

Akademische Festveranstaltung
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock
aus Anlass der Goldenen Promotion am 5. 7. 2018

546 Jahre - und tickt noch immer richtig: Die Astronomische Uhr Rostock

Fedor Mitschke

fedor.mitschke@uni-rostock.de





St. Marien ist die Hauptkirche der Stadt Rostock
Baubeginn ca. 1290, Fertigstellung in heutiger Gestalt 1454



Die Astronomische Uhr von 1472
läuft noch heute mit allen
originalen historischen Bauteilen

Historische Methoden der Zeitmessung

Der menschliche Pulsschlag

ist ungefähr periodisch (ca. 1 Sekunde), aber er

- weist starke Schwankung auf,
- erlaubt keine Ablesung der verstrichenen Zeit.

⇒ Bedarf für technische Vorrichtungen
mit besserer Genauigkeit und Ablesbarkeit!

Vorgänge, die einigermaßen gleichmäßig ablaufen:

- Niederbrennen von Kerzen → **Kerzenuhren**
- Abbrennen von Brennstoffportionen → **Feueruhren**

Derartige Uhren ab ca. 900 n.Chr. in Europa verwendet.



Historische Methoden der Zeitmessung

Wasseruhren beruhen auf dem Fall von Tropfen aus einer Düse:

Tropfenuhren (griech. Klepsydra)

- seit dem 16. Jhdt v. Chr.
- Ktesibios aus Alexandria im 3. Jhdt. vor Chr.
- verbreitet von Ägypten, Griechenland bis China
- Der Kalif Harun al-Raschid schenkte Karl dem Großen eine Wasseruhr

Beijing, Wasseruhr in der Verbotenen Stadt



Historische Methoden der Zeitmessung

Sanduhr (Stundenglas)

seit Anfang des 14. Jahrhunderts

Frühester Beleg in der Malerei:

1338 Fresko von Ambrogio Lorenzetti

„*Allegorie der Guten Regierung*“ im Palazzo Pubblico (Siena)



Natürliche Zeiteinheiten: Tageseinteilung

$\frac{1}{12}$ der Zeit zwischen Sonnenauf- und Untergang, geschätzt anhand des Sonnenstandes:

Temporalstunde

Temporalstunden waren in vielen Kulturen üblich:

- Altes Ägypten
- Klassische griechische Antike ($\omega\rho\alpha\iota\ \kappa\alpha\iota\rho\iota\kappa\alpha\iota$, *horai kairikai*)
- Jüdisches Religionsgesetz (Halacha)

In Mitteleuropa wurden sie aus der römischen Zeitrechnung übernommen und waren lange gebräuchlich; sie regelten u.a. den festgelegten Tagesablauf in klösterlichen Ordensgemeinschaften.

Die Dauer einer Temporalstunde ist abhängig vom geografischen Ort und von der Jahreszeit.

Im Mittelmeerraum ist die Schwankung gering, aber im nördlichen Mitteleuropa wird sie beträchtlich!

Wachsende Anforderungen an die Genauigkeit der Zeitmessung

- Zunahme überregionaler Handelsbeziehungen, z.B. durch die Hanse ab ca. 1200.
- Logistik beim Warenums Schlag erfordert Zeitplanung; Temporalstunden dafür wenig geeignet.

In Rostock ist der längste Tag des Jahres 2,4 mal so lang wie der kürzeste.
Im für die Hanse wichtigen Kontor Bergen ist er dreieinhalb mal so lang!

- Erst die Erfindung von mechanischen Uhrwerken leitete den Übergang zu **Äquinoktialstunden** ein.
- **Umbruch im Weltbild:**

Das Wunder, dass Gestirne ihre Bahnen ziehen, galt als unumstößlicher Nachweis der Erhabenheit und der Perfektion der Schöpfung.

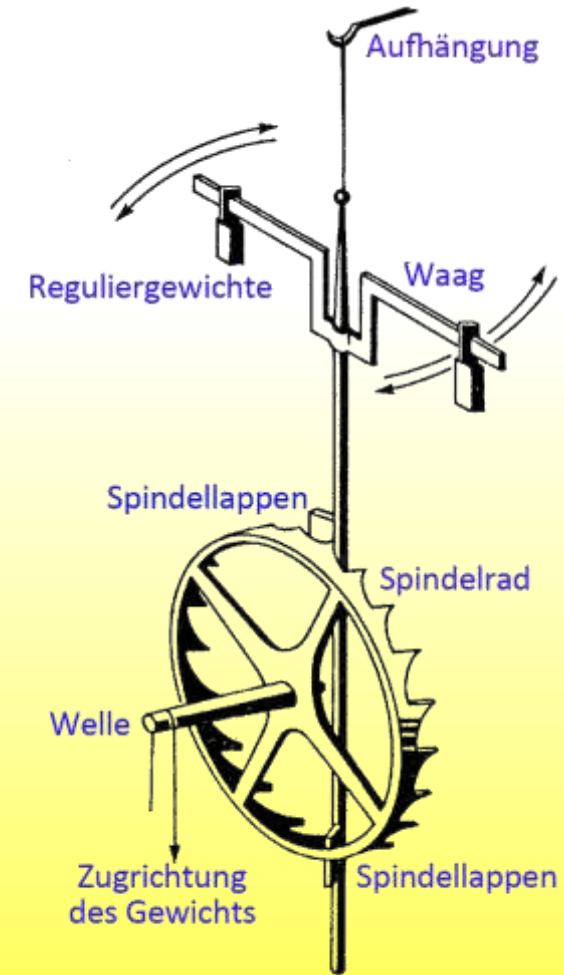
Und nun sollten menschengemachte Apparaturen sogar präziser sein als der Lauf der Himmelskörper?

Das muss im 14. Jhdt. absolut unvorstellbar gewesen sein.

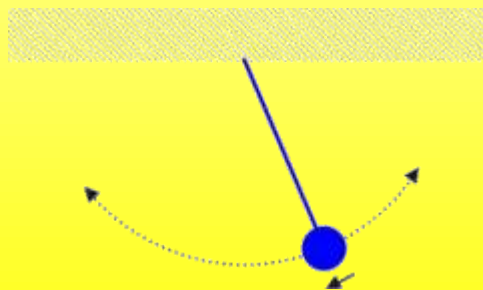


Beginn der „modernen“ Zeitmessung

- **Mechanische Räderuhr** ab Beginn des 14. Jhdts. (Mailand 1336!)
- **Foliot** (Spindel und Waag) als Taktgeber
- Erfindung der Hemmung
- Anzeige der verstrichenen Zeit möglich
- Messung der Zeit durch schrittweise statt kontinuierliche Prozesse:
Die Digitalisierung begann im Mittelalter!



Pendel



- Galileo Galilei beobachtet 1583 „Isochronismus“ des Pendels
- Kräftebalance aus Gewichtsantrieb und Trägheit reguliert Bewegung
- In erster Näherung feste Eigenfrequenz
- Genauerer Gang von Uhren als mit Foliot

Beginn der „modernen“ Zeitmessung

Teilansicht (Hemmung)
des Hauptwerkes der
Astronomischen Uhr
in Rostock.

Ursprünglich war die Uhr
mit Foliot ausgestattet.

Ein Pendel wurde 1710
nachgerüstet.



Natürliche Zeiteinheiten: Kalendereinteilung

Natürliche Zeitskalen:

Tag	mittlerer Sonnentag: vom Meridiandurchgang bis zum nächsten. (Eigenrotation Erde, korrigiert um Erdbahnbewegung)
Monat	synodischer Monat: Mondumlauf von Neumond zu Neumond
Jahr	Tropisches Jahr: Bahn der Erde um Sonne von Frühlingspunkt zu Frühlingspunkt, bzw. Zunahme der ekliptikalen Länge der Sonne um 360°

Das Kalenderproblem:

Diese Zeitskalen sind **nicht kommensurabel**

1 Trop. Jahr = 365,242375 Mittl. Sonnentage ... annähernd $365 \frac{1}{4}$
1 Trop. Jahr = 12,36853 Syn. Monate ... annähernd $12 \frac{7}{19}$
1 Syn. Monat = 29,530589 Mittl. Sonnentage ... annähernd $29 \frac{1}{2}$

52 Wochen zu je 7 Tage = 364 Tage

12 Syn. Monate = 354,43 Tage

Gregorianische Regel (Gregor XIII 1582):

$$365 \frac{97}{400} = 365,242500$$

Einschub: Wieso ist der Gregorianische Kalender aus mathematischer Sicht nicht optimal?

Approximation eines Dezimalbruchs durch einen echten Bruch erfolgt per Kettenbruchverfahren.

- Die Nachkommastellen der Zahl [365.242375](#) haben die Kettenbruchdarstellung 4; 7; 1; 17; 1; 3; 2; 1; ...
- Mit jedem weiteren Reihenglied wird der Nenner größer und die Näherung besser.
- Mathematisch bewiesen: Es gibt keine bessere Approximation mit dem gleichen oder kleinerem Nenner.

Iteration	Kettenbruch	Bruch	Dezimalwert	Abweichung relativ	in Sekunden
σ_1	$= \frac{1}{4}$	$= \frac{1}{4}$	0,25	$= \sigma_\infty(1 + 7,625 \cdot 10^{-3})$	659
σ_2	$= \frac{1}{4 + \frac{1}{7}}$	$= \frac{7}{29}$	$\approx 0,24137931$	$= \sigma_\infty(1 - 9,957 \cdot 10^{-4})$	86
σ_3	$= \frac{1}{4 + \frac{1}{7 + \frac{1}{1}}}$	$= \frac{8}{33}$	$\approx 0,24242424$	$= \sigma_\infty(1 + 4,924 \cdot 10^{-5})$	4,25
ad hoc durch Gregor XIII		$\frac{97}{400}$	$= 0,2425$	$= \sigma_\infty(1 + 1,25 \cdot 10^{-4})$	10,8
σ_4	$= \frac{1}{4 + \frac{1}{7 + \frac{1}{1 + \frac{1}{17}}}}$	$= \frac{143}{590}$	$\approx 0,24237288$	$= \sigma_\infty(1 - 2,12 \cdot 10^{-6})$	0,18

← Dschalāli-Kalender

← Unser Kalender

← nicht mehr sinnvoll, da Tages- und Jahreslängen schwanken

Zielwert: $\sigma_\infty = 0,242375$

Natürliche Zeiteinheiten: Kalendereinheitlung

Der Julianische Osterzirkel („Große Indiktion“)

Nach jeweils 28 Jahren wiederholt sich derselbe Wochentag bei gleichem Datum

(Verschiebung 5 Tage / 4 Jahre = 35 Tage / 28 Jahre.

Nur im Julianischem Kalender, ohne Gregorianische Sonderregelung für Schalttage)

Nach jeweils 19 Jahren wiederholt sich derselbe Mondstand bei gleichem Datum

(Nur im Julianischen Kalender, Verschiebung 7 Syn. Mon./19 Jahre. Abweichung nur 85 min / 19 Jahre)

Der ganze Kalender wiederholt sich also nach dem kleinsten gemeinsamen Vielfachen: $19 \cdot 28 = 532$

Daher der *Julianische Osterzirkel (Große Indiktion)* von **532 Jahren**.

Ein praktisches Problem

Selbst bei einer großen Kalenderscheibe lassen sich keine 532 Daten lesbar darstellen!

Einzig bei der Astronomischen Uhr im Dom zu Münster wurde das so gemacht:

Durchmesser 148 cm; daher pro Eintrag nur 8,8 mm am äußersten Rand!

Bei den meisten astronomischen Großuhren wird deswegen $\frac{1}{4}$ dieses Zyklus dargestellt: **133 Jahre**

Die Kalenderscheibe
der Rostocker
Astronomischen Uhr
für die Jahre 1885-2017



Gestaltung des Kalendariums der Rostocker Astronomischen Uhr

- **Außen um die Kalenderscheibe herum**



Symbolische Darstellung der 12 Tierkreiszeichen, gegen den Uhrzeigersinn:

Zwillinge (Gemini), Krebs (Cancer), Löwe (Leo), Jungfrau (Virgo), Waage (Libra), Skorpion (Scorpio),

Schütze (Sagittarius), Steinbock (Capricornus), Wassermann (Aquarius), Fische (Pisces), Widder (Aries), Stier (Taurus).

- **Auf der Kalenderscheibe**



eine Vielzahl von Kalenderdaten, von außen nach innen:

Sechs äußere Ringe als Ewiger Kalender

Sieben innere Ringe für jahresgebundene Anzeigen

- **Im Zentrum der Kalenderscheibe**



Anzeige von Tages- und Nachtlänge

Sechs äußere Ringe als Ewiger Kalender

- a) Monatsnamen, Angabe der Anzahl Tage
- b) Abwechselnd rote und weiße Segmente. Da die Zahl der Tage im Jahr (365) nicht durch 2 teilbar ist, wurde Ende März „geschummelt“
- c) Tagesdatum im Monat, angezeigt durch Stab des Kalendermannes.
Der 29.2. existiert nicht; es war billiger, alle 4 Jahre einmal manuell einzugreifen als das Uhrwerk komplizierter zu machen.
- d) Tagesbuchstabe A-G codiert die Wochentage
- e) Tagesnamen im Rostocker Heiligen- und Festkalender. Besondere Feiertage in roter Schrift.
- f) Ortszeit des Sonnenaufgangs, angezeigt durch den Zeiger von der Scheibenmitte.
Einträge je für 2 Tage; Silvester hat einen eigenen Eintrag.
Sonnenaufgang in Rostock (Ortszeit) liegt von 3:29 bis 8:31. Daraus die Tages- und Nachtlänge: siehe im Zentrum der Scheibe.

Sieben innere Ringe für jahresgebundene Anzeigen


- g) Goldene Zahl: dient zum Ermitteln der Mondphasen und des Osterdatums
- h) Jahreszahl (bislang 1885-2017, jetzt 2018-2150)
- i) Sonntagsbuchstaben: Zusammen mit den Tagesbuchstaben (d) ergibt sich der Wochentag.
Schaltjahre haben zwei Sonntagsbuchstaben: der erste für Jan/Feb, der zweite für Mar-Dez
- j) Sonnenzirkel: Ziffern 1-28, weil nach 28 Jahren der Kalender sich wiederholt (7 für Wochentage, 4 für Schaltjahre)
- k) Römer-Zinszahl: 15-jähriger Steuerzyklus, der 313 n. Chr. durch den röm. Kaiser Konstantin d. Gr. eingeführt wurde.
Wurde bis ca. 1500 zur Datierung von Urkunden genutzt.
- l) Sog. Intervall, also der Zeitraum zwischen Weihnachten und Fastnacht.
- m) Osterdatum: Seit dem Konzil von Nicäa 325 n. Chr. festgelegt als erster Sonntag nach erstem Frühlingsvollmond (Frühlingsbeginn 21.3.)

Zur Kalenderscheibe der Astronomischen Uhr in Rostock

Durchmesser 206 cm

Dendrochronologisch untersucht: Das Holz wurde um 1470 im Baltikum geschlagen.

* Original-Kalendarium	1472 - 1605	
* Zweite Beschriftung	1643 - 1744	durch Übermalen des Vorhandenen
* Dritte Beschriftung	1745 - 1877	durch Übermalen des Vorhandenen
* Vierte Beschriftung	1885 - 2017	durch Übermalen des Vorhandenen

 Fünfte Beschriftung 2018 – 2150 auf Vorsatzscheibe

 Der vierte
Wechsel!

Die aktuelle Beschriftung ist auf einer dünnen Vorsatzscheibe angebracht, die ohne Beschädigung der vorhandenen Scheibe montiert wurde. Damit bleibt darunter der historische Zustand intakt erhalten.

Die letzten 100 Tage

23. 9. 2017

Noch 100 Tage bis zum Jahreswechsel,
und bis zum Ablauf der vierten Kalenderscheibe



Prof. Dr. Manfred Schukowski,
der führende Experte für
mittelalterliche Großuhren

Dr. Chris Müller-von Wrycz Rekowski,
Hansestadt Rostock, *Senator* für Finanzen,
Verwaltung und Ordnung

Prof. Dr. Wolfgang Schareck,
Rektor der Universität Rostock





Ausbau der Kalenderscheibe

im November 2017

Helmut Langner,
Uhrmachermeister





HABET DIES 30 | OCTOBER | HABET DIE

1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010

APRILIS | HABET DIES 30 | APRILIS | HABET DIES 30

Die lang der Tag
von fünfzehn
Hier wird dir
auch fingebracht








Markus Mannewitz,
Restaurator





Rückseite der Kalenderscheibe:
Zahnkranz mit 365 Zähnen



**Die Kalenderscheibe wurde entfernt,
um die Kalenderdaten für die Jahre
2018 bis 2150 aufzubringen.**

Gleichzeitig werden alle notwendigen Instandsetzungen
vorgenommen, damit sich die Scheibe auch in den
kommenden 133 Jahren zuverlässig dreht.

*Mit einer solchen Öffnung hat von uns Lebenden noch
niemand diese Uhr gesehen – und so wird sie für eine
sehr lange Zeit auch nicht wieder gesehen werden!*



Das vierte
Kalendarium der
astronomischen Uhr
für die Jahre
1885-2017

Wartungsarbeiten und Einbau des neuen Kalendariums

im November 2017



Drahtklammern

Auftrag des Klebers für die Vorsatzscheibe.
Verfahren nach Prof. Dr.-Ing. Gerhard Scharr
(Lehrstuhl für Konstruktionstechnik / Leichtbau)











Die Kalenderscheibe wurde aufstellt,
um die Wabenstunden für die Jahre
2018 bis 2198 aufzubringen.
Speziell sind alle notwendigen Informationen
angeordnet, damit sich die Scheibe auch in der
kommenden 100 Jahren anwenden lässt.
Die neue Öffnung führt von der Kalender-
scheibe nach unten - und es gibt es für alle
die sagt, das soll nicht wieder passieren werden!

Feierliche Einweihung des neuen Kalendariums: Festakt am Neujahrstag 2018

1. 1. 2018

Marienkirche Rostock

Feier in der Marienkirche:
Herr Schukowski
in der Video-Projektion
aus dem Inneren der Uhr



Herrn Schukowskis
Urenkel Theodor (8 Jahre alt)
stieß das Hauptwerk an









APRILIS HABET DIES 30 | MAIUS HABET DIES 31 | JUNIUS HABET DIES 30 | JULIUS HABET DIES 31 | AUGUSTUS HABET DIES 31 | SEPTEMBER HABET DIES 30 | OCTOBER HABET DIES 31 | NOVEMBER HABET DIES 30 | DECEMBER HABET DIES 31

Die Guldens Zahl.
Das Jahr Christi.
Der Sonntags Buchstabe.
Der Sonnen Uirchel.
Nemetzins Zahl.
Die Curer Weibzähl.
Munddiern.

Die lang der tag
von fanchen
Die lang der tag
von fanchen
Die lang der tag
von fanchen
Die lang der tag
von fanchen



Empfang des Oberbürgermeisters

1. 1. 2018

Rathaus der Hanse- und Universitätsstadt Rostock



Roland Methling
Oberbürgermeister

Ehrenamtliche Uhrenwarte
v.l.n.r.: Heike Tröger,
Heike Haarländer,
Dr. Martin Buchsteiner,
Rainer Schwieger.
Nicht im Bild: Georg Martini.





Elisabeth Lange
Pastorin



Und so tickt die Astronomische Uhr weiter:
Zunächst bis 2150,
denn dann ist wieder ein neues Kalendarium erforderlich.

Wenn nichts dazwischen kommt...

Auch von mir ganz herzliche Gratulation zu Ihrer
Goldenen Promotion



und vielen Dank
für Ihre freundliche Aufmerksamkeit!

The End