

Berechnung: Beat Booz

## Meteorspur-Berechnung basierend auf Daten mindestens zweier Beobachtungsorte

### Berechnungsverfahren:

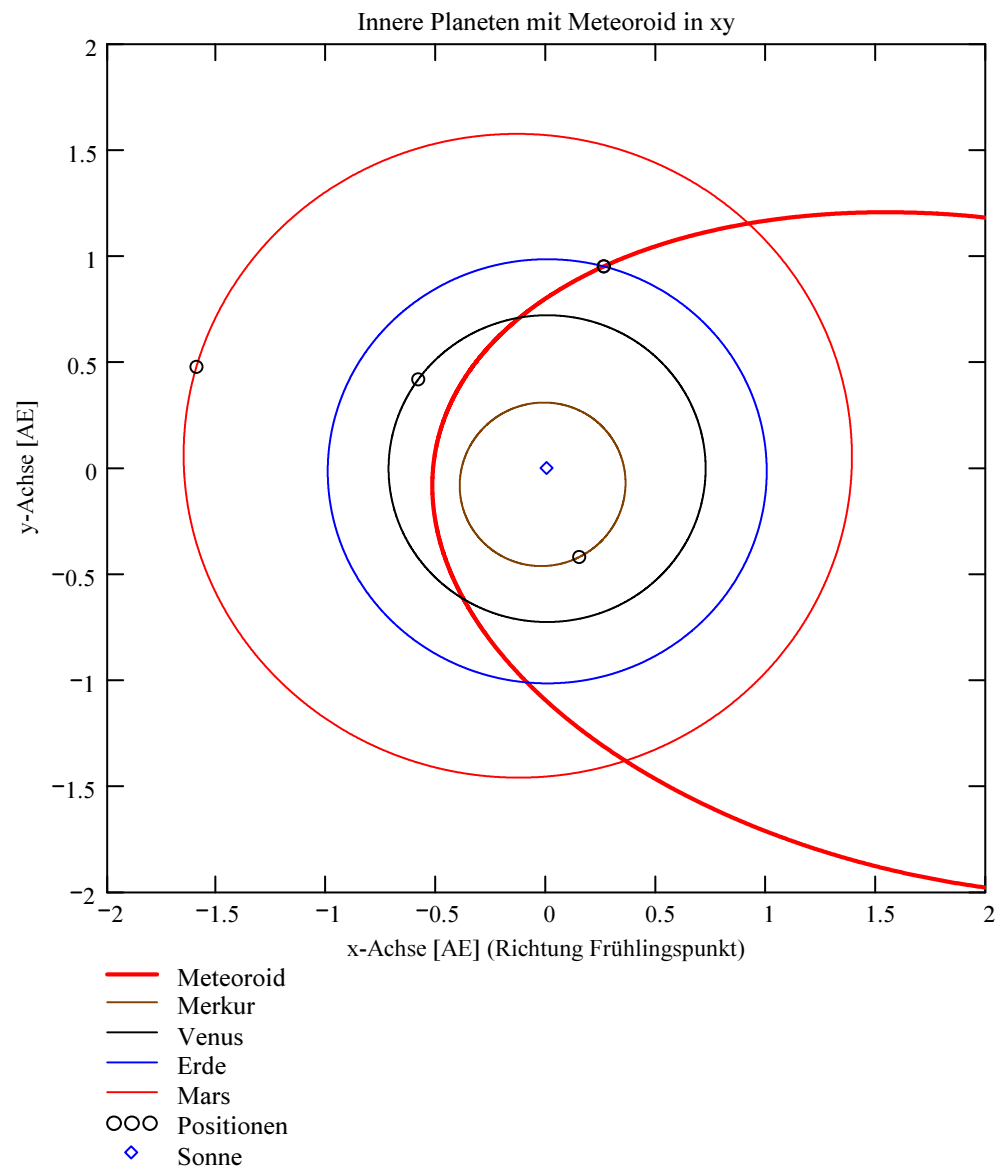
Die Meteorspur wird berechnet für alle gemeinsamen Schnittlinien der Ebenen der Beobachtungsorte, welche durch die Punkte Ort-Spuranfang-Spurende gelegt werden. Diese Methode verwendet die Punkte Spuranfang und Spurende nur um die Lage dieser Ebenen im Raum zu definieren. Sie ist deshalb auch dann gut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

### Beobachtungsdaten: Geografische Koordinaten der Beobachtungsorte:

$\Phi$  nördlich positiv,  $\lambda$  östlich von Greenwich  
 südlich negativ, positiv, westlich von Greenwich negativ

Beobachtungsorte: Geogr. Breite  $\Phi$  [° dez.] Geogr. Länge  $\lambda$  [° dez.] Höhe über Meer [km]

Nr.	Stat.-Id.	Stationsname	Geogr. Breite $\Phi$ [° dez.]	Geogr. Länge $\lambda$ [° dez.]	Höhe über Meer [km]
1	"VTE"	"Observatoire géophysique, Val Terbi"	47.3595	7.4987	0.572
2	"BOS"	"Privatsternwarte Bos-cha"	46.777367	10.169708	1.666
3	"FAL"	"Sternwarte Mirasteilas Falera"	46.804261	9.224167	1.288
4	"SCH"	"Sternwarte Schafmatt"	47.42025	7.950833	0.82



### Mittlerer Beobachtungszeitpunkt:

Tag: D = 7  
 Monat: M = 12  
 Jahr: Y = 2015  
 Weltzeit: UT = 1.523333 [h dezimal]

Anzahl Beobachtungen (Standorte): NB = 4  
 Anzahl echter Kombinationsmöglichkeiten aller Beobachtungsorte zur Verrechnung jeweils zweier Orte miteinander: NK = 6  
 Epoche der Äquatorkoordinaten:  $JD_{Epoche} = 2451545$   
 (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 =	$\alpha_{Ep} = \begin{pmatrix} 118.135742 \\ 47.234833 \\ 60.650398 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ deg}$	$\delta_{Ep} = \begin{pmatrix} -2.064361 \\ 11.084332 \\ 14.06662 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ deg}$	$\alpha_{Ep} = \begin{pmatrix} 131.496826 \\ 37.330498 \\ 52.492912 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ deg}$	$\delta_{Ep} = \begin{pmatrix} -9.415774 \\ 7.972238 \\ 11.673956 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ deg}$	Mag = $\begin{pmatrix} -5.8 \\ -2 \\ -3.6 \\ \text{"k.A."} \end{pmatrix}$	Dur_sec = $\begin{pmatrix} 1.8 \\ 2.38 \\ 2.06 \\ 0 \end{pmatrix}$

Azimut Spuranfang [°]	Azimut Spurende [°]	Höhe Spuranfang [°]	Höhe Spurende [°]
343.791413	330.66215	39.3397	28.70601
76.046933	81.5418	27.760348	18.834334
65.756979	71.267993	39.263742	32.262086
0.6	350.6	37.52	29.65

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	1	1	2	2	3									
2	2	3	4	3	4	4									
3	0	0	0	0	0	0									
4	46.3907	46.3833	46.42	46.4083	46.3538	46.3843									
5	7.9066	7.9096	7.8945	8.1144	7.8294	7.8924									
6	95.078	95.8206	92.159	90.6876	103.6694	95.5052									
7	46.5496	46.5427	46.5551	46.5861	46.5559	46.557									
8	8.1584	8.1639	8.154	8.42	8.1654	8.1805									
9	58.4859	58.9901	58.0826	49.7154	57.0388	55.6604									
10	46.3591	46.3968	46.4416	46.5136	46.418	46.4103									
11	7.8566	7.9311	7.936	8.2949	7.9356	7.9355									
12	102.4214	92.6786	86.67	66.3686	88.7987	89.493									
13	46.5563	46.5596	46.5573	46.6352	46.5523	46.5454									
14	8.1692	8.1911	8.1583	8.505	8.1595	8.1611									
15	56.929	55.0947	57.5218	38.4836	57.8564	58.3187									
16	147.4876	148.6343	142.9783	186.598	213.1034	147.2752									
17	118.8134	119.8328	117.9976	144.3427	165.612	100.8009									
18	210.5625	142.9016	139.3986	102.0622	142.8169	143.9315									
19	165.2945	99.7627	113.0956	69.1814	113.7544	114.6641									
20	45.2274	45.5294	42.4477	51.4315	58.1542	49.7105									
21	56.2148	46.4744	36.3182	35.0599	38.6124	38.8988									
22	72.578	73.2179	72.645	62.6668	71.4618	69.7367									
23	70.6506	68.3942	71.9453	48.5344	72.4835	73.0586									
24	46.807	46.8015	46.7883	46.8046	46.8068	46.8017									
25	8.5717	8.5822	8.6076	8.8003	8.5886	8.5939									
26	36.504	36.521	37.1116	37.6753	37.2393	37.2368									
27	227.327	227.5121	232.6891	229.587	228.6608	228.7539									
28	227.5102	227.6971	232.8779	229.8093	228.9051	228.9634									
29	227.2908	227.5277	232.7193	229.7183	228.7379	228.7852									
30	227.5181	227.7169	232.8811	229.8713	228.9008	228.9493									
31	54.1142	54.1024	53.5013	52.9403	53.4517	53.4008									
32	53.879	53.8656	53.2773	52.6649	53.1444	53.1378									
33	54.161	54.0823	53.4654	52.7774	53.3543	53.3614									
34	53.8689	53.8403	53.2736	52.5887	53.1499	53.1554									
35	147.7558	145.6655	14.2323	2.0911	133.5402	131.4492									
36	25.1264	25.2941	23.582	21.6099	24.4345	24.1313									
37	23.6197	22.5604	"k. A."	17.0194	"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:**

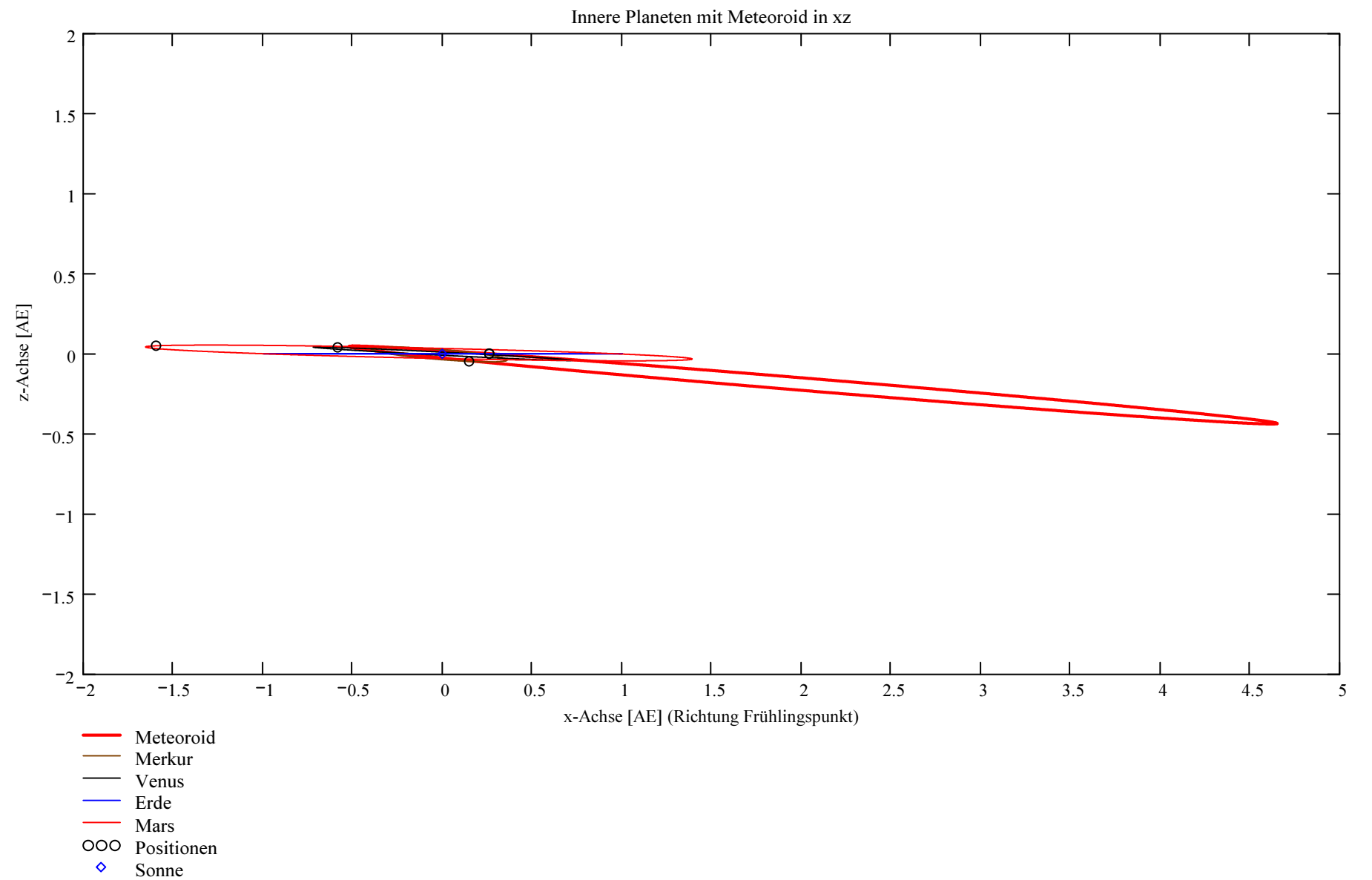
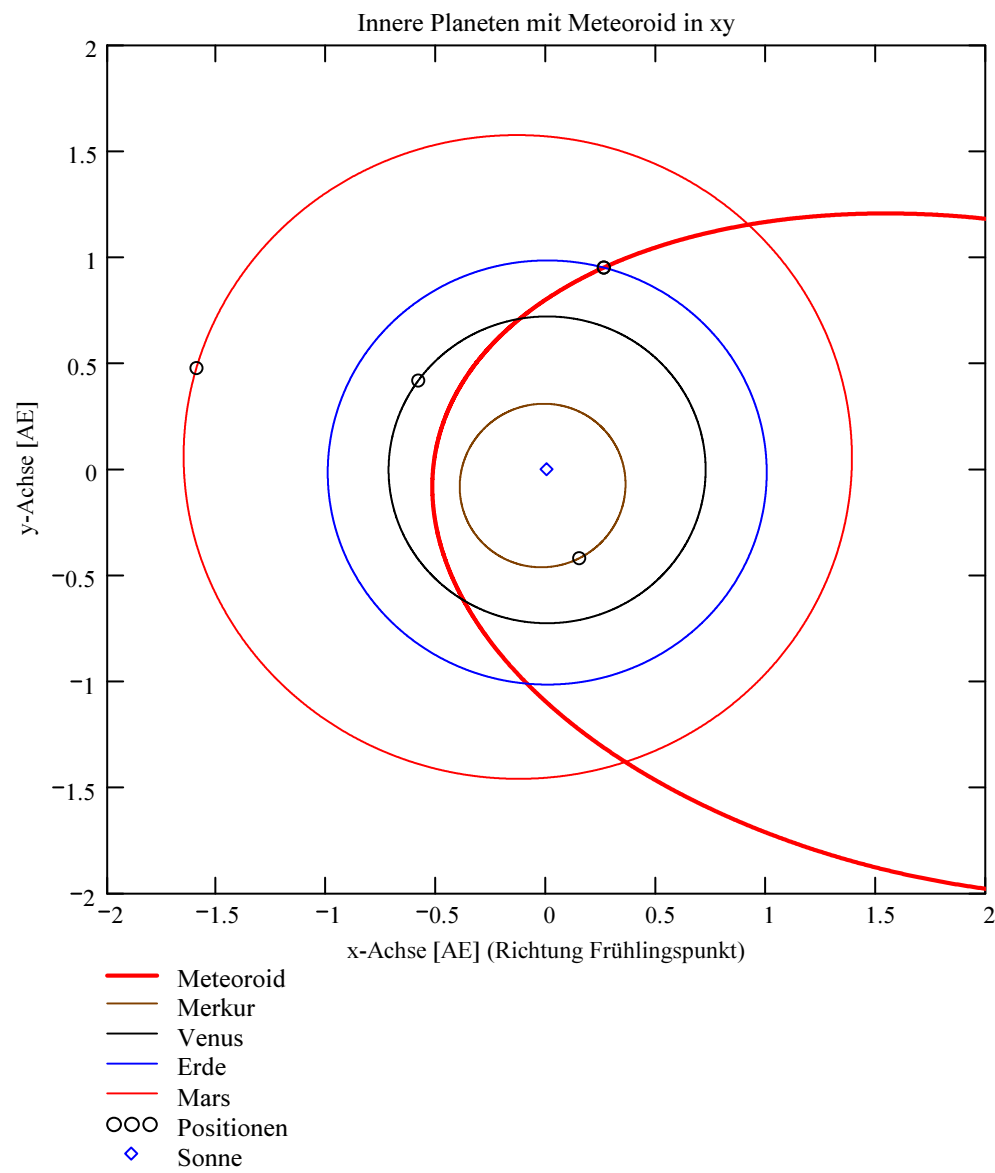
Grosse Halbachse:  $a_M = 2.6286$  [AE]  
 Exzentrizität:  $e_M = 0.8046$   
 Perihelabstand:  $q_M = 0.5137$  [AE]  
 Bahnneigung (Winkel zwischen Ekliptik und Bahnebene):  $i_{2000} = 5.3208$  deg  
 Länge des aufsteigenden Knotens:  $\Omega_{2000} = 74.3977$  deg  
 Winkel zwischen Perihels und aufsteigendem Knoten:  $\omega_{2000} = 94.2028$  deg  
 Perihellänge:  $\omega^{\circ}_{2000} = 168.6005$  deg

Wahre Anomalie:  $v_{\text{Datum}} = -94.2132$  deg  
 Umlaufzeit:  $T_U = 1556.6676$  [Tage]  
 Perihelzeit (UT):  $t_0 = 2455850.11040965$  [Julianisches Datum]

Datum: Tag = 15    Monat = 10    Jahr = 2011  
 Zeit (UT): Stunden = 14    Minuten = 38    Sekunden = 59.394  
 Tage\_dez = 15.61041

Betrag der beobachteten Geschwindigkeit (topozentrisch, relativ zur rotierenden Erde):  $|v_{M\_Beob}| = 27$  [km/s]

Betrag der absoluten Geschwindigkeit:  $|v_{M\_hel\_ekl\_Dat}| = 38.252$  [km/s]



## 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 Gewichtungsauswahl:

IndPaar =  $\begin{pmatrix} 1.2 \\ 1.3 \\ 1.4 \\ 2.3 \\ 2.4 \\ 3.4 \end{pmatrix}$

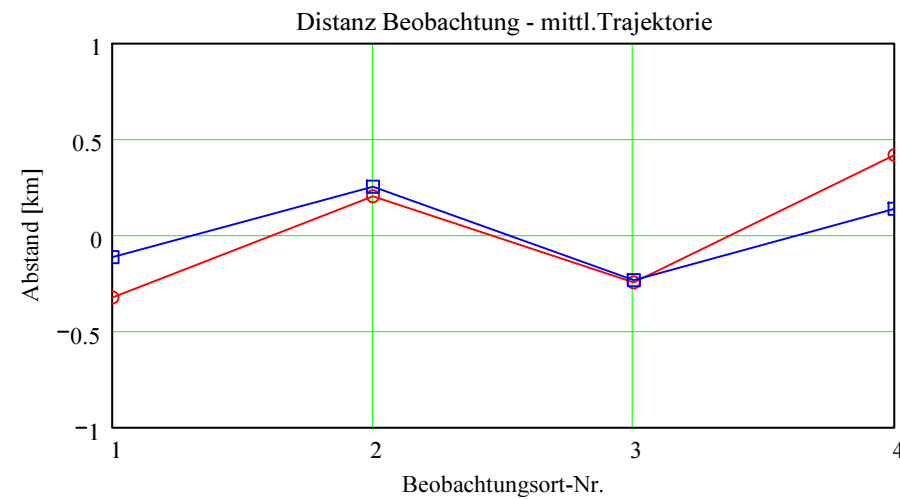
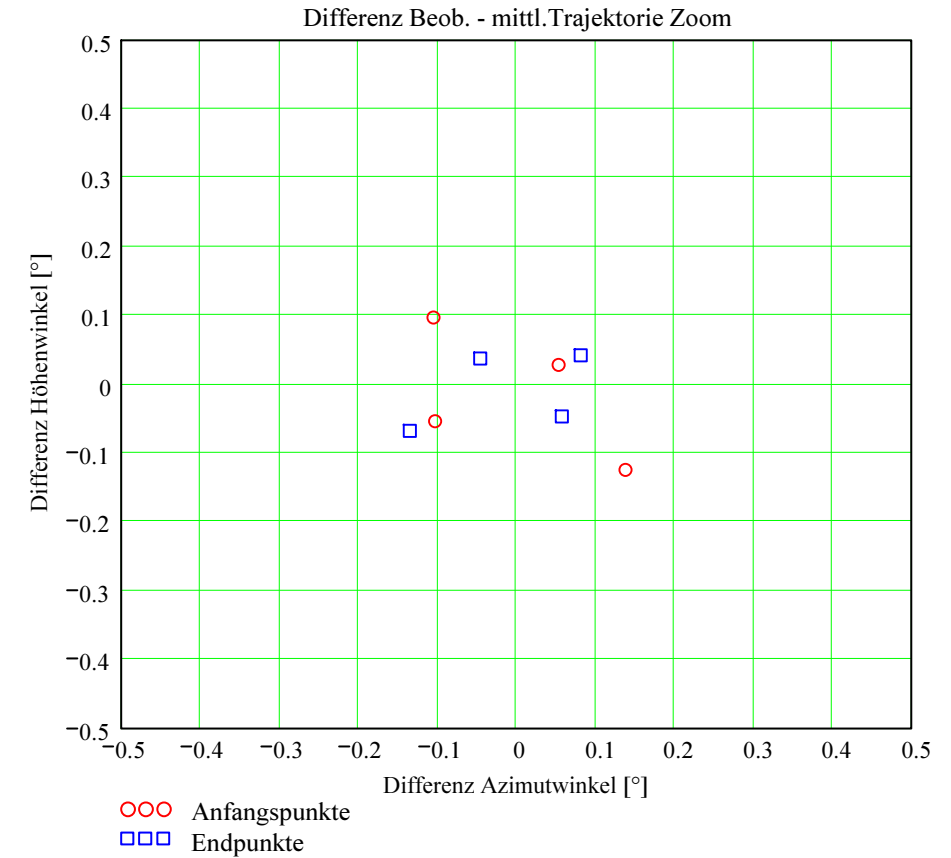
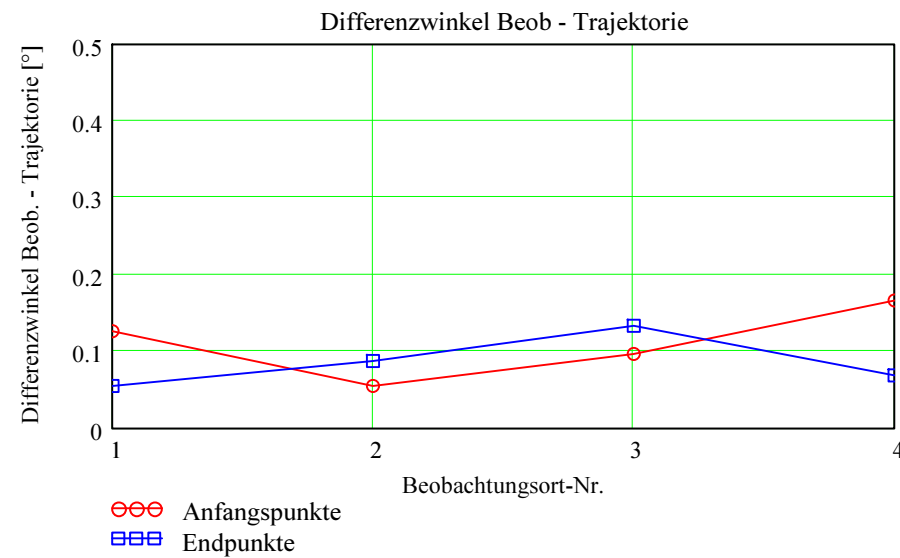
Gew =  $\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$

Nr. Stat.-Id. Beobachtungsort

1	"VTE"	"Observatoire géophysique, Val Terbi"
2	"BOS"	"Privatsternwarte Bos-cha"
3	"FAL"	"Sternwarte Mirasteilas Falera"
4	"SCH"	"Sternwarte Schafmatt"

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	"FAL"	"Sternwarte Mirasteilas Falera"
4	"SCH"	"Sternwarte Schafmatt"

**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"	"BOS"	"FAL"	"SCH"				
2	46.389993	46.355998	46.390196	46.411511				
3	7.904096	7.848968	7.904425	7.939048				
4	94.77576	102.68209	94.728733	89.78071				
5	228.125954	228.085922	228.126193	228.151347				
6	53.771208	53.822221	53.770904	53.738897				
7	46.546613	46.554779	46.558615	46.548005				
8	8.159528	8.172913	8.179201	8.161809				
9	58.586001	56.709557	55.828658	58.266068				
10	228.311725	228.321473	228.326052	228.313386				
11	53.535664	53.523359	53.517579	53.533567				

**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"	"BOS"	"FAL"	"SCH"				
2	343.896229	75.993544	65.859979	0.461735				
3	39.243206	27.732478	39.317795	37.644947				
4	147.313102	211.275801	145.911544	143.999245				
5	-0.104816	0.053389	-0.102999	0.138265				
6	0.096494	0.02787	-0.054054	-0.124947				
7	0.126062	0.054857	0.096314	0.166186				
8	-0.324118	0.202283	-0.245277	0.417668				
9	330.708102	81.460483	71.40296	350.542535				
10	28.669135	18.792759	32.330425	29.697166				
11	119.150553	164.984638	100.92455	114.401026				
12	-0.045952	0.081316	-0.134968	0.057465				
13	0.036875	0.041575	-0.068339	-0.047166				
14	0.054633	0.087482	0.13299	0.068685				
15	-0.113613	0.251906	-0.234257	0.137141				