

Berechnung: Beat Booz

## Meteorspur-Berechnung basierend auf Daten mindestens zweier Beobachtungsorte

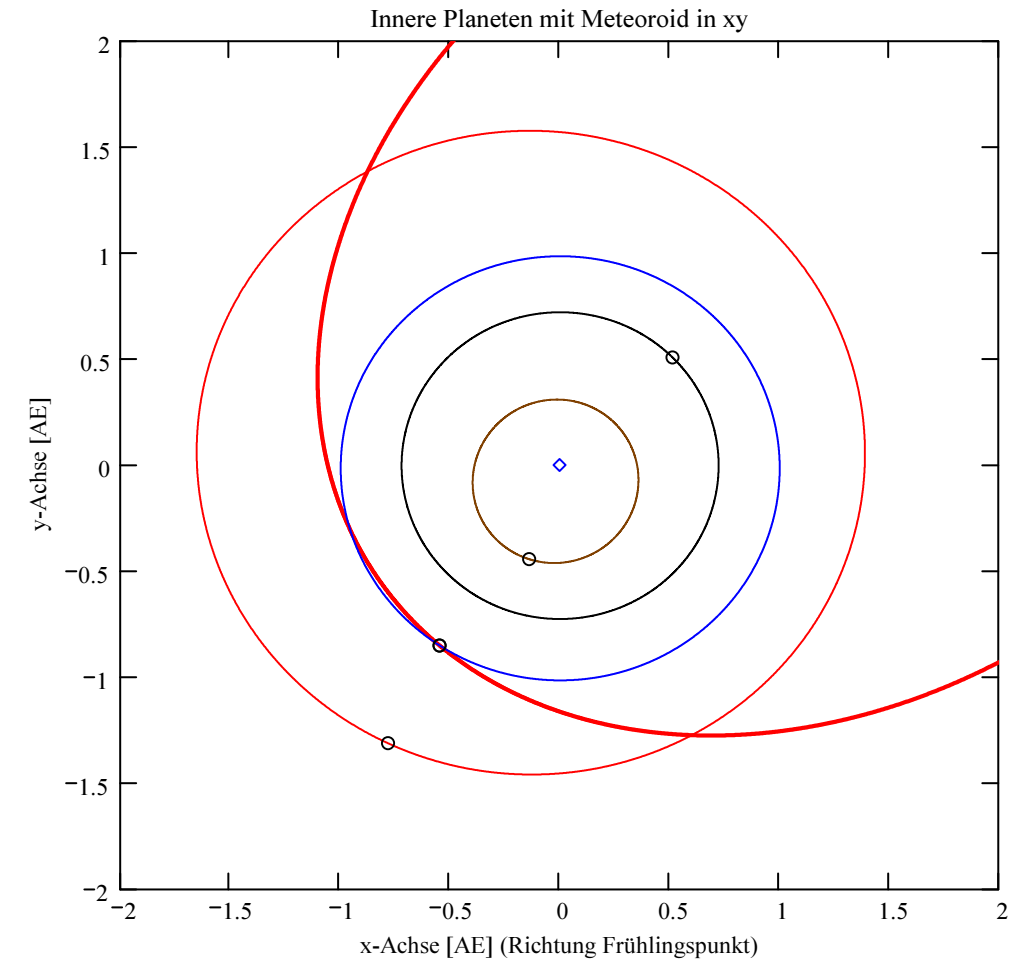
### Berechnungsverfahren:

Die Meteorspur wird berechnet für alle gemeinsamen Schnittlinien der Ebenen der Beobachtungsorte, welche durch die Punkte Ort-Spuranfang-Spurende gelegt werden. Diese Methode verwendet die Punkte Spuranfang und Spurende nur um die Lage dieser Ebenen im Raum zu definieren. Sie ist deshalb auch dann gut geeignet, wenn die Anfangs- bzw. Endpunkte der von den Orten 1 und 2 beobachteten Spurbahnen nicht die gleichen sind.

### Beobachtungsdaten: Geografische Koordinaten der Beobachtungsorte:

Beobachtungsorte:	Nr. Stat.-Id.	Stationsname	Geografische Koordinaten der Beobachtungsorte:		Höhe über Meer [km]
			$\Phi$ nördlich positiv, südlich negativ	$\lambda$ östlich von Greenwich positiv, westlich von Greenwich negativ	
			Geogr. Breite $\Phi$ [° dez.]	Geogr. Länge $\lambda$ [° dez.]	
	1	"VTE" "Observatoire géophysique, Val Terbi"	47.3595	7.4987	0.572
	2	"BOS" "Privatsternwarte Bos-cha"	46.777367	10.169708	1.666
	3	"SON" "Sonnenturm Uecht"	46.853528	7.452944	0.946

$$\text{ORT\_KOORD1} = \begin{pmatrix} 1 & \text{"VTE"} & \text{"Observatoire géophysique, Val Terbi"} \\ 2 & \text{"BOS"} & \text{"Privatsternwarte Bos-cha"} \\ 3 & \text{"SON"} & \text{"Sonnenturm Uecht"} \end{pmatrix} \quad \text{ORT\_KOORD2} = \begin{pmatrix} 47.3595 & 7.4987 & 0.572 \\ 46.777367 & 10.169708 & 1.666 \\ 46.853528 & 7.452944 & 0.946 \end{pmatrix}$$



- Meteoroid
- Merkur
- Venus
- Erde
- Mars
- Positionen
- ◇ Sonne

### Mittlerer Beobachtungszeitpunkt:

Tag: **D = 18**  
 Monat: **M = 5**  
 Jahr: **Y = 2016**  
 Weltzeit: **UTC = 1.099722** [h dezimal]

Anzahl Beobachtungen (Standorte): **NB = 3**  
 Anzahl echter Kombinationsmöglichkeiten aller Beobachtungsorte zur Verrechnung jeweils zweier Orte miteinander: **NK = 3**

Epoche der Äquatorkoordinaten: **JD<sub>Epoche</sub> = 2451545**  
 (J2000.0 = Julianisches Datum 2451545,0)

### Umgerechnete bzw. vorgegebene Horizont-Koordinaten:

Richtungen zu den Anfangs- und Endpunkten der Bahnspur (Zählweise der Azimutwinkel von Süden (0°) über Westen (90°) usw):

### Beobachtete Rektaszensionen, Deklinationen, Helligkeit und Leuchtdauer der Spurpunkte für die Beobachtungsorte:

Orte:	Rektaszension der Spuranfänge für Orte:	Deklinationen der Spuranfänge für Orte:	Rektaszension der Spurenden für Orte:	Deklinationen der Spurenden für Orte:	Helligkeit [Mag]:	Leuchtdauer [s]:
iL =						
1	$\alpha_{Ep} = 222.541188$	$\delta_{Ep} = -6.152745$	$\alpha_{Ep} = 228.445836$	$\delta_{Ep} = -19.861525$	$\text{Mag} = -0.8$	$\text{Dur}_{\text{sec}} = 3.68$
2	$\alpha_{Ep} = 189.215866$	$\delta_{Ep} = 3.219936$	$\alpha_{Ep} = 189.880751$	$\delta_{Ep} = 1.080546$	$\text{Mag} = 1.9$	$\text{Dur}_{\text{sec}} = 1.04$
3	$\alpha_{Ep} = 0$	$\delta_{Ep} = 0$	$\alpha_{Ep} = 0$	$\delta_{Ep} = 0$	$\text{Mag} = -5$	$\text{Dur}_{\text{sec}} = 0$

	Azimut Spuranfang [°]	Azimut Spurende [°]	Höhe Spuranfang [°]	Höhe Spurende [°]
<b>HOR_KOORD =</b>	42.692459	30.880986	27.087894	17.012292
	79.895669	77.913795	13.603823	12.467795
	53.6	41.91	30.74	22.69

Hinweis: Falls einzelne Koordinaten nicht in Äquator-, sondern in Horizont-Koordinaten vorgegeben sind erscheint auf der ganzen Zeile 0.

Hinweis: Falls keine Zeitangabe für die Leuchtdauer vorhanden ist, so erscheint 0 als Zahlenwert!

**Ergebnistabelle für alle durchgeführten Berechnungen:**

Durchgeführte Berechnungen (alle möglichen Kombinationen mit jeweils 2 Beobachtungsstandorten):

**Legende:**

- 1 Beobachtungsort 1 Nr.:
- 2 Beobachtungsort 2 Nr.:
- 3 Bodenhöhe für Schnittpkt. mit Spurverlängerung [km]:
- 4 Geog. Breite Spuranfang Ort 1 [°]:
- 5 Geog. Länge Spuranfang Ort 1 [°]:
- 6 Höhe ü. M. Spuranfang Ort 1 [km]:
- 7 Geog. Breite Spurende Ort 1 [°]:
- 8 Geog. Länge Spurende Ort 1 [°]:
- 9 Höhe ü. M. Spurende Ort 1 [km]:
- 10 Geog. Breite Spuranfang Ort 2 [°]:
- 11 Geog. Länge Spuranfang Ort 2 [°]:
- 12 Höhe ü. M. Spuranfang Ort 2 [km]:
- 13 Geog. Breite Spurende Ort 2 [°]:
- 14 Geog. Länge Spurende Ort 2 [°]:
- 15 Höhe ü. M. Spurende Ort 2 [km]:
- 16 Distanz Ort 1 zu Spuranfang [km]:
- 17 Distanz Ort 1 zu Spurende [km]:
- 18 Distanz Ort 2 zu Spuranfang [km]:
- 19 Distanz Ort 2 zu Spurende [km]:
- 20 Spurlänge Ort 1 [km]:
- 21 Spurlänge Ort 2 [km]:
- 22 Ort 1 Spur-Endpkt.-Boden [km]:
- 23 Ort 2 Spur-Endpkt.-Boden [km]:
- 24 Geog. Breite Bodenpunkt [°]:
- 25 Geog. Länge Bodenpunkt [°]:
- 26 Winkel zw. Zenit und Spurverlängerung im Bodenpunkt [°]:
- 27 Richtungswinkel Ort 1 zu Spuranfang [°]:
- 28 Richtungswinkel Ort 1 zu Spurende [°]:
- 29 Richtungswinkel Ort 2 zu Spuranfang [°]:
- 30 Richtungswinkel Ort 2 zu Spurende [°]:
- 31 Neigungswinkel Ort 1 Spuranfang [°]:
- 32 Neigungswinkel Ort 1 Spurende [°]:
- 33 Neigungswinkel Ort 2 Spuranfang [°]:
- 34 Neigungswinkel Ort 2 Spurende [°]:
- 35 Winkel zw. Beobachtungsebenen [°]:
- 36 Mittlere Relativ-Geschwindigkeit zur Erde in der Spur von Ort 1 [km/s]
- 37 Mittlere Relativ-Geschwindigkeit zur Erde in der Spur von Ort 2 [km/s]

OUT2<sub>1</sub> =

	1	2	3
1	1	1	2
2	2	3	3
3	0	0	0
4	46.2129	46.2935	46.1842
5	5.9847	6.0882	5.9784
6	92.3275	85.6913	90.842
7	45.8533	45.9707	46.0894
8	6.2142	6.3114	6.0384
9	63.6298	58.4751	83.2542
10	46.1878	46.1874	46.1139
11	6.0008	6.1619	6.0229
12	90.3068	76.6903	85.2092
13	46.0937	45.9655	45.8597
14	6.0612	6.315	6.1828
15	82.746	58.0383	65.0405
16	196.3081	182.4381	342.6971
17	205.2869	189.2035	338.7251
18	340.8176	145.8013	161.9152
19	336.8102	144.4244	161.6752
20	52.6927	48.5274	13.8998
21	13.8389	33.3102	37.1091
22	118.9066	105.8346	155.1649
23	154.0682	105.0521	121.6409
24	45.0281	45.2557	45.0138
25	6.7286	6.7956	6.7037
26	58.0995	56.8573	58.1392
27	335.9061	334.1877	336.1813
28	336.0718	334.3492	336.2247
29	335.9178	334.2411	336.2135
30	335.9614	334.3518	336.3288
31	33.1945	34.2918	33.1365
32	32.8011	33.9339	33.033
33	33.167	34.1742	33.0597
34	33.064	33.9281	32.7823
35	28.4494	3.1379	25.3131
36	14.3187	13.1868	13.3652
37	13.3067	"k. A."	"k. A."

**Hinweise:**

Richtungswinkel der Flugrichtung des Meteors (Zählweise S (=0°) über W (=90°) nach N (=180°) und E (=270°)). Gleichbedeutend mit dem Winkel zur Herkunftsrichtung des Meteors (Zählweise analog wie Windrichtungen über N (=0°) über E nach S und W)

Winkel zwischen den Beobachtungsebenen:

Im Idealfall liegt dieser Winkel nahe 90°. Bei sehr kleinen Winkeln (nahe 0° oder 180°) können sich Beobachtungs-Ungenauigkeiten stärker auswirken!

**Bahnelemente, Bahnort und Perihelzeit für den Meteoroiden bezüglich des heliozentrischen, ekliptikalen Koordinatensystems J2000.0:**

Grosse Halbachse:  $a_M = 2.5395$  [AE]  
 Exzentrizität:  $e_M = 0.6115$   
 Perihelabstand:  $q_M = 0.9865$  [AE]  
 Bahnneigung (Winkel zwischen Ekliptik und Bahnebene):  $i_{2000} = 10.2669$  deg  
 Länge des aufsteigenden Knotens:  $\Omega_{2000} = 57.337$  deg  
 Winkel zwischen Perihels und aufsteigendem Knoten:  $\omega_{2000} = 159.1749$  deg  
 Perihellänge:  $\omega^{\circ}_{2000} = 216.5119$  deg

Wahre Anomalie:  $v_{\text{Datum}} = 20.7993$  deg  
 Umlaufzeit:  $T_U = 1478.1387$  [Tage]  
 Perihelzeit (UTC):  $t_0 = 2457509.98087528$  [Julianisches Datum]

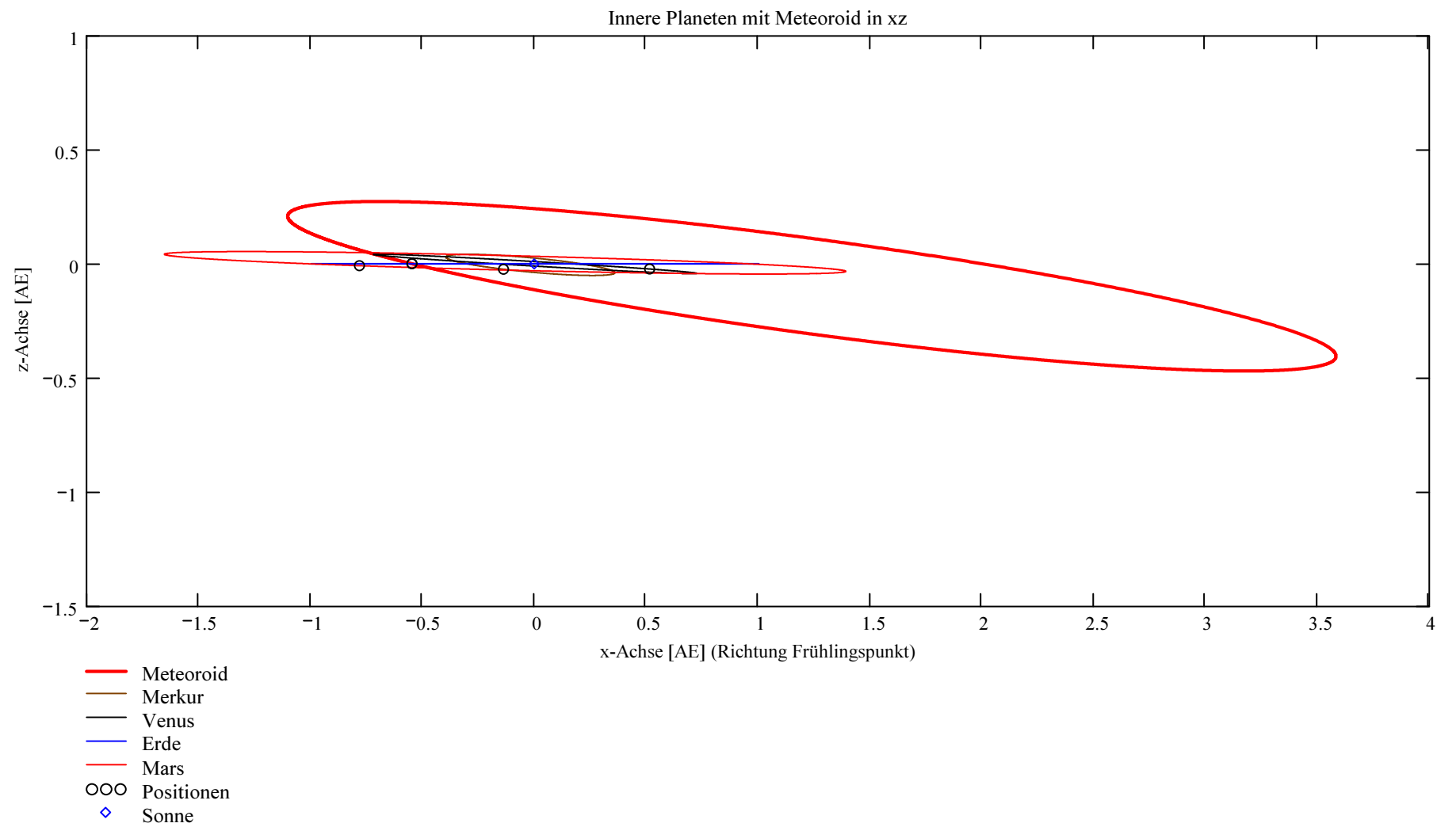
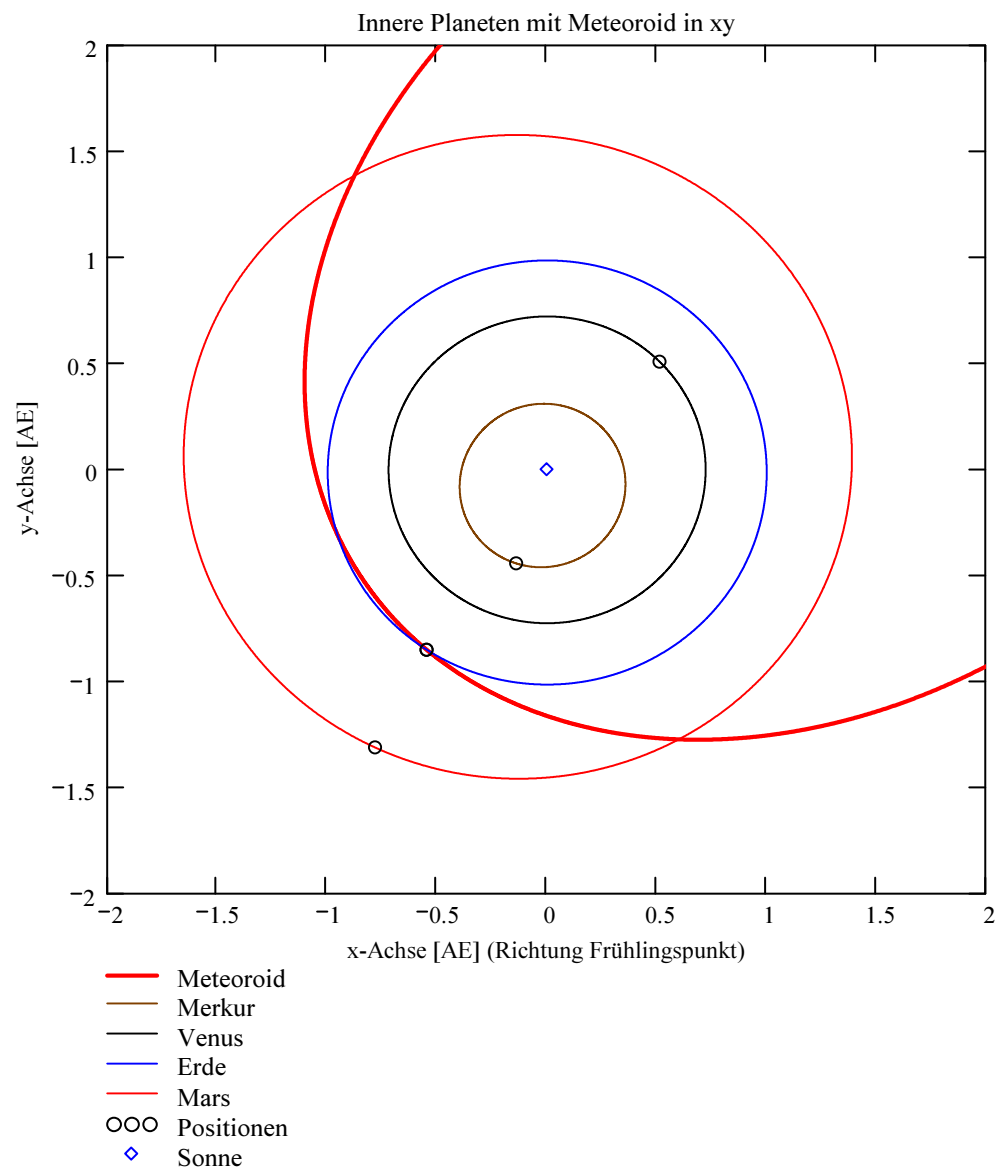
Datum: Tag = 1 Monat = 5 Jahr = 2016  
 Zeit (UTC): Stunden = 11 Minuten = 32 Sekunden = 27.624  
 Tage\_dez = 1.480875

Geschwindigkeit des Meteoroiden:

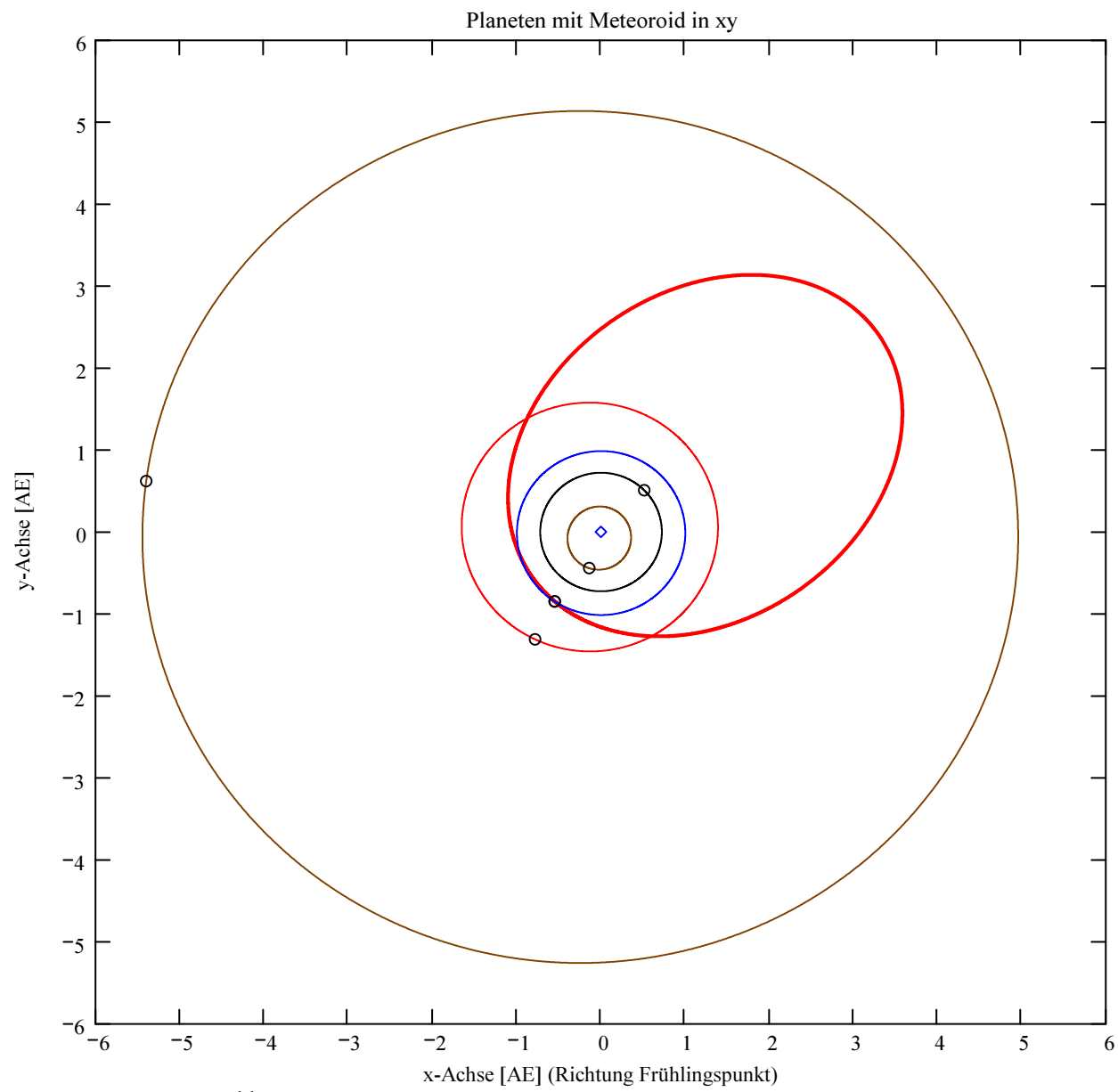
Beobachtet:  $|v_{M\_Beob}| = 15.4$  [km/s]  
 Geozentrisch:  $|v_u| = 10.819$  [km/s]  
 Heliozentrisch:  $|v_{M\_hel\_ekl\_Dat}| = 37.479$  [km/s]

Radiantposition:

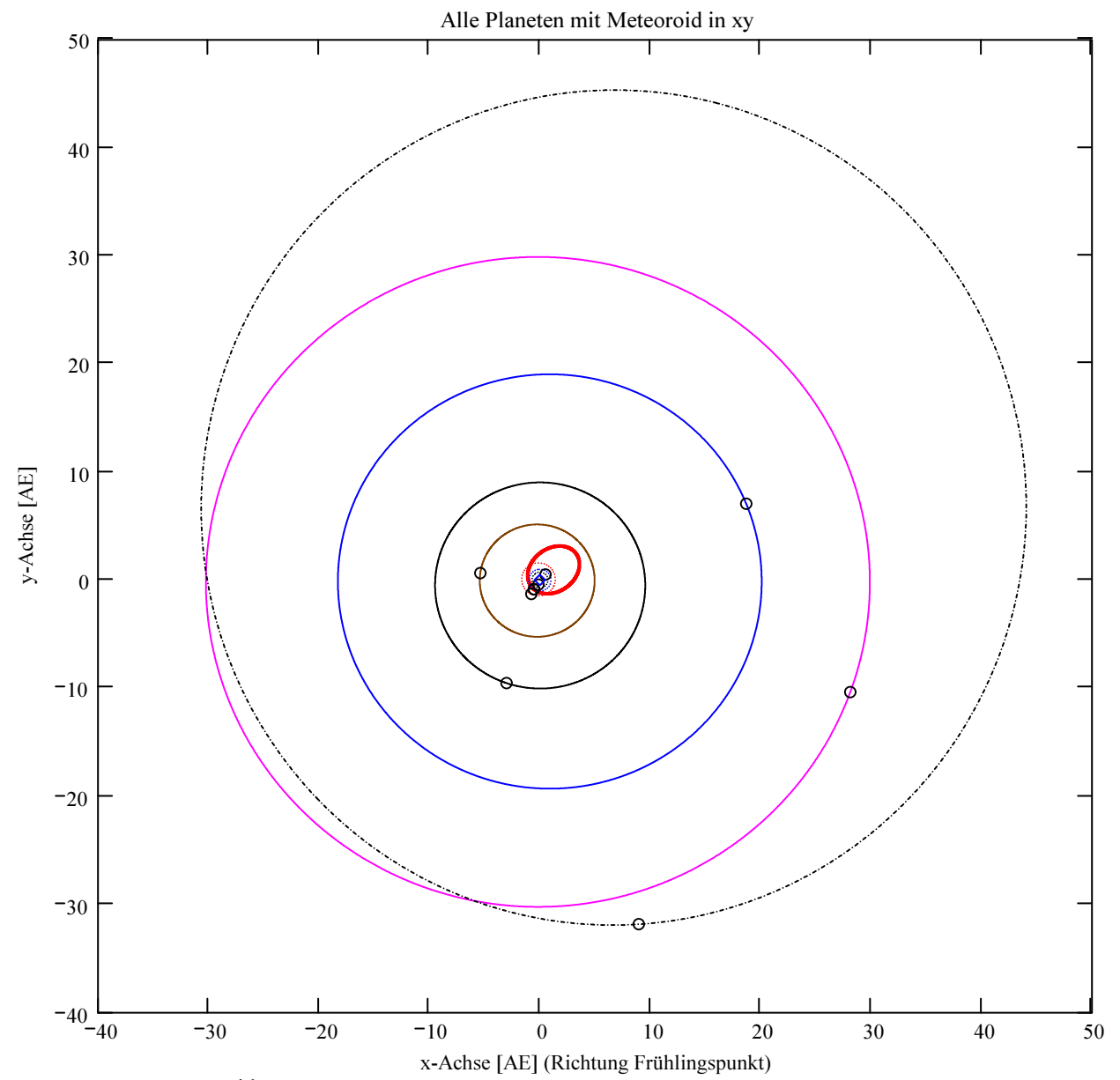
Scheinbar:  $\alpha_{\text{Rad}_s} = 140.918$  deg  $\delta_{\text{Rad}_s} = 53.026$  deg Äquatorkoordinaten J2000.0  
 Geozentrisch:  $\alpha_{\text{Rad}_w2} = 126.548$  deg  $\delta_{\text{Rad}_w2} = 48.703$  deg Äquatorkoordinaten J2000.0  
 Heliozentrisch:  $\lambda_{\text{Rad}_heli} = 139.318$  deg  $\beta_{\text{Rad}_heli} = 10.115$  deg



Berechnung: Beat Booz



- Meteoroid
- Merkur
- Venus
- Erde
- Mars
- Jupiter
- Saturn
- Uranus
- Neptun
- Pluto
- OOO Positionen
- ◇ Sonne



- Meteoroid
- Merkur
- Venus
- Erde
- Mars
- Jupiter
- Saturn
- Uranus
- Neptun
- Pluto
- OOO Positionen
- ◇ Sonne

## Ergebnisse für die mittlere Trajektorie und die auf sie reduzierten Beobachtungspunkte

Unter "Gew" sind die Trajektorienkombinationen, welche für die Berechnung der mittleren Trajektorie verwendet wurden, ersichtlich.

Definition der Trajektoriengewichtung für die Mittelung:

(0 = wird nicht berücksichtigt  
1 = normale Gewichtung  
2 = wird doppelt gewichtet usw)

Vorhandene Indexpaarungen:  
(Zahl vor Dezimalpunkt = Orte 1  
Zahl nach Dezimalpunkt = Orte 2)

Ergebnis der Gewichts-  
Auswahl:

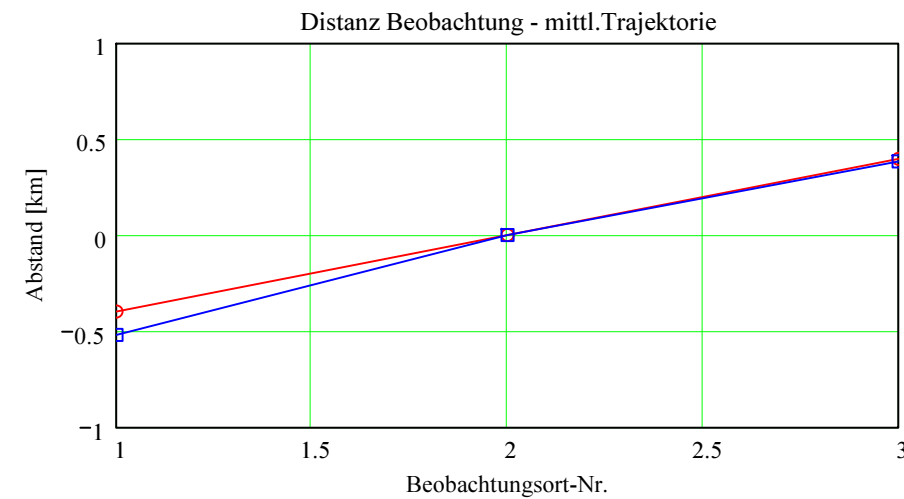
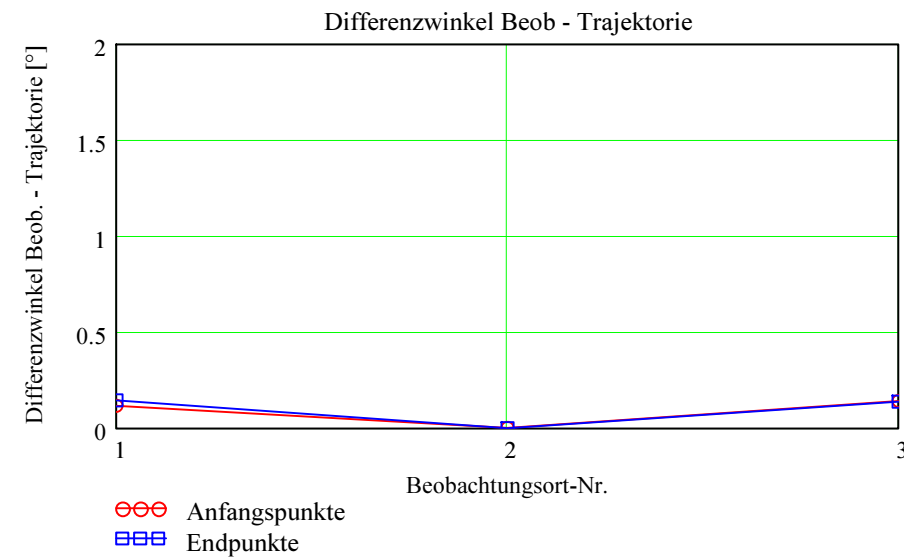
$$\text{IndPaar} = \begin{pmatrix} 1.2 \\ 1.3 \\ 2.3 \end{pmatrix}$$

$$\text{Gew} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

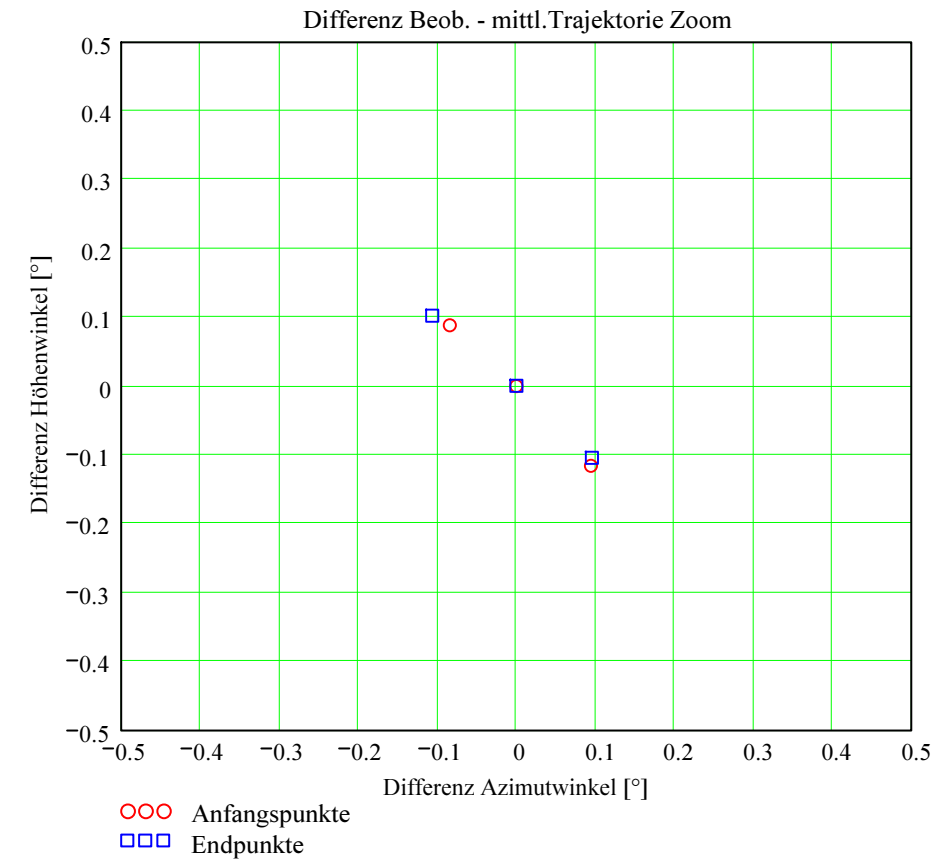
Nr. Stat.-Id. Beobachtungsort

ORT_KOORD1 =	1	"VTE"	"Observatoire géophysique, Val Terbi"
	2	"BOS"	"Privatsternwarte Bos-cha"
	3	"SON"	"Sonnenturm Uecht"

Berechnung: Beat Booz



Abweichung der vermessenen Richtungen zu den Anfangs- und Endpunkten von der berechneten mittleren Trajektorie.



## Ergebnisse für die mittlere Trajektorie und die auf sie reduzierten Beobachtungspunkte

Nr. Stat.-Id. Beobachtungsort

ORT_KOORD1 =	1	"VTE"	"Observatoire géophysique, Val Terbi"
	2	"BOS"	"Privatsternwarte Bos-cha"
	3	"SON"	"Sonnenturm Uecht"

### Mittlere Trajektorie:

Legende:

- 1 Beobachtungsort:
- 2 Geografische Breite Spuranfang [°]:
- 3 Geografische Länge Spuranfang [°]:
- 4 Höhe ü. M. Spuranfang [km]:
- 5 Richtungswinkel zum Spuranfang [°]:
- 6 Neigungswinkel zum Spuranfang [°]:
- 7 Geografische Breite Spurende [°]:
- 8 Geografische Länge Spurende [°]:
- 9 Höhe ü. M. Spurende [km]:
- 10 Richtungswinkel zum Spurende [°]:
- 11 Neigungswinkel zum Spurende [°]:

	1	2	3
1	"VTE"	"BOS"	"SON"
2	46.209185	46.186102	46.117081
3	5.975554	5.990154	6.033733
4	92.413715	90.561439	85.037504
5	336.231062	336.241634	336.273163
6	33.152914	33.127716	33.052382
7	45.846639	46.09154	45.864083
8	6.203341	6.049829	6.192456
9	63.603744	82.998916	64.976188
10	336.395526	336.2848	336.387689
11	32.757375	33.024509	32.776395

$mTr_1 =$

### Punkte auf mittlerer Trajektorie:

Legende:

- 1 Beobachtungsort:
- 2 Azimutwinkel Spuranfang [°]:
- 3 Höhenwinkel Spuranfang [°]:
- 4 Distanz Beobachtungsort - Spuranfang [km]:
- 5 Differenz Beobachtungsort - Spuranfang in Azimut [°]:
- 6 Differenz Beobachtungsort - Spuranfang in Höhe [°]:
- 7 Differenzwinkel Beobachtungsort - Spuranfang [°]:
- 8 Kleinster Abstand Beob. Spuranfang [km]:
- 9 Azimutwinkel Spurende [°]:
- 10 Höhenwinkel Spurende [°]:
- 11 Distanz Beobachtungsort - Spurende [km]:
- 12 Differenz Beobachtungsort - Spurende in Azimut [°]:
- 13 Differenz Beobachtungsort - Spurende in Höhe [°]:
- 14 Differenzwinkel Beobachtungsort - Spurende [°]:
- 15 Kleinster Abstand Beob. Spurende [km]:

	1	2	3
1	"VTE"	"BOS"	"SON"
2	42.776518	79.895669	53.505766
3	26.999821	13.603823	30.855973
4	197.042784	341.711946	161.068865
5	-0.08406	-0	0.094234
6	0.088073	-0	-0.115973
7	0.115594	0.000001	0.141428
8	-0.397534	0	0.397579
9	30.987318	77.913795	41.814237
10	16.910023	12.467795	22.794543
11	206.290298	337.763509	160.85852
12	-0.106332	0	0.095763
13	0.10227	0	-0.104543
14	0.144234	0	0.136855
15	-0.519305	0	0.384222

$bTr_1 =$