

Fachgruppe Meteorastronomie

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 Spurberechnung nicht die gleichen sind.

Beobachtungsdaten: Geografische Koordinaten der Beobachtungsorte:

Φ nördlich positiv, λ östlich von Greenwich
 südlich negativ, positiv, westlich von
 Greenwich negativ

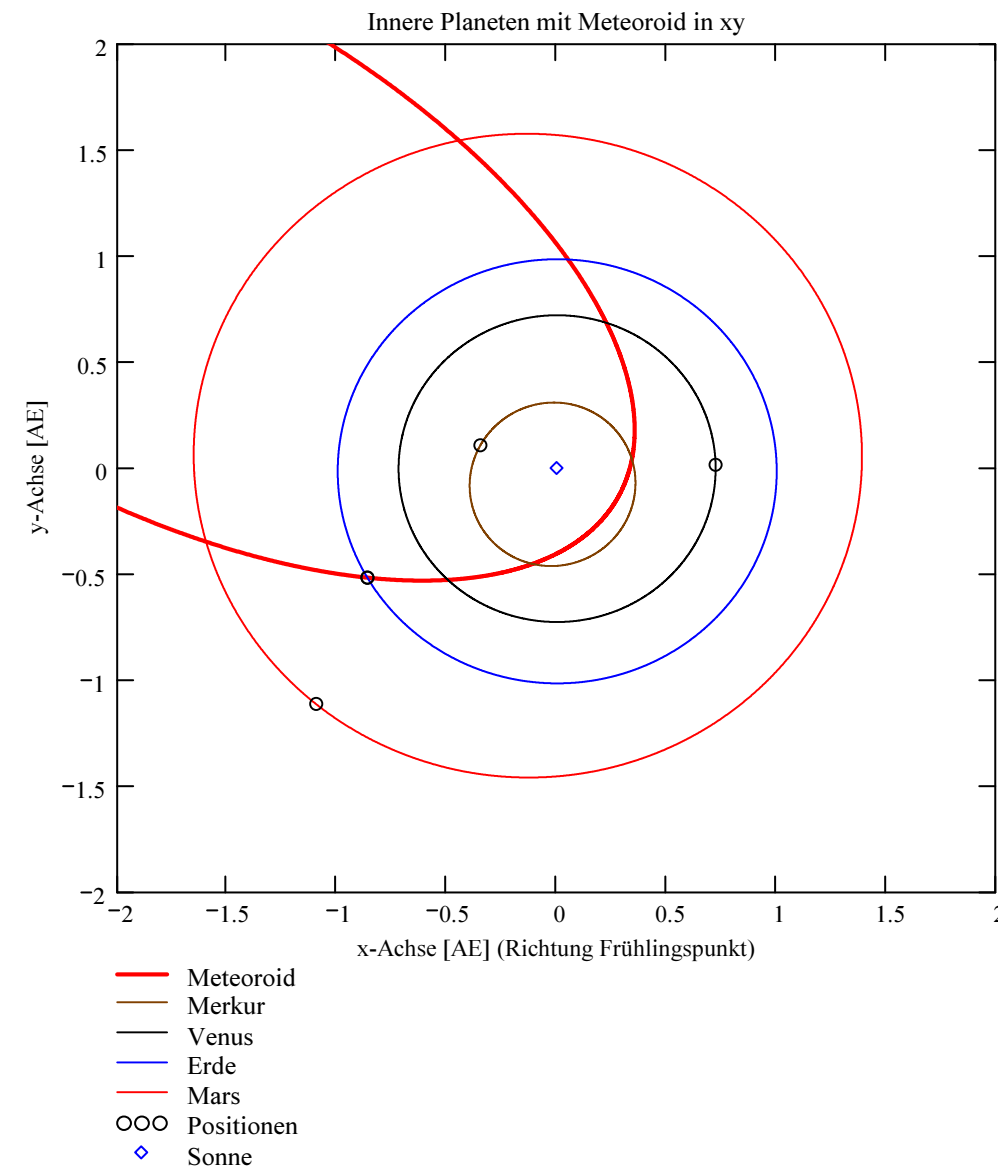
Höhe über Meer

Beobachtungsorte:

Nr. Stat.-Id. Stationsname

Geogr. Breite Φ [° dez.]
 Geogr. Länge λ [° dez.]
 Höhe [km]

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	"GNO" "Osservatorio Astronomico di Gnosca"	46.231461	9.024039	0.254
4	"BAU" "Beobachtungsstation Bauma"	47.378582	8.896618	0.892
5	"EGL" "Beobachtungsstation Eglisau"	47.56922	8.524	0.389
6	"MAU" "Beobachtungsstation Mauren"	47.22521	9.55227	0.506



Mittlerer Beobachtungszeitpunkt:

Tag: D = 20

Monat: M = 4

Jahr: Y = 2016

Weltzeit: UT = 21.8375 [h dezimal]

Anzahl Beobachtungen (Standorte): NB = 6

Anzahl echter Kombinationsmöglichkeiten aller Beobachtungsorte zur Verrechnung jeweils zweier Orte miteinander: NK = 15

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]:
-------	---	---	---------------------------------------	---------------------------------------	-------------------	------------------

Azimut Spuranfang [°]	Azimut Spurende [°]	Höhe Spuranfang [°]	Höhe Spurende [°]
-----------------------	---------------------	---------------------	-------------------

iL =

1	$\alpha_{Ep} =$	deg	$\delta_{Ep} =$	deg	$\alpha_{Ep} =$	deg	$\delta_{Ep} =$	deg	Mag =	Dur_sec =
2										
3										
4										
5										
6										

HOR_KOORD =			
180.128019	162.788713	46.364849	22.519771
257.418941	227.777424	34.344227	28.247123
185.389095	172.352185	30.517762	16.649861
181.192677	176.080154	56.484924	51.73765
266.544025	234.969019	60.287943	62.300596
146.038432	144.996631	50.773441	44.052009

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]

OUT2₁ =

	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	47.5873	47.5812	47.4012	47.5599	47.5941	47.6079	47.6007	47.6076	47.6076	47.53	47.6008	47.6024	47.8138	47.8384	47.5983
5	9.2267	9.2267	9.2261	9.2267	9.2268	9.2105	9.1582	9.2086	9.2084	9.2045	9.2146	9.2149	8.91	8.9108	9.2203
6	94.2098	93.469	71.7769	90.8935	95.0363	93.3715	90.4703	93.2685	93.2547	88.4059	93.3807	93.4983	74.6339	78.8687	93.8871
7	48.061	48.06	48.2029	48.127	48.0257	48.0564	48.0623	48.0527	48.0474	48.0738	48.0258	48.0231	47.8874	47.8867	47.7852
8	8.6438	8.6442	8.5764	8.6124	8.6605	8.6504	8.6603	8.6441	8.6352	8.6553	8.6652	8.6658	8.845	8.8451	8.9779
9	64.2146	64.1637	71.6235	67.6556	62.3802	64.5529	65.1079	64.1971	63.6969	66.0259	64.2075	64.1029	73.5642	73.457	80.6444
10	47.6068	47.5922	47.7955	47.597	47.7302	47.6041	47.8316	47.5983	47.7314	47.8231	47.5982	47.7295	47.5937	47.7528	47.7297
11	9.2029	9.2134	8.9094	9.1869	9.0496	9.2151	8.9106	9.2202	9.0484	8.9103	9.2178	9.0503	9.1029	9.0268	9.0501
12	92.9541	92.7812	71.4971	89.3407	84.6546	93.6164	77.6942	93.8831	84.8586	76.2332	93.5561	84.5424	77.9153	88.4988	84.564
13	48.0561	48.0464	47.8731	47.7873	47.8098	48.0484	47.8927	47.7873	47.8145	47.8876	47.7851	47.8112	47.7709	47.8237	47.8112
14	8.6499	8.661	8.8465	8.9824	8.9454	8.6606	8.8445	8.9823	8.9404	8.845	8.9778	8.9438	8.9477	8.9307	8.9439
15	64.5205	64.9853	71.4885	81.4555	78.618	65.0616	74.3389	81.4431	79.2574	73.5895	80.6393	78.8175	75.2629	80.5181	78.8097
16	127.5546	126.5441	96.9104	123.0303	128.6818	162.0342	157.0398	161.857	161.8333	170.303	179.728	179.9506	88.2225	93.2754	107.3939
17	159.8678	159.7417	178.147	168.3706	155.3251	132.9345	134.0687	132.2072	131.1844	217.7405	212.0052	211.6749	92.2282	92.0925	90.4845
18	161.3159	178.5931	84.4786	102.1836	108.1551	180.174	91.8741	107.3894	108.4162	90.1309	107.0147	108.0115	89.0843	113.0739	108.0392
19	132.8683	214.4602	89.6027	91.3974	111.619	214.7009	93.2078	91.3834	112.5269	92.2601	90.4788	111.9023	84.4269	114.3167	111.8913
20	75.5432	75.658	102.698	82.4147	72.6639	72.048	69.0927	72.0745	72.2562	77.3941	69.8881	69.6256	9.6958	9.1491	30.9969
21	71.6378	71.7561	9.9391	27.6579	13.4074	71.3663	9.1559	30.6227	13.654	9.1766	30.7553	13.5314	23.3245	13.46	13.5214
22	168.5791	173.0675	"kSP"	263.26	143.1096	168.0365	186.1611	165.5714	161.7603	248.4669	159.4994	157.2877	"kSP"	125.6529	195.4101
23	169.359	175.2155	"kSP"	312.615	179.4225	169.3232	211.5111	208.5293	200.0043	274.9547	199.0478	192.3233	"kSP"	137.5877	191.0931
24	49.1224	49.1597	"kSP"	49.941	48.8797	49.1067	49.3121	49.079	49.0355	49.8252	48.9998	48.977	"kSP"	48.5539	48.9679
25	7.2832	7.2497	"kSP"	6.5257	7.4998	7.2856	7.2531	7.2899	7.2964	6.7842	7.3577	7.373	"kSP"	7.919	7.385
26	68.3086	68.9594	"kSP"	76.2486	64.736	68.1042	70.3108	67.8712	67.4775	75.6633	66.9168	66.5932	"kSP"	54.6833	66.4239
27	140.6164	140.9389	151.6018	144.1657	138.7989	140.208	144.2351	139.7644	139.0019	146.0063	139.2186	138.9386	149.3198	137.6407	138.9293
28	140.1845	140.5074	151.1204	143.7105	138.3794	139.7931	143.8662	139.3462	138.5772	145.5995	138.8117	138.5319	149.2716	137.592	138.7501
29	140.5989	140.9291	151.368	144.1364	138.668	140.2115	144.0519	139.773	138.8836	145.7888	139.221	138.817	149.4625	137.7267	138.8036
30	140.1891	140.5199	151.3213	143.9852	138.5908	139.8006	144.003	139.5971	138.8037	145.7404	139.0435	138.7382	149.3477	137.6555	138.7249
31	23.6974	23.0939	0.5401	16.7243	26.989	23.866	21.8163	24.0758	24.4343	17.1332	24.9493	25.2483	6.3744	36.2908	25.411
32	23.0829	22.4757	-0.3726	16.0232	26.4138	23.2807	21.2465	23.4913	23.8499	16.4761	24.3865	24.689	6.2889	36.2255	25.163
33	23.6721	23.0796	0.0917	16.6785	26.808	23.8709	21.5316	24.088	24.2702	16.7795	24.9526	25.0797	6.6299	36.4066	25.2367
34	23.0893	22.4933	0.0034	16.4437	26.702	23.2912	21.4561	23.8403	24.1599	16.7015	24.7056	24.9711	6.4242	36.3107	25.1283
35	36.089	13.507	5.9189	3.4715	22.4523	22.5834	41.4932	32.6521	58.5101	19.0345	10.0708	35.9341	9.2838	17.5209	25.8636
36	32.2834	32.3325	43.8881	35.22	31.0529	"k. A."	"k. A."	"k. A."	"k. A."	34.2452	30.9239	30.8078	32.3194	30.497	33.6923
37	"k. A."	31.7505	33.1304	30.0629	31.9224	31.578	30.5198	33.2855	32.5094	30.5888	33.4297	32.2177	25.3527	32.0477	32.1937

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:

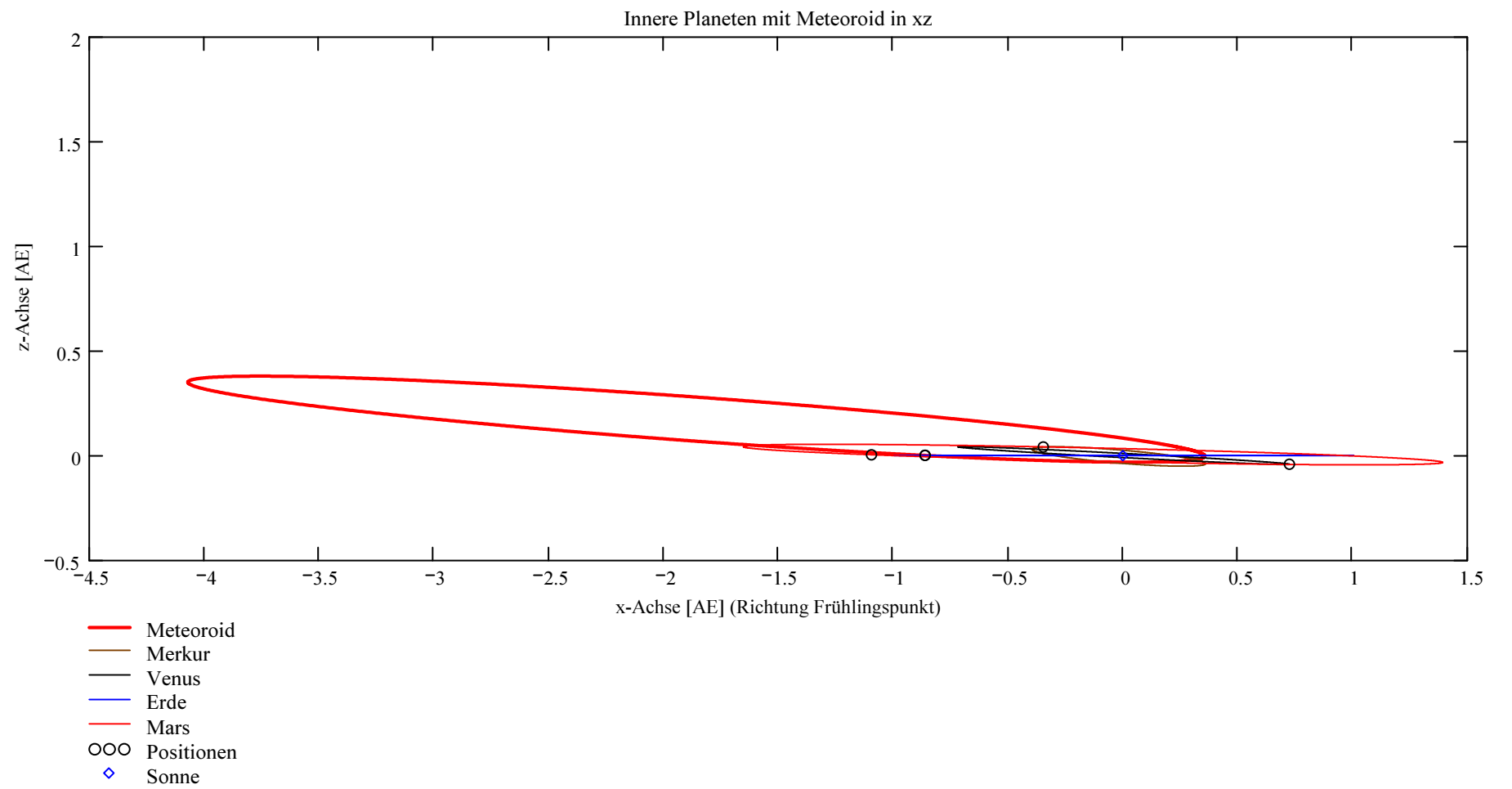
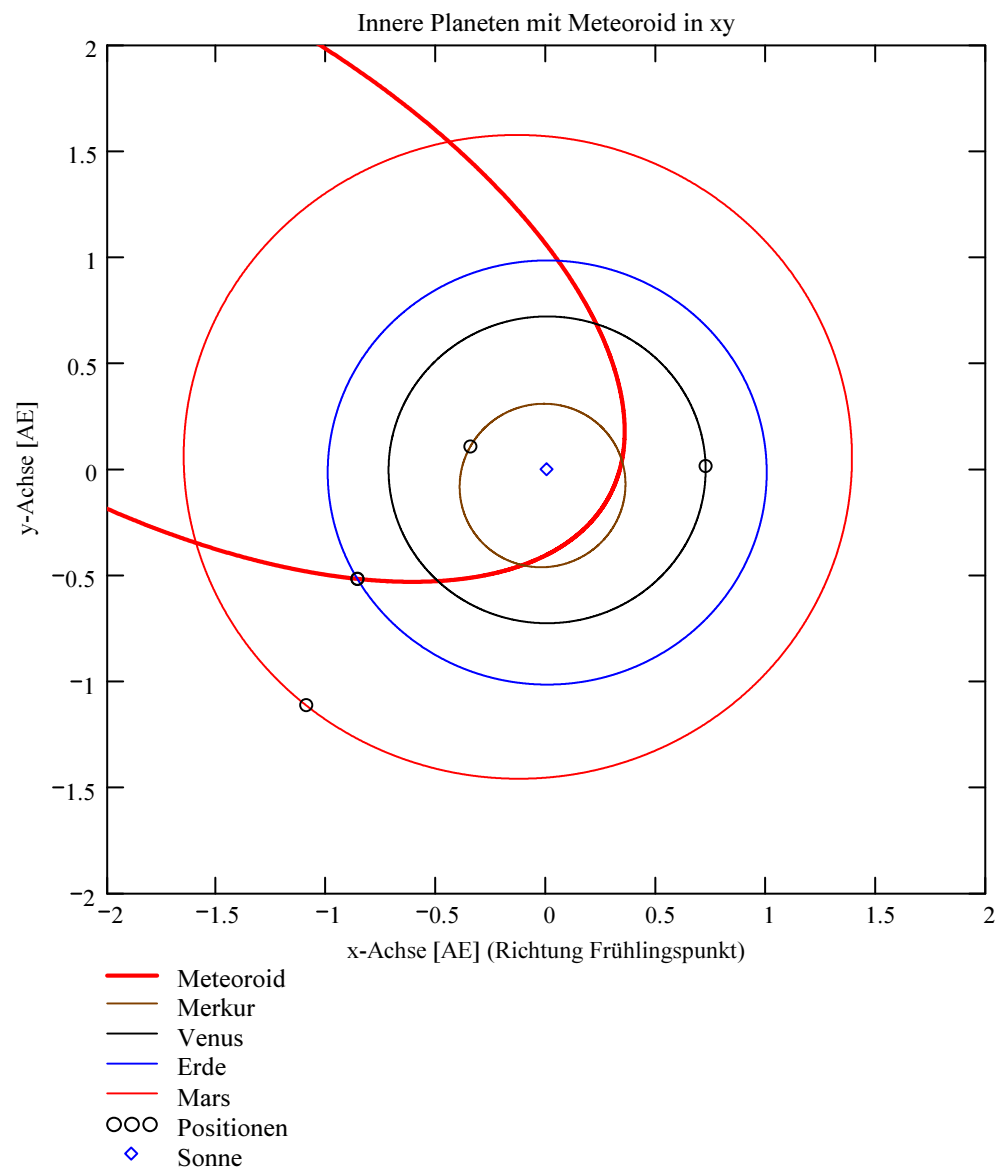
Grosse Halbachse: $a_M = 2.476$ [AE]
 Exzentrizität: $e_M = 0.8733$
 Perihelabstand: $q_M = 0.3137$ [AE]
 Bahnneigung (Winkel zwischen Ekliptik und Bahnebene): $i_{2000} = 5.2316$ deg
 Länge des aufsteigenden Knotens: $\Omega_{2000} = 31.0435$ deg
 Winkel zwischen Perihels und aufsteigendem Knoten: $\omega_{2000} = 298.3606$ deg
 Perihellänge: $\omega^{\circ}_{2000} = 329.4041$ deg

Wahre Anomalie: $v_{\text{Datum}} = -118.3938$ deg
 Umlaufzeit: $T_U = 1423.0785$ [Tage]
 Perihelzeit (UT): $t_0 = 2456117.67152195$ [Julianisches Datum]

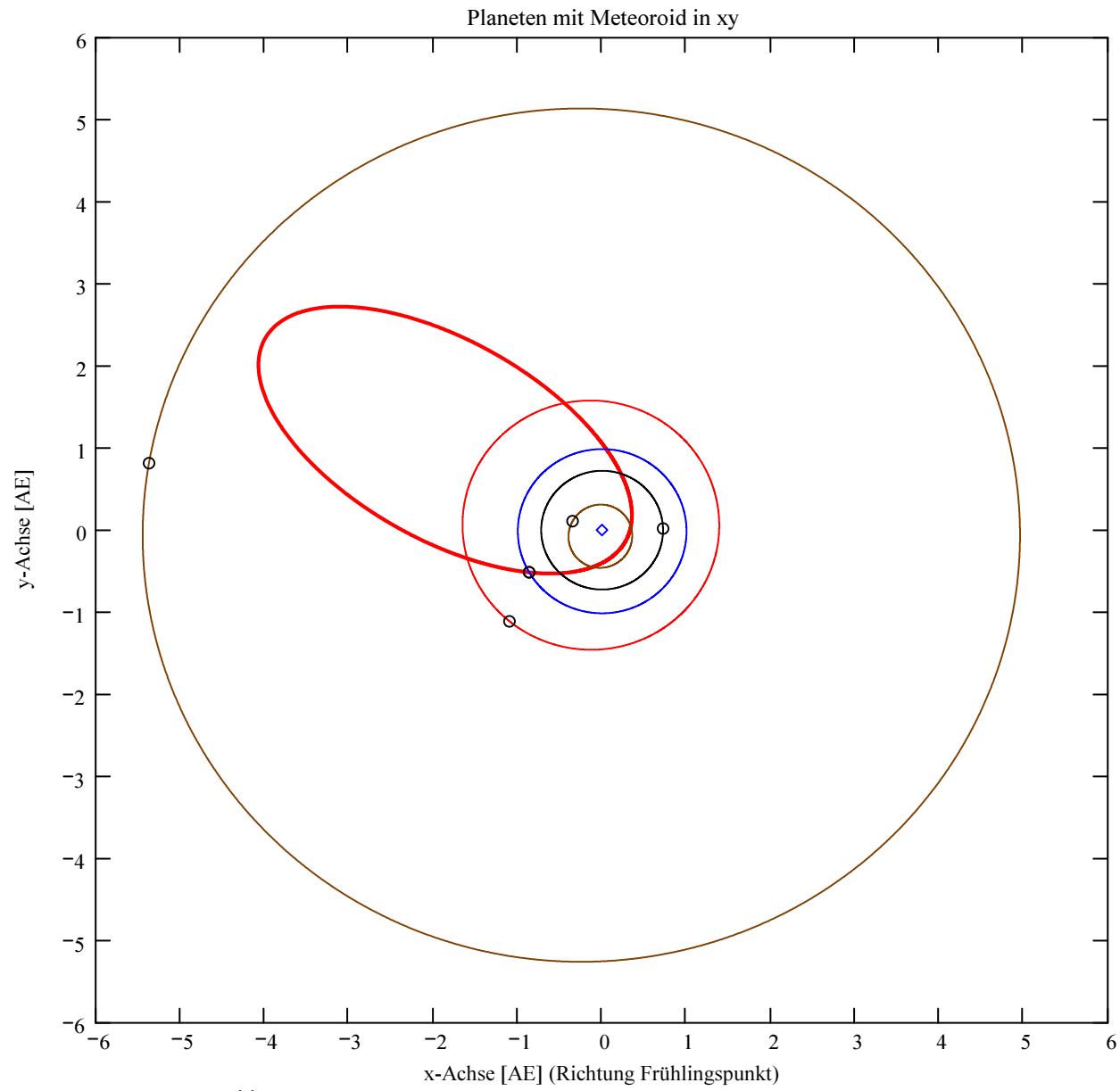
Datum: Tag = 9 Monat = 7 Jahr = 2012
 Zeit (UT): Stunden = 4 Minuten = 6 Sekunden = 59.496
 Tage_dez = 9.171522

Betrag der beobachteten Geschwindigkeit (topozentrisch, relativ zur rotierenden Erde): $|v_{M_Beob}| = 33.3$ [km/s]

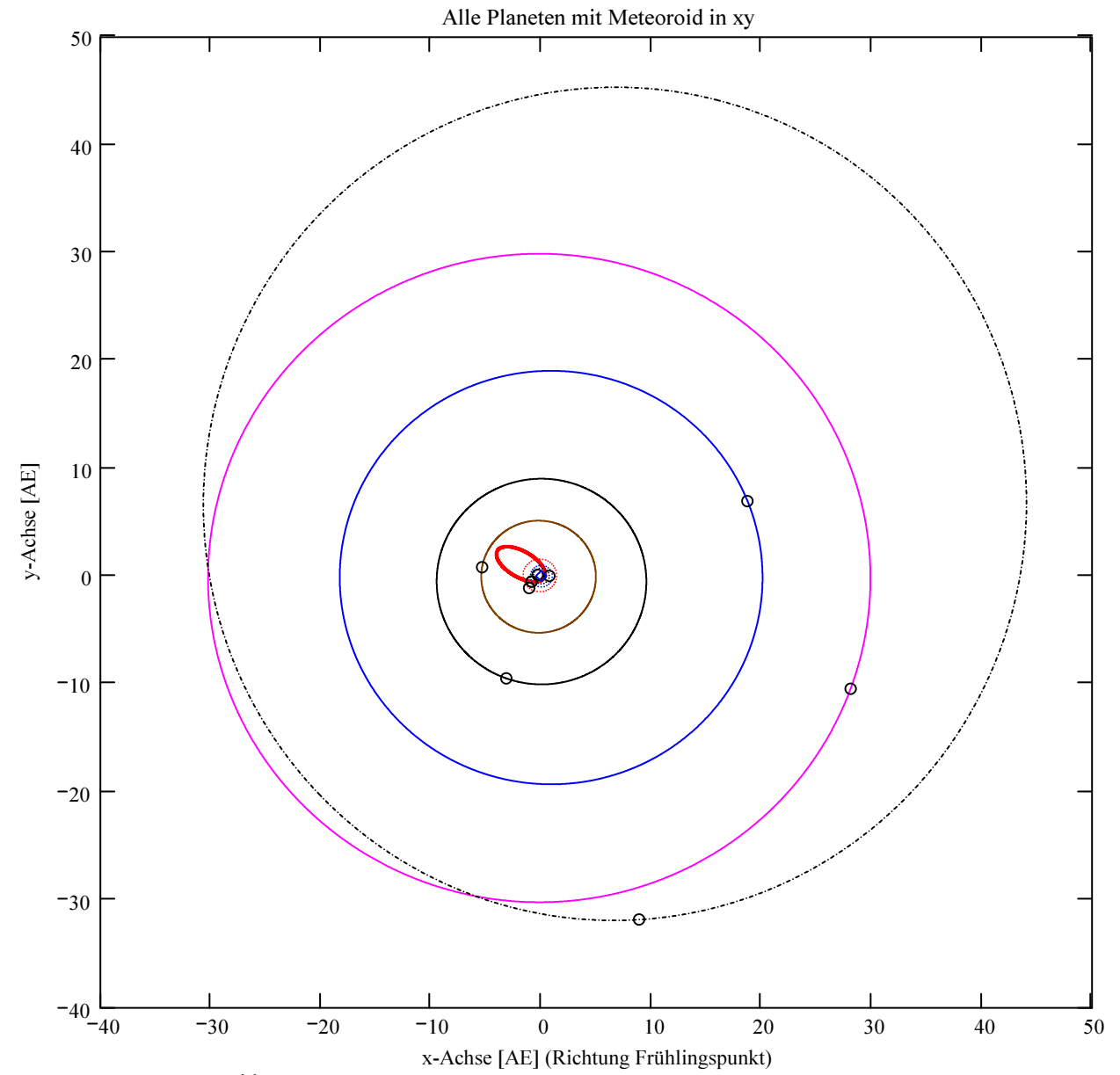
Betrag der absoluten Geschwindigkeit: $|v_{M_hel_ekl_Dat}| = 37.514$ [km/s]



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 Trajektoriengewichtung für die Mittelung:
 (0 = wird nicht berücksichtigt
 1 = normale Gewichtung
 2 = wird doppelt gewichtet usw)

Vorhandene Indexpaarungen:
 (Zahl vor Dezimalpunkt = Orte 1

Ergebnis der Gewichtungs-Auswahl:

Zahl nach Dezimalpunkt = Orte 2)

Zahl nach Dezimalpunkt = Orte 2)	IndPaar =
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

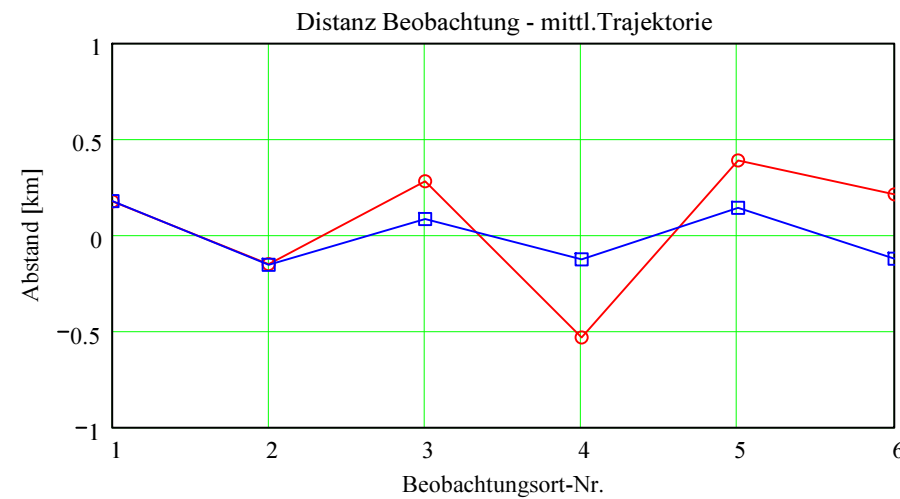
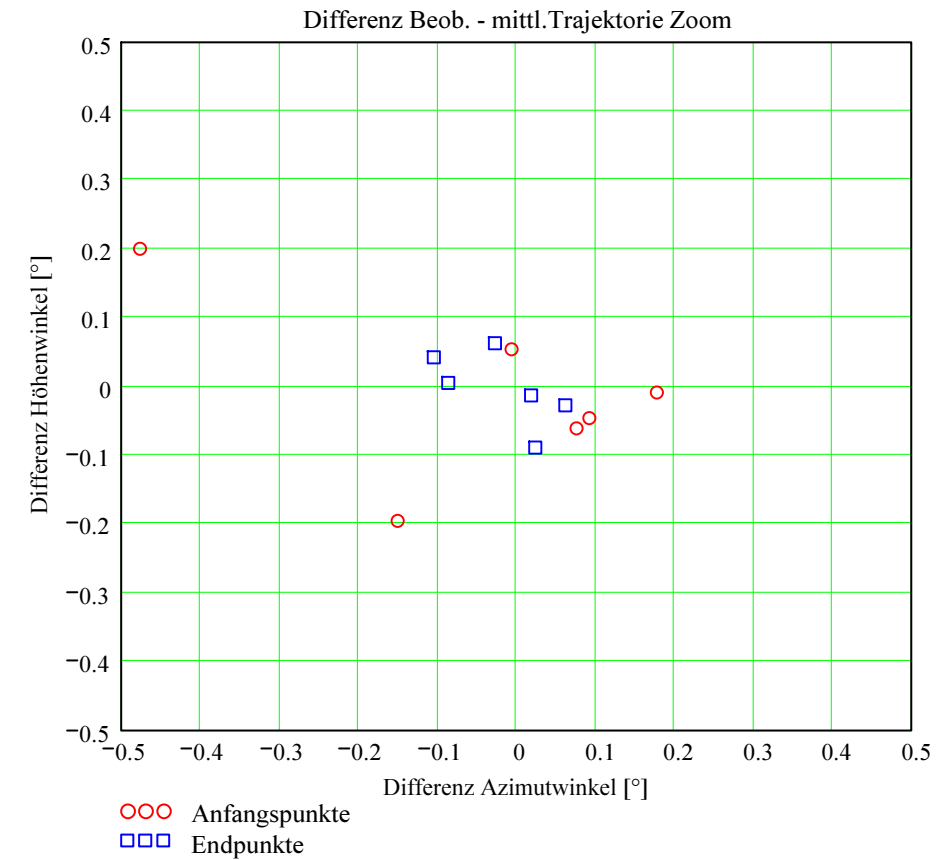
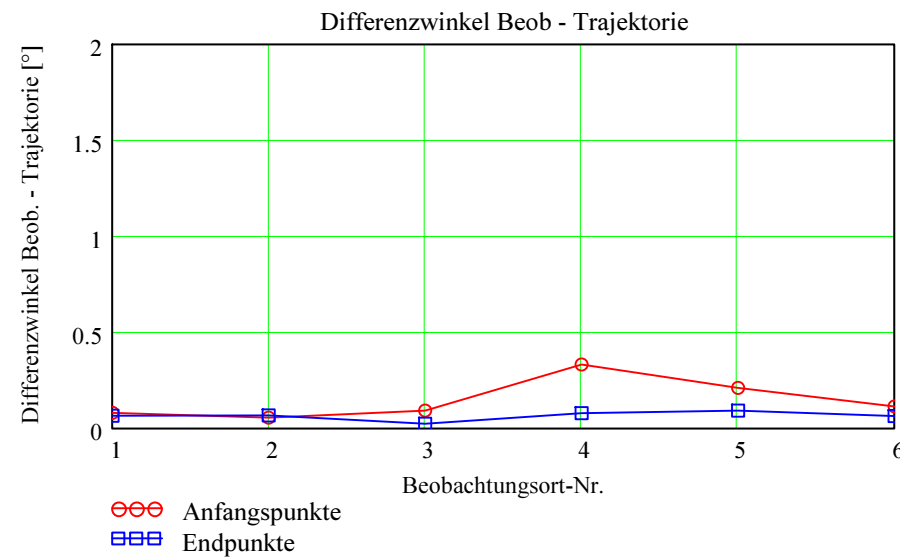
Zahl nach Dezimalpunkt = Orte 2)	Gew =
1	1
2	1
3	0
4	0
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	0
14	1
15	1

Nr. Stat.-Id. Beobachtungsort

Nr.	Stat.-Id.	Beobachtungsort
1	"FAL"	"Sternwarte Mirasteilas Falera"
2	"VTE"	"Observatoire géophysique, Val Terbi"
3	"GNO"	"Osservatorio Astronomico di Gnosca"
4	"BAU"	"Beobachtungsstation Bauma"
5	"EGL"	"Beobachtungsstation Eglisau"
6	"MAU"	"Beobachtungsstation Mauren"

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	"GNO"	"Osservatorio Astronomico di Gnosca"
	4	"BAU"	"Beobachtungsstation Bauma"
	5	"EGL"	"Beobachtungsstation Eglisau"
	6	"MAU"	"Beobachtungsstation Mauren"

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
	"FAL"	"VTE"	"GNO"	"BAU"	"EGL"	"MAU"
1	47.583551	47.605977	47.594893	47.83569	47.596693	47.728765
2	9.224882	9.197598	9.211087	8.916297	9.208897	9.047648
3	93.910818	92.471341	93.182577	77.834449	93.067039	84.622971
4	140.609045	140.588906	140.598864	140.380851	140.597247	140.478095
5	23.704917	23.67591	23.690248	23.378284	23.68792	23.516931
6	48.055279	48.053443	48.041791	47.892793	47.785461	47.814565
7	8.644252	8.646539	8.661051	8.845851	8.97809	8.942305
8	64.026445	64.141119	64.869407	74.226507	81.018108	79.17226
9	140.178925	140.180625	140.191414	140.32863	140.42662	140.400119
10	23.092933	23.095322	23.110484	23.30416	23.443439	23.405692

mTr₁ =

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
	"FAL"	"VTE"	"GNO"	"BAU"	"EGL"	"MAU"
1	180.035693	257.425052	185.313121	181.668826	266.694487	145.860472
2	46.411686	34.290843	30.579609	56.285396	60.483973	50.782999
3	127.050429	160.694955	179.04242	92.251142	106.251303	108.100191
4	0.092325	-0.006111	0.075975	-0.476149	-0.150463	0.177961
5	-0.046837	0.053385	-0.061847	0.199528	-0.196029	-0.009558
6	0.079052	0.053623	0.090034	0.330598	0.209656	0.112934
7	0.175294	-0.150394	0.281344	-0.532289	0.388792	0.213073
8	162.726863	227.804616	172.333642	176.184684	234.945026	145.08295
9	22.547982	28.184929	16.66379	51.695844	62.390284	44.047532
10	159.224612	132.349003	213.938941	93.118327	90.831763	112.414907
11	0.06185	-0.027192	0.018543	-0.10453	0.023994	-0.086318
12	-0.028211	0.062194	-0.013929	0.041806	-0.089688	0.004477
13	0.063714	0.06665	0.022574	0.077083	0.090377	0.062201
14	0.177061	-0.153956	0.084292	-0.125277	0.143276	-0.12204

bTr₁ =