Von Hipparchos über Bürgi zu Hipparcos (ESA)

B. Braunecker

Bürgische Sekunden

Eine der grossen Leistungen Bürgis war die Präzision seiner Instrumente und seiner Uhren, die ihm und den Astronomen seiner Zeit erlaubte, die Zeitsekunde ebenso wie die Bogensekunde als verlässlich messbare Grössen einzusetzen. Sternobjekte konnten von ihm präziser erfasst und somit bezüglich eines zeitlich und räumlich wohldefinierten Referenzsystems genauer katalogisiert werden. Wenn man dann zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Beobachtungsort die Position des Sterns benötigte, konnte man sie aus den Katalogwerten mit Hilfe sogenannter Epochentransformationen berechnen, wobei die Genauigkeit der erhaltenen Beobachtungsdaten von der Präzision der Katalogwerte abhing.

Hipparchos von Nicäa

Sternkataloge waren bereits in den letzten vorchristlichen Jahrhunderten in Griechenland im täglichen Gebrauch, meist als Navigationshilfen für die Flotte. Die Kataloge bauten auf assyrischen Sammlungen

aus den Jahren um 1100 vC auf, wie man einer Bemerkung in Eudoxos *Phaenomena* entnehmen kann, enthielten aber mehr und genauere Sternpositionen. Einer der leistungsstärksten Kataloge soll vom bedeutenden griechischen Astronomen Hipparchos von Nicäa (190-120) vC erstellt worden sein, der etwa 1000 Sternpositionen mit für damalige Zeiten hoher Genauigkeit von wenigen Bogengraden enthielt. Sein Katalog gilt als verloren, aber seine Daten wurden vermutlich in den Almagest von Ptolemäus eingearbeitet, waren also in den ersten Jahrhunderten nach der christlichen Zeitenwende noch verfügbar.

Hipparcos Katalog der ESA

Neue Anforderungen der Astronomen bewogen die European Space Agency ESA zu einer gross aufgezogenen Satellitenmesskampagne in den Jahren 1989 bis 1993, um Sternpositionsdaten zu messen. In Anerkennung der Pionierleistungen von Hipparchos wurde der *Hipparcos* Katalog erstellt, ein Akronym für ***Hi**gh **P**recision **Par**allax **Co**llecting **S**atellite*. Darin sind im Koordinatensystem des International Celestial Reference System **ICRS** die Positionsdaten von etwa 120 000 Sternen mit einer Genauigkeit von 1 milli-arcsec abgelegt, zusammen mit Daten der Sterneigenbewegung und der Sternentfernung, der Parallaxe. Neben dem Hipparcos-Katalog gibt es noch den **Tycho-Sternkatalog**, der sogar 1.2 Millionen Sterne mit allerdings leicht geringerer Genauigkeit enthält. Hier wäre der Name *‚Tycho-Bürgi‘* Katalog nach heutigen Erkenntnissen gerechtfertigt gewesen.

Moderne Anwendungen

Beide Kataloge werden nicht nur von Astronomen und Astrophysikern benutzt. Zwei aktuelle Anwendungen aus der Raumfahrt seien genannt: zum einen ist es die genaue Kenntnis der gegenseitigen *Ausrichtung* von Satelliten, wenn sie mittels Laserstrahlen miteinander kommunizieren. Jeder Satellit hat dazu einen Sternsensor, und man kann aus der Lage, Verdrehung und Verzerrung des gemessenen Sternmusters die aktuelle Position und Orientierung des Satelliten bestimmen. Wie das im Detail funktioniert, wird in meinem Samstagvortrag erläutert.

Ein zweiter wichtiger Anwendungsfall betrifft die *Kalibrierung* von motorisch bewegten und verstellbaren Teleskopen. Sowohl beim mechanischen Antrieb wie auch bei der optischen Abbildung gibt es stets konstruktiv bedingte Restfehler, die zudem von äusseren Bedingungen wie der

Temperatur und den Kippwinkeln des Teleskops abhängen können, und die zu eliminieren oder zumindest zu kompensieren sind. Letzteres nennt man kalibrieren oder eichen. Eine von uns einst erfolgreich praktizierte Kalibriermethode war, ein bestimmtes Sternmuster mit dem Teleskop anzuzielen und zeitlich zu verfolgen. Die gemessene Sternbildersequenz wird mit den aus den Katalogdaten berechneten Sternmustern verglichen, und eventuell vorhandene Abweichungen, wenn sie mathematisch gesichert sind, werden als Eichdaten des Teleskops registriert. Wenn dann später das Teleskop zum Beispiel bei einer Bodenstation im Einsatz ist, um die von schnell sich bewegenden Satelliten zur Erde gesendeten Daten zu empfangen, wird die Motoransteuerung entsprechend den Eichwerten korrigiert. (Bild) [1]

Farnese Atlas

Nochmals zurück zum verlorenen Katalog von Hipparchos. Es war und ist seit Jahrhunderten ein stetes Anliegen von Historikern und Astronomen, Beweise für die Existenz des Katalogs zu finden. Eine zentrale Rolle spielt dabei die Marmorstatue eines Atlas, der eine Himmelskugel trägt, und die in der Villa Farnese in Rom zu Beginn des 16. Jahrhunderts gefunden wurde und heute im naturwissenschaftlichen Museum in Neapel steht. Anscheinend ist sie eine um 250 nC erstellte römische Kopie eines griechischen Originals von etwa 100 vC. Wenn man nun die etwa 70 Sternkonstellationen photogrammetrisch vermisst und die oben erwähnte Epochentransformation anwendet, kann man die Zeit des Entstehens der Himmelskugel bestimmen. Auswertungen von Bradley E. Schaefer aus dem Jahre 2005 ergaben, dass die Sternkonfigurationen der Zeit (125 ± 50) vC entsprechen, also nur von Hipparchos stammen können und somit als Existenzbeweis des Katalogs dienen.[2] Das zu schöne Ergebnis wird allerdings von vielen Experten angezweifelt, aber das schmälert nicht die Faszination der Idee, irgendwann eine quantitative Momentaufnahme der Geschichte zu bekommen, also quasi eine ‚stehengebliebene' Uhr zu finden.

[1] Transportable Adaptive Optical Ground Station der Fa. Synopta GmbH / Eggersriet (SG)

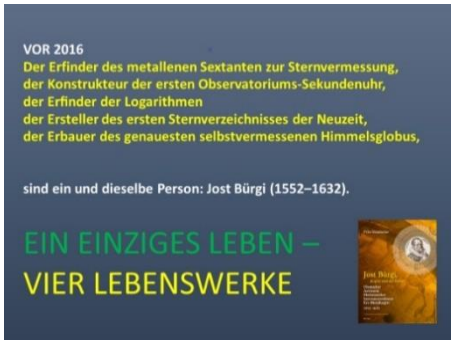
[2] B.E. Schaefer, "The epoch of the constellations on the Farnese atlas and their origins in Hipparchus's lost catalogue", Journal for the history of astronomy, xxxvi (2005), 167-196

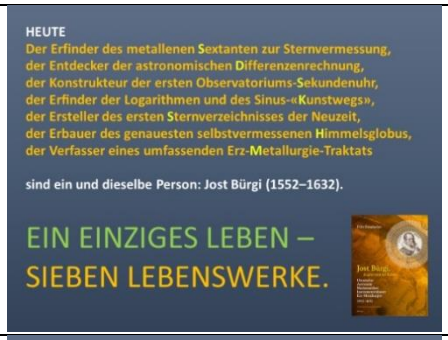
Was ist neu an der 4. Auflage der Bürgi-Biographie?

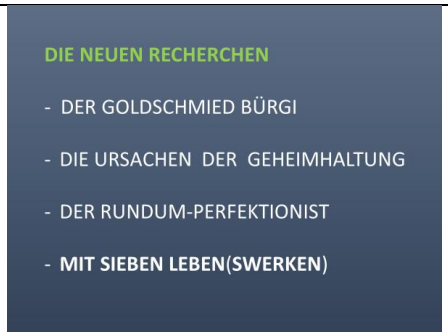
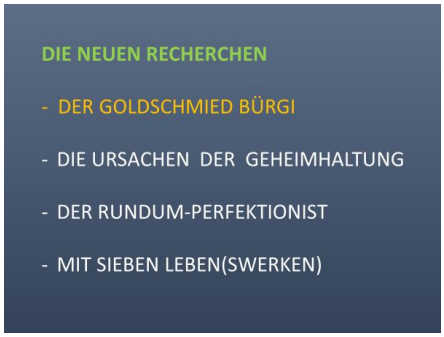
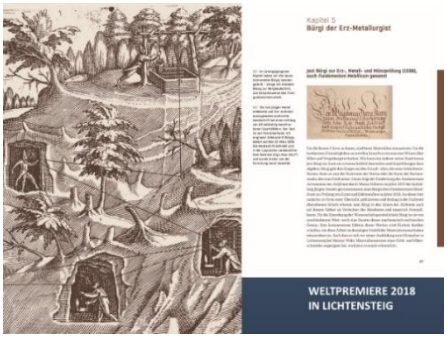
Fritz Staudacher

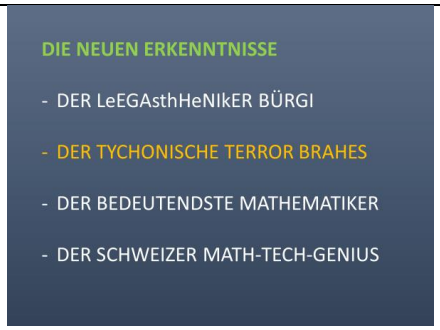
	1) Ich begrüsse Sie recht herzlich, meine sehr geehrten Damen und Herren. Sie sehen, dass ich das Thema etwas weit gefasst habe.
	2) Ich erlaube mir hier eine kleine Tour d'Horizon – um gemeinsam zu bestimmen, wohin wir gehen möchten. Diese Tour d'Horizon beginnt mit der Biografie 2013 mit der ersten, 2014 mit der zweiten und 2016 mit der dritten Auflage. Und mit dieser die Idee eines Symposiums 2016 zu Bürgis Mathematik. Die neuerkannte Bedeutung des Lichtensteiger, Kasseler und Prager Bürgers Jost Bürgi sowie wünschbare Massnahmen habe ich in der Jost Bürgi-Initiative 2017 zusammengefasst. Mit Unterstützung des Stadtpräsidenten Mathias Müller und des Bürgi-Stiftungs-Präsidenten Hans Büchler wurde sie im Herbst lanciert um die bisherige One-Man-Show auf eine seriöse und nachhaltige Basis zu stellen. Eine Basis, die kurz darauf durch Bernhard Braunecker und Hans Altherr – beide Mitglied der renommierten Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften – verbreitert wurde und kürzlich auch durch Rolf App, Hans-Peter Dreyer und Mirko Lehmann, bis auf den Letztgenannten alle im Saal. Entschuldigen Sie bitte, dass ich so in Ehrfurcht verbeugt und als demonstrativ des Lesens kundiger Referent vor ihnen auftrete. Meine ehrerbietende Verneigung mache ich nicht auf Wunsch von Herrn Bürgi, sondern eines Herrn Parkinson. Ich kenne ihn schon seit Jahren ohne Probleme – doch in den letzten Monaten nimmt er mir anscheinend übel, dass ich mich ausschliesslich für Herrn Bürgi interessiere und ihn ignoriere. Nun reagiert er verhaltensauffällig und ermüdet, tut aber physisch nicht weh.

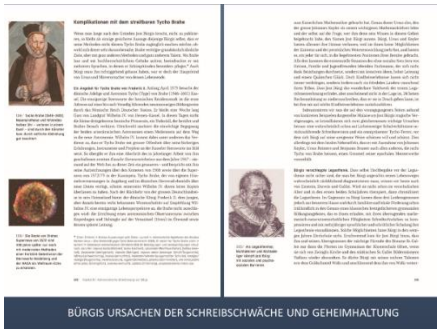
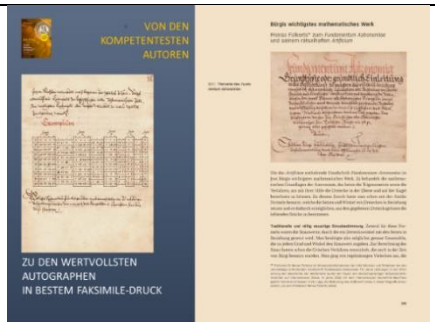
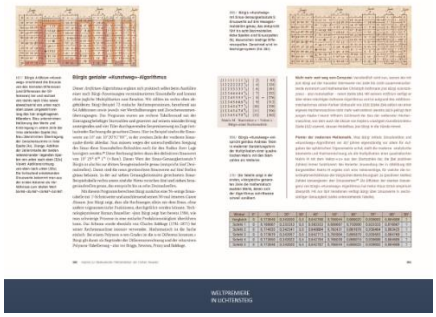
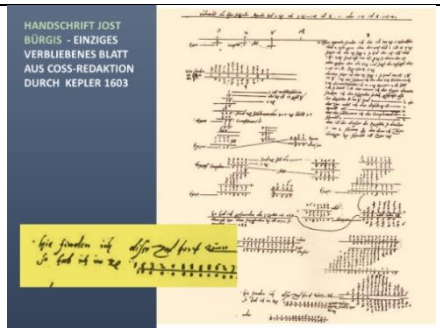
	3) Bei Herrn Bürgi geht es 2018 spannend weiter mit der 4. Auflage, dem 2. Symposium und hochrangiger ideeller Unterstützung der Initiative. Ich nenne nur den Schweizer Bundesrat Schneider-Ammann, den ETH-Präsidenten Guzzella, und den grossen Kenner antiker Uhren, Herrn Fortunat Mueller-Maerki. In der Ausgestaltung der Initiative ist auch die Basis geschaffen, dass ich mich zurücknehme. Und dass Sie sich beteiligen. Mehr dazu später von Präsident Mathias Müller.
	4) Hier und heute sind erstmals die vier Persönlichkeiten versammelt, die mir vor acht Jahren Mut machten, diese Biographie zu verfassen und denen ich auch an dieser Stelle für ihren Mut danke: die Herren Waldvogel, Büchler, Oechslin und Hamel. Jürgen Hamel schrieb 2013 ein visionäres Vorwort, dessen letzter Abschnitt hier zu lesen ist. Ich zitiere auszugsweise: «Er entwirft ein Bild, das sich zunächst an einen grossen Leserkreis wendet, doch auch für die Fachwissenschaftler wichtig ist, weil es zeigt, wo Forschungen ansetzen können.»
	5) Gestatten Sie mir, Herr Hamel, dass ich diese Haltung auf unseren heutigen Workshop übertrage: «Es sind Erkenntnisse der Fachwissenschaftler (WORKSHOP-EXPERTEN), die sich zunächst an einen kleineren Kreis wenden, doch auch für die Allgemeinheit (DAS SYMPOSIUM) wichtig sind, weil sie aufzeigen, wie wichtig wissenschaftliche Forschung und Persönlichkeiten wie Jost Bürgi sind und welche Bedeutung sie und eine MINT-Orientierung für unseren Alltag und unser Leben haben.» Ich glaube, meine sehr geehrten Damen und Herren, genau darum geht es heute vor allem.
	6) Ich werde konkret und stelle die Frage: Was gibt es zu den momentan laufenden Aktivitäten zu berichten und wovon ist die 4. Auflage geprägt? - von NEUEN ENTDECKUNGEN + NEUEN RECHERCHEN + NEUEN ERKENNTNISSEN

	7) Und was bedeuten diese in Bezug auf Jost Bürgis heutige Einordnung? = NEUE KOMPETENZEN = NEUE IDENTITÄT => NEUES IMAGE
	8) Das bisherige Kompetenzspektrum Bürgis umfasste bis 2014: - Metallsextant, Triangulationsgerät und Proportionalzirkel - Sekundenuhr und andere Preziosen der Uhrmacherkunst - Himmelsgloben - Grosser Hessischer Sternkatalog und die Logarithmen
	9) Oder verbal ausgedrückt: Der Erfinder des metallenen Sextanten zur Sternvermessung, der Konstrukteur der ersten Observatoriums-Sekundenuhr, der Erfinder der Logarithmen der Ersteller des ersten Sternverzeichnisses der Neuzeit, der Erbauer des genauesten selbstvermessenen Himmelsglobus sind ein und dieselbe Person: Jost Bürgi (1552–1632). EIN EINZIGES LEBEN – VIER LEBESWERKE
	10) Doch es gibt neue Entdeckungen

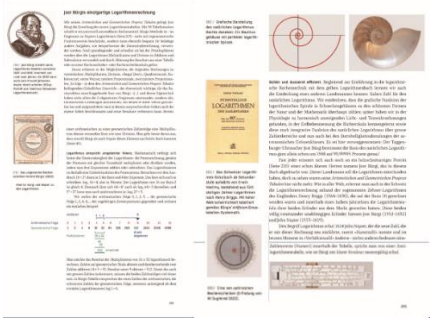
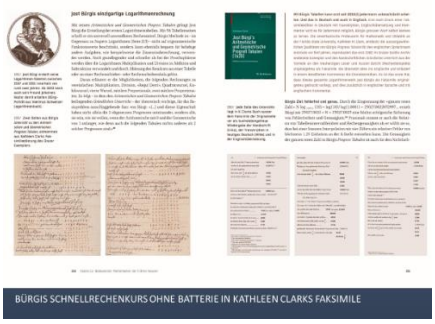
	11) Das «FUNDAMENTUM ASTRONOMIAE», entdeckt von Menso Folkerts und das Fundamentum METALURGICA, entdeckt von Jürgen Hamel.
	12) Zu den Erfindungen Jos Bürgis kommen jetzt hinzu: die Differenzen-Rechnung, der Sinus-Kunstweg, die genaueste Sinustafel und die Metallurgisten-Kompetenz
	13) Damit präsentiert sich Bürgi als noch viel umfassender
	14) Bürgis neues Kompetenz-Spektrum liest sich heute so: ich verzichte aus Zeitgründen – Sie finden all das im Buch. Konsequenz: Sieben Lebenswerke, nicht nur vier!
	15) Aber wir haben nicht nur neue Entdeckungen, sondern auch NEUE RECHERCHEN

	16) DIE NEUEN RECHERCHEN DER GOLDSCHMIED BÜRGI DIE URSACHEN DER GEHEIMHALTUNG DER RUNDUM-PERFEKTIONIST MIT SIEBEN LEBEN(SWERKEN)
	17) Der Goldschmied Bürgi wird jetzt noch wahrscheinlicher. 1974 schrieb Dora Fanny Rittmeier, dass Bürgi Silberschmied gewesen sei gemäss seinem Pflegesohn Bramer, gibt aber keine weitere Quelle an. Gerade deshalb ist die bereits erwähnte Entdeckung von Bürgis neuer Schrift passend.
	18) DER ERZ-METALLURGIST BÜRGI wie ich ihn nenne, lebte in einer Zeit, in der es nur von Alchemisten und Pröblern so wimmelte. Bürgi schuf in dieser Phase ein Basis-Dokument, das uns im Anschluss Herr Hamel als Weltneuheit präsentiert.
	19) Hier hat Bürgi in Lichtensteig gearbeitet.

	20) Wir finden mehr dazu in der 4. Auflage.
	21) Eines der grössten Probleme ist seine Publikationsscheu. Ich habe mich dieser Geheimtuerei speziell angenommen und präsentiere einen Weg, der dazu geführt haben könnte.
	22) Es ist der Tyrann Tycho Brahe, der Bürgis besten Freund Ursus in den Tod treibt.
	23) Er hat den Kaiser auf seiner Seite.

	24) Steht DETAILLIERT IM BUCH
	25) Es gibt noch eine weitere Kategorie der Authentizität und Ästhetik nennen wir es einfach Transparenz.
	26) Artificium-Entdecker Menso Folkerts hat einen eigenen Beitrag.
27-39 	27) das Artificium wirf umfassend erläutert
	28) Originalhandschriften wurden so gross wie möglich gedruckt, hier Bürgis Handschrift im Coss-Manuskript.

	29) Hier Rheticus'- bzw. Kopernikus' Manuskript sowie Rothmanns Handschrift.
	30) Illustrationen erläutern Abläufe besser, wie hier Bürgis vier Haupttätigkeiten seiner Kompetenzkette.
	31) Hier nochmals in Bezug auf seine mathematischen Methoden illustriert.
	32) Aber auch Bürgis schöne Objekte bekommen mehr Platz. Hier der Emmoser Globus in der vorangegangenen Auflage.
	33) Und in der vierten Auflage nun ganzseitig mit höherem Detailreichtum und Alleinstellung.

 BÜRGIS IKONE DER MATHEMATIK: DIE DIFFERENZEN-TABELLE	34) Spezielle Darstellung der Ikone Bürgischer Mathematik: die drei Stufen des Tabellenschemas, das immer wieder zu neuen Fragen führt. Jetzt nach England.
	35) Auf vielseitigen Wunsch – darunter von Menso Folkerts und Fortunat Mueller-Maerki – wurde der Logarithmenteil von mir erweitert. Dazu zählen die ästhetische Schönheit der graphischen Logarithmenfunktion und die Abbildung der Schweizer Tafeln in Voellmys Buch.
	36) Dazu zählt ebenfalls die Holz- bzw. Linolschnittversion von Bürgis Porträt und ebenso Rechenscheibe und Rechenschieber.
 BÜRGIS SCHNELLRECHENKURS OHNE BATTERIE IN KATHLEEN CLARKS FAKSIMILE	37) Und dazu gehört eine Doppelseite aus Kathleen Clarks Transkription, Translation, Kommentierung und Edierung von Jost Bürgis Progresstabulen. Mit diesem Buch kann jedermann à la Burgienne rechnen und wird beeindruckt sein von der Genauigkeit seiner Logarithmentafeln.
	38) das wärs dann schon gewesen – darf ich Herrn Hamel das Wort erteilen für seine Weltpremiere – danke für ihre Aufmerksamkeit.