

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:

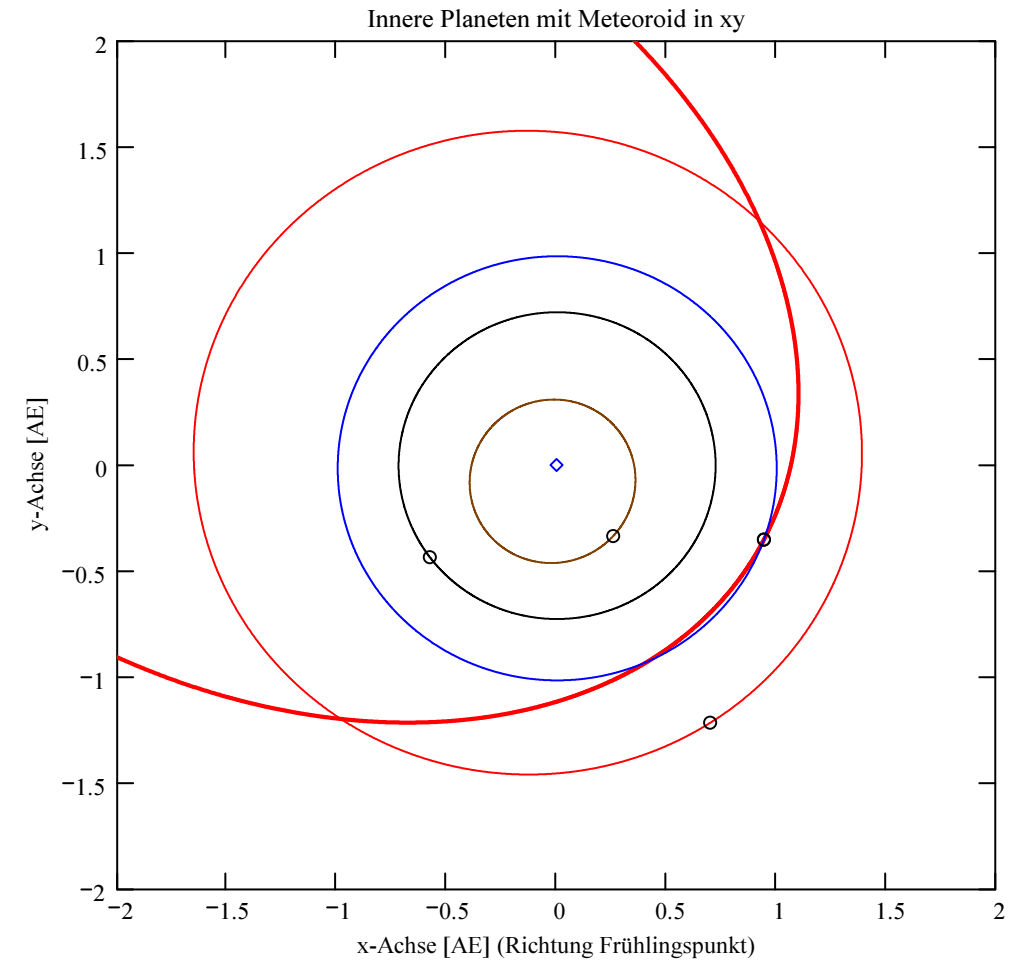
$\Phi$  nördlich positiv,  $\lambda$  östlich von Greenwich  
 südlich negativ, positiv, westlich von  
 Greenwich negativ

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

Beobachtungsorte:

Nr. Stat.-Id. Stationsname

ORT_KOORD1 =			ORT_KOORD2 =		
1	"FAL"	"Sternwarte Mirasteilas Falera"	46.804261	9.224167	1.288
2	"VTE"	"Observatoire géophysique, Val Terbi"	47.3595	7.4987	0.572
3	"LOC"	"Beobachtungsstation Locarno"	46.1723	8.7878	0.367
4	"SCH"	"Sternwarte Schafmatt"	47.42025	7.950833	0.82
5	"SON"	"Sonnenturm Uecht"	46.853528	7.452944	0.946



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

### Mittlerer Beobachtungszeitpunkt:

Tag: **D = 1**

Monat: **M = 9**

Jahr: **Y = 2016**

Weltzeit: **UTC = 20.138889** [h dezimal]

Anzahl Beobachtungen (Standorte): NB = 5

Anzahl echter Kombinationsmöglichkeiten aller Beobachtungsorte zur Verrechnung jeweils zweier Orte miteinander: NK = 10

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	261.712089	-6.17655	267.063724	-25.850628	-3.7	3.4
2	308.352045	-19.161558	317.428876	-29.874901	-2.2	2.9
3	263.466736	17.539804	275.049957	-10.35041	-7	3.54
4	0	0	0	0	"k.A."	0
5	0	0	0	0	"k.A."	0

Azimut Spuranfang [°]	Azimut Spurende [°]	Höhe Spuranfang [°]	Höhe Spurende [°]
36.155498	23.421219	30.399914	13.800584
342.100171	336.754518	21.67991	9.181657
49.147461	19.713621	52.833218	31.464716
350.79	348.05	17.94	12.86
332.07	328.76	23.07	13.39

HOR\_KOORD =

36.155498	23.421219	30.399914	13.800584
342.100171	336.754518	21.67991	9.181657
49.147461	19.713621	52.833218	31.464716
350.79	348.05	17.94	12.86
332.07	328.76	23.07	13.39

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
1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4
2	2	3	4	5	3	4	5	4	5	5
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	45.7967	45.7959	45.8077	45.7717	45.7776	45.7296	45.6491	45.8155	45.7729	45.6406
5	8.174	8.1732	8.1852	8.1486	8.2289	8.2503	8.2863	8.1962	8.1264	8.3625
6	85.086	85.1518	84.1487	87.217	77.6343	80.0801	84.2023	81.8685	91.7336	69.6458
7	45.6782	45.6961	45.7173	45.6449	45.6693	45.5476	45.5173	45.7321	45.6306	45.577
8	8.529	8.5397	8.5525	8.5088	8.532	8.6038	8.6216	8.5622	8.5107	8.5064
9	36.417	35.8356	35.146	37.5071	37.0258	39.912	40.6353	32.604	40.1398	52.497
10	45.7786	45.7976	45.7714	45.7134	45.7988	45.6762	45.6074	45.7852	45.6997	45.6368
11	8.2284	8.1669	8.3332	8.3147	8.1689	8.3545	8.3928	8.3301	8.3249	8.3712
12	77.5807	86.0083	64.322	64.2037	85.7224	68.1945	70.2976	63.765	64.9929	68.6041
13	45.6792	45.6951	45.7405	45.6518	45.6698	45.6017	45.5289	45.757	45.6326	45.5447
14	8.5262	8.5434	8.4586	8.4893	8.5305	8.4992	8.5924	8.4538	8.5055	8.5791
15	36.7925	35.3488	47.6013	40.1748	37.2255	51.7541	44.4119	47.1127	40.8341	43.8627
16	162.5828	162.7082	160.7961	166.6426	201.2524	207.4185	217.7827	101.9032	114.1883	213.0757
17	141.1183	138.8743	136.2089	145.3176	207.8617	222.8765	226.6122	61.3491	75.5745	216.579
18	201.1169	107.0598	197.2664	157.2751	106.7037	208.776	172.0155	195.6063	159.188	167.9259
19	206.6403	66.5355	197.2366	161.1232	70.0781	213.6575	177.6422	195.2939	163.7039	175.5101
20	57.6057	58.1591	57.7278	58.9149	48.5813	52.904	53.0171	57.7565	61.8506	21.7411
21	48.2887	59.7426	19.7022	28.4968	58.002	21.6531	31.5126	19.5247	28.9875	31.3812
22	43.2217	42.3738	41.5118	44.5778	44.4135	52.8129	49.6094	38.3178	48.2738	66.7794
23	43.6667	41.7988	56.2014	47.7444	44.6527	68.4352	54.212	55.345	49.1076	55.8195
24	45.5875	45.6216	45.6507	45.5468	45.5683	45.3625	45.3914	45.6754	45.517	45.3782
25	8.7978	8.8095	8.8194	8.784	8.8115	8.9588	8.9381	8.8075	8.8135	8.9512
26	32.6942	32.3558	32.2516	32.8233	33.635	41.0678	35.1339	31.7839	33.8686	38.362
27	295.0748	290.8365	288.9423	296.2897	296.653	305.9776	298.8751	287.6061	297.4584	301.9565
28	295.3316	291.1017	289.2081	296.5502	296.8722	306.232	299.1168	287.8711	297.7361	302.0601
29	295.1142	290.8319	289.0494	296.4099	296.6096	306.0527	298.952	287.7031	297.6019	301.9627
30	295.3296	291.1043	289.1402	296.5361	296.8711	306.1568	299.0958	287.7927	297.7323	302.1124
31	57.7892	58.1215	58.2182	57.6745	56.8227	49.5494	55.3905	58.665	56.6756	52.1269
32	57.5146	57.8469	57.9464	57.3928	56.585	49.2425	55.1213	58.3965	56.3719	52.0078
33	57.7472	58.1262	58.1088	57.5448	56.8697	49.4592	55.3051	58.5669	56.519	52.1197
34	57.5168	57.8442	58.016	57.4081	56.5862	49.3335	55.1448	58.4761	56.376	51.9476
35	37.1887	12.9665	28.6174	46.0871	24.237	8.7506	8.9086	15.6543	33.1425	17.6227
36	16.9429	17.1056	16.9788	17.3279	16.7522	18.2428	18.2817	16.3154	17.4719	"k. A."
37	16.6513	16.8764	"k. A."	"k. A."	16.3848	"k. A."	"k. A."	"k. A."	"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:

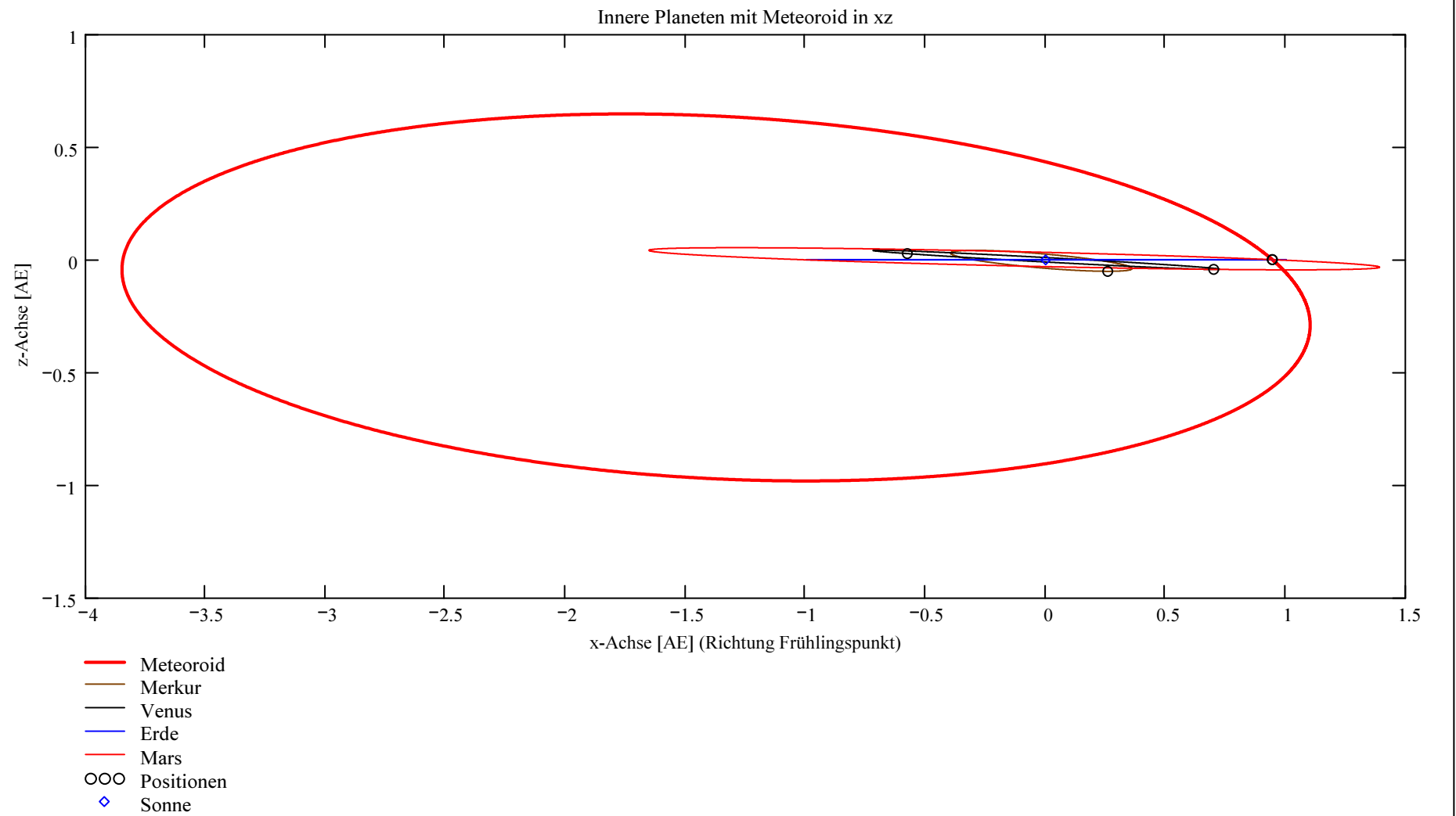
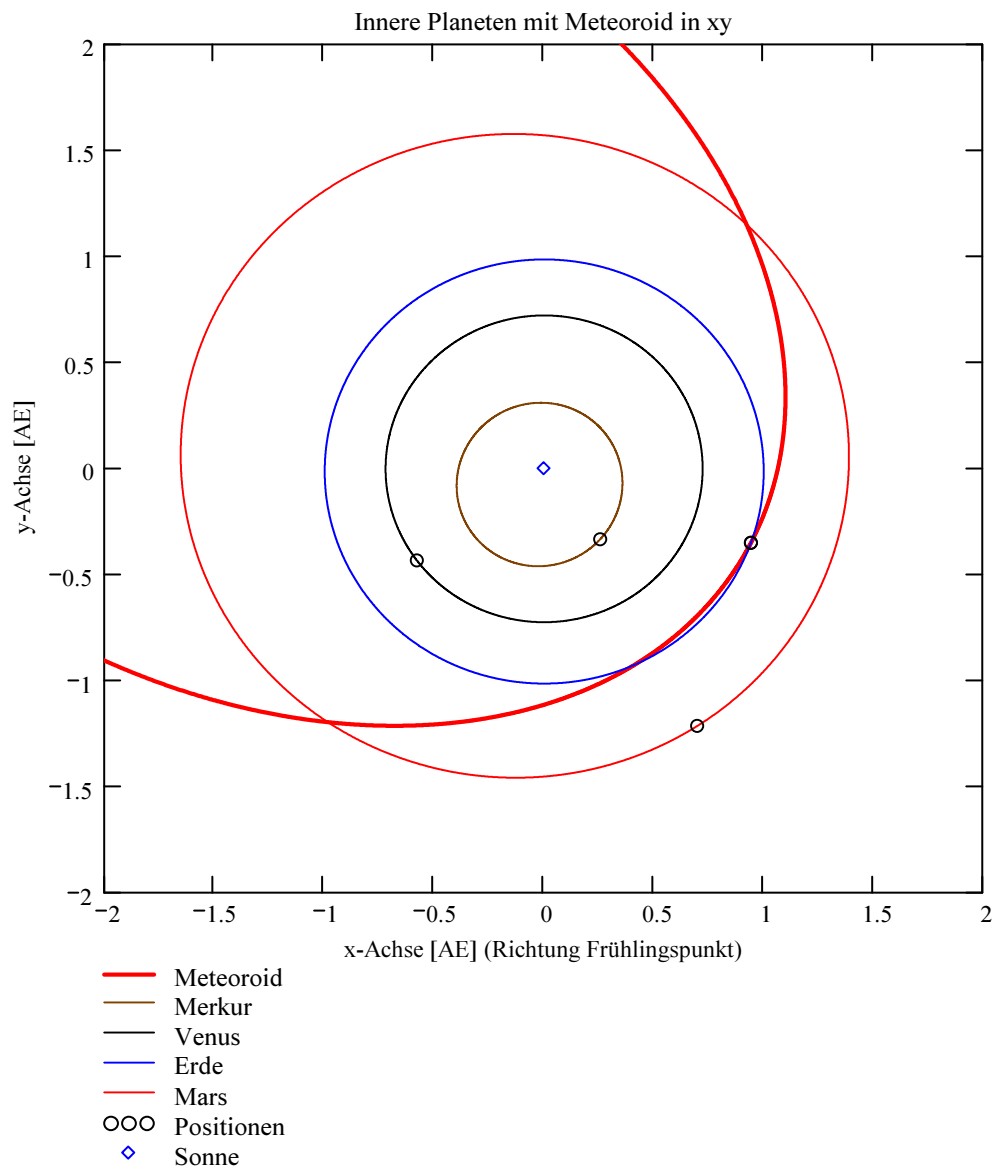
Im Idealfall liegt dieser Winkel nahe 90°. Bei sehr kleinen Winkeln (nahe 0° oder 180°) können sich Beobachtungs-Ungenauigkeiten stärker auswirken!

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

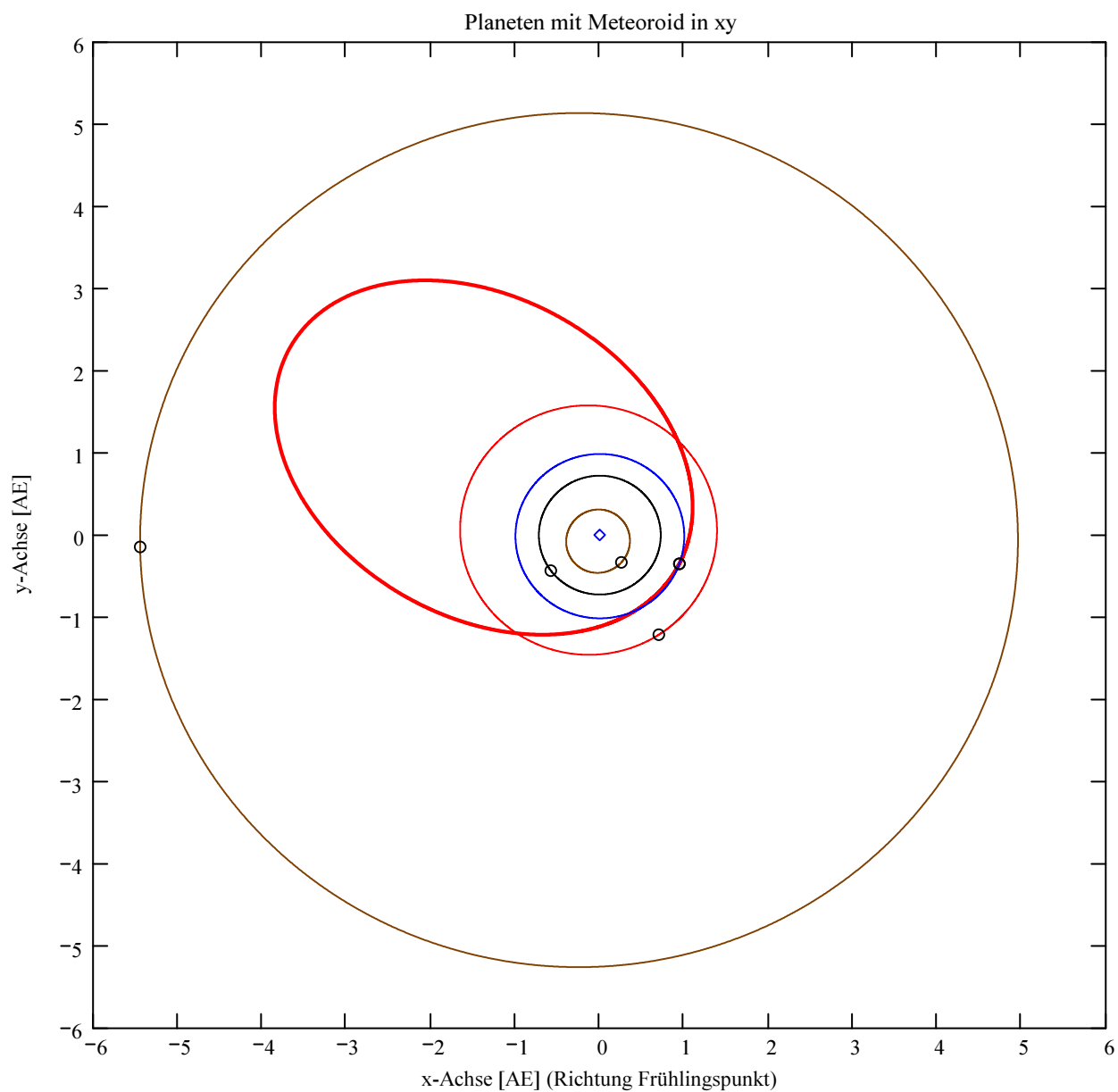
Grosse Halbachse:  $a_M = 2.6682$  [AE]  
 Exzentrizität:  $e_M = 0.6269$   
 Perihelabstand:  $q_M = 0.9956$  [AE]  
 Bahnneigung (Winkel zwischen Ekliptik und Bahnebene):  $i_{2000} = 22.5388$  deg  
 Länge des aufsteigenden Knotens:  $\Omega_{2000} = 159.5797$  deg  
 Winkel zwischen Perihels und aufsteigendem Knoten:  $\omega_{2000} = 164.8884$  deg  
 Perihellänge:  $\varpi_{2000} = 324.4681$  deg

Wahre Anomalie:  $v_{\text{Datum}} = 15.1044$  deg  
 Umlaufzeit:  $T_U = 1591.9652$  [Tage]  
 Perihelzeit (UTC):  $t_0 = 2457621.29586973$  [Julianisches Datum]  
 Datum: Tag = 20 Monat = 8 Jahr = 2016  
 Zeit (UTC): Stunden = 19 Minuten = 6 Sekunden = 3.144  
 Tage\_dez = 20.79587

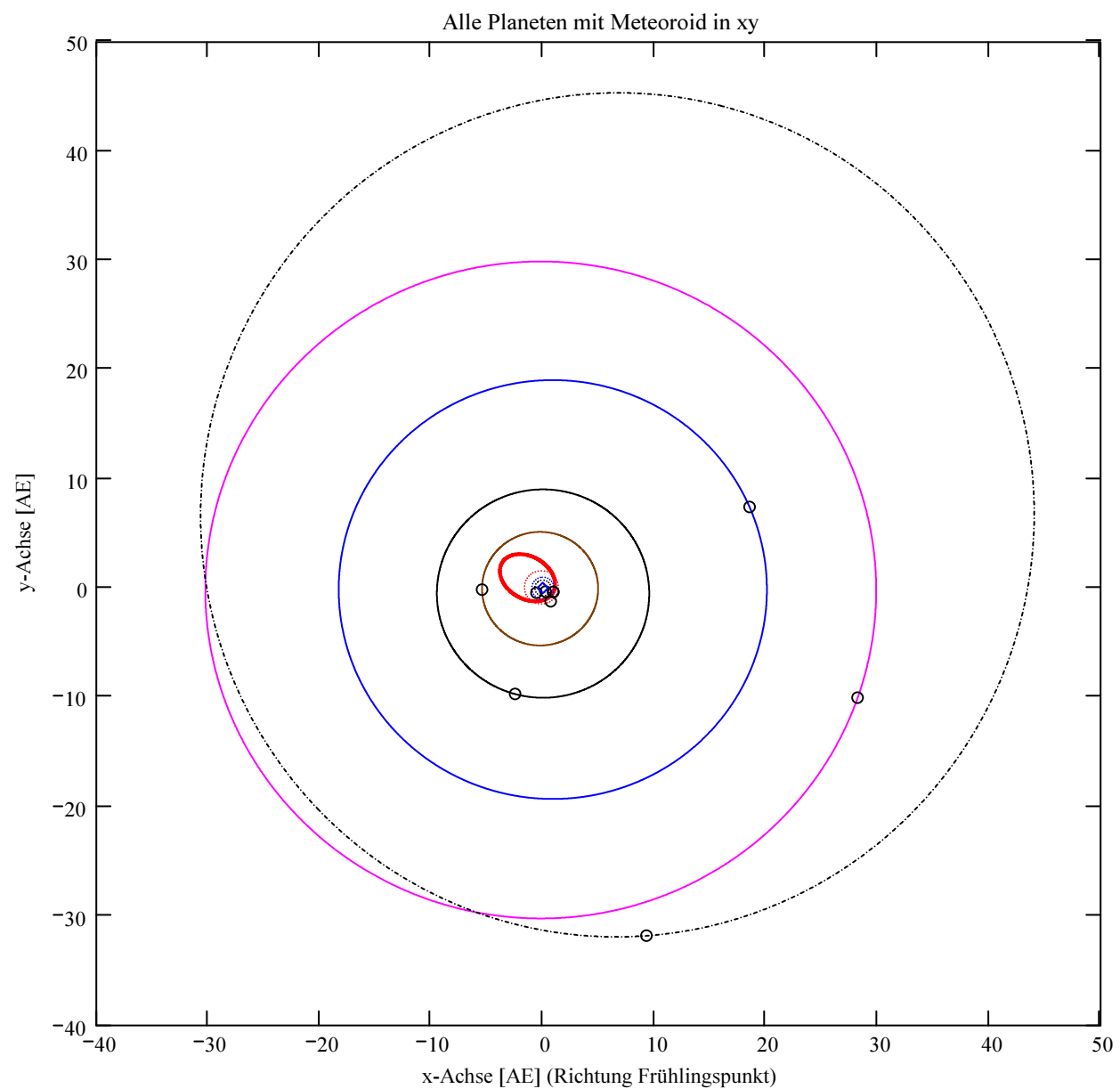
Geschwindigkeit des Meteoroiden:  
 Beobachtet:  $|v_{M\_Beob}| = 19.23$  [km/s]  
 Geozentrisch:  $|v_u| = 15.874$  [km/s]  
 Heliozentrisch:  $|v_{M\_hel\_ekl\_Dat}| = 37.761$  [km/s]  
 Radiantposition:  
 Scheinbar:  $\alpha_{\text{Rad}_s} = 242.765$  deg  $\delta_{\text{Rad}_s} = 43.789$  deg Äquatorkoordinaten J2000.0  
 Geozentrisch:  $\alpha_{\text{Rad}_w2} = 236.752$  deg  $\delta_{\text{Rad}_w2} = 42.845$  deg Äquatorkoordinaten J2000.0  
 Heliozentrisch:  $\lambda_{\text{Rad}_heli} = 243.285$  deg  $\beta_{\text{Rad}_heli} = 21.849$  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:

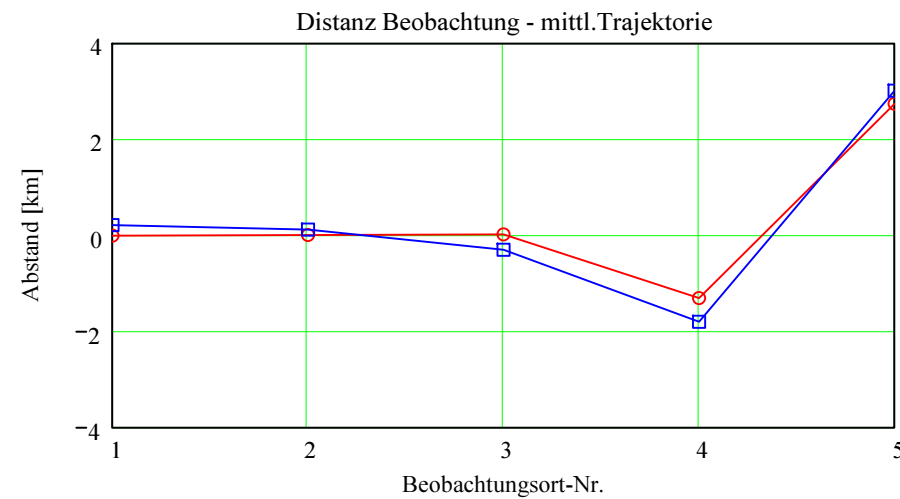
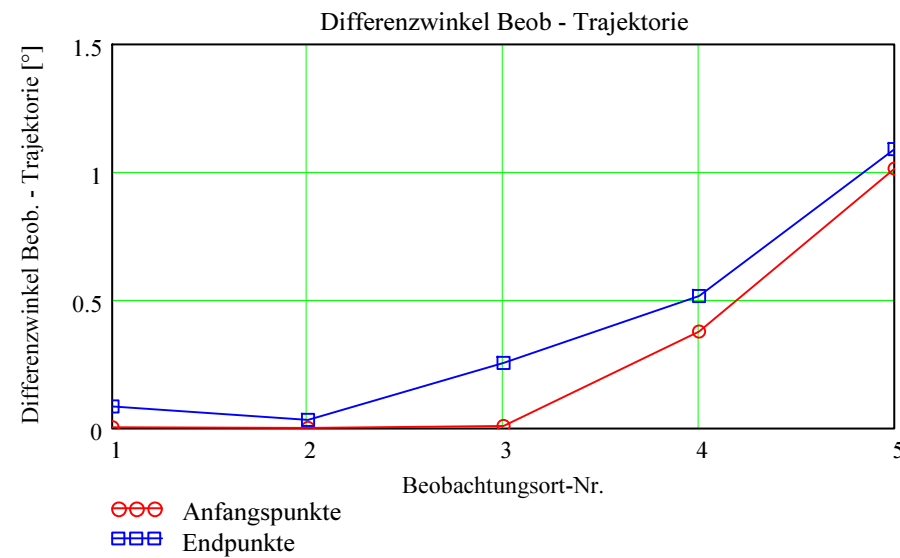
IndPaar =	1
1	1.2
2	1.3
3	1.4
4	1.5
5	2.3
6	2.4
7	2.5
8	3.4
9	3.5
10	4.5

Gew =	1
1	1
2	1
3	0
4	0
5	1
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0

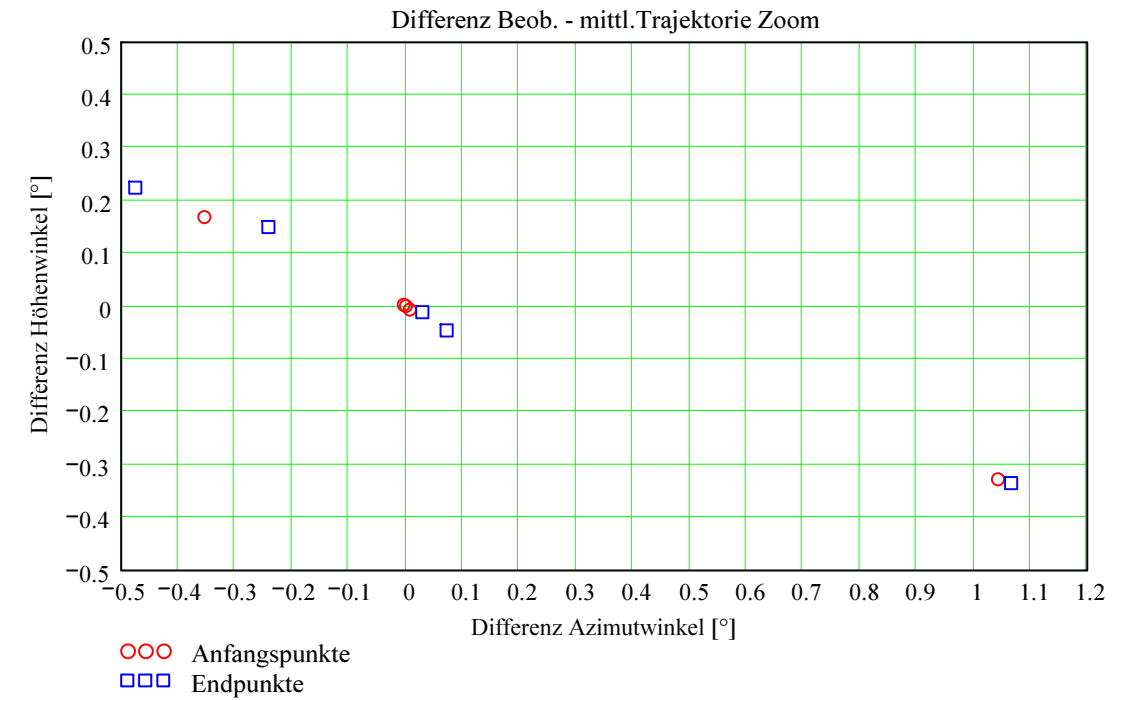
Nr. Stat.-Id. Beobachtungsort

ORT_KOORD1 =	1	"FAL"	"Sternwarte Mirasteilas Falera"
	2	"VTE"	"Observatoire géophysique, Val Terbi"
	3	"LOC"	"Beobachtungsstation Locarno"
	4	"SCH"	"Sternwarte Schafmatt"
	5	"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	"FAL"	"Sternwarte Mirasteilas Falera"
	2	"VTE"	"Observatoire géophysique, Val Terbi"
	3	"LOC"	"Beobachtungsstation Locarno"
	4	"SCH"	"Sternwarte Schafmatt"
	5	"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	4	5
	"FAL"	"VTE"	"LOC"	"SCH"	"SON"
1	45.796567	45.778352	45.798378	45.746681	45.745067
2	8.173793	8.22858	8.16834	8.323574	8.328403
3	85.091226	77.596037	85.83808	64.63849	63.981012
4	295.124324	295.163995	295.120375	295.232749	295.236243
5	57.566369	57.524046	57.57058	57.450597	57.44686
6	45.677217	45.678021	45.677151	45.705075	45.686776
7	8.530724	8.528336	8.530918	8.447843	8.502315
8	36.548772	36.871358	36.522531	47.760297	40.387671
9	295.382541	295.380815	295.382681	295.322631	295.362009
10	57.290139	57.291991	57.289988	57.354386	57.312168
11					

### 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	4	5
	"FAL"	"VTE"	"LOC"	"SCH"	"SON"
1	36.158384	342.099217	49.139579	351.143972	331.027475
2	30.397948	21.680293	52.840289	17.772039	23.397956
3	162.601841	201.152603	106.838041	199.852668	154.779791
4	-0.002886	0.000955	0.007882	-0.353972	1.042525
5	0.001965	-0.000382	-0.00707	0.167961	-0.327956
6	0.003172	0.000966	0.008524	0.376465	1.012556
7	-0.009001	0.003391	0.015895	-1.313134	2.735193
8	23.349057	336.724765	19.954602	348.52556	327.694151
9	13.846775	9.193451	31.315492	12.636176	13.725723
10	141.202396	206.834643	69.039599	200.882858	158.441457
11	0.072163	0.029752	-0.240981	-0.47556	1.065849
12	-0.046191	-0.011794	0.149224	0.223824	-0.335723
13	0.083927	0.03165	0.254136	0.515016	1.089177
14	0.206834	0.114254	-0.306224	-1.805658	3.011748
15					