

Berechnung: Beat Booz

## Meteorspur-Berechnung basierend auf Daten mindestens zweier Beobachtungsorte

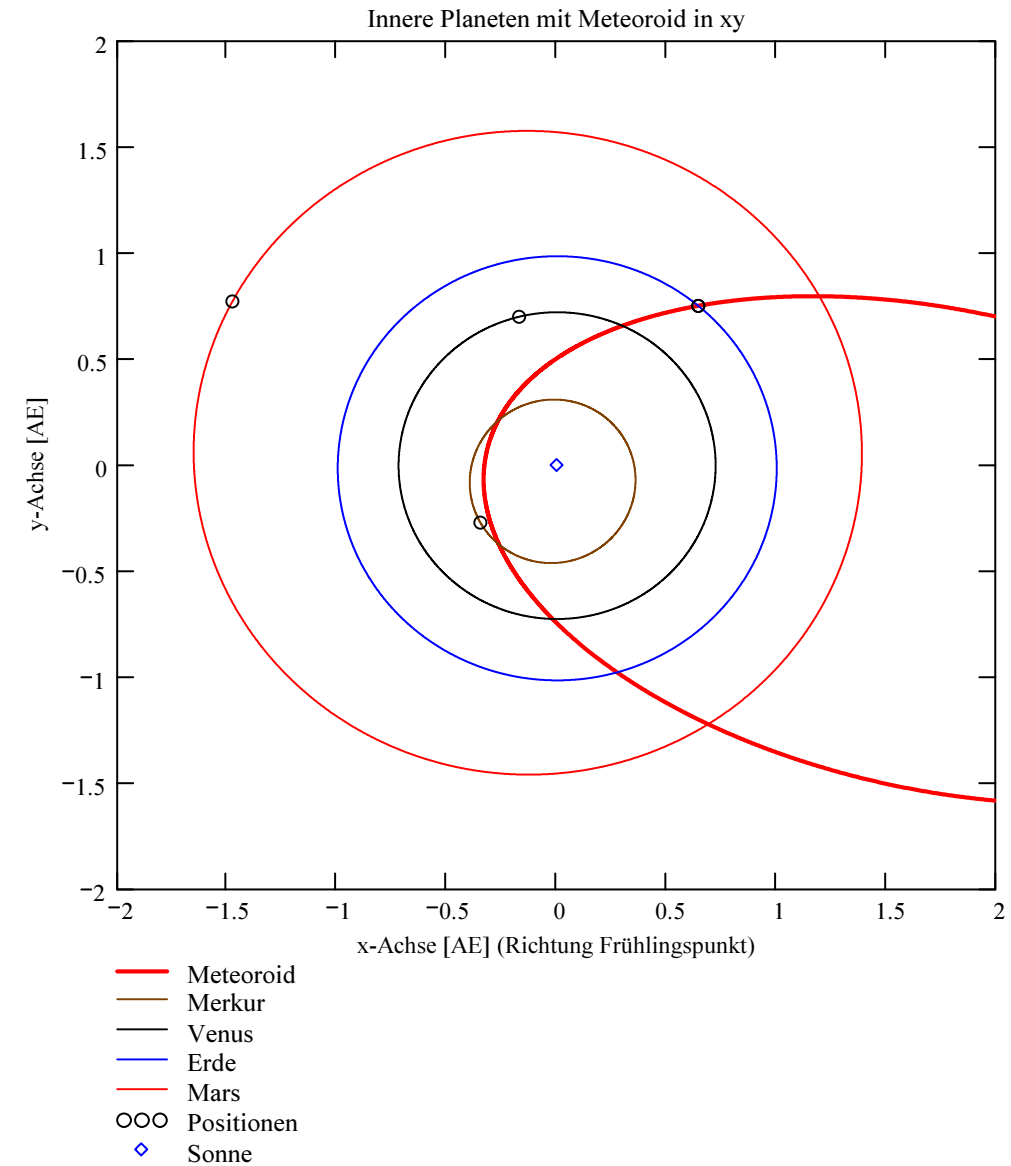
### Berechnungsverfahren:

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	Geogr. Breite $\Phi$ [° dez.]		Geogr. Länge $\lambda$ [° dez.]		Höhe über Meer [km]
				nördlich positiv, südlich negativ	östlich positiv, westlich von Greenwich negativ			

ORT_KOORD1 =	ORT_KOORD2 =
1 "BOS" "Privatsternwarte Bos-cha"	46.777367 10.169708 1.666
2 "FAL" "Sternwarte Mirasteilas Falera"	46.804261 9.224167 1.288
3 "GNO" "Osservatorio Astronomico di Gnosca"	46.231461 9.024039 0.254
4 "LOC" "Beobachtungsstation Locarno"	46.1723 8.7878 0.367
5 "MAI" "Beobachtungsstation Maienfeld"	47.010278 9.536667 0.54
6 "SCH" "Sternwarte Schafmatt"	47.42025 7.950833 0.82



### Mittlerer Beobachtungszeitpunkt:

Tag: D = 11	Anzahl Beobachtungen (Standorte): NB = 6	Epoche der Äquatorkoordinaten: JD <sub>Epoche</sub> = 2451545
Monat: M = 11	Anzahl echter Kombinationsmöglichkeiten aller Beobachtungsorte zur Verrechnung jeweils zweier Orte miteinander: NK = 15	(J2000.0 = Julianisches Datum 2451545,0)
Jahr: Y = 2015		
Weltzeit: UT = 23.2375 [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 =	$\alpha_{Ep} =$	$\delta_{Ep} =$	$\alpha_{Ep} =$	$\delta_{Ep} =$	Mag =	Dur <sub>sec</sub> =
1	50.06823	-11.472992	48.499451	-17.465496	-6.6	1.2
2	69.959267	-10.556108	71.225533	-14.891615	-7.5	1.16
3	79.772232	1.188588	83.017448	-1.288911	-5.8	1.18
4	84.825912	2.747456	90.567657	-0.421087	-4.9	1.14
5	62.915169	-15.590224	63.425961	-22.615263	-7.5	1.32
6	0	0	0	0	"k.A."	0

Spur-anfang [°]	Spur-ende [°]	Höhe Spuranfang [°]	Höhe Spurende [°]
359.137043	0.877276	31.802352	25.811207
335.444075	335.542557	29.512318	25.005238
318.87888	316.773733	37.166951	33.462937
312.149823	308.34067	35.999079	30.269229
344.714216	345.618691	26.147605	19.155586
322.6	321.9	17.06	11.55

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	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5
2	2	3	4	5	6	3	4	5	6	4	5	6	5	6	6
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	45.2928	45.2805	45.2781	45.3159	45.3098	45.2529	45.2536	45.2457	45.3266	45.2598	45.255	45.1761	45.2408	45.1991	45.3346
5	10.2015	10.2017	10.2018	10.201	10.2011	10.227	10.2265	10.2315	10.1807	10.2215	10.2273	10.322	10.2354	10.2985	10.1864
6	108.1413	109.0528	109.2371	106.4217	106.8744	113.2863	113.234	113.8276	107.762	112.14	112.7064	122.043	115.6416	120.9368	99.8502
7	45.3828	45.4304	45.4342	45.3949	45.4125	45.4123	45.407	45.336	45.4305	45.3815	45.3783	45.3765	45.4151	45.4231	45.472
8	10.1394	10.1404	10.1404	10.1396	10.14	10.1224	10.1257	10.1702	10.111	10.1537	10.1578	10.1602	10.1372	10.1233	10.0975
9	79.6255	76.8684	76.6526	78.9235	77.9064	83.8342	84.1597	88.545	82.7173	88.1499	88.4843	88.677	81.4063	80.5293	64.9703
10	45.2839	45.274	45.2578	45.3348	45.3446	45.258	45.2414	45.2844	45.3779	45.2444	45.3138	45.3183	45.3147	45.3262	45.3459
11	10.2076	10.2044	10.2097	10.1863	10.1804	10.2237	10.2346	10.2052	10.1463	10.2301	10.1942	10.2074	10.1939	10.1993	10.1791
12	110.9618	110.4587	113.4872	99.8377	97.0228	112.3548	115.5707	102.9573	95.3701	115.1934	101.1383	98.3354	101.0826	97.9403	96.9597
13	45.3591	45.374	45.4071	45.4299	45.4651	45.3988	45.4307	45.4111	45.5201	45.417	45.507	45.5492	45.5075	45.5337	45.4814
14	10.1557	10.1635	10.1511	10.1124	10.1086	10.1313	10.1101	10.119	10.0505	10.1339	10.0851	10.0197	10.0849	10.0361	10.0914
15	87.1159	88.9445	82.2763	66.8198	63.1757	86.3275	79.704	67.6497	61.2607	81.1982	63.4355	60.251	63.4158	60.7879	62.607
16	197.8884	199.5486	199.8841	194.7549	195.58	221.5254	221.4245	222.5695	210.8548	182.4907	183.4013	198.3947	192.9185	201.6343	218.589
17	174.6396	168.6053	168.1324	173.104	170.8783	189.8492	190.5777	200.3786	187.3482	156.9925	157.581	157.9202	157.9097	156.23	188.8126
18	217.0384	179.7866	189.369	218.5623	305.4434	182.836	192.8017	225.2259	300.5229	192.1803	221.3418	309.344	221.2229	308.1706	305.2558
19	197.1876	158.3907	159.5753	194.0287	281.8401	153.7845	154.6488	196.3658	273.9101	157.5111	184.4759	269.7134	184.4204	271.9464	279.4892
20	30.6988	36.7256	37.4034	29.3399	31.6045	35.547	34.8225	27.7195	28.2307	28.2056	28.5195	42.3933	40.2999	49.7352	38.8488
21	25.668	24.5419	35.8178	35.2366	36.9416	31.4117	42.9609	38.7307	38.4765	39.9735	44.4416	48.5105	44.3831	45.8079	38.2656
22	85.8419	87.9475	88.2345	84.3114	85.1379	101.6027	101.1965	97.2611	93.4594	103.9963	104.5472	113.346	96.1702	99.6132	72.5039
23	93.9079	101.7341	94.6942	71.3914	69.0557	104.6149	95.8537	74.3346	69.249	95.8154	75.0099	77.121	74.959	75.2554	69.8698
24	45.6387	45.7954	45.8086	45.6256	45.6936	45.8754	45.8601	45.6579	45.7797	45.8379	45.8382	45.9214	45.8381	45.8794	45.7324
25	9.9617	9.9896	9.9919	9.9593	9.9714	9.8147	9.8241	9.9498	9.8742	9.8968	9.8961	9.7135	9.8961	9.7612	9.9276
26	22.0887	29.2659	29.8878	20.7336	23.9448	34.6605	33.9874	24.6277	27.9407	32.2972	32.4362	38.8427	32.4024	36.3243	26.4991
27	154.2909	164.0243	164.634	151.5687	157.4276	155.3119	155.2753	154.5917	154.8463	158.6915	158.4792	150.4974	158.4719	151.2913	155.6871
28	154.2461	163.9804	164.5902	151.5243	157.3837	155.2372	155.2033	154.5477	154.7963	158.6431	158.4296	150.3823	158.4018	151.1664	155.6232
29	154.2953	164.0262	164.6397	151.5581	157.4127	155.3095	155.281	154.5728	154.8217	158.6976	158.4556	150.4159	158.4423	151.2207	155.6818
30	154.2579	163.997	164.5978	151.5046	157.3611	155.2436	155.1922	154.5109	154.753	158.6289	158.3776	150.282	158.3644	151.1041	155.6189
31	68.2959	61.27	60.6627	69.6194	66.4714	56.0255	56.6813	65.8293	62.5606	58.324	58.1914	52.0158	58.2404	54.4531	63.9381
32	68.1958	61.1141	60.5008	69.5294	66.3601	55.85	56.5124	65.7294	62.4458	58.1932	58.0588	51.7853	58.0529	54.1974	63.7871
33	68.3057	61.2768	60.6837	69.5979	66.4336	56.02	56.6948	65.7865	62.5039	58.3405	58.1282	51.8523	58.161	54.3081	63.9257
34	68.2222	61.1728	60.5289	69.4895	66.3031	55.865	56.4863	65.6461	62.3466	58.1551	57.9203	51.5864	57.9535	54.0711	63.7768
35	32.3893	70.7542	80.337	19.5917	49.0611	38.8339	48.4284	12.8173	16.7296	9.6052	51.5026	22.2867	61.1078	31.8256	29.5355
36	25.5823	30.6047	31.1695	24.4499	26.3371	30.644	30.0194	23.8961	24.3368	23.9031	24.1691	35.9265	35.3508	43.6273	29.4309
37	22.1276	20.7983	31.4192	26.6944	"k. A."	26.6201	37.685	29.3414	"k. A."	35.0645	33.6679	"k. A."	33.6236	"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:**

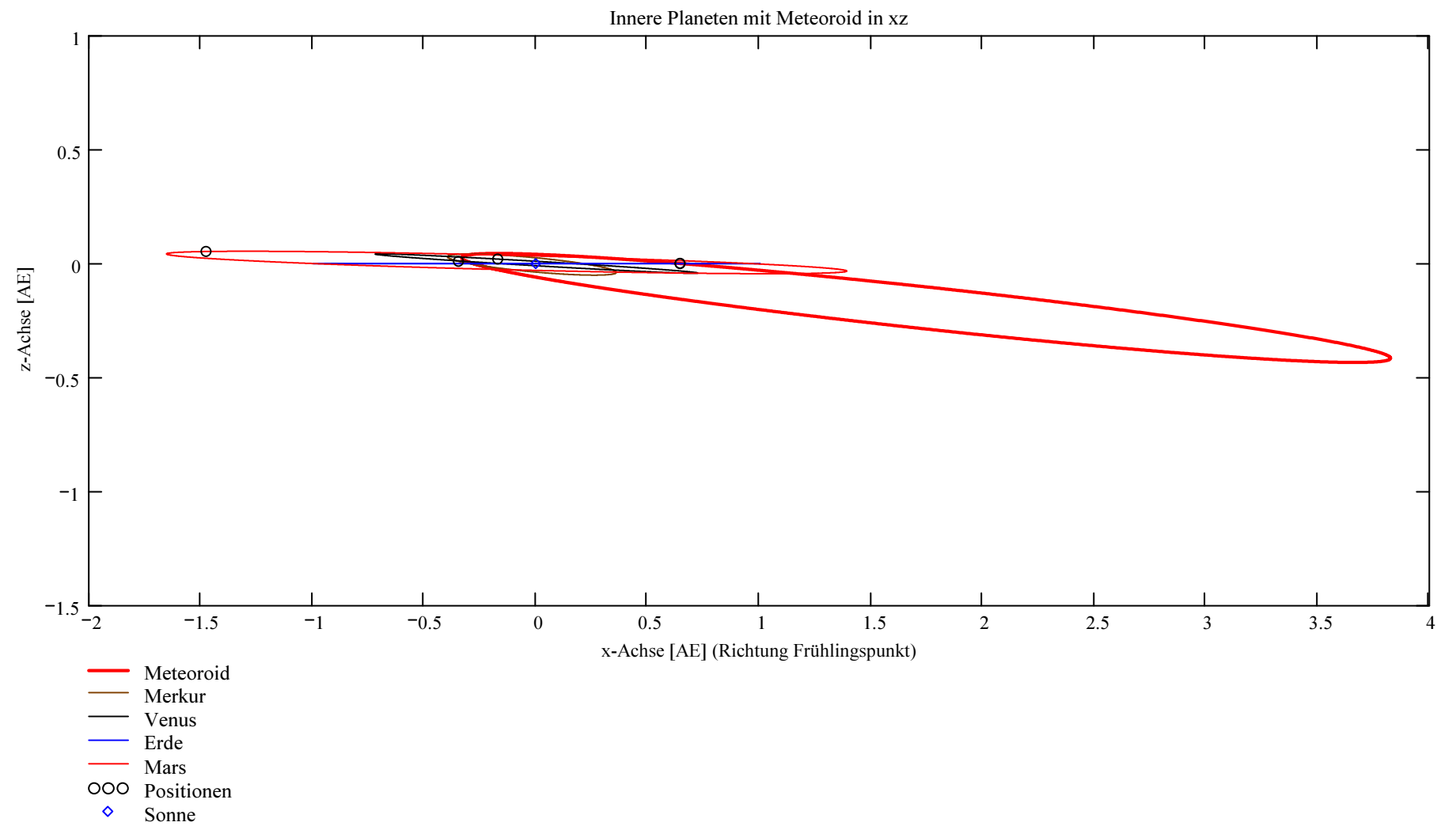
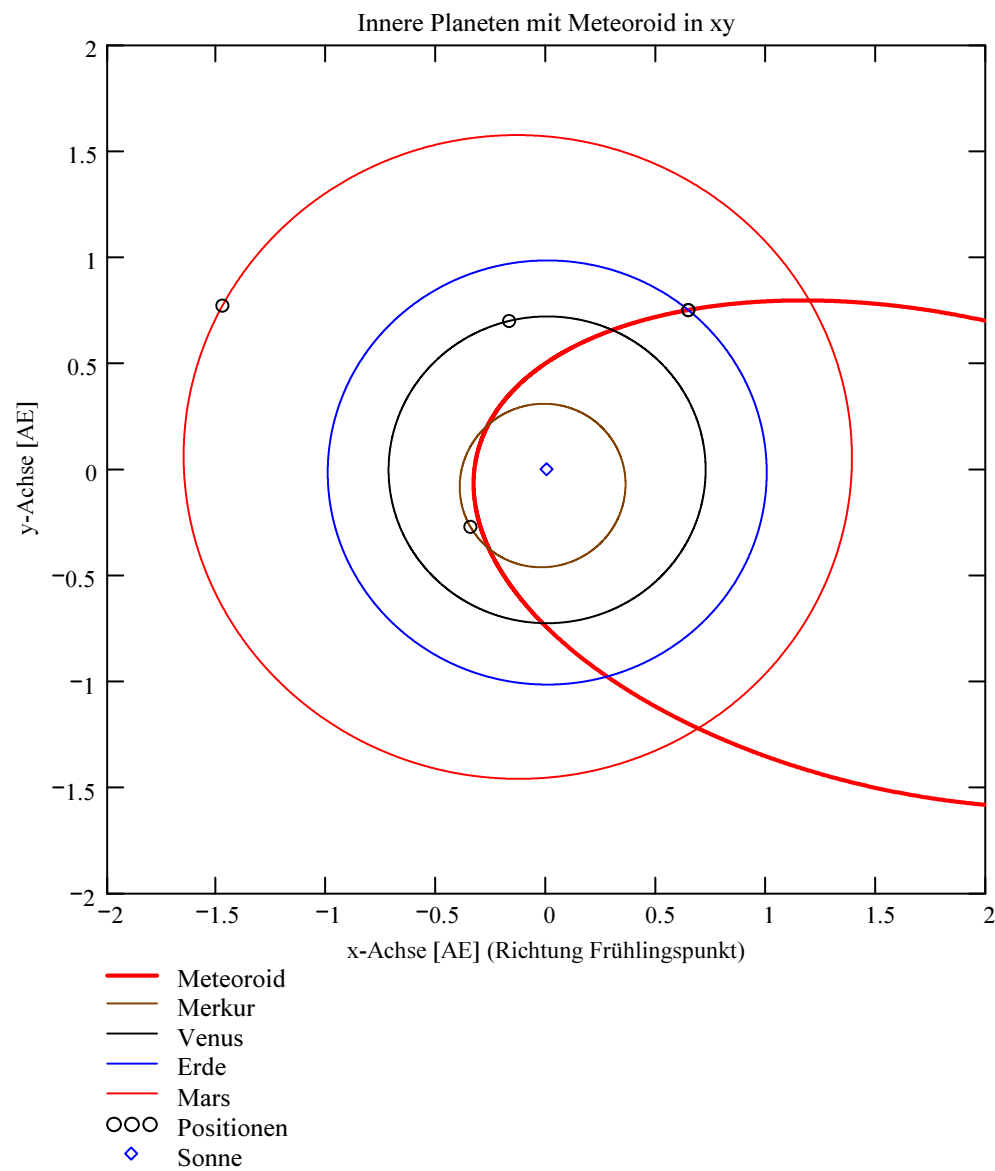
Grosse Halbachse:  $a_M = 2.1287$  [AE]  
 Exzentrizität:  $e_M = 0.8471$   
 Perihelabstand:  $q_M = 0.3254$  [AE]  
 Bahnneigung (Winkel zwischen Ekliptik und Bahnebene):  $i_{2000} = 7.014$  deg  
 Länge des aufsteigenden Knotens:  $\Omega_{2000} = 49.0278$  deg  
 Winkel zwischen Perihels und aufsteigendem Knoten:  $\omega_{2000} = 117.6293$  deg  
 Perihellänge:  $\omega^{\circ}_{2000} = 166.6572$  deg

Wahre Anomalie:  $v_{\text{Datum}} = -117.6336$  deg  
 Umlaufzeit:  $T_U = 1134.4429$  [Tage]  
 Perihelzeit (UT):  $t_0 = 2456245.64223072$  [Julianisches Datum]

Datum: Tag = 14    Monat = 11    Jahr = 2012  
 Zeit (UT): Stunden = 3    Minuten = 24    Sekunden = 48.734  
 Tage\_dez = 14.142231

Betrag der beobachteten Geschwindigkeit (topozentrisch, relativ zur rotierenden Erde):  $|v_{M\_Beob}| = 31.5$  [km/s]

Betrag der absoluten Geschwindigkeit:  $|v_{M\_hel\_ekl\_Dat}| = 37.086$  [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 Gewichts-Auswahl:

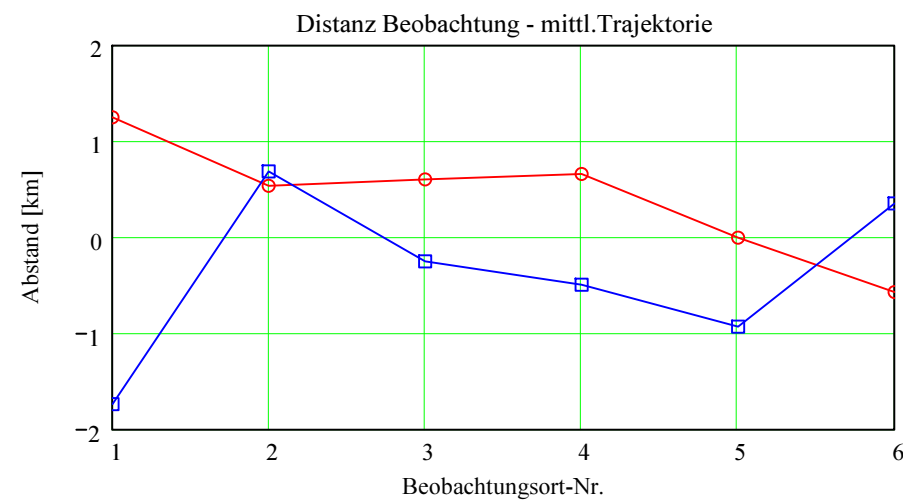
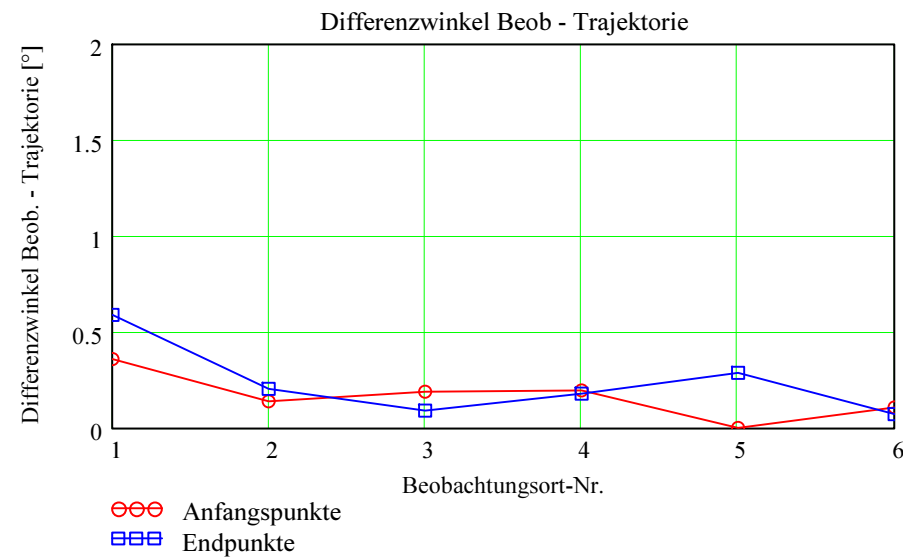
Nr. Stat.-Id. Beobachtungsort

ORT_KOORD1 =	1	"BOS"	"Privatsternwarte Bos-cha"
	2	"FAL"	"Sternwarte Mirasteilas Falera"
	3	"GNO"	"Osservatorio Astronomico di Gnosca"
	4	"LOC"	"Beobachtungsstation Locarno"
	5	"MAI"	"Beobachtungsstation Maienfeld"
	6	"SCH"	"Sternwarte Schafmatt"

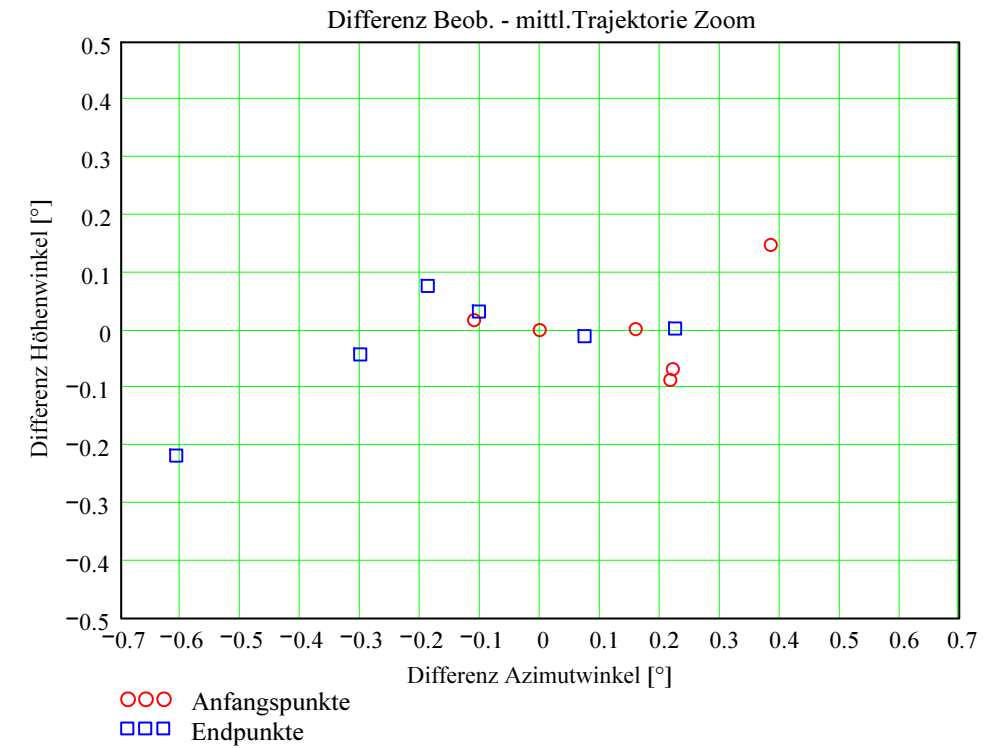
Berechnung: Beat Booz

IndPaar =	1
	1 1.2
	2 1.3
	3 1.4
	4 1.5
	5 1.6
	6 2.3
	7 2.4
	8 2.5
	9 2.6
	10 3.4
	11 3.5
	12 3.6
	13 4.5
	14 4.6
	15 5.6

Gew =	1
	1 1
	2 1
	3 1
	4 1
	5 1
	6 1
	7 1
	8 0
	9 1
	10 0
	11 1
	12 1
	13 1
	14 1
	15 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

ORT\_KOORD1 =

1	"BOS"	"Privatsternwarte Bos-cha"
2	"FAL"	"Sternwarte Mirasteilas Falera"
3	"GNO"	"Osservatorio Astronomico di Gnosca"
4	"LOC"	"Beobachtungsstation Locarno"
5	"MAI"	"Beobachtungsstation Maienfeld"
6	"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
1	"BOS"	"FAL"	"GNO"	"LOC"	"MAI"	"SCH"
2	45.281591	45.25985	45.261121	45.245464	45.317475	45.335065
3	10.215957	10.229974	10.229155	10.239242	10.192797	10.181432
4	108.373034	112.905055	112.639802	115.907751	100.908644	97.256521
5	155.651657	155.661657	155.661073	155.668268	155.635124	155.627008
6	59.061267	59.085141	59.083745	59.100938	59.021859	59.002538
7	45.429943	45.393648	45.378958	45.41384	45.496476	45.50681
8	10.119997	10.143526	10.153039	10.13044	10.07678	10.070057
9	77.638104	85.127149	88.164009	80.958361	63.960478	61.841921
10	155.583094	155.59992	155.606721	155.590564	155.55216	155.547345
11	58.898309	58.938185	58.954324	58.916002	58.825197	58.81384

**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
1	"BOS"	"FAL"	"GNO"	"LOC"	"MAI"	"SCH"
2	358.752204	335.284701	318.657602	311.932795	344.715271	322.710556
3	31.654948	29.510858	37.234794	36.086271	26.14776	17.043057
4	199.09102	220.799072	183.021504	192.972742	220.850128	306.391932
5	0.384839	0.159374	0.221278	0.217028	-0.001054	-0.110556
6	0.147405	0.00146	-0.067842	-0.087192	-0.000155	0.016943
7	0.358983	0.138703	0.188859	0.195952	0.000959	0.107045
8	1.247384	0.534517	0.603275	0.659966	-0.003696	-0.572429
9	1.485455	335.317661	316.876163	308.529068	345.91978	321.826274
10	26.029279	25.002966	33.430898	30.192887	19.198351	11.561071
11	169.038472	192.75759	157.144679	157.394555	185.593881	276.106419
12	-0.608179	0.224896	-0.10243	-0.188398	-0.301089	0.073726
13	-0.218072	0.002272	0.032039	0.076342	-0.042765	-0.011071
14	0.588864	0.203831	0.091275	0.179789	0.287579	0.073075
15	-1.737283	0.685738	-0.25034	-0.49389	-0.931529	0.352146