

Vorlesungsreihe

ASTRONOMIE

FH Astros
Sommersemester 2016



Die FH Astronomen – der gemeinsame Schreibtisch

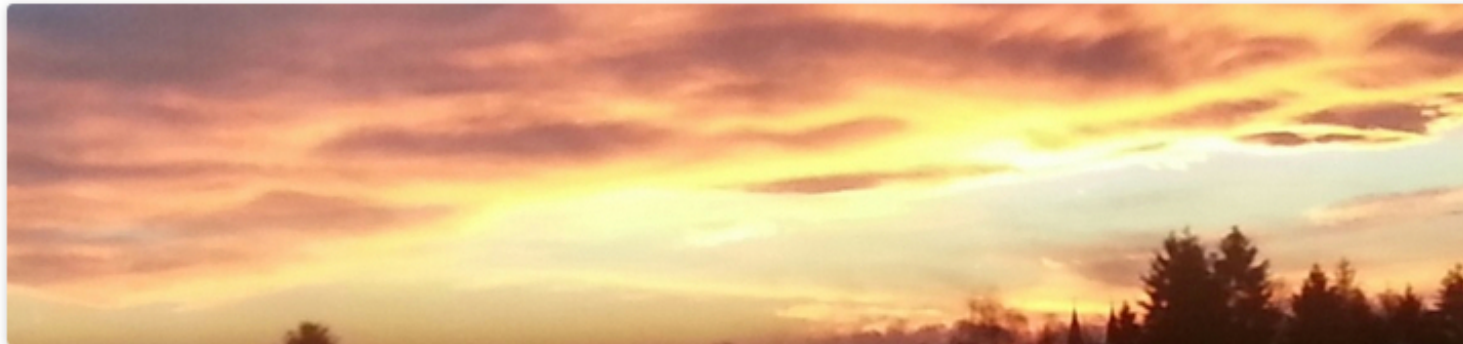
Wir bewohnen den Elfenbeinturm zu unserer gedankenverlorenen Erbauung.

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

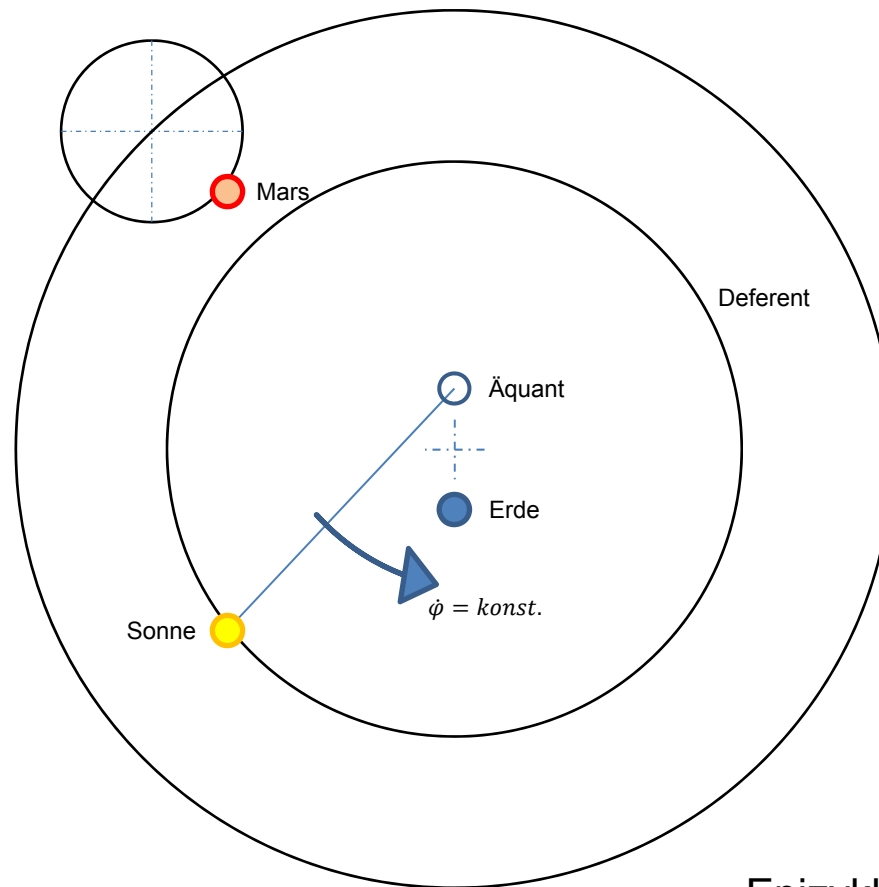
Johannes v. Gmunden, Georg v. Peuerbach / KEPLERUHR

(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 ($\pm 5'$) konnte keines der drei Modelle favorisiert werden
- Tycho Brahe verbesserte Messunsicherheit deutlich ($\pm 1'$) →
damit passte Marsbahn (größte Exzentrizität) nicht mehr in Modelle
→ „**Marsproblem**“

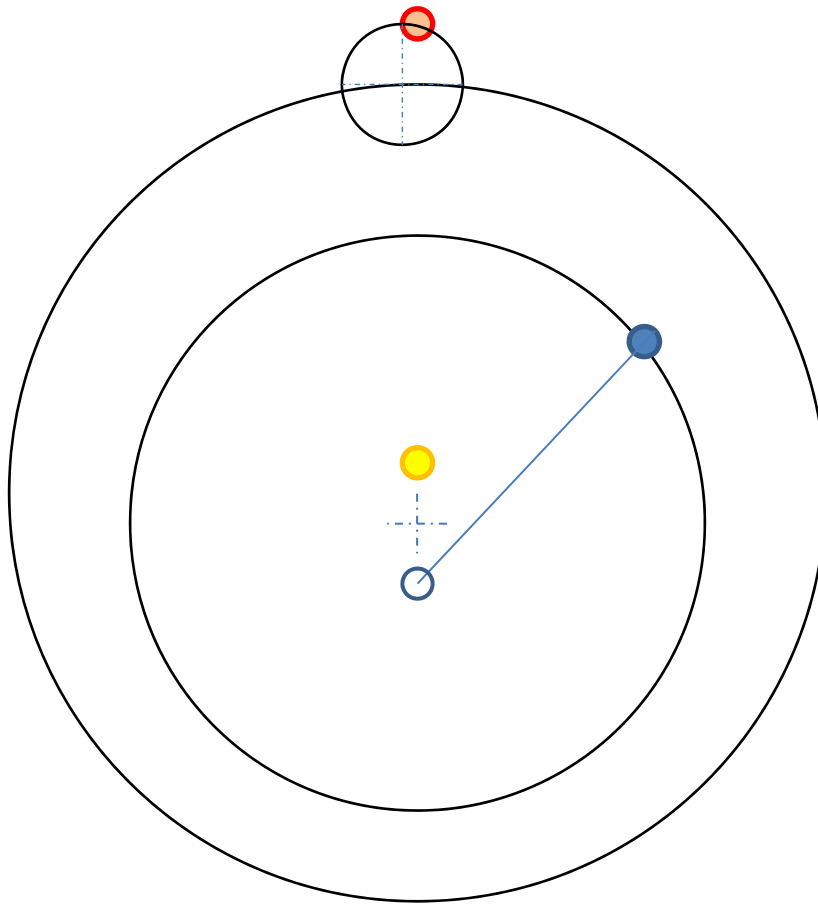
PTOLEMÄUS



Epizyklen:

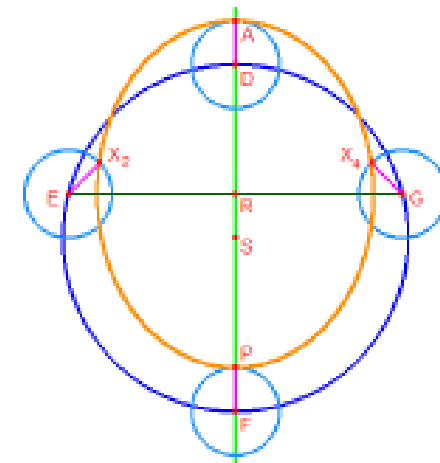
- Seit 3. Jhd. V.Chr.
- Schleifenbahnen
- Äquant - konstante Winkelgeschwindigkeit
- „Approximation Bahnen durch Fourierreihe“

KOPERNIKUS

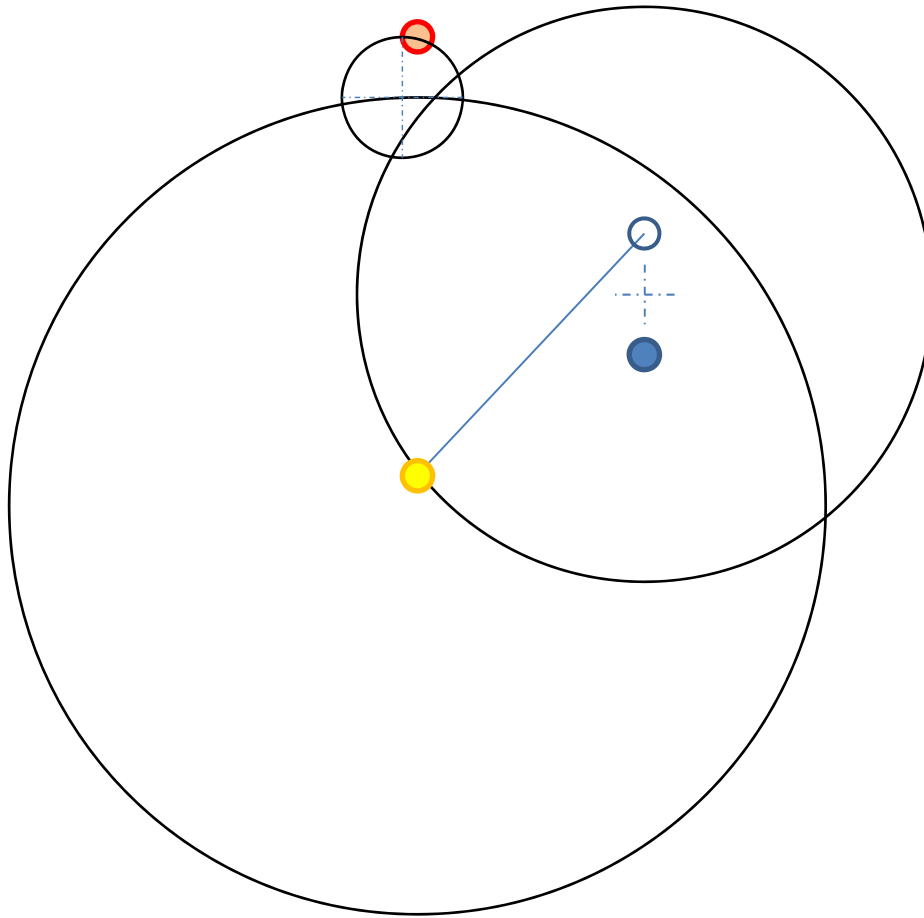


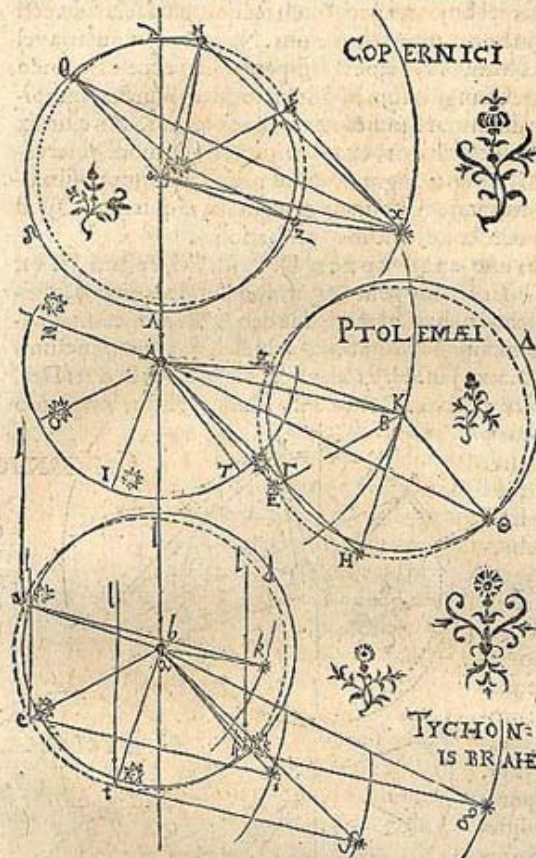
Mögliche Auswirkung (Kepler):

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



BRAHE





SOLIS vergat in
 $5\frac{1}{2}$: quamvis
 hunc gradum cap.
 xxv libere inqu-
 situri sumus quasi
 incognitum. Et si
 TERRA A. MDXC
 in 3, anno MDXCII
 in 8, anno MDXCIII
 in 6, anno MDXCV
 in 7. Et anguli
 3 a n n a e e a e a
 quales, quia a est
 punctum equali-
 tatis, & periodica
 Martis tempora
 presupponantur a-
 qualia. Sitq. Pla-
 neta his quatuor
 vicibus in x, ejusq.
 linea apsidum a l.
 Est ergo angulus
 3 a x secundum
 indicium anoma-
 liae commutationis
 coequata 127.5.1.
 Quod visum
 locum Martis at-
 tinet, is die iv an-
 tecedente hora si-
 mili fuit 24.22 r.

diurnus ejus diei esset 44. Ergo ad nostrum tempus visus fuit in 25.6 r. qui
 est situs linea 3 x. Sed a x tendit in 15.53.45 r. Ergo 3 x a est 20.47.45. Re-
 siduus igitur a 3 x ad duos rectos est 32.7.14.

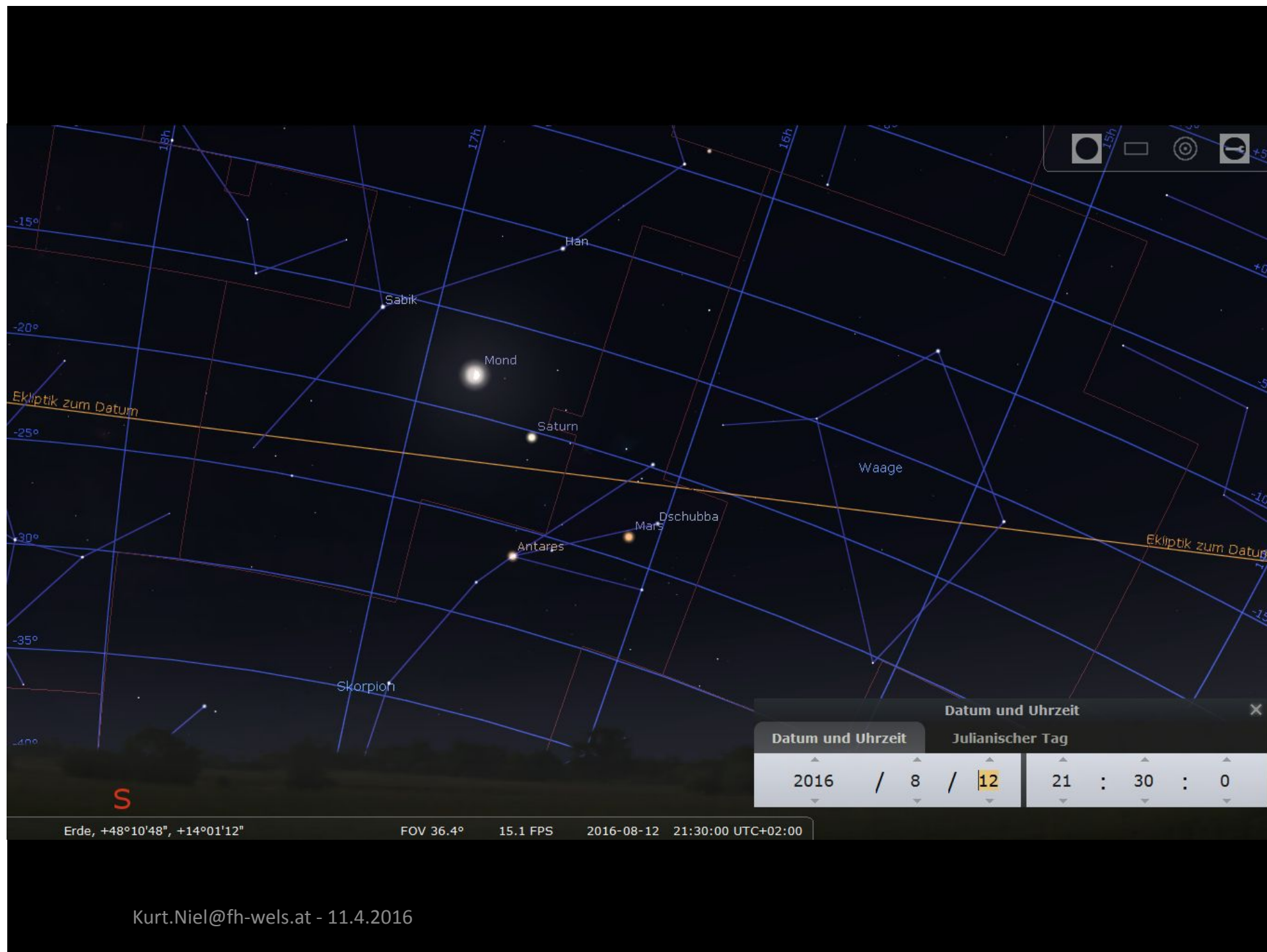
Vi igitur sinus a 3 x ad a x, quam dicemus esse partium 100000: sic 3 x a
 ad 3 a quasitum. Est ergo 3 a 66774.

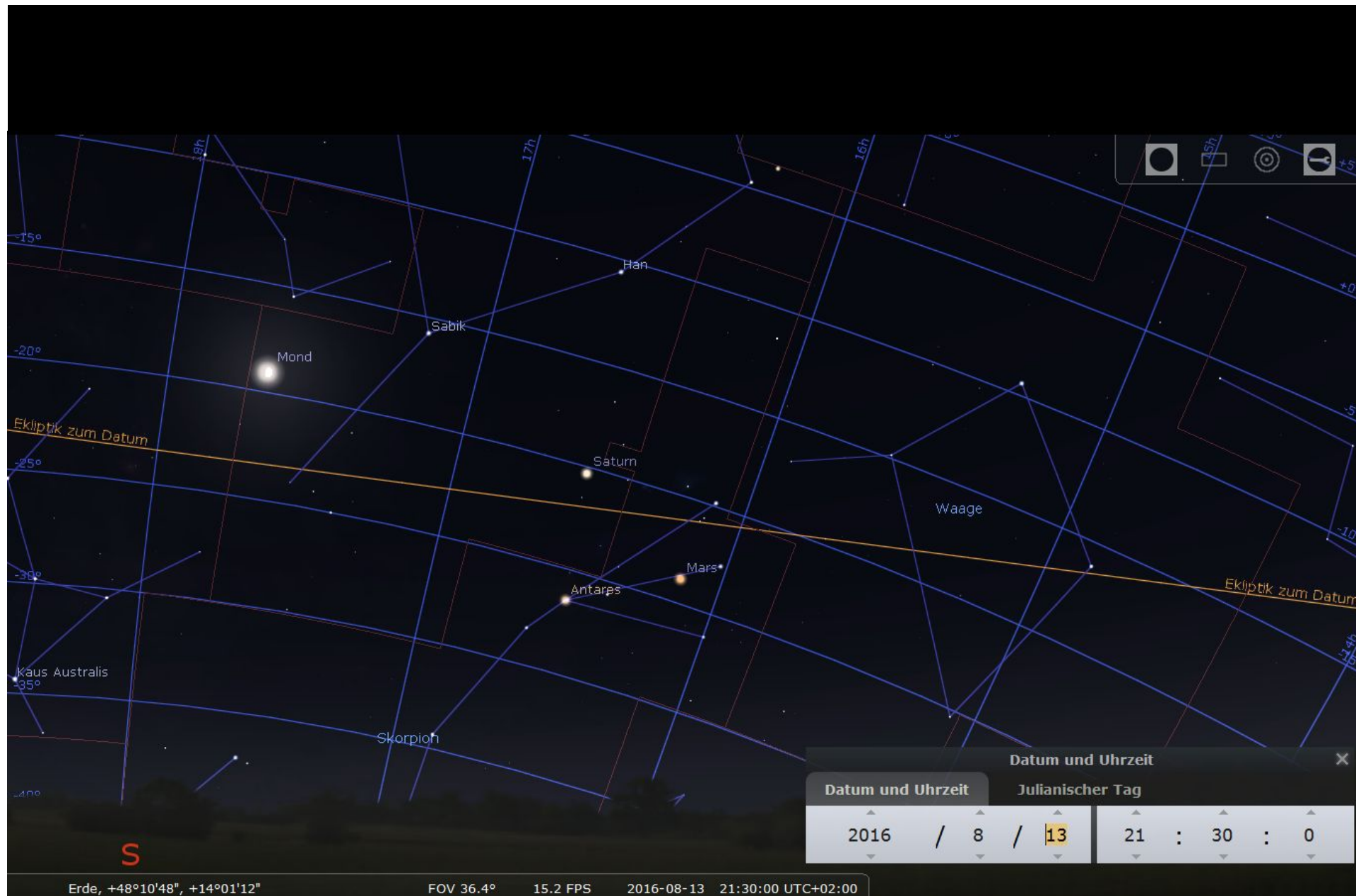
Quod si reliqua n a, e a, e a, ejusdem prodibunt longitudinis, fal-
 sum erit quod suspicor: at si diversa, omnino vicero.

SECUNDO igitur, anno MDXCII ad nostrum momentum est longitudo
 coequata 1.15.55.23: commutatio coequata 8.24.10.34. hoc est, n a x angu-
 lus est 84.10.34. Visus est die xxiii januar. H. vii. M. xv in 11.34.1 r
 correctione per parallaxin adhibita. Et est motus vidui ejus 1.25. Ergo die
 xxi hora vii M. xv in 10.9.1 r est visus. Residua scrupula hora abjici-
 ant, dimidium minutum. Ergo angulus n x a est 35.46.23, & a n x 60.3.3,
 & a n 67467 jam longior quam a 3. Sane quia Sol versus perigaum descen-
 dit, &

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

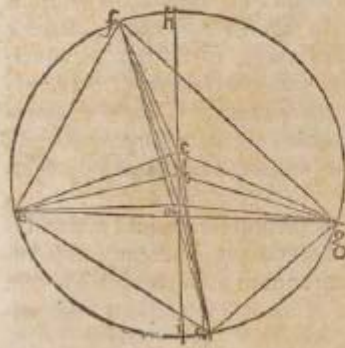
- Erde: Bahn kreisförmig; Jahreslänge bekannt
- Mars: Jahreslänge, Perihel-/Aphelzeitpunkte bekannt

Marspositionsbeobachtung

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

KEPLER'S *ASTRONOMIA NOVA* (Prag, 1609)

PONEMUS autem primo apogaeum vel aphelium anno MDLXXXVII in
 28. 44. 00. Secundo ponemus longitudines medias per 3. 16 augendas, ut sint
 longitudines media 6. 05. 50. 56. 9. 5. 43. 34. 11. 9. 51. 50. 17. 10. 7.



Et quia CH est 18. 44. 00
5² CH 0. 50. 56

Erit	1 CH	3 L.	6.	56.
------	------	------	----	-----

Sic quia CH 15⁷⁴ 28. 44. o o

CD 9. 49. 34 M

Erit H.C.D. 168. 54. 26

Compl. 11. 5. 34.

Sic quia CH est 18 44 0 0

5 40 18 p

Erit HCG 126. 56. 18.

Compl. 53. 3. 42.

Sicquia CH est 28. 44 0 0

6518
 76518

Enl RCE 111. 17. 9.
Coppel 68

Compt. 68. 22. 51.

Pro angulis æquationum.

CF. 0.50.56.2	CG 5.43.14.7	CD 9.52.50.X	CE 7.10.7.8
AF. 25.43. 0.00	AG 16.39.23.2	AD 12.10.30.X	AE 17.14.22.8
CFA 5. 7.56.	CGA 9. 4.11.	GDA 2.17.40.	CFA 10.14.15.

Pro lineis ex A.

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

SEARCH	AF	SEARCH	AG	SEARCH	AD
No. CFA		No. CFA		No. CFA	
53163		79928		9140	
8945		15764		4004	
44723		78820	50	16016	4
84380		11080		3124	
805059		11035	70	3203	80
3875		453		208	
35784				2005	
297				82	
2683					
293					

Pro an-

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

97

Pro angulis ad A.

AF 25.43. 089	AG 26.39.23 2	AD 12.10.30X	AE 17.24.22 8.	Cap. XVL
AG 26.39.23 2	AD 12.10.30X	AE 17.24.22 8	AF 25.43. 089.	
FAG 90.56.23	GAD 73.31. 7	DAE 65.13.52	EAF 128.18.38	
Compt. ad fin. conc.	89. 3.37	104.18.53	114.46. 8	51.41.22 *

Pro angulis ad F. D.

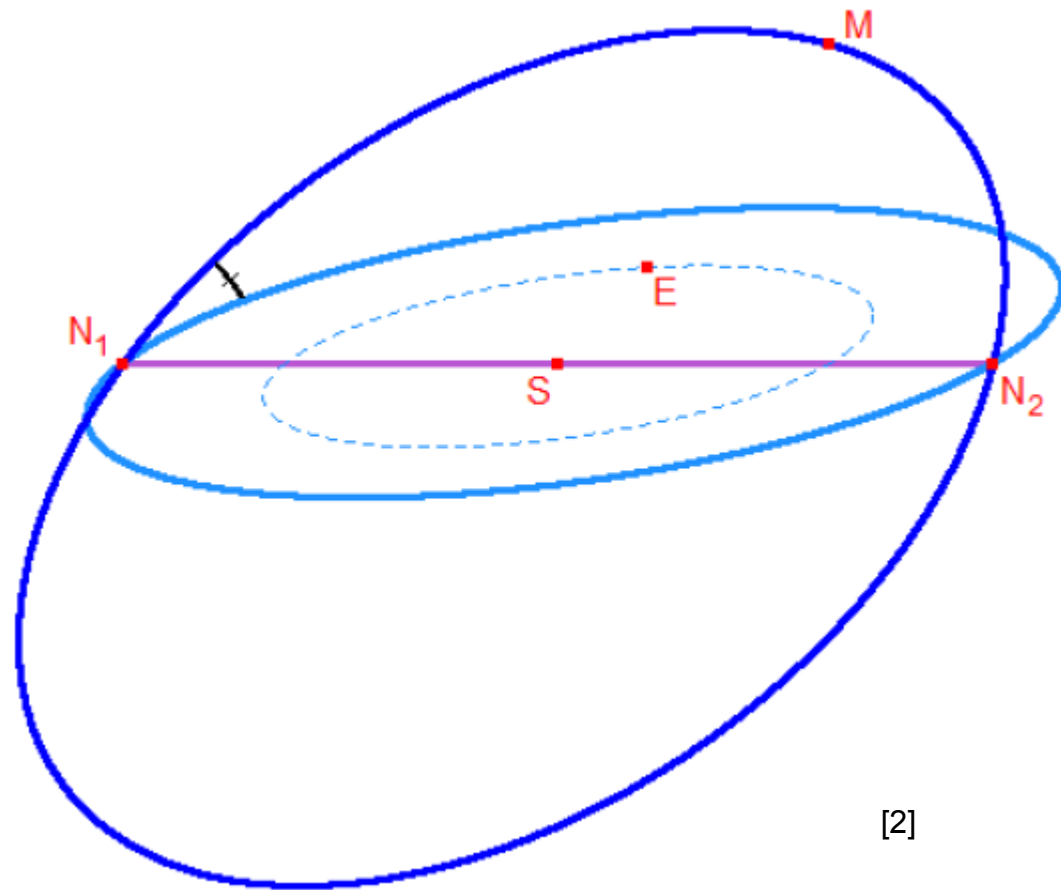
August 10, 1880. The first of the season.

KEPLER'S SYSTEMATIK in *ASTRONOMIA NOVA*

1) Bahnknotenbestimmung N1, N2

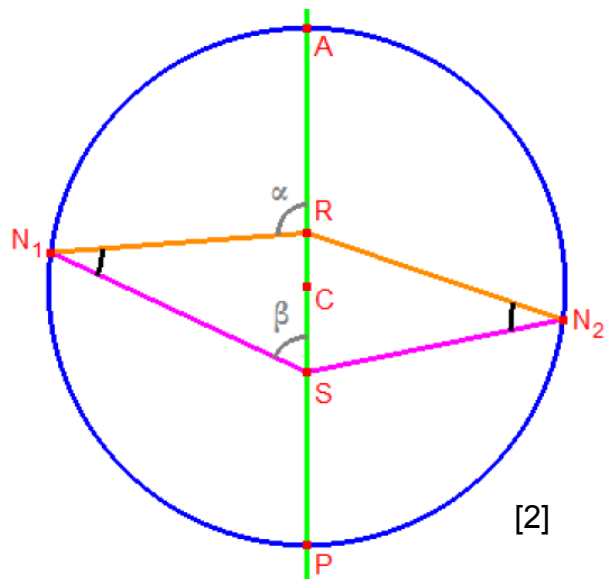
Für Bestimmungen/Überprüfungen:

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



KEPLER'S SYSTEMATIK in *ASTRONOMIA NOVA*

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

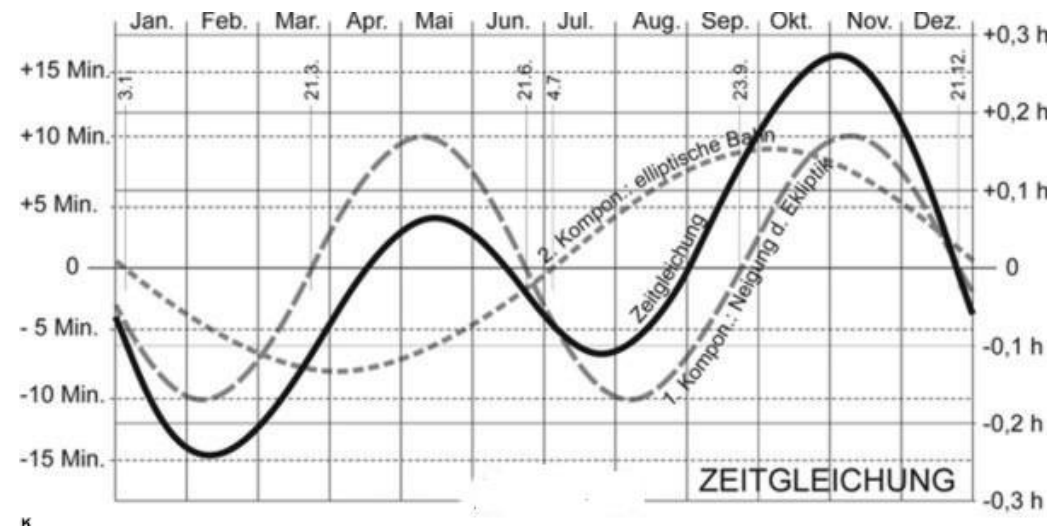


[2]

Grund:

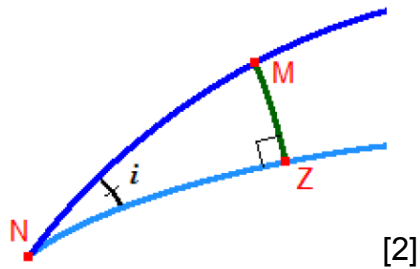
- Mittlere Sonne wahr seit Antike vorherrschend
→ sämtliche Aufzeichnungen darauf bezogen
- Kepler stört Drehzentrum im Nichts

→ Zeitgleichung, Analemma?



KEPLER'S SYSTEMATIK in *ASTRONOMIA NOVA*

4) Rückführung der Positionen von Ekliptik auf Marsorbit

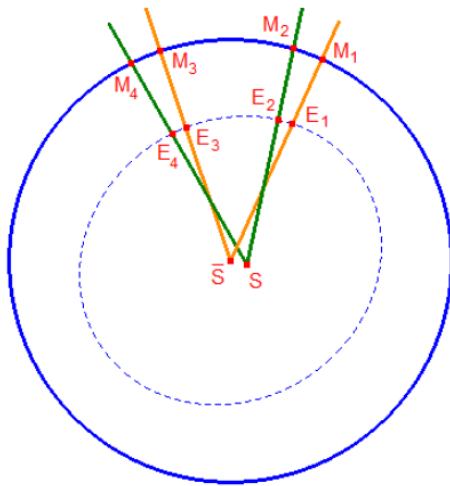


Fehler war unterhalb Messgenauigkeit

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

KEPLER'S SYSTEMATIK in *ASTRONOMIA NOVA*

5) Berechnung der korrekten Synodenpositionen



[2]

EXPONAM itaque loca omnia in sequenti tabella, additis longi-
tudinibus mediis ex TYCHONE (potui vel ex PRVTENICIS vel ex PECV-
LIARI computo, qualem PTOLEMÆVS pramissit suis demonstioni-
bus: sed nihil opus. Nam si correctione indigebit motus mediis, post-
modum eam inueniet. In præsentia nobis seruiet nihilominus ad inter-
stitia temporum metienda sine errore sensibili.

	Stylo veteri			Longitudo					Latitudo		Long. media					
	Anni	D.	Menfes	H	M	G	M	S	S	G	M		S	G	M	S
I	1580	18	Novemb.	1	31	6	28	35	π	1	40	B	1	25	49	31
II	1582	28	Decembr.	3	58	16	55	30	☿	4	6	B	3	9	24	55
III	1585	30	Januarii	19	14	21	36	10	♄	4	32 ¹ / ₂	B	4	20	8	19
IV	1587	6	Martii	7	23	25	43	0	♍	3	41	B	6	0	47	40
V	1589	14	Aprilis	6	23	4	23	0	♎	1	12 ¹ / ₂	B	7	14	18	26
VI	1591	8	Junii	7	43	26	43	0	♏	4	0	M	9	5	43	55
VII	1593	25	Augusti	17	27	12	16	0	♐	6	2	M	11	9	55	4
IIIX	1595	31	Octobris	0	39	17	31	40	♑	0	8	B	1	7	14	9
IX	1597	13	Decembr.	15	54	2	28	0	☿	3	33	B	2	23	11	56
X	1600	18	Januarii	14	2	8	38	0	♄	4	30 ¹ / ₂	B	4	4	35	50
XI	1602	20	Februarii	14	13	12	27	0	♍	4	10	B	5	14	59	37
XII	1604	28	Martii	16	23	18	37	10	♎	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 (Meridien)

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

Anno	D	Menf.	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	—
1582	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	5	57	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	13 24	—
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 feretriplum 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!!

Tabula TYCHONIS BRAHE observationum & computatarum oppositionum MARTIS cum linea mediæ motus Solis, ejusque examen.

Igitur tabula, de qua supra, fuit ista.

Planetæ & motus in suo eccentrico e certis observationibus astronomicis per annos xx (ab 1555 usque 1575) sedulo per nostra instrumenta habitis respectu variarum dispositionum, uti in subiecta tabula patet, accurata restitutio.

Tempus æquale &			Long. obs. re- spec. circuli			Latitudo vera obs.			Long. obs. respec- tu eclipticæ			Differentia		Simpl. Long. &			Apog. &			Præceli . x- quin. nostra			Supput.								
Ann.	Men.	D	H	M	G	M	S	G	M	S	G	M	S	M	S	S	G	M	S	S	G	M	S	G	M	S					
1580	Novemb.	17	9	40	6	50	10	11	40	0	B	6	46	10	4	10	A	0	27	29	46	1	25	23	40	27	58	50	6	50	40
1581	Decembr.	28	12	16	16	51	10	11	46	0	B	16	46	10	3	20	A	2	11	14	56	1	25	22	17	28	0	18	16	51	26
1585	Januari	11	19	21	21	9	50	11	42	10	B	21	10	26	0	36	S	1	23	17	46	1	25	22	11	28	2	21	21	9	41
1587	Martii	7	17	22	25	5	10	9	18	12	B	25	10	20	5	10	S	5	1	27	46	1	25	23	12	28	4	10	23	4	50
1589	Aprilis	15	14	14	3	54	15	11	6	41	B	1	58	10	3	33	S	6	16	53	7	1	25	24	10	28	5	11	3	14	33
1591	Junii	8	16	25	25	11	15	7	15	0	M	26	12	0	10	20	A	8	7	47	10	1	25	24	48	28	7	47	26	40	21
1593	Augusti	24	2	15	12	35	0	11	6	1	M	12	41	45	8	45	S	10	10	53	10	1	25	25	26	28	9	40	12	14	16
1595	Octobris	29	21	22	17	56	5	11	17	56	B	17	56	15	0	12	A	0	8	26	47	1	25	27	13	28	11	27	17	57	14
1597	Decemb.	13	11	15	4	14	0	11	11	0	B	2	25	0	6	0	A	1	24	55	47	1	25	29	1	28	11	20	1	12	20
1600	Januari	19	9	40	8	18	45	11	40	30	B	8	13	0	0	45	S	1	6	46	16	1	25	30	6	28	11	55	8	19	57

P. vnde solis
eccentricus Brahe
motus & Magni
Solis motus cum
Galle Tabula de
motu Solis
P. vnde solis
eccentricus Brahe
motus & Magni
Solis motus cum
Galle Tabula de
motu Solis

KEPLER'S SYSTEMATIK in *ASTRONOMIA NOVA*

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

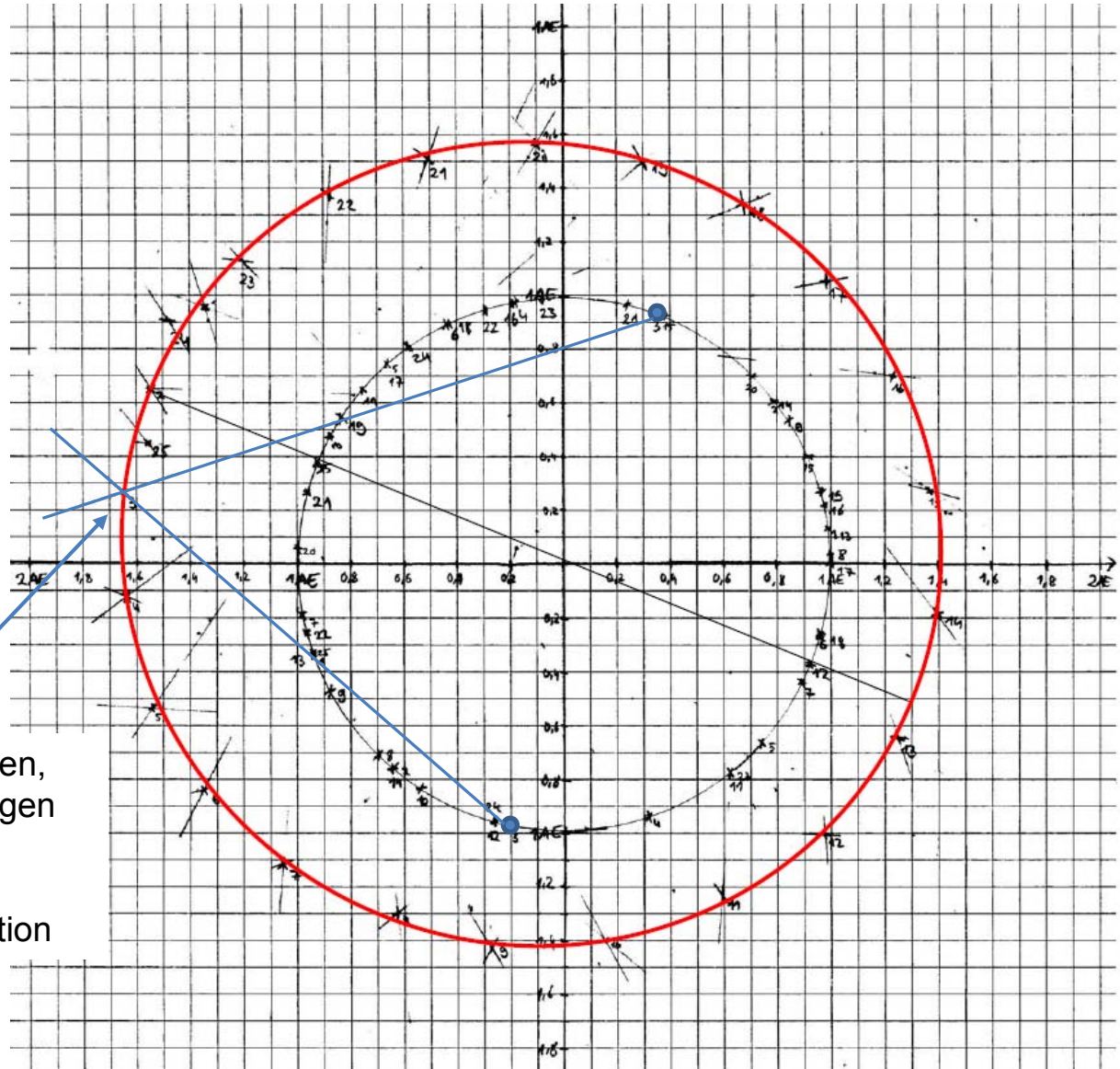
TABLE I: Tycho's observations of Mars from Kepler's *Astronomia nova*.

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 AU = 2.279×10^8 km	
Maximum distance from Sun:	1.666 AU = 2.492×10^8 km	
Minimum distance from Sun:	1.381 AU = 2.067×10^8 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°50' = 1,833°
Diameter (equatorial):	6794 km	
Diameter (Earth = 1):	0.533	
Mass:	6.419×10^{23} 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°C = 70°F = 293 K Minimum: -140°C = -220°F = 133 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