

Vorlesungsreihe
ASTRONOMIE
FH Astros
Sommersemester 2016



Die FH Astronomen – der gemeinsame Schreibtisch

Wir bewohnen den Elfenbeinturm zu unserer gedankenverlorenen Erbauung.

[STARTSEITE](#)

[NEUES](#)

[ÜBER](#)

[IMPRESSUM](#)



FHAstros.wordpress.com

Vorlesungsreihe

ASTRONOMIE

FH Astros

Sommersemester 2016



14. März 2016 – 18:00 Uhr, FH Wels, A1

Paradigmenwechsel in der Raumfahrt – Die goldenen Jahre kommen noch

Trägerraketen und Raumfahrzeuge von Sputnik bis SpaceX

(Eugen Reichl, Autor vieler Raumfahrtbücher, Mitarbeiter im Raumfahrtbereich der Airbus Group)

11. April 2016 – 18:00 Uhr, FH Wels, A1

Keplers bahnbrechende Berechnungen der Marsbahn (Kurt Niel)

17. Mai 2016 – 18:00 Uhr, FH Wels, A1

The Space Elevator (in Englisch) (Wolfgang Steiner)

14. Juni 2016 – Nachmittag, Exkursion nach Peuerbach und Grieskirchen

Johannes v. Gmunden, Georg v. Peuerbach / KEPLERUHR

(Friedrich Samhaber, Autor und Initiator des Peuerbachmuseums, Kurt Niel)

Vorlesungsreihe
ASTRONOMIE
FH Astros
Sommersemester 2016



14. März 2016 – 18:00 Uhr, FH Wels, A1

Paradigmenwechsel in der Raumfahrt – Die goldenen Jahre kommen noch

Trägerraketen und Raumfahrzeuge von Sputnik bis SpaceX

(Eugen Reichl, Autor vieler Raumfahrtbücher, Mitarbeiter im Raumfahrtbereich der Airbus Group)

11. April 2016 – 18:00 Uhr, FH Wels, A1

Keplers bahnbrechende Berechnungen der Marsbahn (Kurt Niel)

17. Mai 2016 – 18:00 Uhr, FH Wels, A1

The Space Elevator (in Englisch) (Wolfgang Steiner)

14. Juni 2016 – Nachmittag, Exkursion nach Peuerbach und Grieskirchen

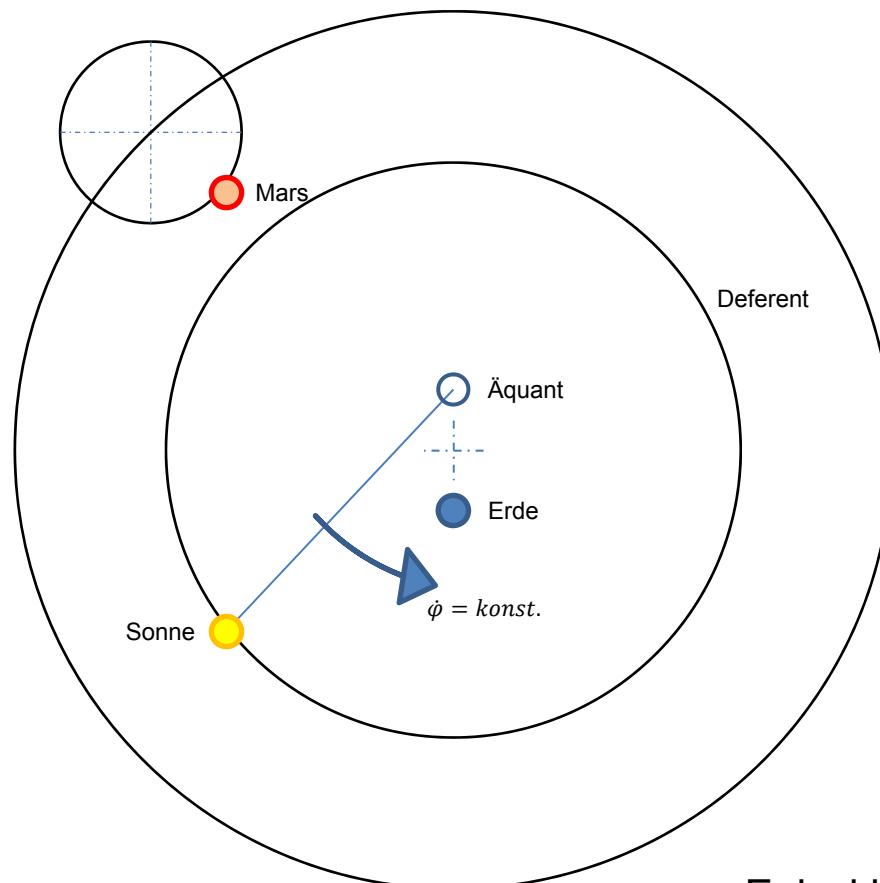
Johannes v. Gmunden, Georg v. Peuerbach / KEPLERUHR

(Friedrich Samhaber, Autor und Initiator des Peuerbachmuseums, Kurt Niel)

PROBLEMSTELLUNG

- Ende 16.Jhd bestanden drei Modelle der Planetenbewegung:
PTOLEMÄUS - COPERNICUS - BRAHE
Elemente: Kreisbahn (Deferent), Epizyklen, Äquant
- Auf Grund der damaligen Messunsicherheit (+/- 5') konnte keines der drei Modelle favorisiert werden
- Tycho Brahe verbesserte Messunsicherheit deutlich (+/- 1') →
damit passte Marsbahn (größte Exzentrizität) nicht mehr in Modelle
→ „**Marsproblem**“

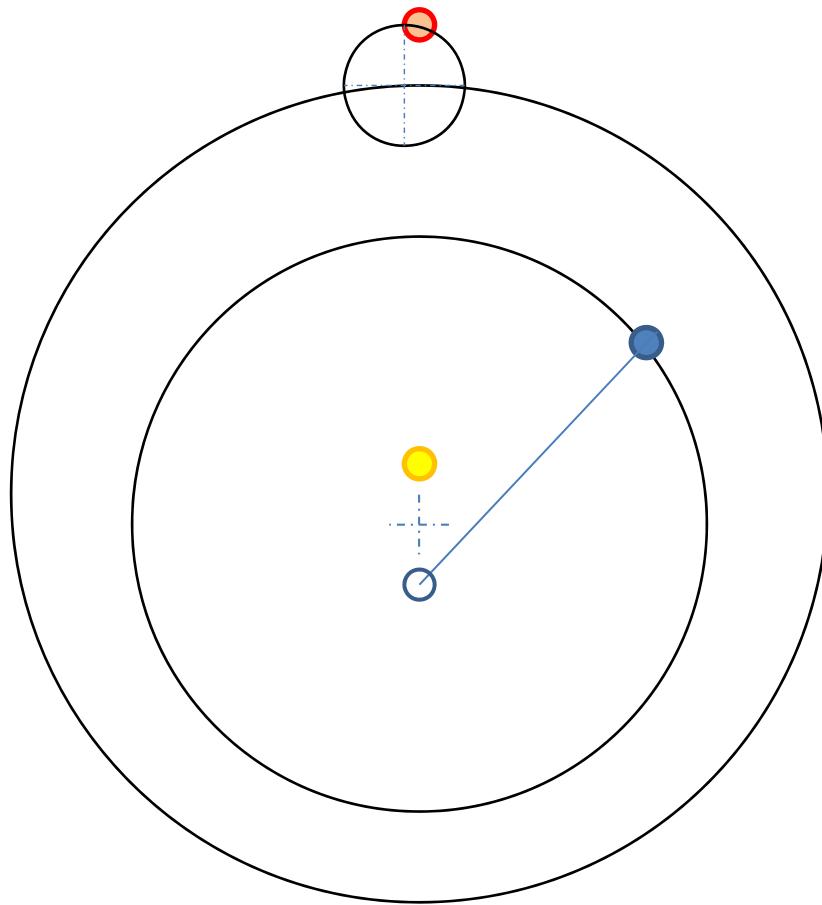
PTOLEMÄUS



Epizyklen:

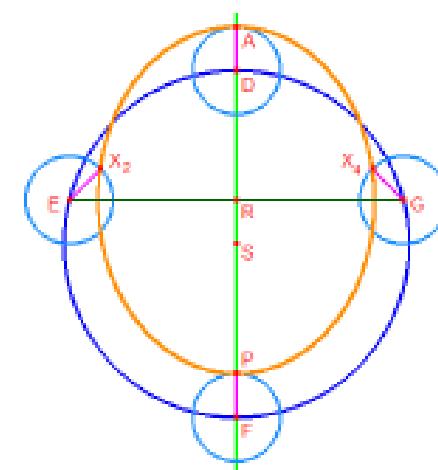
- Seit 3. Jhd. v.Chr.
- Schleifenbahnen
- Äquant - konstante Winkelgeschwindigkeit
- „Approximation Bahnen durch Fourierreihe“

KOPERNIKUS

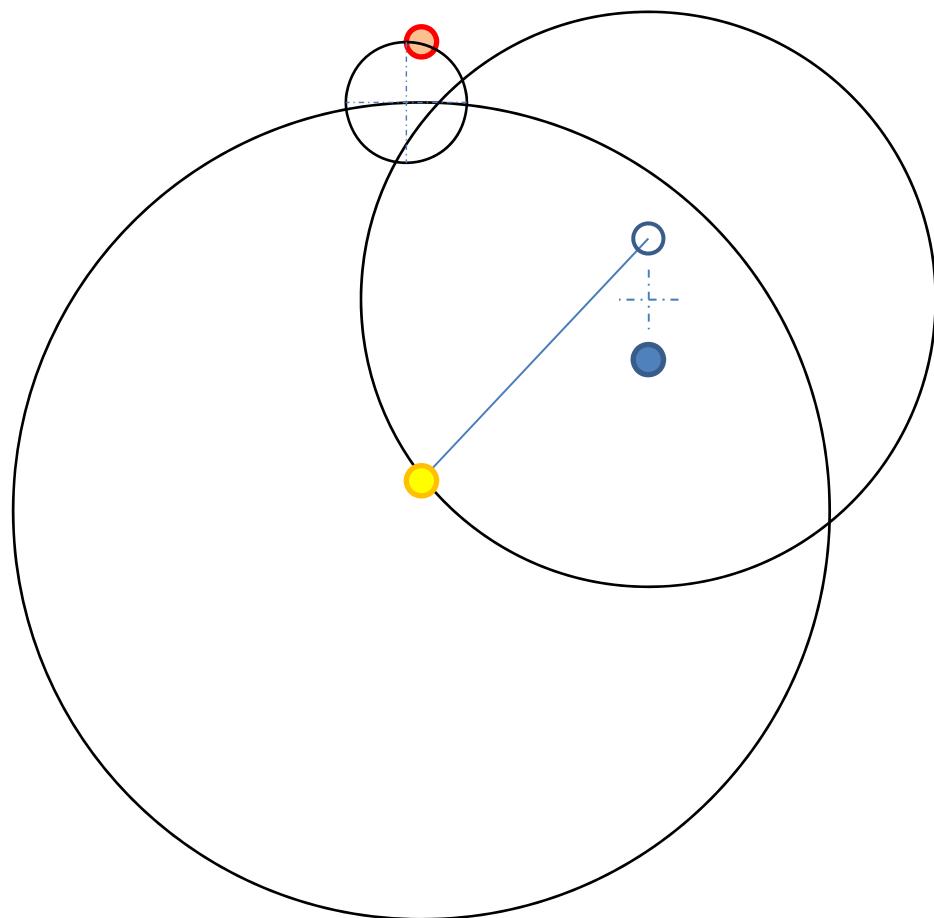


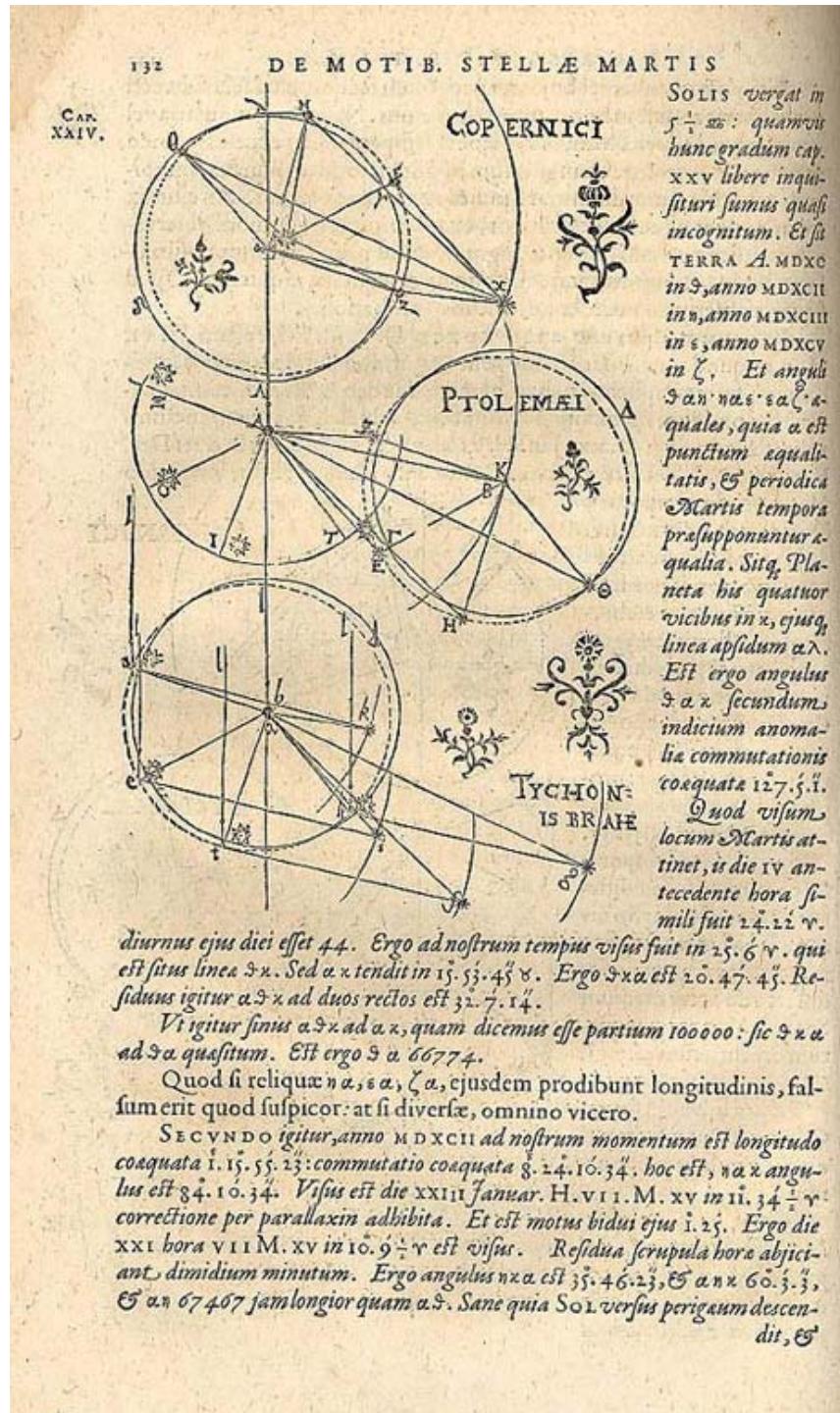
Mögliche Auswirkung (Kepler):

- Führt zu ovaler Bahn
- Oval \neq Ellipse (nicht exakt)
- Bahngeschwindigkeiten stimmen nicht



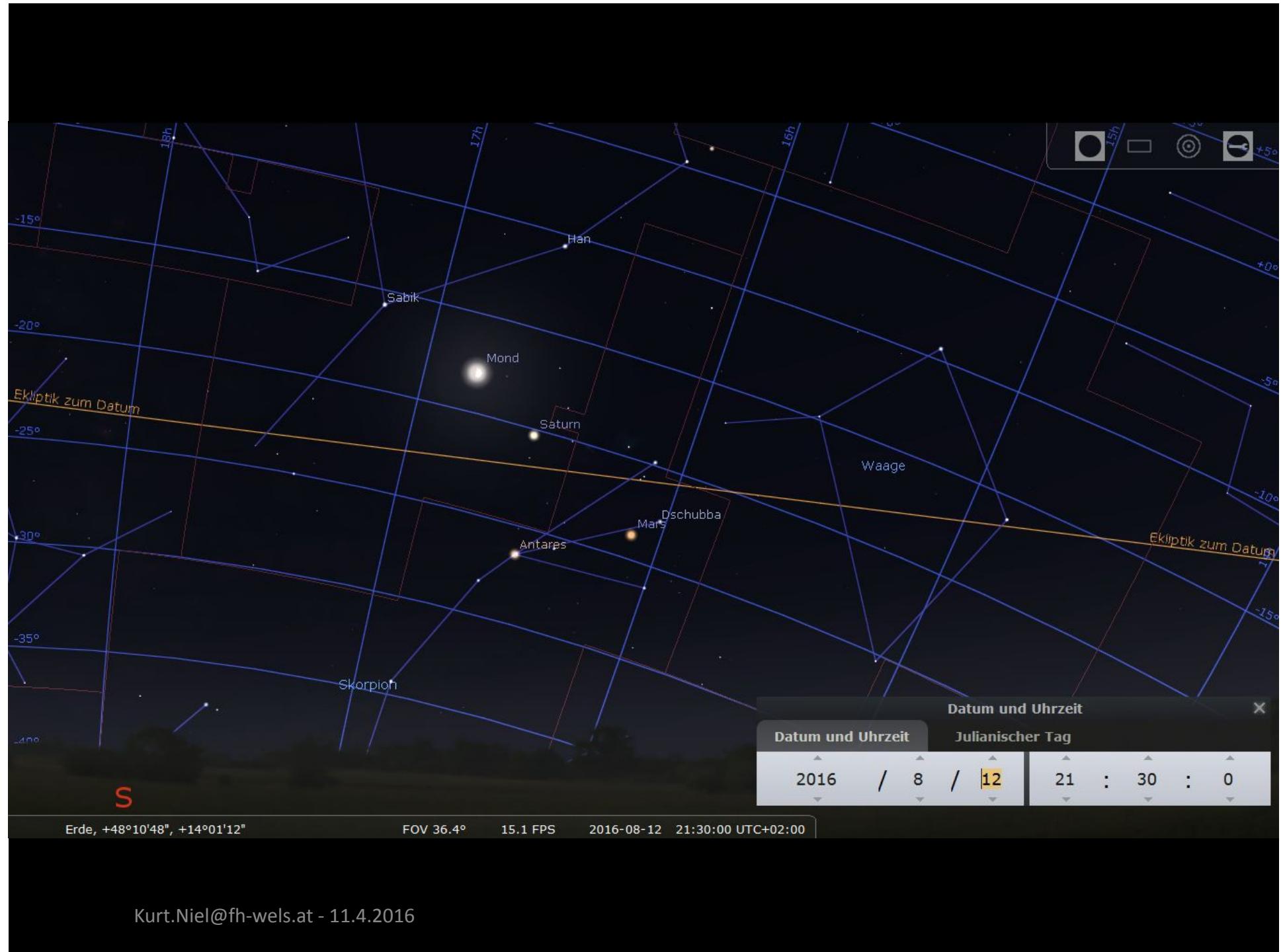
BRAHE

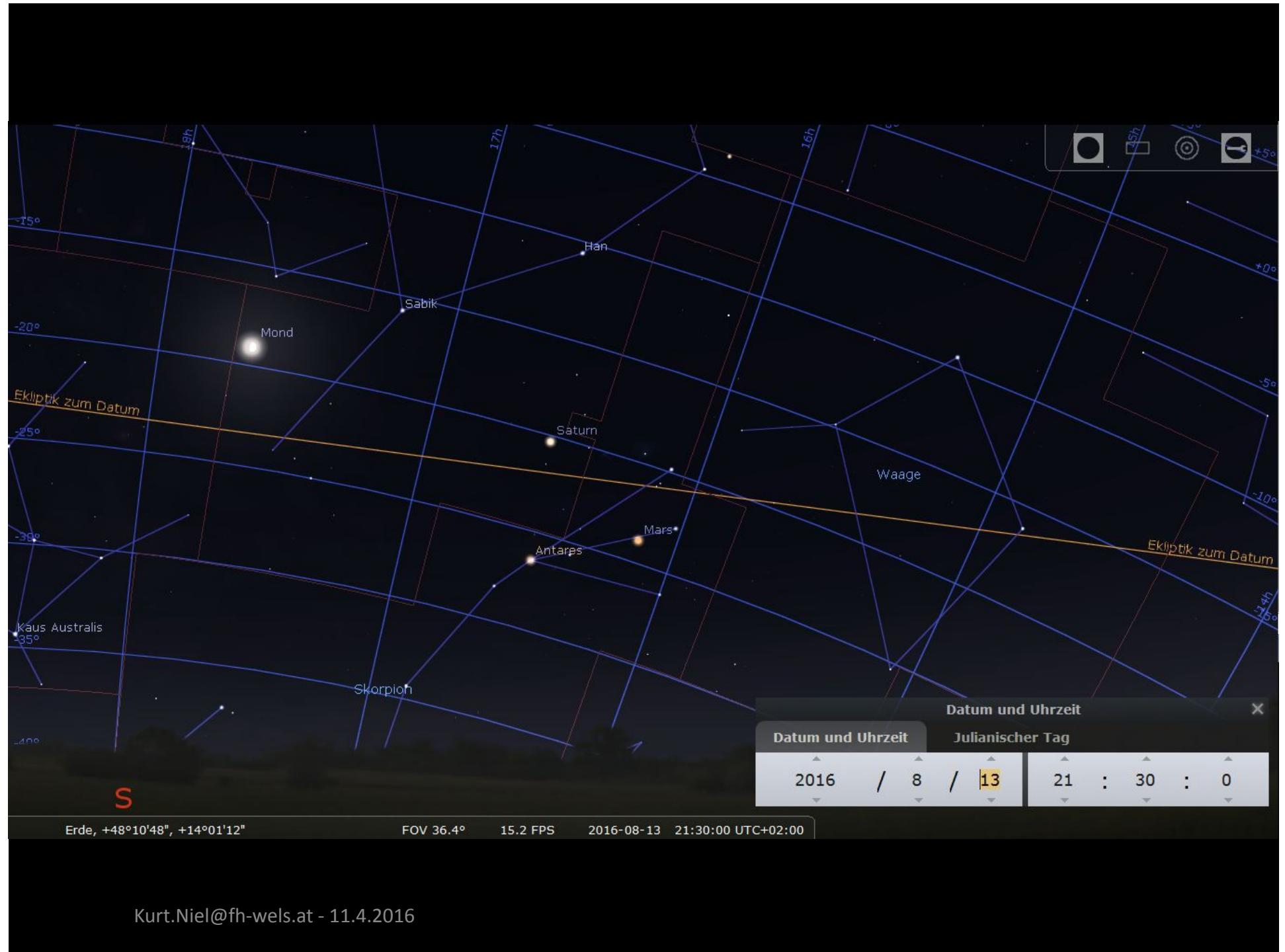




KEPLER'S ASTRONOMIA NOVA (1609)

- Kepler wettete, dass er “Marsproblem” innerhalb 8 Tagen lösen könne
- Es folgten 5 Jahre Berechnungen (knapp 1000 Blätter)
- Rechnet alle drei Modelle durch → führen zu gleichen Ergebnissen
- → geometrisch Gleichwertig lediglich unterschiedliche Wahl Koordinatenursprung?
- Durch Abkehr von Kreisbahn (freie Bahnwahl) erfolgte Ostern 1605 Durchbruch → Lösung innerhalb Wochen
- Bezeichnet Arbeit als “Krieg mit (Kriegsplaneten) Mars”, den er gewonnen hat
- Formulierung 1./2. Keplersches Gesetz
- 3. Keplersches Gesetz in “Harmonices mundi” (1619)





GRUNDANNAHME

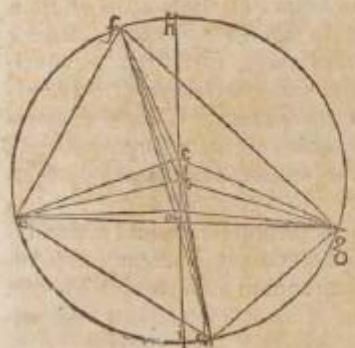
- Erde: Bahn kreisförmig; Jahreslänge bekannt
- Mars: Jahreslänge, Perihel-/Aphelzeitpunkte bekannt

Marspositionsbeobachtung

- Umfangreiche Messtabellen von 1580 bis 1600 von Tycho Brahe
 - Genauigkeit +/- 1' (vorherige +/- 5')
 - Bezogen auf "Mittlere Sonne" (konstante Winkelgeschwindigkeit)
- Zwei weitere Messungen durch Johannes Kepler / David Fabricius

KEPLER'S ASTRONOMIA NOVA (Prag, 1609)

PONEMVS autem primo apogenum vel aphelium anno MDLXXXVII in
28. 44. 0. Secundo ponemus longitudines medias per 3.16 augendas, ut sint
longitudines mediae 6.0.50.56. 9. 5. 43. 34. 11. 9. 51. 50. 1. 7. 16. 7.



Et quia CH est 28. 44. 0. 0
 & CE 0. 50. 56. 0
 Erit FCH 12. 6. 56.
 Sic quia CH est 28. 44. 0. 0
 & CD 9. 49. 34. X
 Erit HCD. 168. 54. 26
 Compl. 11. 5. 34.
 Sic quia CH est 28. 44. 0. 0
 & CG 5. 40. 18. 0
 Erit HCG 126. 56. 18.
 Compl. 53. 3. 42.
 Sic quia CH est 28. 44. 0. 0
 & CE 7. 6. 51. 8
 Erit HCE 111. 37. 9.
 Compl. 68. 22. 51.

Pro angulis equationum.

CF. 0.50.56.0	CG 5.43.34.7	CD 9.51.50.0	CE 7.16.7.8
AF. 25.43. 0. 0	AG 26.39.23.7	AD 12.10.30.0	AE 17.14.22.8
CFA 5. 7.56.	CGA 9. 4.11.	CDA 2.17.40.	CFA 10.14.25.

Pro lincis ex A.

Capiat ac nomen 10000. Vi igitur anguli equationum ad A C, sic anguli C ad lineas ex A. Dividendi sunt igitur sinus angularum C in 10000 multiplicati per sinus angularium equationum.

11163	11163	79918	11163	91966
8945	AF	11163	11163	AE
44723	CGA	15764	AD	17773
84380		78820	11163	
805059		11080	3124	40910
3875		1103570	3103	3554680
31784		453	208	5364
297			205	53335
1683			82	312
293				

Pro an-

P A R S S E C V N D A.

97

Pro angulis ad A.

AF 25.43. 0. 0	AG 26.39.23.7	AD 12.10.30.0	AE 17.14.22.8	CAP. XYL.
AG 26.39.23.7	AD 12.10.30.0	AE 17.14.22.8	AF 25.43. 0. 0	
FAG 90.56.23	GAD 75.31. 7	DAE 65.13.52	EAF 128.18.38	
Compl. ad finem unum.	89. 3.37	104.18.33	114.46. 8	51.41.12 *

Pro angulis ad F. D.

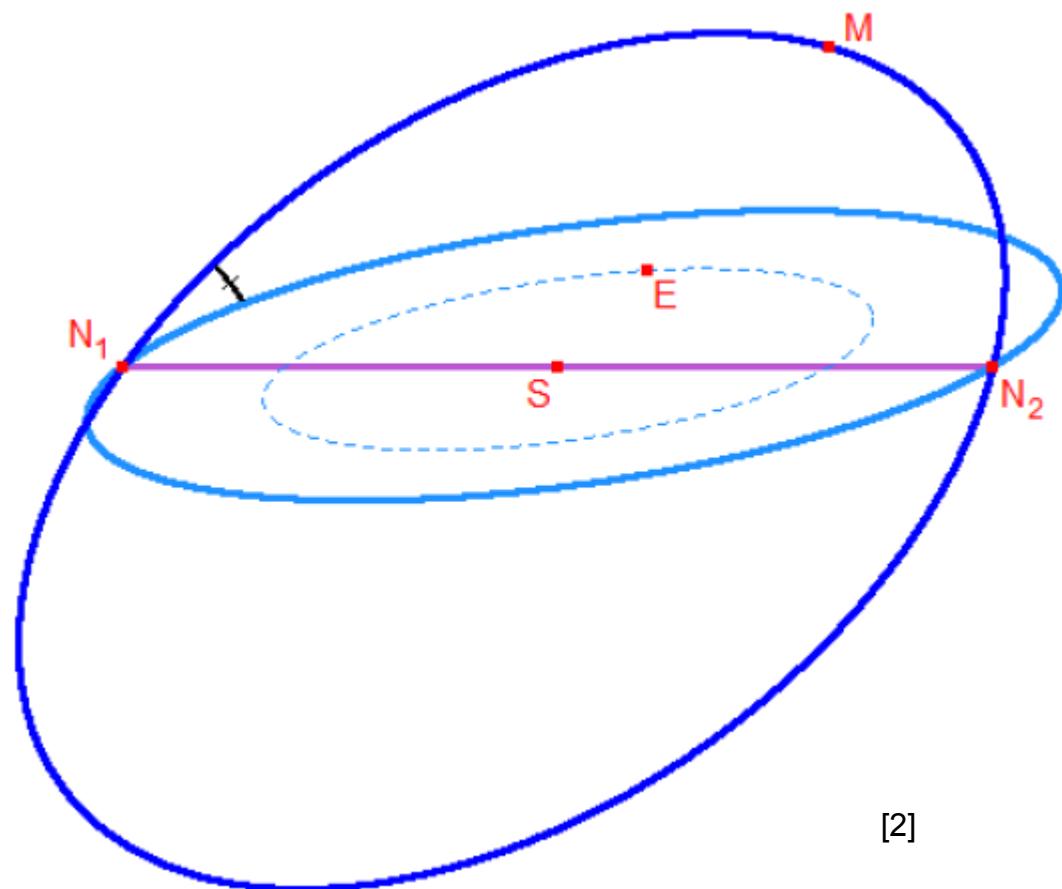
Augmenta. 10000. 10000. 10000. 10000. 10000.

KEPLER'S SYSTEMATIK in *ASTRONOMIA NOVA*

1) Bahnknotenbestimmung N1, N2

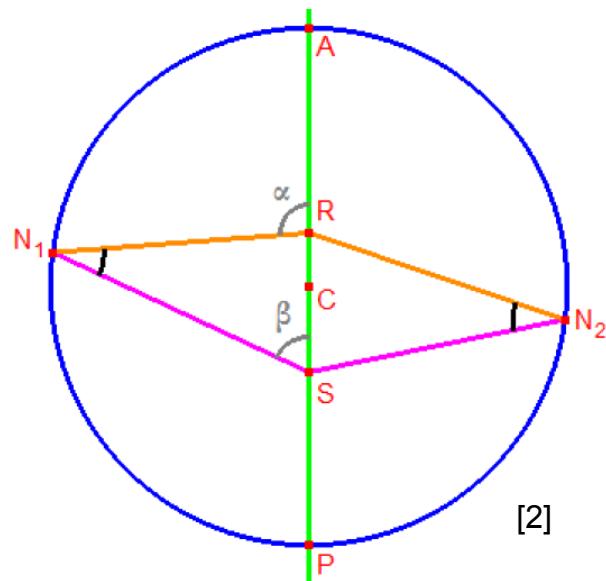
Für Bestimmungen/Überprüfungen:

- Dauer Marsjahr
- Lage Marsorbitebene zu Erdekliptikebene
- Positionen Marsperihel/-aphel



KEPLER'S SYSTEMATIK in *ASTRONOMIA NOVA*

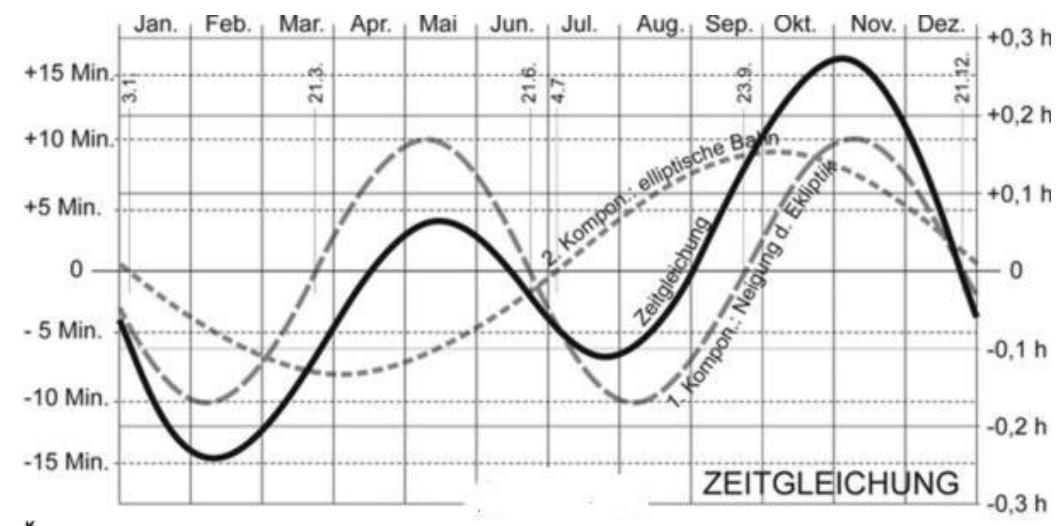
2) Rückführung von mittlerer auf wahre Sonne (\rightarrow Longitude, "anomaly")



Grund:

- Mittlere Sonne wahr seit Antike vorherrschend
 \rightarrow sämtliche Aufzeichnungen darauf bezogen
- Kepler stört Drehzentrum im Nichts

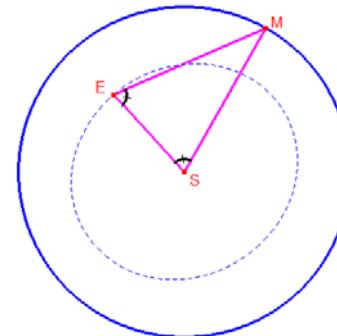
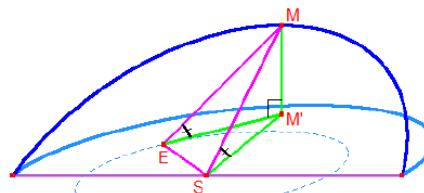
\rightarrow Zeitgleichung, Analemma?



KEPLER'S SYSTEMATIK in *ASTRONOMIA NOVA*

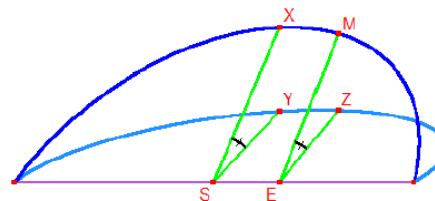
3) Inklination der Marsbahn - 3 Methoden

Gleichseitiges Dreieck

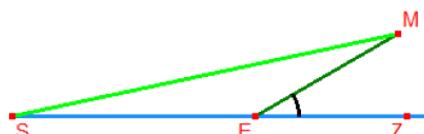


[2]

Erde auf Schnittlinie Erd-
und Marsorbitebenen



Erde und Mars in
Synode

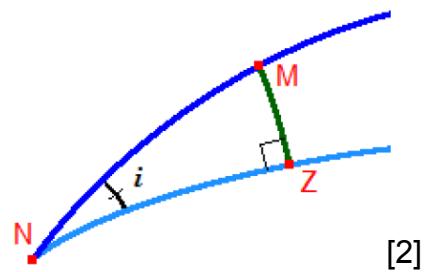


Übereinstimmendes Ergebnis:

- Inklination ist $1^{\circ}50'$

KEPLER'S SYSTEMATIK in *ASTRONOMIA NOVA*

4) Rückführung der Positionen von Ekliptik auf Marsorbit

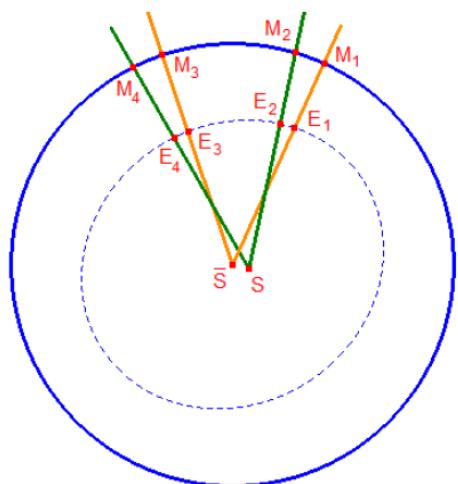


Fehler war unterhalb Messgenauigkeit

- Aber Kepler wollte prinzipiell so exakt wie möglich Daten richtig stellen

KEPLER'S SYSTEMATIK in *ASTRONOMIA NOVA*

5) Berechnung der korrekten Synodenpositionen



[2]

EXPO NAM itaque loca omnia in sequenti tabella , additis longitudinibus mediis ex TYCHONE (potui vel ex PRVTENICIS vel ex PECVLIARI computo , qualem PTOLEMÆVS præmisit suis demonstrationibus : sed nihil opus . Nam si correctione indigebit motus mediis , postmodum eam inveniet . In præsentia nobis serviet nihilominus ad interstitia temporum metienda sine errore sensibili .

	Stylo veteri			Longitudo				Latitudo		Long. media					
	Anni	D.	Menses	H	M	G	M	S	S	G	M	S	G	M	S
I	1580	18	Novemb.	1	31	6	28	35	II	1	40	B	1	25	49 31
II	1581	28	Decembr.	3	58	16	55	30	50	4	6	B	3	9	24 55
III	1585	30	Januarii	19	14	21	36	10	51	4	32	B	4	20	8 19
IV	1587	6	Martii	7	23	25	43	0	59	3	41	B	6	0	47 40
V	1589	14	Aprilis	6	23	42	3	0	56	1	12	B	7	14	18 26
VI	1591	8	Junii	7	43	26	43	0	52	4	0	M	9	5	43 55
VII	1593	25	Augusti	17	27	12	16	0	58	6	2	M	11	9	55 4
VIII	1595	31	Octobris	0	39	17	31	40	8	0	8	B	1	7	14 9
IX	1597	13	Decembr.	15	54	2	28	0	55	3	33	B	2	23	11 56
X	1600	18	Januarii	14	2	8	38	0	51	4	30	B	4	43	50
XI	1602	20	Februarii	14	13	12	27	0	59	4	10	B	5	14	59 37
XII	1604	28	Martii	16	23	18	37	10	57	2	26	B	6	27	0 12

Uhrzeit: H 0 / M:00 Uhr ist heute 12:00 Uhr Mittag

Latitudo: B..nördlich (Borealis), M..südlich (Meridiem)

CAP. VIII. Examen mediorum motuum Solis instituimus ad expressa momenta temporis æqualis, quot tabula profitetur. Est autem ille locus \odot medius, in cuius opposito tabula stellam inventam dicit, respectu eclipticæ.

Anno	D	Mens.	H	M	Medius locus \odot				Visus locus stellæ in ecliptica		Differentia		
					S	G	M	S	M	S	M	S	
1580	17	Novemb.	9	40	8	6	48	32	46	10	2	22	—
1581	28	Decembr.	12	16	9	16	50	58	.46	10	4	48	—
1585	31	Januarii	19	35	10	21	10	13	10	26	0	13	+
1587	7	Martii	17	22	11	25	55	7	10	20	4	23	+
1589	15	Aprilis	13	34	1	3	53	32	58	10	4	38	+
1591	8	Junii	16	25	2	26	45	24	32	0	1	324	—
1593	24	Augusti	2	13	5	12	34	36	43	45	9	9	+
1595	29	Octobris	21	22	7	17	56	17	56	15	0	2	—
1597	13	Decemb.	13	35	9	2	28	51	28	0	0	51	—
1600	19	Januarii	9	40	10	8	18	43	18	0	0	43	—

Vides hic medium locum Solis ab oppositione visi loci Martis ecliptici abesse interdum $13\frac{1}{2}$ minutis, quod est fere triplum ejus quod per translationem hypotheseos peccari potuit. Quare non constringebat me ipsorum hypotheseos certitudo ne aliam quærerem.

Erdpositionen mit Korrektur von Bezug mittleren Sonne auf wahre Sonne
 ← Kepler sah nicht ein, dass Drehzentrum im Nichts sei → physikalischer Ansatz!!

C A P V I I I .

Tabula TICHONIS BRAHE observationum & computatarum oppositionum Martis cum linea mediana & motus Solis, ejusque examen.

legitur tabula, de qua supra, fuit ista.

Planeti: σ motus in suo eccentrico et certi observationibus acto
instrumenta habuit respectu variarum dispositionum.

vatarum & computatarum oppositionum
motus Solis, ejusque examen.

qua supra, fuit ista.

nychus per annos xx (ab xxxx usque m d c) sedulo per nostra
ut in subjecta tabula patet, accurata restitutio.

KEPLER'S SYSTEMATIK in *ASTRONOMIA NOVA*

Jeweilige Triangulationspaare auf fixe Marsposition [2]
- nach 687 Erntagen = 1 Marsjahr

TABLE I: Tycho's observations of Mars from Kepler's *Astronomia nova*.

Date	θ (Heliocentric Long. of Earth)	ϕ (Geocentric Long. of Mars)
1585 Feb. 17	159° 23'	135° 12'
1587 Jan. 5	115° 21'	182° 08'
1591 Sep. 19	5° 47'	284° 18'
1583 Aug. 6	323° 26'	346° 56'
1593 Dec. 7	85° 53'	3° 04'
1595 Oct. 25	41° 42'	49° 42'
1587 Mar. 28	196° 50'	168° 12'
1589 Feb. 12	153° 42'	218° 48'
1585 Mar. 10	179° 41'	131° 48'
1587 Jan. 26	136° 06'	184° 42'

BSP. GEOMETRISCHE LÖSUNG MIT KORRIGIERTEN MESSDATEN

Messdaten hier aus 1953-65

Die Peilrichtungen von zwei Tagen, die ein Marsjahr auseinander liegen (somit Mars wieder an gleicher Position), werden geschnitten
→ Schnittpunkt liefern Marsposition

VERGLEICH AKTUELLE DATEN MIT ERGEBNISSEN KEPLERS

Table 12-1 Mars Data

Kepler Daten des Mars

Average distance from Sun:	$1.524 \text{ AU} = 2.279 \times 10^8 \text{ km}$
Maximum distance from Sun:	$1.666 \text{ AU} = 2.492 \times 10^8 \text{ km}$
Minimum distance from Sun:	$1.381 \text{ AU} = 2.067 \times 10^8 \text{ km}$
Eccentricity of orbit:	0.093  0,0928
Average orbital speed:	24.1 km/s
Orbital period:	686.98 days = 1.88 years
Rotation period:	$24^h 37^m 22^s$
Inclination of equator to orbit:	25.19°
Inclination of orbit to ecliptic:	1.85°  $1^\circ 50' = 1,833^\circ$
Diameter (equatorial):	6794 km
Diameter (Earth = 1):	0.533
Mass:	$6.419 \times 10^{23} \text{ kg}$
Mass (Earth = 1):	0.107
Average density:	3940 kg/m ³
Surface gravity (Earth = 1):	0.38
Escape speed:	5.0 km/s
Surface temperatures:	Maximum: $20^\circ\text{C} = 70^\circ\text{F} = 293 \text{ K}$ Minimum: $-140^\circ\text{C} = -220^\circ\text{F} = 133 \text{ K}$

KEPLERS ÜBERLEGUNGEN

- Über Gespräche zu Magnetismus entsteht Idee, dass Sonne durch Rotation "Attraktion" auf Planeten ausübt, die wie das Licht bei größeren Distanzen kleiner wird
- → 1 Jhd. später wird Newton das Gravitationsgesetz formulieren
- Bricht als Erster mit 2000-jährigem Festhalten an Kreisbahnen
- Löst damit das Marsproblem Ostern 1605 in wenigen Wochen
- Im Lösungsweg iterativer Vorgang mit Parametervariation bis zur besten Übereinstimmung Beobachtung <-> Modell
- Sagt als Erster einen Venustransit voraus (1631) - Kepler starb allerdings 1630
- Mit seinen Bahndaten wurde nächster berechnet (Oktober 1639) - allerdings um Stunden zu ungenau; durch Korrektur wurde am 4. Dezember 1639 berechnet und auch beobachtet.

QUELLEN

- [1] Johannes Kepler, *Astronomia Nova*, 1609
- [2] Wouter Koot, *Kepler's battle with the Mars orbit*, Utrecht University, 2014
 - <http://www.keplerdiscovery.com> «Graduate Student in the United States» 2007