

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 Spurabschnitte nicht die gleichen sind.

### Beobachtungsdaten: Geografische Koordinaten der Beobachtungsorte:

	$\Phi$ nördlich positiv, südlich negativ	$\lambda$ östlich von Greenwich positiv, westlich von Greenwich negativ		Höhe über Meer
Beobachtungsorte:			Geogr. Breite $\Phi$ [° dez.]	Geogr. Länge $\lambda$ [° dez.]
	Nr. Stat.-Id.	Stationsname		[km]

$$\text{ORT\_KOORD1} = \begin{pmatrix} 1 & \text{"VTE"} & \text{"Observatoire géophysique, Val Terbi"} \\ 2 & \text{"SCH"} & \text{"Sternwarte Schafmatt"} \end{pmatrix} \quad \text{ORT\_KOORD2} = \begin{pmatrix} 47.3595 & 7.4987 & 0.572 \\ 47.42025 & 7.950833 & 0.82 \end{pmatrix}$$

### Mittlerer Beobachtungszeitpunkt:

Tag:	D = 13	Anzahl Beobachtungen (Standorte):	NB = 2	Epoche der Äquatorkoordinaten:	
Monat:	M = 7	Anzahl echter Kombinationsmöglichkeiten aller Beobachtungsorte zur Verrechnung jeweils zweier Orte miteinander:	NK = 1	JD <sub>Epoche</sub> = 2451545	
Jahr:	Y = 2016			(J2000.0 = Julianisches Datum 2451545,0)	
Weltzeit:	UTC = 2.3625 [h dezimal]				

### 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:

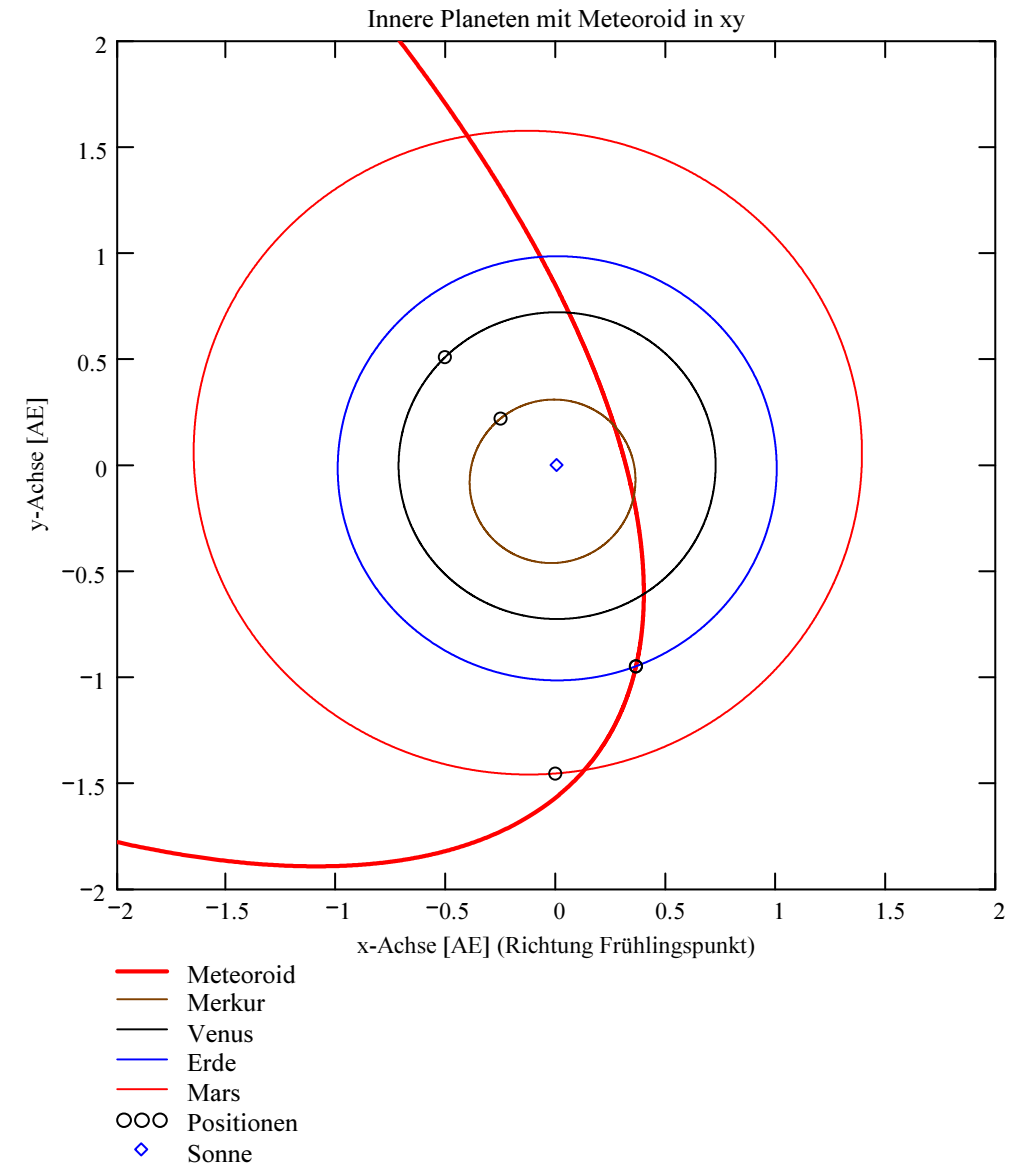
Orte:	Rektaszension der Spuranfänge für Orte:	Deklinationen der Spuranfänge für Orte:	Rektaszension der Spurenden für Orte:	Deklinationen der Spurenden für Orte:	Helligkeit [Mag]:	Leuchtdauer [s]:
-------	--	--	--	--	-------------------	------------------

iL =

$\alpha_{Ep} = \begin{pmatrix} 19.389183 \\ 0 \end{pmatrix} \text{deg}$	$\delta_{Ep} = \begin{pmatrix} 15.141248 \\ 0 \end{pmatrix} \text{deg}$	$\alpha_{Ep} = \begin{pmatrix} 16.404601 \\ 0 \end{pmatrix} \text{deg}$	$\delta_{Ep} = \begin{pmatrix} 2.664728 \\ 0 \end{pmatrix} \text{deg}$	Mag = $\begin{pmatrix} -6.3 \\ \text{"k.A."} \end{pmatrix}$	Dur_sec = $\begin{pmatrix} 0.88 \\ 0 \end{pmatrix}$
---	---	---	--	---	---

Azimut Spur- anfang [°]	Azimut Spur- ende [°]	Höhe Spur- anfang [°]	Höhe Spur- ende [°]
-------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	---------------------------

$$\text{HOR\_KOORD} = \begin{pmatrix} 295.126974 & 307.269389 & 40.79033 & 32.355868 \\ 308.63 & 323.72 & 46.77 & 38.01 \end{pmatrix}$$



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	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1														
2	2														
3	0														
4	46.8684														
5	9.0049														
6	113.2454														
7	46.7584														
8	8.6412														
9	71.7973														
10	46.8588														
11	8.9727														
12	109.5536														
13	46.7622														
14	8.6537														
15	73.2126														
16	170.4968														
17	131.3013														
18	148.1368														
19	116.4934														
20	51.5865														
21	45.2346														
22	89.8035														
23	91.568														
24	46.5607														
25	8.0005														
26	37.1626														
27	66.5961														
28	66.329														
29	66.5725														
30	66.3382														
31	53.5917														
32	53.3196														
33	53.5676														
34	53.3289														
35	16.8277														
36	58.621														
37	"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)

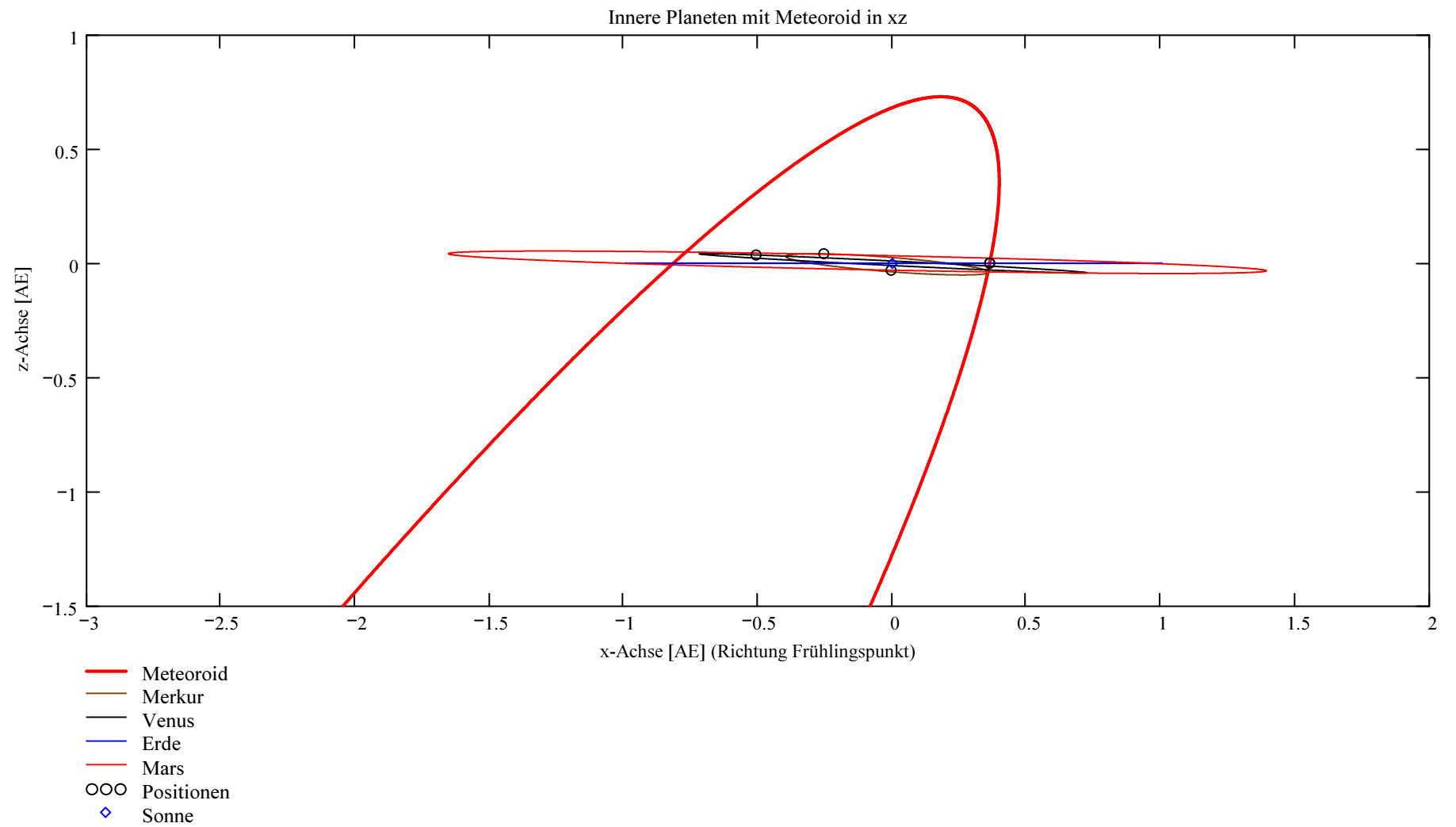
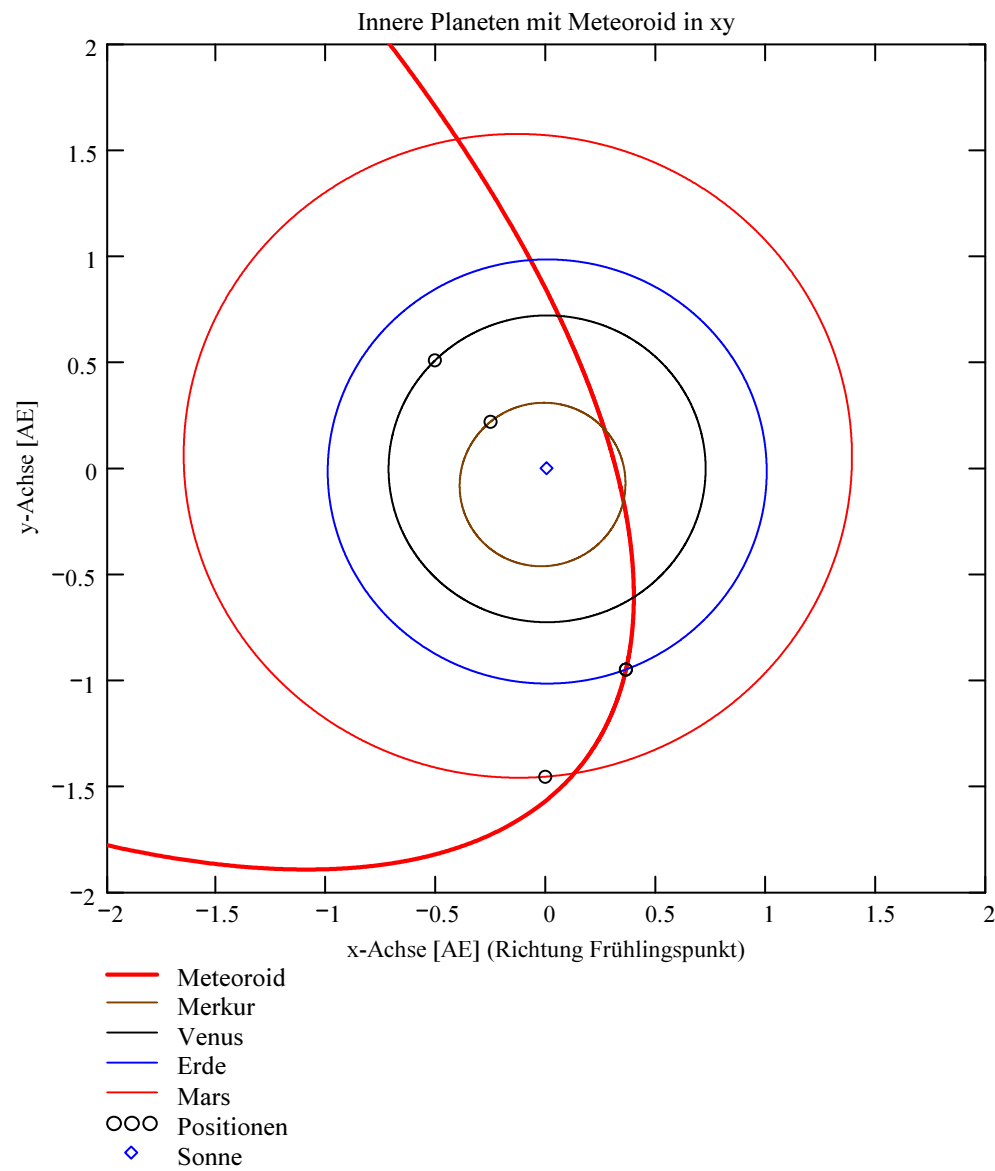
Winkel zwischen den Beobachtungsebenen:  
Im Idealfall liegt dieser Winkel nahe 90°. Bei sehr kleinen Winkeln (nahe 0° oder 180°) können sich Beobachtungs-Ungenauigkeiten stärker auswirken!

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

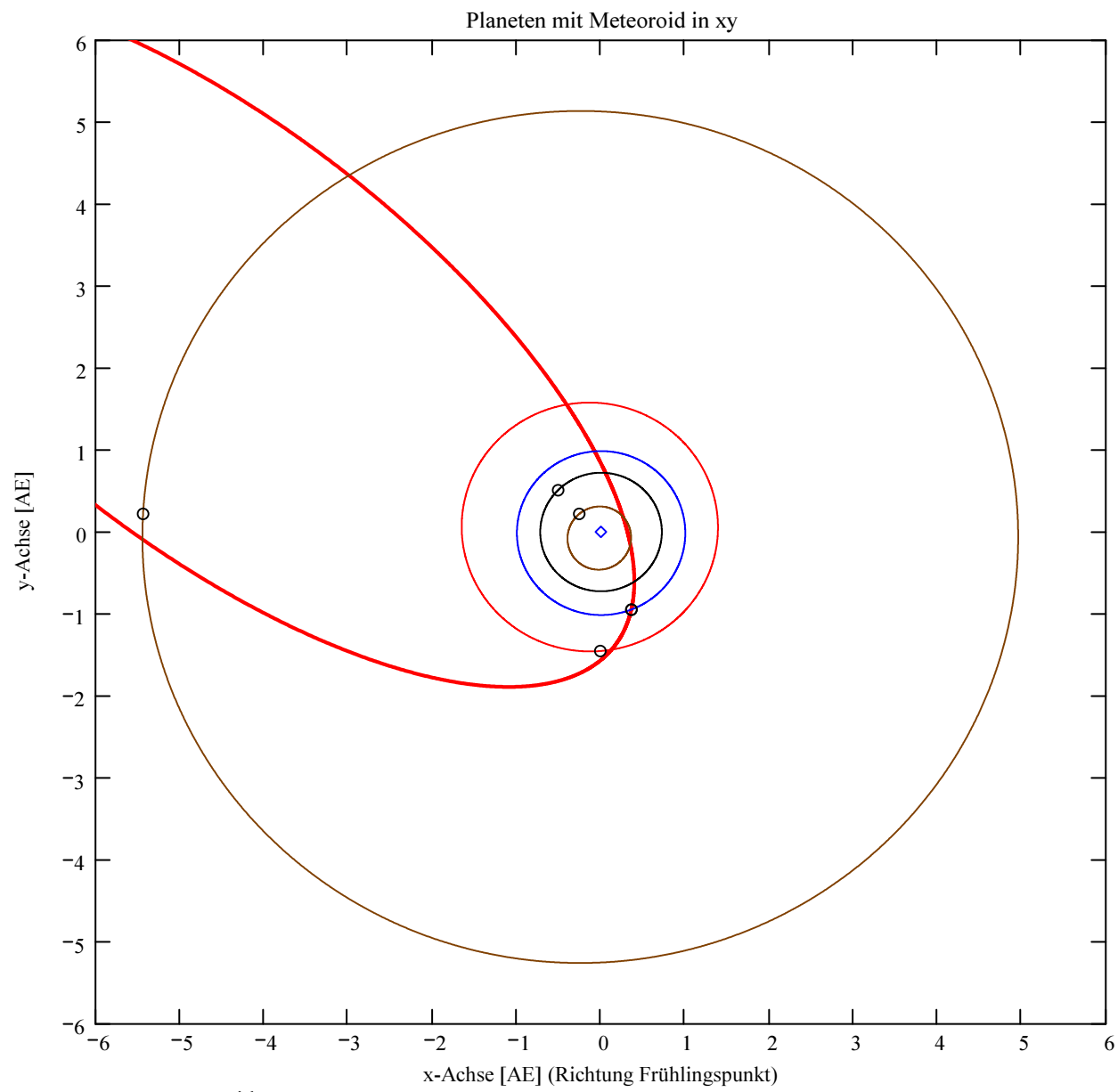
Grosse Halbachse:  $a_M = 10.06$  [AE]  
 Exzentrizität:  $e_M = 0.9274$   
 Perihelabstand:  $q_M = 0.7301$  [AE]  
 Bahnneigung (Winkel zwischen Ekliptik und Bahnebene):  $i_{2000} = 113.694$  deg  
 Länge des aufsteigenden Knotens:  $\Omega_{2000} = 110.906$  deg  
 Winkel zwischen Perihels und aufsteigendem Knoten:  $\omega_{2000} = 114.4729$  deg  
 Perihellänge:  $\omega^{\circ}_{2000} = 225.3789$  deg

Wahre Anomalie:  $v_{\text{Datum}} = 65.5233$  deg  
 Umlaufzeit:  $T_U = 11654.6147$  [Tage]  
 Perihelzeit (UTC):  $t_0 = 2457544.77037702$  [Julianisches Datum]  
 Datum: Tag = 5, Monat = 6, Jahr = 2016  
 Zeit (UTC): Stunden = 6, Minuten = 29, Sekunden = 20.575  
 Tage\_dez = 5.270377

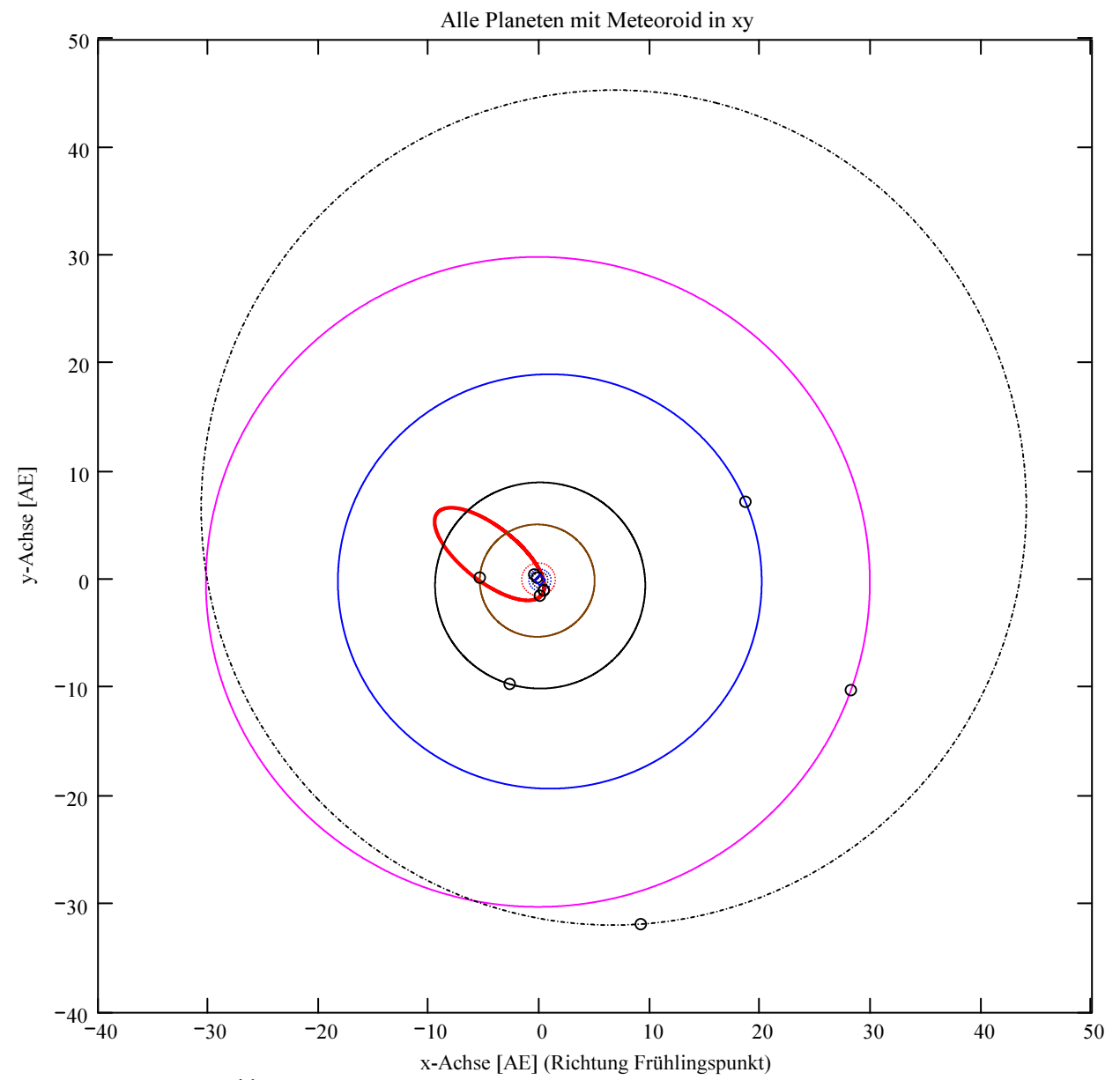
Geschwindigkeit des Meteoroiden:  
 Beobachtet:  $|v_{M\_Beob}| = 59$  [km/s]  
 Geozentrisch:  $|v_u| = 57.765$  [km/s]  
 Heliozentrisch:  $|v_{M\_hel\_ekl\_Dat}| = 40.708$  [km/s]  
 Radiantposition:  
 Scheinbar:  $\alpha_{\text{Rad}_s} = 30.805$  deg,  $\delta_{\text{Rad}_s} = 42.836$  deg Äquatorkoordinaten J2000.0  
 Geozentrisch:  $\alpha_{\text{Rad}_w2} = 31.025$  deg,  $\delta_{\text{Rad}_w2} = 42.893$  deg Äquatorkoordinaten J2000.0  
 Heliozentrisch:  $\lambda_{\text{Rad}_heli} = 77.524$  deg,  $\beta_{\text{Rad}_heli} = 44.793$  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 Beobachtungen, welche für die Berechnung der mittleren Trajektorie berücksichtigt werden:

(0 = wird nicht berücksichtigt  
1 = wird berücksichtigt).

Für die Gewichtung werden die Ebenen-Schnittwinkel mit ausgewertet.

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

Auswahl für die Berechnung der mittleren Trajektorie:

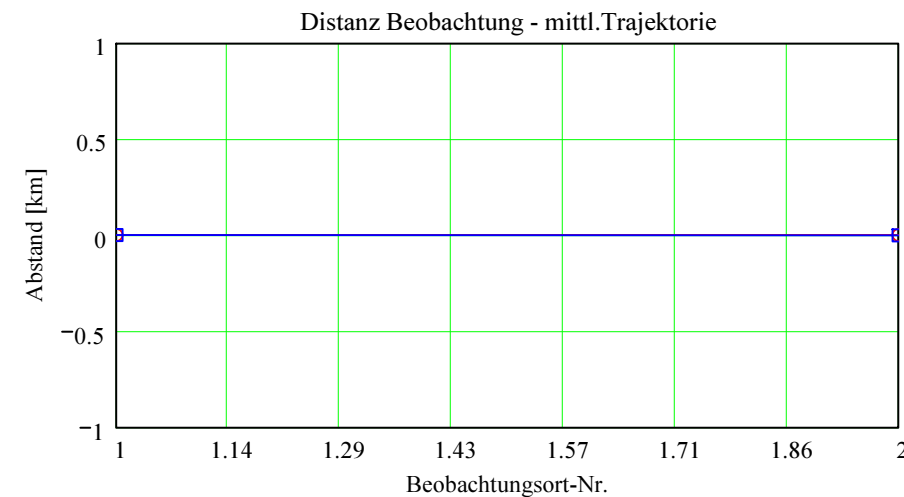
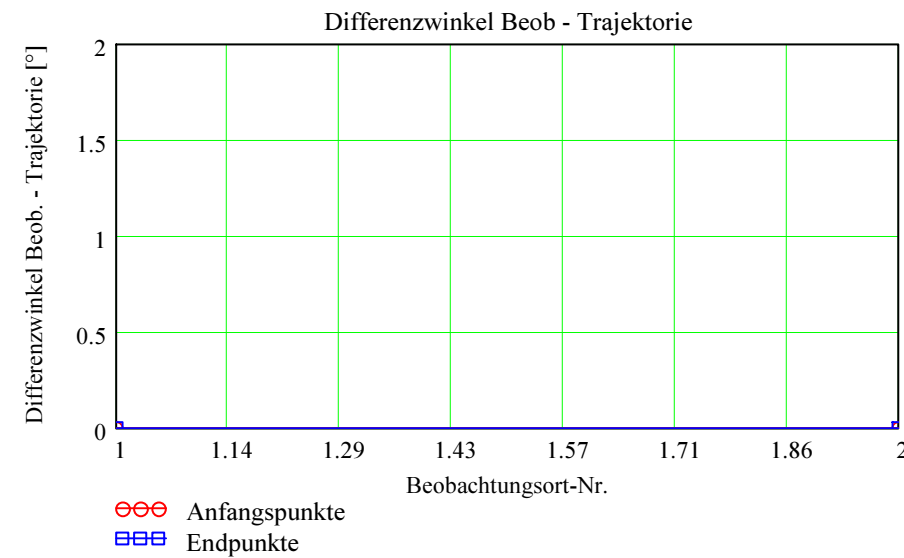
Nr. Stat.-Id. Beobachtungsort

ORT\_KOORD1 =  $\begin{pmatrix} 1 & \text{"VTE"} & \text{"Observatoire géophysique, Val Terbi"} \\ 2 & \text{"SCH"} & \text{"Sternwarte Schafmatt"} \end{pmatrix}$

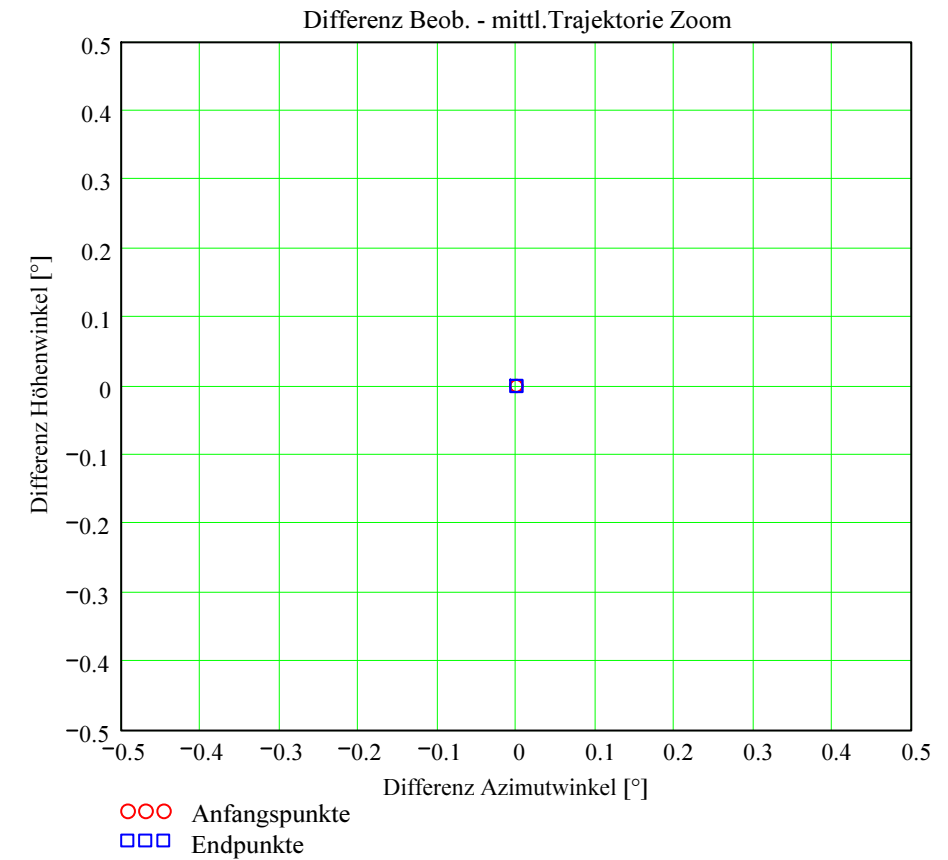
Berechnung: Beat Booz

IndPaar = (1.2)

Gew = (1)



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

$$\text{ORT\_KOORD1} = \begin{pmatrix} 1 & \text{"VTE"} & \text{"Observatoire géophysique, Val Terbi"} \\ 2 & \text{"SCH"} & \text{"Sternwarte Schafmatt"} \end{pmatrix}$$

**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 [°]:

mTr<sub>1</sub> =

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	"VTE"	"SCH"						
2	46.868436	46.858758						
3	9.004942	8.972728						
4	113.245445	109.553629						
5	66.596139	66.572458						
6	53.591703	53.567644						
7	46.758439	46.762244						
8	8.641239	8.653732						
9	71.797315	73.212595						
10	66.329004	66.338172						
11	53.319576	53.328941						

**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]:

bTr<sub>1</sub> =

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	"VTE"	"SCH"						
2	295.126974	308.63						
3	40.79033	46.77						
4	170.496805	148.136847						
5	-0	0						
6	0	-0						
7	0	0						
8	0	0						
9	307.269389	323.72						
10	32.355868	38.01						
11	131.301275	116.493402						
12	0	-0						
13	-0	0						
14	0	0						
15	0	-0						