie auf der linken Seite der Gleichung stehen.

Allerdings wurde die Prosthaphaeresis zu ihrer Zeit nicht in der Form der obigen Gleichung geschrieben, sondern entweder als in Worte gefasste Rechenvorschrift oder in Form eines mehr oder weniger ausführlich erläuterten Diagramms. Die erste publizierte Fassung eines solchen Prosthaphaeresis-Diagramms findet sich in der 1588 veröffentlichten Schrift *Fundamentum Astronomicum* von Nicolaus Reimarus Ursus (1551-1600) (Fig.1). Wesentlich ausführlicher findet sich die Prosthaphaeresis dann in dem 1591 erschienenen Werk *Astrolabium* von Christopher Clavius (1538-1612) (Fig.2). In Worten ausgedrückt findet man die Beziehungen auch in François Viète's (1540-1603) *Variorum de rebus mathematicis responsorum liber VIII* von 1593. Jost Bürgi fügte zwei solcher Diagramme zusammen mit jeweils einem entsprechenden Zahlenbeispiel in sein eigenes, unveröffentlicht gebliebenes Werk *Fundamentum Astronomicum* ein (Fig.3). Weitere publizierte Versionen finden sich bei Jakob Christmann (1611), Longomontan (1622), Joseph Solomon Delmedigo (1629), Georg Ludwig Frobenius (1634) und Emanuel Porto (1636)

Mit der Publikation der ersten Logarithmentafeln 1614 durch John Napier (1550-1617) und 1617 durch Henry Briggs (1561-1630) sowie Bürgis eigenen Antilogarithmen in seinen *Arithmetischen und Geometrischen Progresstabulen* von 1620, fiel die Methode der Prosthaphaeresis jedoch schnell in Vergessenheit, da die Logarithmen ein ungleich mächtigeres Instrument zur approximativen Berechnung aufwendiger Multiplikationen, Divisionen, Potenzierungen und Radizierungen boten.

Zusätzlich zu den publizierten Prosthaphaeresis-Diagrammen und –Darstellungen diskutierte die wissenschaftshistorische Literatur ausführlich auch unpubliziert überlieferte Traditionen der Prosthaphaeresis-Methode sowie seiner Vorläuferideen. Hierzu gehören neben Bürgis *Fundamentum* eine kurze Anleitung zum prosthaphaeretischen Rechnen, die den Namen Tycho Brahes (1546-1601) und die Jahreszahlen 1591 und 1595 trägt, aber wahrscheinlich von anderer Hand stammt und vielleicht auch früher zu datieren ist; weiter eine sehr ausführliche auf das Jahr 1598 datierte Handschrift von Melchior Jöstel (1559-1611), sowie eine Reihe von Rechnungen, in denen die prosthaphaeretische Methode konkret angewandt wurde. Eine besondere Rolle spielt in der historischen Diskussion ein Manuskript von Johannes Werner (1468-1522), das auf das Jahr 1514 datiert wird und direkt oder in

seinen wesentlichen Ideen von Zeitgenossen Bürgis, insbesondere von Paul Wittich (c. 1546-1586) und Tycho Brahe rezipiert worden sein mag. Allerdings wurde Werners Manuskript erst 1907 in einer Edition von Axel Anton Björnbo publiziert und auch nur auf Grundlage einer Abschrift aus der Vatikanbibliothek eines offenbar mathematisch unkundigen Schreibers.

Eine genauere Analyse der Wernerschen Arbeit zeigt aber, dass der Ausgangspunkt für Werners Methode ein typisches Problem der sphärischen Geometrie war, nämlich die Bestimmung eines Winkels in einem sphärischen Dreieck, von dem drei Seiten gegeben sind. Durch Projektion auf einen Grosskreisschnitt der Sphäre gelingt es Werner, die hier nötigen Rechnungen in ganz ähnlicher Weise zu vereinfachen, indem auch hier Multiplikationen durch Additionen ersetzt werden. Es zeigt sich aber auch, dass Werners Ergebnis nur unter Zugrundelegung der prosthaphaeretischen Formel selbst in die Form der späteren prosthaphaeretischen Darstellungen gebracht werden kann.

Mit den beiden prosthaphäretischen Diagrammen und den dazugehörigen Zahlenbeispielen in seinem *Fundamentum Astronomicum* steht Jost Bürgi somit in einer Tradition der kreativen Weiterentwicklung numerischer Methoden in der Mathematik und in der Datenverarbeitung der beobachtenden Astronomie, mit dem Ziel die empirischen Beobachtungen immer genauer und präziser registrieren und verarbeiten zu können. Die Entwicklung der Prosthaphaeresis stellt dabei einen weiteren Aspekt der Herausbildung des mächtigen Instruments der Logarithmen dar, an der Bürgi auch noch mit seinen „roten und schwarzen Zahlen“ seiner Progress-Tabulen beigetragen hat. Mit den sehr genauen, vielstelligen dekadischen Logarithmentafeln, die dann im Laufe des 17. Jahrhundert erstellt wurden, hatte das wissenschaftliche Rechnen sein wichtigstes Hilfsmittel erhalten, das erst durch die Einführung der digitalen Computer in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts abgelöst werden sollte.

In dem Vortrag werde ich auf der Grundlage der umfangreichen wissenschaftshistorischen Literatur zu dem Thema Bürgis Beitrag zur Entwicklung der Prosthaphaeresis diskutieren.

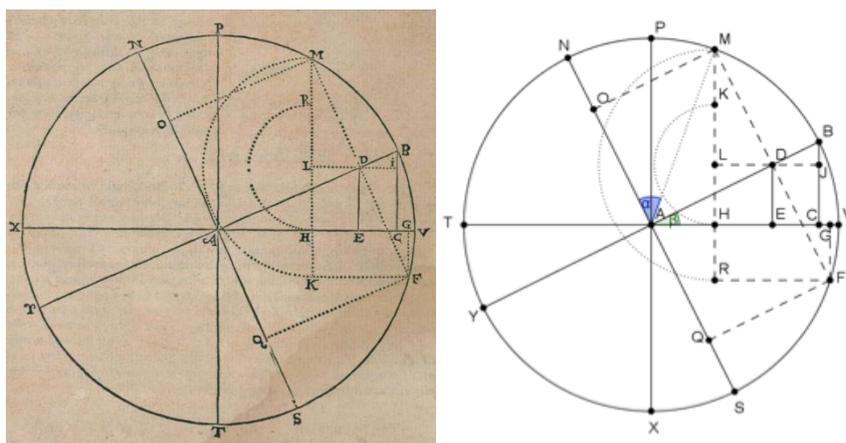


Fig. 1: Prosthaphaeresis-Diagramm aus Nicolaus Reimar Ursus' *Fundamentum Astronomicum* (Strassburg 1588), p. 16v; und moderne Rekonstruktion mittels GeoGebra von M.M.Capalbo, 2017.

5. Michael Beck: Jost Bürgis Uhren im Astronomisch-Physikalischen Kabinett Kassel

Als Bürgi 1579 von Wilhelm IV von Hessen-Kassel an seinen Hof berufen wurde, kam er an einen Ort Deutschlands, an dem beobachtende Astronomie seit Jahren auf höchstem Niveau betrieben wurde. Seit 1558 sind Himmelsbeobachtungen belegt.

Wilhelm gelang es immer wieder äußerst fähige Mitarbeiter für sein Beobachtungsprogramm zu gewinnen. Er schaffte es auch aus diesen Einzelkünstlern ein erfolgreiches Arbeitsteam zu bilden, an dem er auch selbst aktiv beteiligt war.

Die Werkstatt Baldewein in Marburg versorgte die Beobachter mit den nötigen Messinstrumenten. Ebenso entstanden in dieser Werkstatt von 1560 – 1567 die beiden bekannten Planetenlaufuhren, welche sich heute in Kassel und Dresden befinden. Zur Herstellung dieser Uhren wurde der Uhrmacher Hans Bucher aus Augsburg für die Werkstatt geworben.

Schon an diesen beiden Uhren zeigen sich Wilhelms Beobachtungsschwerpunkte und sein Bestreben Forschungsergebnisse auch in mechanischen Modellen zu materialisieren.

So haben beide Uhren als Bekrönung einen mechanischen Himmelsglobus. Entlang der Ekliptik der Globen zeigt ein umlaufendes Sonnenscheibchen die wahre Jahresbewegung der Sonne. Verbesserung der Sternkataloge und Arbeiten zur Sonnenbahn waren Wilhelms Forschungsschwerpunkte. 1574/75 fertigte Hans Bucher, der inzwischen seine Werkstatt in Kassel führte, nach den Vorstellungen Wilhelms zwei freistehende mechanische Himmelsgloben. Eberhard Baldewein hat sicher bei der Planung und Konstruktion mitgearbeitet, denn viele Konstruktionsdetails der Planetenlaufuhren finden sich in den Globen wieder.

Diese beiden Globen sind Prototypen für alle weiteren Kasseler Globen. Sie verfügen auf dem Horizont über einen Ring zur Datumsanzeige und haben wieder das entlang der Ekliptik laufende Sonnenscheibchen für die wahre Position der Sonne.

Mit Baldewein, der noch bis 1593 in Marburg lebte, inzwischen aber als Baumeister für Wilhelms Bruder Ludwig tätig war, bestand sicher besonders zu Beginn Bürgis Tätigkeit in Kassel ein fachlicher Austausch.

Jedoch schon nach kurzer Zeit überflügelte Bürgi seine Vorgänger und übertraf Wilhelms Erwartungen bei Weitem.

Nach zweieinhalb Jahren arbeitete Bürgi schon an seinem zweiten Paar mechanischer Himmelsgloben, die an ihrer Bekrönung die wahre Bewegung des Mondes anzeigten.

Wilhelm schrieb dazu in einem Brief an Kurfürst Ludwig VI von der Pfalz vom 15. März 1582 „...welchs warlich ein kunststück ist, desgleichen zuvohr nie gesehen.

Der unser itziger aurmacher, so ein sinnreicher kopff ist, alsz ehr uns die tag unsers lebens vorkommen...“

Bei dem angebotenen Globus handelt es sich um den heute in Paris befindlichen. Das zweite Stück ist der unvollendete Globus Kassel II.

1584 plante und begann Wilhelm ein neues Programm zur Fixsternvermessung.

Dazu hatte er den geschickten praktischen Astronom und Mathematiker Christoph Rothmann als seinen landgräflichen Mathematiker angestellt.

Bürgi baute dazu neue Instrumente und verbesserte die vorhandenen.

Unter anderem stellte er eine Uhr mit Stunden-, Minuten- und Sekundenanzeige her.

Rothmann erwähnt in seinen Beobachtungsberichten drei Uhren, die zur Sternvermessung eingesetzt wurden. Leider beschreibt er sie sehr ungenau. Auch über ihren Verbleib ist nichts bekannt.

Dagegen sind in Kassel noch 2 Globen und 3 andere Uhren erhalten.

Bürgi signierte seine Uhren selten, weshalb man sie, bis auf die Mondanomalienuhr, nur als mit großer Sicherheit zugeschrieben bezeichnen darf.

Jede der Uhren Bürgis im Astronomisch-Physikalisches Kabinett Kassel zeichnet sich durch andere Besonderheiten aus. Man erkennt Bürgis ständiges Experimentieren und Streben nach Verbesserung. Er beschritt dabei sehr verschiedene Wege.



Das Uhrwerk der Kalenderuhr mit Gewichtsremontoire zeigt auf den ersten Blick vor allem Bürgis perfekte Kunst der Stahlbearbeitung. Aber auch aus technischer Sicht ist sie außergewöhnlich und ihrer Zeit weit voraus.

Bürgi hatte erkannt, dass ein gleichmäßiger Kraftimpuls an der Hemmung eine Grundvoraussetzung für gleichmäßiges Schwingen des Schwingsystems ist. Das nur ein Mal am Tag wirksam werdende Gewichtsremontoire dieser Uhr ist dafür besonders gut geeignet. Der Gewichtskasten lässt sich öffnen und das Antriebsgewicht durch Zulegen oder Entfernen variieren.

Die Spindelhemmung der Uhr ist feinst ausgeführt.

Das Gewicht der Unruh mit der Spindelwelle beträgt 0,7 Gramm. Die Unruh hat einen Durchmesser von 48mm und die Spindelwelle eine Länge von 80mm.

Um die Hemmung ganz exakt einstellen zu können, verwendete Bürgi bei der Unruh und dem Spindelrad eingeschobene Stahlstifte oder ein Deckplättchen zur Begrenzung des axialen Spiels.



Die Regulage der Uhr geschieht durch verstellbare Schweinsborsten.



Die Uhr mit Kreuzschlaghemmung und Federremontoire besitzt Bürgis Kreuzschlaghemmung; noch nicht mit dem großen Hemmungsrad der späteren Uhren. Sie verfügt über ein Stundenschlagwerk. Beim Federremontoire versuchte Bürgi durch stündliches Nachspannen der schwachen Antriebsfeder des zentralen Rades einen konstanten Antrieb zu erreichen. Leider besitzt die Uhr an dieser Stelle kein Gegenge-sperr, so dass in den Momenten des Nachspannens keine Kraft an das zentrale Rad abgegeben wird. Durch Variieren der Vorspannung der Feder des zentralen Rades kann man die Uhr regulieren.

Die Mondanomalienuhr oder Stutzuhr ist die komplizierteste Uhr Bürgis in der Sammlung des APK Kassel.

Diese Uhr ist von Bürgi signiert.



Bürgi handelte bei der Herstellung der Uhr als Generalauftragnehmer. Durch eine Abrechnung des Kasseler Goldschmiedes Hans Jakob Emck lässt sich die Uhr auf 1591 datieren. Das antreibende Uhrwerk ist ein Stutzuhrwerk mit Spindelhemmung, Stundenschlag und Wecker. Die Regulierung geschieht bei diesem Werk durch Verstellen der Eingriffstiefe der Spindelwelle oder durch Ändern der Vorspannung. An den Seiten der Uhr finden sich Anzeigen für die Minuten, die Länge der Tag- und Nachtstunden, den Wochentag und den Wecker.

Die Hauptanzeigen befinden sich auf der Außen- und Innenseite des Deckels.

Außen trägt die Uhr ein Astrolabium und Zeiger für die Zeit, den Kalender und die Stellung des Mondes. Auf dem Zeiger des Mondes gibt eine kleine Kugel die Mondphase an.

Die Anzeige, die der Uhr ihren Namen gibt, befindet sich auf der Innenseite des Deckels.

Es wird die wahre und mittlere Position des Mondes nach dem Doppelzykel-Modell des Copernicus angezeigt.

Außerdem kann man die wahre und die mittlere Position der Sonne sowie die Mondknoten ablesen.

Auch die Ikonografie der Uhr ist außergewöhnlich.

Der Initiator des Bildprogramms muss umfassende Kenntnisse der astronomischen Literatur seiner Zeit besessen haben.

Die wichtigsten Bildelemente von sechs Reliefs sind in Christoph Rothmanns Manuskript „Observationum stellarum fixarum liber primus“ beschrieben.

Es ist deshalb wahrscheinlich, dass er maßgeblich an der Entwicklung des Bildprogramms beteiligt war.

Die Bildfolge zeigt ein Pantheon der berühmtesten Astronomen und Mathematiker.

Die Darstellung folgt dabei nicht der traditionellen Ikonographie, sondern stellt die Personen bei der Arbeit dar. Es werden ihnen Gegenstände beigegeben, die Leistungen hervorheben, die sie mit dem Kasseler Forscherteam verbinden.

Der Zyklus beginnt auf der Seite der Minutenanzeige mit dem biblischen Patriarchen Abraham und Thales von Milet.

Es folgt die Seite des Weckers mit Euklid und Archimedes. Hier ist eine Verbindung zu Bürgi wahrscheinlich. Wilhelm nannte Bürgi einen zweiten Archimedes. Und Bürgis Freund Raimarus Ursus beschrieb ihn auf Grund seiner Genialität als Mathematiker und Ingenieur sogar als Person, die Euklid und Archimedes in sich vereint.

Die Seite der Tag- und Nachtstundenanzeige zeigt Hipparchos und Ptolemäus, beide als vermessende Astronomen. Wilhelm sah im praktischen Observieren die Grundlage für neue Erkenntnisse. Petrus Ramus vergleicht die Bedeutung Wilhelm IV mit der von Ptolemäus.

Die letzten beiden Reliefs auf der Seite der Wochentagsanzeige stellen Alfons X und Copernicus dar. Die von Wilhelm beim Beobachten bemerkten Fehler in den Alphonsinischen Tafeln waren ein Hauptgrund für seine Neuvermessung der Sternpositionen. Jost Bürgi und Christoph Rothmann waren Anhänger des von Copernicus entwickelten Weltmodells. Die Darstellung des Copernicus mit seinem heliozentrischen Weltbild kann als Bekenntnis zu ihm gedeutet werden.



6. Jürgen Hamel: *Wissenschaft und Kunst in Uhren von der Gotik bis zu Jost Bürgis Zeit (2019)*

Wissenschaftliche und technische Instrumente waren in vergangenen Jahrhunderten vielfach wahre Kunstwerke. Eine besondere Stellung nehmen dabei Uhren ein, gleichermaßen solche im öffentlichen Raum an Kirchen und Rathäusern, wie zum privaten Gebrauch aus dem Audienzsaal von Kaisern, Fürsten und Bürgermeistern oder in der Tasche wandernder Handwerksgesellen. Die künstlerische Seite unterlag natürlich dem zeittypischen Geschmack – mit großen Unterschieden von der Gotik über Barock und Rokoko bis zur Moderne.

Herausragende Beispiele waren in diesen Zeitläufen, als Beispiel, die astronomische Großuhr in der Stralsunder Marienkirche von 1394, die Uhren und Automatengloben Jost Bürgis, die Sonnenuhren Erasmus Habermehls um 1600, aber auch Landvermessungsinstrumente sowie Sonnenuhren für den alltäglichen Gebrauch im 16. bis zum 18. Jahrhundert.

Der Vortrag verfolgt diese Entwicklungslinien anhand anschaulicher Beispiele aus der Sicht der Wissenschafts- und Kunstgeschichte.



Bild 1. Claudius Ptolemäus auf der astronomischen Großuhr in der Stralsunder Marienkirche



Bild 2. Äquationsuhr von Jost Bürgi, Kassel 1591



Bild 3. Polyeder-Sonnenuhr, Ludwig Hohenfeld, Stuttgart 1596



Bild 4. Elfenbein-Sonnenuhr, Nürnberg um 1600/1630



Bild 5. Sonnenuhr, kolorierter Kupferstich auf Holzplättchen, Fürth um 1800



Bild 6. Fenstersonnenuhr, Süddeutschland 1762

Jost Bürgi – „Von Probirung und Schmelzung der Metalle“, 1598 (2018)

Dr. Jürgen Hamel, Archenhold-Sternwarte Berlin-Treptow

Die Lippische Landesbibliothek in Detmold bewahrt eine Handschrift Jost Bürgis auf mit dem Titel „Von Probirung und Schmelzung der Metalle“, datiert 1598 mit dem Umfang von 90 Seiten (Mscr 86.4°). Die zwar schlicht gehaltene, aber sauber ausgeführte Handschrift wurde nicht von Bürgi selbst, sondern von einem Schreiber niedergeschrieben, vermutlich nach einer von Bürgi stammenden Ausarbeitung. Von Bürgis Hand stammt jedoch die Unterschrift der Widmung „Iost bürgi Vhrmacher“, womit die Urheberschaft gesichert ist. Bürgis Arbeit ist datiert mit „Datum denn 22. Martij, Anno 98.“ Ein Ort wird nicht genannt.

Bürgis Arbeit ist „Dem Wolgeborenen Herrn, Herrn Simon, Graffen vnnnd Edlen Herrn zur Lippe“ gewidmet. „Simon VI. von der Lippe war ein gelehrter Landesherr. Mit seinen umfassenden Kenntnissen in den Künsten, Sprachen und Naturwissenschaften verkörperte er das Renaissance-Ideal des universell gebildeten Fürsten.“ (Michael Bischoff 2014). Bürgi weilte zwischen 1594 und 1597 mehrfach am Hofe Simons, am Schloß Brake in Lemgo (heute Weserrenaissance Museum).

Als Herrscher über die Grafschaft Lippe hatte sich Simon mit einer Reihe praktischer Fragen zu befassen, die Themen der Metallurgie und des Nachweises von Metallen betrafen. Zunächst war Simon der Herr der Lippischen Münze in Detmold bzw. Blomberg bei Detmold und hatte als solcher Sorge für qualitativ anerkannte Münzen zu tragen. Dies bedeutete die Einhaltung des in den Münzordnungen festgelegten Gehaltes an Silber bzw. Gold. Dies machte immer wieder eine Prüfung des

Metallgehaltes notwendig, besonders als nach 1600 eine immer stärker werdende Münzverschlechterung einsetzte und vielfach Münzen auf ihren Metallgehalt und damit ihre Gültigkeit zu prüfen waren.

Die wissenschaftlichen Interessen Simons erstreckten sich in der Denkweise seiner Zeit auch auf die Alchemie und damit in Verbindung auf die Medizin und besonders die Lehre von den Metallen, besonders die Transmutation unedler Stoffe in Gold mittels des „Steins der Weisen“. Mit dem Versprechen der Erzeugung von Gold fand so mancher Alchimist – darunter gleichermaßen ernsthafte Handwerker und Gelehrte, wie Scharlatane – Unterstützung an Fürstenhöfen, wie in Sachsen oder Brandenburg. Landgraf Wilhelm lehnte die Alchemie jedoch strikt ab, im Gegensatz zu seinem Sohn Moritz, bei dem Bürgi nach Wilhelms Tod und seiner Rückkehr aus Prag tätig war. Doch auch in dieser Hinsicht scheint Bürgi mehr der Ablehnung Wilhelms zuzuneigen, wenigstens sind in seiner Arbeit keine Anklänge an die Alchemie zu finden.

Zum anderen begann Simon 1592 mit der Finanzierung möglicher Kupfervorkommen in seinem Fürstentum. In diesem Zusammenhang waren immer wieder abgebaute Gesteine auf ihren Erz- und Metallgehalt zu prüfen.

Die Handschrift ist streng sachlogisch entwickelt, ihre einzelnen Teile bauen aufeinander auf. Die Gliederung der Abschnitte, aber auch die Anordnung der einzelnen Kapitel entspricht ganz denen, die noch später in thematisch ähnlichen Werken befolgt werden. Insgesamt hat jedoch Bürgis Schrift den Charakter eines Übersichtswerkes. Um die von ihm beschriebenen Tätigkeiten praktisch ausführen zu können, bedurfte es weiterer, detaillierter Beschreibungen und vieler Erfahrung.

Eine Begriffserläuterung zuvor: Bürgi spricht stets von „Prüfung“, was im Sinne von physikalischer oder chemischer Analyse zu verstehen ist.

1. Voraussetzungen und Hilfsmittel für das Schmelzen und Prüfen von Substanzen: Einrichtung eines Schmelz- und Analyseofens sowie dessen Befeuerung, Herstellung von Knochenasche zur Herstellung von Brenntiegeln für den Brennofen, die sog. „Capellen“.

2. Prüfung von Erzen auf Gold, Silber, Quecksilber, Kupfer, Blei, Zinn und Eisen;

3. die Gewichte für Edelmetalle;

4. die Analyse von Metalllegierungen;

5. ein Verzeichnis des vorgeschriebenen Goldgehaltes verschiedener Goldmünzen (Gulden);

6. die Herstellung von Königswasser und Scheidewasser, ein einzelnes, auf den ersten Blick etwas aus inhaltlichen Zusammenhängen herausgenommenes Kapitel, wobei jedoch z.B. der Goldgehalt einer Münze mittels eines Striches mit diesen Säuren geprüft werden kann.

Es ist zu erkennen, dass die Themen der Handschrift zwar im weitesten Sinne mit Bürgis Tätigkeit als Uhr- und Instrumentenmacher zu tun haben – denn Instrumente für fürstliche Auftraggeber seiner Zeit waren immer auch Kunstwerke unter Verwendung edler Materialien.



Diese Themen selbst, lagen Bürgi sehr nahe. Verfahren zur Schmelzung von Metallen und zur Prüfung der Zusammensetzung von Metalllegierungen gehörten unmittelbar zu seinem täglichen Handwerk – und das gilt direkt oder indirekt auch für andere Gegenstände der Handschrift.

Doch die gesamte Anlage der Handschrift ist eine andere: Sie zielt auf praktische Interessen und Bedürfnisse des Lippischen Grafen Simon, auf Bergbau und Münzwesen im weitesten Sinne mit vielen Verzweigungen. Bürgis Schrift zur Probierung und zum Schmelzen von Metallen, darin Verfahren zur Prüfung des Kupfer- und Goldgehaltes von Erzen, traf direkt Simons Interesse. Die Vermutung, Bürgis Schrift sei auf eine direkte Anregung oder direkt als Auftrag Simons entstanden, liegt recht nahe.

Bürgi folgt in seiner Handschrift nicht dem Wunsch, ein Buch zu seiner eigenen Arbeit zu schreiben und dies dann dem Fürsten zu widmen, sondern er schreibt ein Buch für den Fürsten, für dessen Wünsche als Landesherr.

Neben der Schrift zur Logarithmenrechnung, „Aritmetische und geometrische Progreß Tabulen“ (Prag 1620), ist die metallurgische Arbeit die einzige größere schriftliche Ausarbeitung Bürgis. Sie wurde bisher in der Forschung noch nicht berücksichtigt und zeigt uns Bürgi von einer bisher ganz unbekanntem Seite.