

Berechnung: Beat Booz

## Meteorspur-Berechnung basierend auf Daten mindestens zweier Beobachtungsorte

### Berechnungsverfahren:

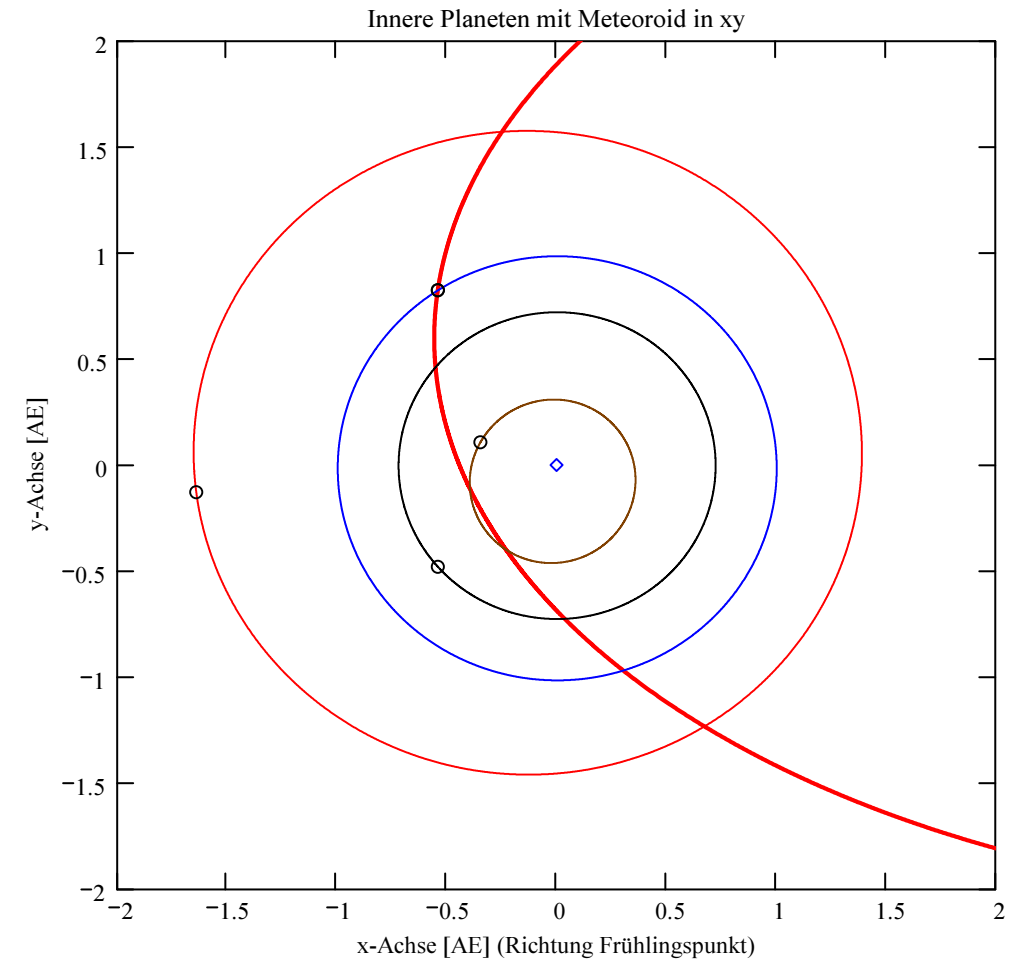
Die Meteorspur wird berechnet für alle gemeinsamen Schnittlinien der Ebenen der Beobachtungsorte, welche durch die Punkte Ort-Spuranfang-Spurende gelegt werden. Diese Methode verwendet die Punkte Spuranfang und Spurende nur um die Lage dieser Ebenen im Raum zu definieren. Sie ist deshalb auch dann gut 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. Höhe über Meer  
 Breite  $\Phi$  Länge  $\lambda$  [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	"BAU"	"Beobachtungsstation Bauma"	47.381944	8.899444	0.86
3	"SCH"	"Sternwarte Schafmatt"	47.42025	7.950833	0.82
4	"SON"	"Sonnenturm Uecht"	46.853528	7.452944	0.946
5	"GNO"	"Osservatorio Astronomico di Gnosca"	46.231461	9.024039	0.254
6	"LOC"	"Beobachtungsstation Locarno"	46.1723	8.7878	0.367



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

### Mittlerer Beobachtungszeitpunkt:

Tag: **D = 23**  
 Monat: **M = 1**  
 Jahr: **Y = 2016**  
 Weltzeit: **UT = 21.234722** [h dezimal]

Anzahl Beobachtungen (Standorte): **NB = 6**  
 Anzahl echter Kombinationsmöglichkeiten aller Beobachtungsorte zur Verrechnung jeweils zweier Orte miteinander: **NK = 15**  
 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 =	$\alpha_{Ep}$	$\delta_{Ep}$	$\alpha_{Ep}$	$\delta_{Ep}$	Mag	Dur <sub>sec</sub>
1	114.483894	-15.048374	109.853828	-23.621368	-2.3	1.06
2	84.482742	-22.461464	82.399673	-25.106634	-4.2	0.2
3	0	0	0	0	-2.5	0
4	0	0	0	0	-2.5	0
5	86.368866	14.116466	72.737602	-4.369595	-3.2	1.42
6	92.142929	13.309196	76.980263	-7.70141	-5.7	1.18

Azimut Spuranfang [°]	Azimut Spurende [°]	Höhe Spuranfang [°]	Höhe Spurende [°]
332.545232	339.649319	23.353337	16.425896
5.326101	7.111737	19.994639	17.207888
344.5	348.3	20.47	16.79
328.4	332.8	24.74	21.58
6.543303	21.785436	57.748469	37.158902
355.675899	15.514912	57.070295	34.948718

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	45.549	45.3118	46.067	45.5599	45.5599	45.4696	45.4108	45.4686	45.4733	45.3514	45.5066	45.5108	45.4653	45.4639	45.6116
5	8.834	9.0017	8.4621	8.8262	8.8262	8.6458	8.6383	8.6456	8.6463	8.7645	8.7056	8.704	8.6633	8.6645	8.9222
6	103.8922	118.2163	73.2526	103.2378	103.2355	83.2737	85.9546	83.3194	83.1035	95.7573	88.2324	88.0324	87.929	88.0225	113.1062
7	45.3756	45.3771	43.1918	45.3949	45.3936	45.3777	45.3143	45.4168	45.4216	45.1946	45.4042	45.4036	45.3766	45.3713	45.4149
8	8.5414	8.5407	9.6028	8.5316	8.5323	8.5443	8.5335	8.551	8.5518	8.6028	8.5437	8.5439	8.5279	8.5317	8.5599
9	75.004	74.9453	168.8978	74.2322	74.2845	75.2723	77.7842	73.7278	73.5394	83.1274	74.8564	74.8817	77.3812	77.6695	76.1018
10	45.435	45.3453	45.3567	45.6134	45.5747	45.5192	45.4476	45.6195	45.5851	45.3488	45.6462	45.6073	45.6363	45.5928	45.574
11	8.6414	8.7668	8.755	8.9225	8.8525	8.7008	8.6783	8.9235	8.8514	8.7617	8.9278	8.849	8.9262	8.8505	8.8526
12	84.8477	96.0564	95.021	112.7649	105.835	87.6238	89.0854	111.629	103.9693	95.5411	106.6763	99.98	108.51	102.5769	105.9662
13	45.3773	45.3755	44.6322	45.4089	45.3556	45.3826	45.3357	45.4246	45.3792	45.2253	45.4142	45.3493	45.3876	45.3137	45.3654
14	8.5443	8.5518	9.046	8.5565	8.4656	8.5498	8.5567	8.5653	8.4748	8.6344	8.5595	8.4631	8.5446	8.4493	8.4694
15	75.2874	75.9819	118.4699	76.6714	67.7432	75.7018	79.5932	75.1767	65.7516	85.5922	76.1616	68.2722	78.6851	71.271	66.9185
16	250.3423	283.5875	178.1128	248.8158	248.8105	230.3881	237.5606	230.5107	229.9322	258.4851	238.8531	238.3295	201.6336	201.8439	132.973
17	247.7192	247.5347	526.2294	245.2906	245.4553	237.9652	245.5791	233.2712	232.698	267.3441	241.8846	241.9631	200.4827	201.2133	124.3051
18	234.6015	259.2629	217.5669	132.5723	125.2229	237.2596	204.2364	131.2384	123.0151	218.7328	125.4213	118.2934	127.5752	121.3672	125.3781
19	238.0109	245.3654	302.8915	125.2294	116.3794	244.4998	206.0839	122.8037	112.9737	221.2222	124.4022	117.2836	128.4958	122.4071	114.9694
20	41.8427	57.2176	351.8819	41.578	41.5773	15.3257	15.9104	13.4788	13.4478	25.2189	21.8013	21.8732	18.0415	18.0579	51.7817
21	13.8698	26.5774	88.3671	51.6875	54.7227	22.8128	18.4646	51.1106	53.6837	19.8554	49.6101	52.7011	50.8485	54.5349	54.7078
22	109.6316	99.8014	681.5856	107.3358	107.6192	146.784	154.4367	104.2798	104.0722	169.8859	123.4417	126.1098	134.1647	137.4419	107.4168
23	110.0431	101.1755	504.1909	110.84	98.1974	147.608	157.9643	106.3171	93.1075	174.8191	125.5724	115.0863	136.3981	126.2518	94.5216
24	44.9104	45.4885	48.8195	44.9584	44.9524	44.4818	44.3602	45.0085	45.0134	44.1157	44.8119	44.7725	44.7028	44.6516	44.9959
25	7.7709	7.719	7.2476	7.7669	7.7674	7.5769	7.5219	7.8154	7.8176	7.521	7.6254	7.6197	7.5205	7.5209	7.8032
26	47.1916	41.6249	101.3953	46.5932	46.7005	59.7147	60.3564	45.3394	45.3713	61.3696	53.1108	54.0302	55.2692	56.0996	45.2309
27	50.1486	101.7357	343.7936	51.727	51.4336	37.9768	37.5319	52.34	52.2946	36.1536	48.2211	46.5959	47.2214	45.4397	52.6105
28	49.939	101.4066	344.5947	51.5159	51.223	37.9043	37.4572	52.2722	52.2269	36.0385	48.1053	46.4814	47.1246	45.3448	52.3506
29	50.0106	101.568	344.0032	51.7961	51.4525	38.0161	37.5605	52.5394	52.4417	36.1517	48.3804	46.6998	47.4097	45.5729	52.5605
30	49.9411	101.4145	344.2088	51.5337	51.1753	37.9082	37.4737	52.2824	52.1718	36.061	48.1166	46.4237	47.1366	45.2861	52.2858
31	43.7924	49.2929	-14.2676	44.3647	44.2609	31.5292	30.9587	45.4046	45.3715	30.1493	37.9202	37.0328	35.841	35.046	45.7684
32	43.5238	48.9623	-17.2551	44.1004	43.9961	31.413	30.8374	45.3204	45.2875	29.9555	37.7672	36.8775	35.711	34.9146	45.4472
33	43.6158	49.1244	-15.0068	44.4508	44.2845	31.5921	31.005	45.6508	45.5536	30.146	38.1291	37.1729	36.0922	35.2293	45.7069
34	43.5265	48.9703	-15.7599	44.1227	43.9358	31.4192	30.8643	45.3331	45.2188	29.9935	37.7822	36.799	35.7271	34.8329	45.3667
35	20.5783	6.9979	5.9671	40.4987	35.1262	15.3854	21.9898	19.9298	14.5554	6.6074	34.8837	29.5743	41.3547	36.0805	5.3744
36	39.4742	53.9789	331.9641	39.2245	39.2239	76.6287	79.5521	67.3941	67.2391	"k. A."	"k. A."	"k. A."	"k. A."	"k. A."	36.466
37	69.3488	"k. A."	"k. A."	36.3997	46.3752	"k. A."	"k. A."	35.9934	45.4947	"k. A."	34.9367	44.662	35.8088	46.216	46.3626

**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:

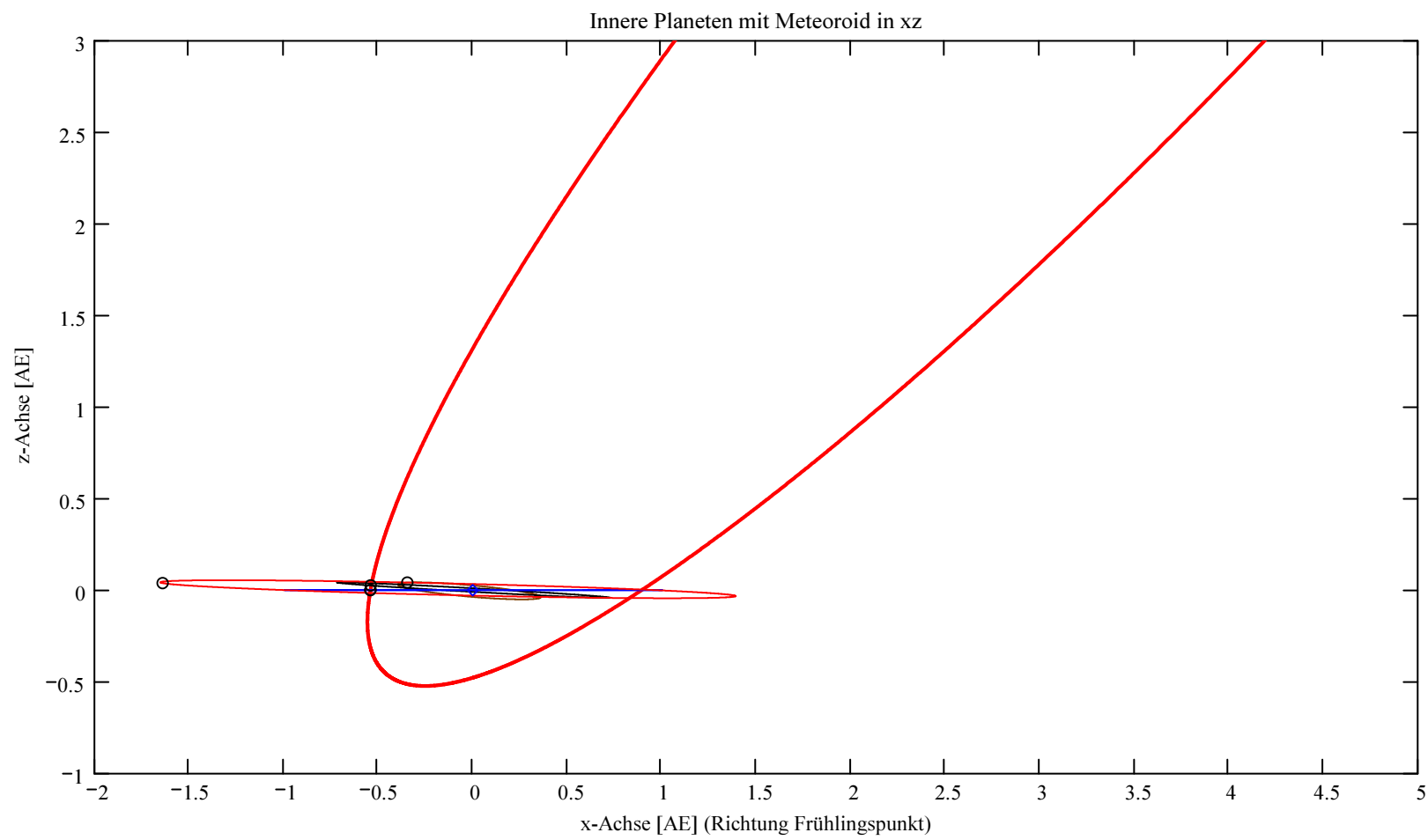
Im Idealfall liegt dieser Winkel nahe 90°. Bei sehr kleinen Winkeln (nahe 0° oder 180°) können sich Beobachtungs-Ungenauigkeiten stärker auswirken!

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

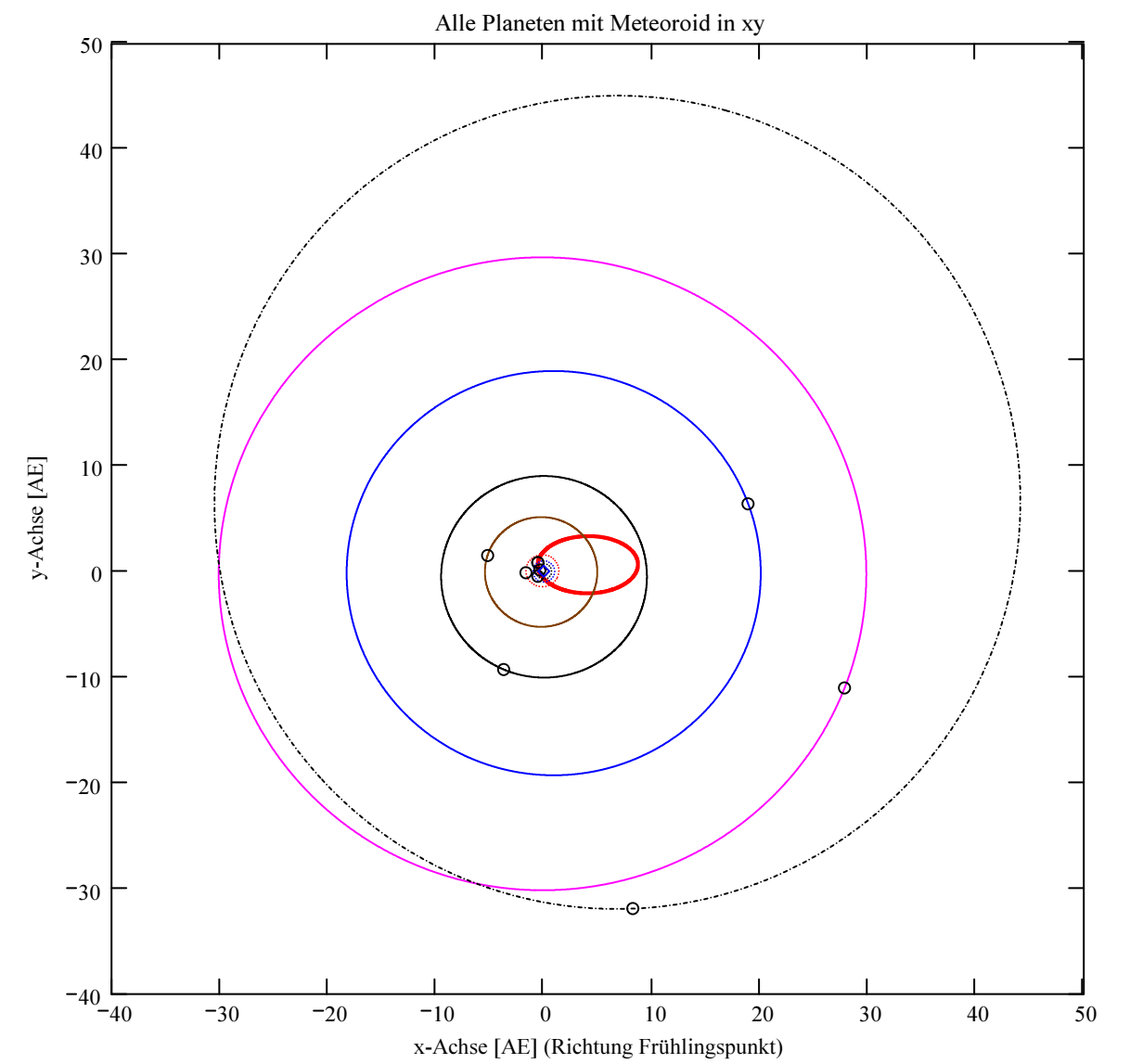
Grosse Halbachse:	<b>aM = 6.9581 [AE]</b>	Wahre Anomalie:	<b><math>v_{\text{Datum}} = -74.2084 \text{ deg}</math></b>
Exzentrizität:	<b>eM = 0.9075</b>	Umlaufzeit:	<b><math>T_U = 6703.9626</math> [Tage]</b>
Perihelabstand:	<b>qM = 0.6434 [AE]</b>	Perihelzeit (UT):	<b><math>t_0 = 2450745.7589455</math> [Julianisches Datum]</b>
Bahnneigung (Winkel zwischen Ekliptik und Bahnebene):	<b><math>i_{2000} = 51.8138 \text{ deg}</math></b>	Datum:	<b>Tag = 24    Monat = 10    Jahr = 1997</b>
Länge des aufsteigenden Knotens:	<b><math>\Omega_{2000} = 303.0748 \text{ deg}</math></b>	Zeit (UT):	<b>Stunden = 6    Minuten = 12    Sekunden = 52.891</b>
Winkel zwischen Perihels und aufsteigendem Knoten:	<b><math>\omega_{2000} = 254.2098 \text{ deg}</math></b>		<b>Tage_dez = 24.258946</b>
Perihellänge:	<b><math>\omega^{\circ}_{2000} = 197.2846 \text{ deg}</math></b>		

Betrag der beobachteten Geschwindigkeit (topozentrisch, relativ zur rotierenden Erde):  **$|v_{M\_Beob}| = 38.5$  [km/s]**

Betrag der absoluten Geschwindigkeit:  **$|v_{M\_hel\_ekl\_Dat}| = 40.928$  [km/s]**



- Meteoroid
- Merkur
- Venus
- Erde
- Mars
- 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:

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 =

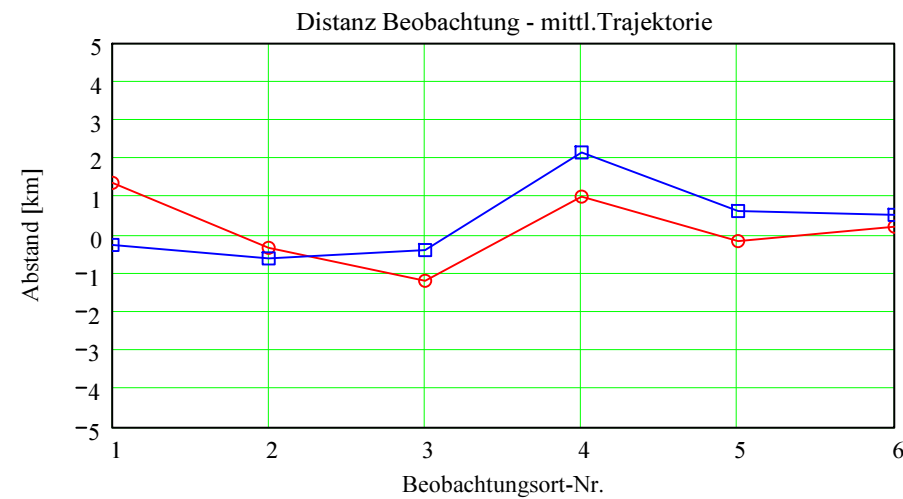
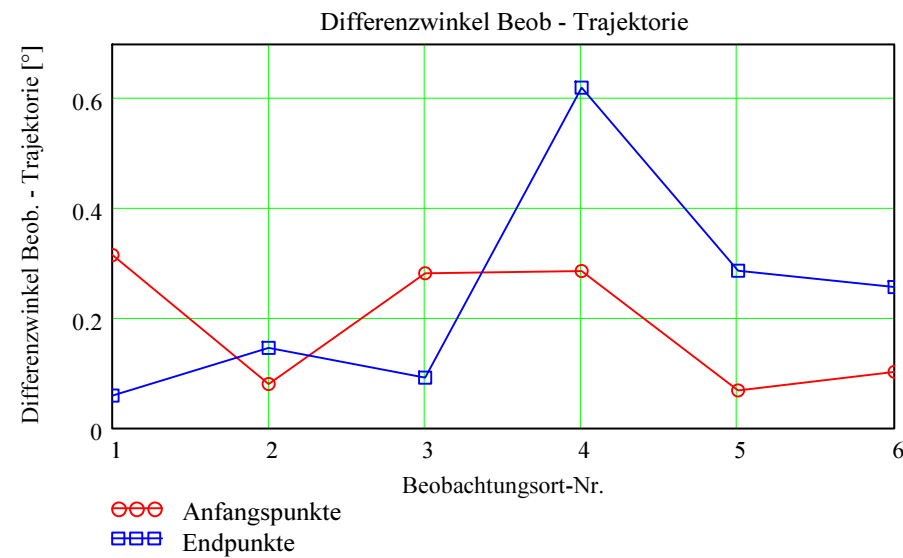
	1
1	1
2	0
3	0
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	0
11	1
12	1
13	1
14	1
15	0

Nr. Stat.-Id. Beobachtungsort

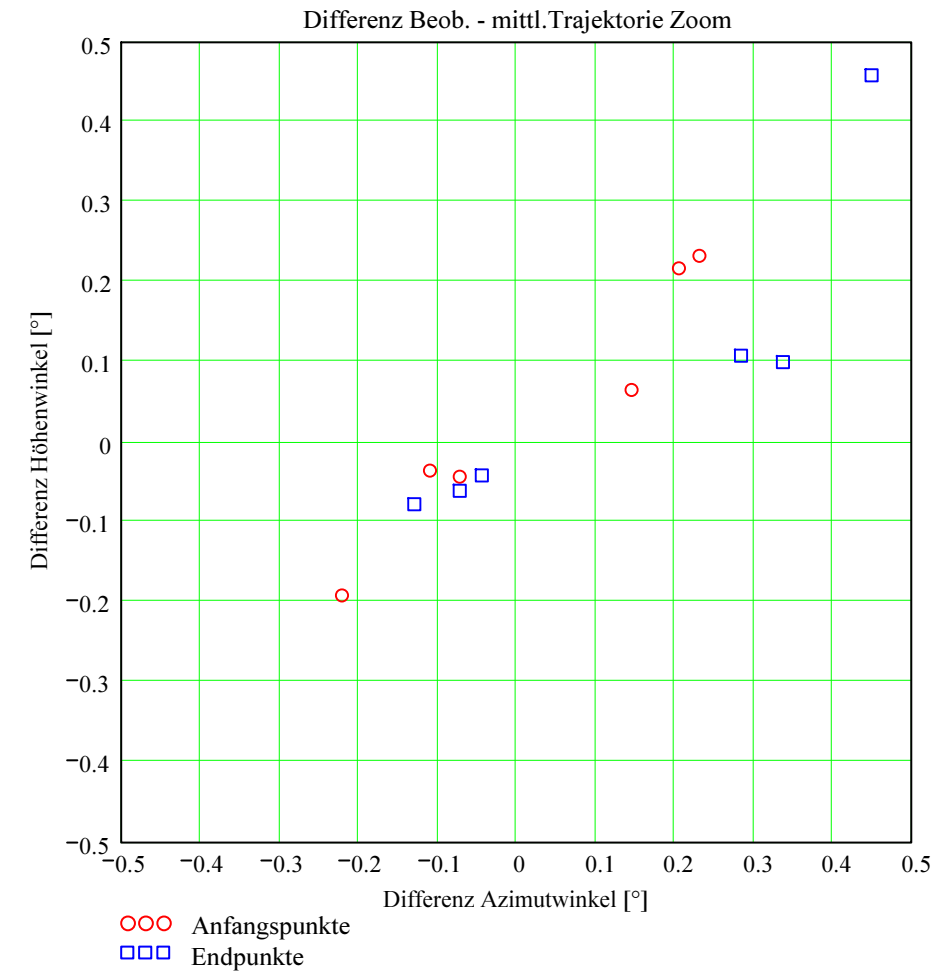
ORT\_KOORD1 =

1	"VTE"	"Observatoire géophysique, Val Terbi"
2	"BAU"	"Beobachtungsstation Bauma"
3	"SCH"	"Sternwarte Schafmatt"
4	"SON"	"Sonnenturm Uecht"
5	"GNO"	"Osservatorio Astronomico di Gnosca"
6	"LOC"	"Beobachtungsstation Locarno"

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	"BAU"	"Beobachtungsstation Bauma"
	3	"SCH"	"Sternwarte Schafmatt"
	4	"SON"	"Sonnenturm Uecht"
	5	"GNO"	"Osservatorio Astronomico di Gnosca"
	6	"LOC"	"Beobachtungsstation Locarno"

### 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	6
1	"VTE"	"BAU"	"SCH"	"SON"	"GNO"	"LOC"
2	45.571183	45.450711	45.489227	45.4694	45.628976	45.585225
3	8.831129	8.639891	8.700887	8.669471	8.923341	8.853505
4	101.665666	84.332409	89.851855	87.008038	110.053216	103.699176
5	48.330937	48.19393	48.237598	48.215103	48.397101	48.346986
6	40.554184	40.373981	40.431541	40.401905	40.6408	40.575218
7	45.384086	45.387107	45.389969	45.387781	45.399811	45.340457
8	8.534696	8.539458	8.543969	8.540519	8.559488	8.466027
9	74.833327	75.262761	75.669666	75.358482	77.06973	68.646049
10	48.118688	48.122092	48.125317	48.122851	48.136413	48.069618
11	40.274527	40.279034	40.283304	40.280039	40.297987	40.209479

### 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	6
1	"VTE"	"BAU"	"SCH"	"SON"	"GNO"	"LOC"
2	332.313493	5.397818	344.720576	328.194273	6.652734	355.530011
3	23.120803	20.037948	20.661755	24.523161	57.784389	57.005188
4	247.26539	232.786052	241.140587	201.096828	129.33782	122.783802
5	0.231739	-0.071718	-0.220576	0.205727	-0.109431	0.145889
6	0.232534	-0.043309	-0.191755	0.216839	-0.035921	0.065107
7	0.315302	0.080103	0.281815	0.286341	0.068535	0.102662
8	1.360709	-0.325448	-1.186068	1.004994	-0.154709	0.220002
9	339.692996	7.241041	348.371732	332.350399	21.448232	15.230476
10	16.467839	17.285575	16.851109	21.121909	37.05923	34.84101
11	246.643895	237.014837	243.640093	199.069541	126.156182	118.230874
12	-0.043676	-0.129304	-0.071732	0.449601	0.337204	0.284435
13	-0.041943	-0.077687	-0.061109	0.458091	0.099672	0.107707
14	0.059279	0.145894	0.091918	0.620638	0.286793	0.256958
15	-0.255179	-0.603519	-0.390865	2.156315	0.631471	0.530235