

Berechnung: Beat Booz

Meteorspur-Berechnung basierend auf Daten mindestens zweier Beobachtungsorte

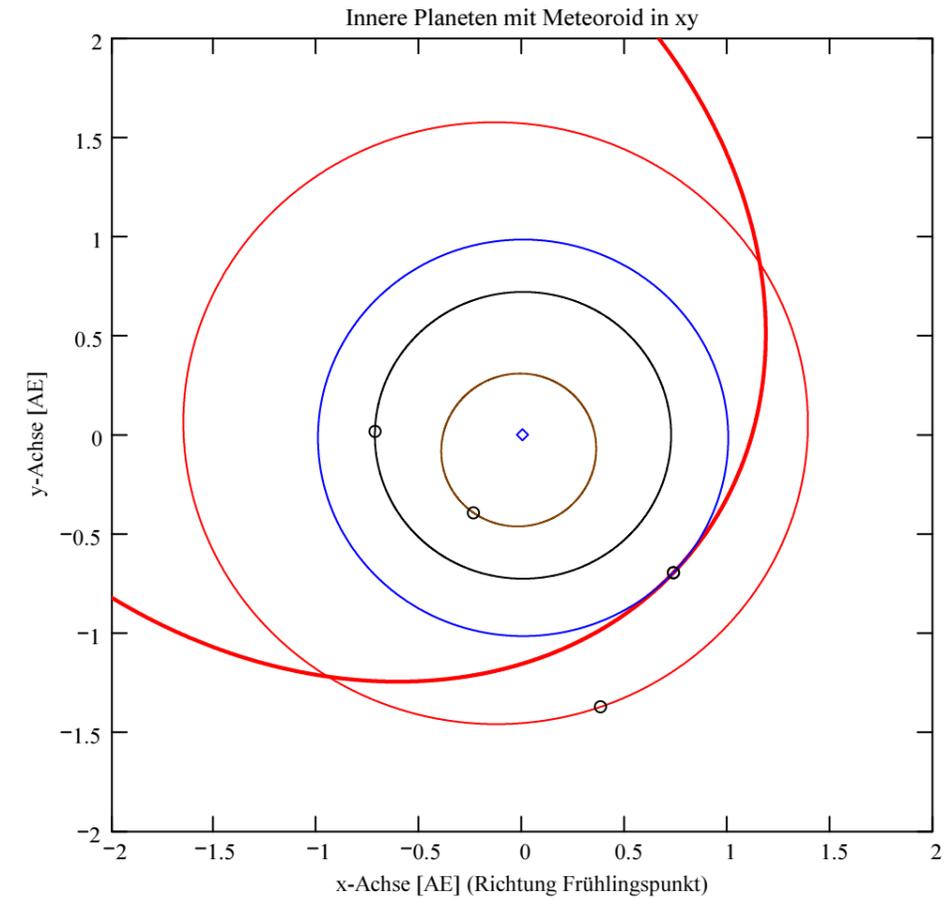
Berechnungsverfahren:

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 Spurberechnungen nicht die gleichen sind.

Beobachtungsdaten: Geografische Koordinaten der Beobachtungsorte:

Beobachtungsorte:	Nr. Stat.-Id.	Stationsname	Geogr. Koordinaten		Höhe über Meer [km]
			Breite Φ [° dez.]	Länge λ [° dez.]	
			Φ nördlich positiv, südlich negativ	λ östlich von Greenwich positiv, westlich von Greenwich negativ	

ORT_KOORD1 =	$\begin{pmatrix} 1 & \text{"MAI"} & \text{"Beobachtungsstation Maienfeld"} \\ 2 & \text{"BOS"} & \text{"Privatsternwarte Bos-cha"} \\ 3 & \text{"GNO"} & \text{"Osservatorio Astronomico di Gnosca"} \\ 4 & \text{"LOC"} & \text{"Beobachtungsstation Locarno"} \end{pmatrix}$	ORT_KOORD2 =	$\begin{pmatrix} 47.010278 & 9.536667 & 0.54 \\ 46.777367 & 10.169708 & 1.666 \\ 46.231461 & 9.024039 & 0.254 \\ 46.1723 & 8.7878 & 0.367 \end{pmatrix}$
--------------	--	--------------	--



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

Mittlerer Beobachtungszeitpunkt:

Tag:	D = 9	Stunden:	H_UT = 0	Anzahl Beobachtungen (Standorte): NB = 4	Epoche der Äquatorkoordinaten: JD _{Epoche} = 2451545
Monat:	M = 8	Minuten:	M_UT = 10		
Jahr:	Y = 2016	Sekunden:	S_UT = 15		
Weltzeit:	UTC = 0.170833 [h dezimal]				
				Anzahl echter Kombinationsmöglichkeiten aller Beobachtungsorte zur Verrechnung jeweils zweier Orte miteinander: NK = 6	(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 Spurberechnungen 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	$\alpha_{Ep} = \begin{pmatrix} 311.640202 \\ 265.533783 \\ 87.809624 \\ 68.913887 \end{pmatrix} \text{ deg}$	$\delta_{Ep} = \begin{pmatrix} 48.844871 \\ 44.805859 \\ 83.212242 \\ 49.642197 \end{pmatrix} \text{ deg}$	$\alpha_{Ep} = \begin{pmatrix} 39.647295 \\ 14.671193 \\ 66.200111 \\ 66.978386 \end{pmatrix} \text{ deg}$	$\delta_{Ep} = \begin{pmatrix} 24.603018 \\ 63.000562 \\ 39.00724 \\ 33.906612 \end{pmatrix} \text{ deg}$	$\text{Mag} = \begin{pmatrix} -2.4 \\ -2.4 \\ -0.8 \\ -1.9 \end{pmatrix}$	$\text{Dur_sec} = \begin{pmatrix} 10.52 \\ 0 \\ 0 \\ 5.86 \end{pmatrix}$	$\text{HOR_KOORD} = \begin{pmatrix} 105.555752 & 266.257881 & 77.664295 & 31.241419 \\ 112.324509 & 220.152806 & 45.957365 & 60.657912 \\ 188.052348 & 236.836647 & 42.616588 & 22.933837 \\ 226.323373 & 240.246131 & 28.198355 & 18.850491 \end{pmatrix}$			
2										
3										
4										

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
1	1	1	1	2	2	3
2	2	3	4	3	4	4
3	0	0	0	0	0	0
4	47.055	47.0546	47.0549	47.0479	47.0508	47.1762
5	9.3001	9.3023	9.301	9.191	9.1803	9.2201
6	87.0548	86.2407	86.7159	86.43	87.372	100.296
7	47.0693	47.0704	47.0698	47.0738	47.071	46.94
8	11.0932	11.1286	11.1115	10.5365	10.533	10.6323
9	74.3512	76.0742	75.2396	79.6149	78.8748	64.4546
10	47.053	47.0528	47.0656	47.0479	47.0672	47.0293
11	9.1722	9.1941	10.1696	9.193	10.1721	10.112
12	88.0752	86.9403	80.8296	86.4182	80.9753	77.4234
13	47.0678	47.0701	47.0698	47.0786	47.0749	46.9209
14	10.529	10.9379	11.1476	10.9581	11.1617	10.7415
15	78.0252	76.9915	75.0411	77.8238	75.5035	61.765
16	88.5312	87.6984	88.1845	117.2071	118.5019	146.4277
17	140.1731	143.396	141.8351	89.2509	88.4049	160.4134
18	119.4683	127.0283	166.7446	126.2691	167.0405	159.8219
19	87.434	190.797	220.6674	192.8039	221.975	182.8391
20	138.5271	140.8759	139.7559	103.8061	104.4731	117.4762
21	104.9085	134.5532	75.4197	136.1171	76.287	52.3256
22	"kSP"	"kSP"	"kSP"	"kSP"	"kSP"	229.8421
23	"kSP"	"kSP"	"kSP"	"kSP"	"kSP"	220.7617
24	"kSP"	"kSP"	"kSP"	"kSP"	"kSP"	46.4196
25	"kSP"	"kSP"	"kSP"	"kSP"	"kSP"	13.4003
26	"kSP"	"kSP"	"kSP"	"kSP"	"kSP"	74.7011
27	268.6789	268.6097	268.6448	267.8955	268.2529	283.2365
28	269.9917	269.9468	269.9703	268.8805	269.2432	284.2705
29	268.5854	268.5305	269.2807	267.8971	268.979	283.8901
30	269.5787	269.8071	269.9968	269.1893	269.7036	284.3504
31	5.8722	4.7603	5.3267	4.2226	5.126	18.2585
32	4.6506	3.5161	4.0933	3.3057	4.2043	17.2679
33	5.9593	4.834	4.7348	4.2212	4.4501	17.6338
34	5.0349	3.646	4.0686	3.0185	3.7761	17.1908
35	18.5212	42.1872	43.2751	23.6717	24.7552	1.1538
36	13.168	13.3912	13.2848	"k. A."	"k. A."	"k. A."
37	"k. A."	"k. A."	12.8703	"k. A."	13.0183	8.9293

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:

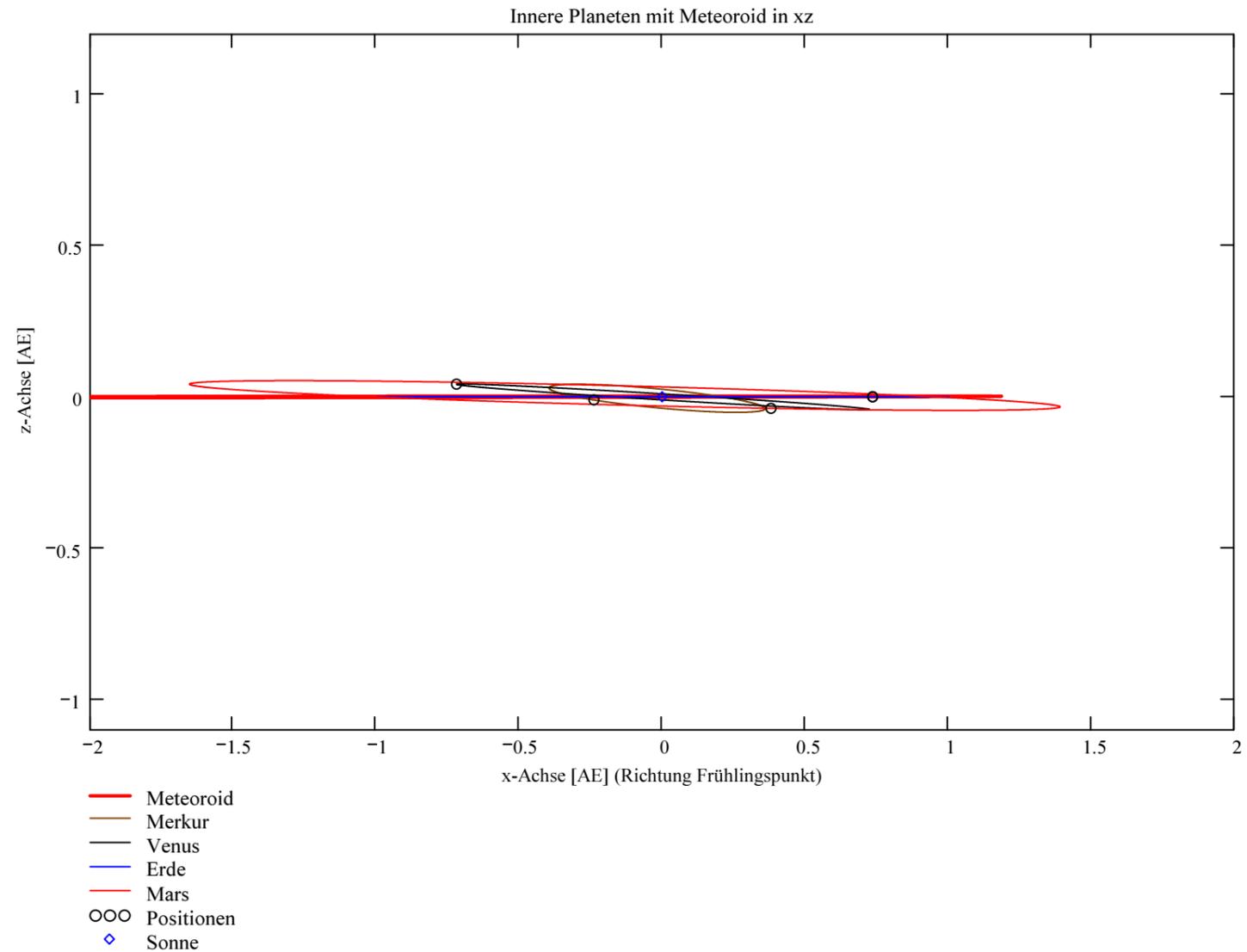
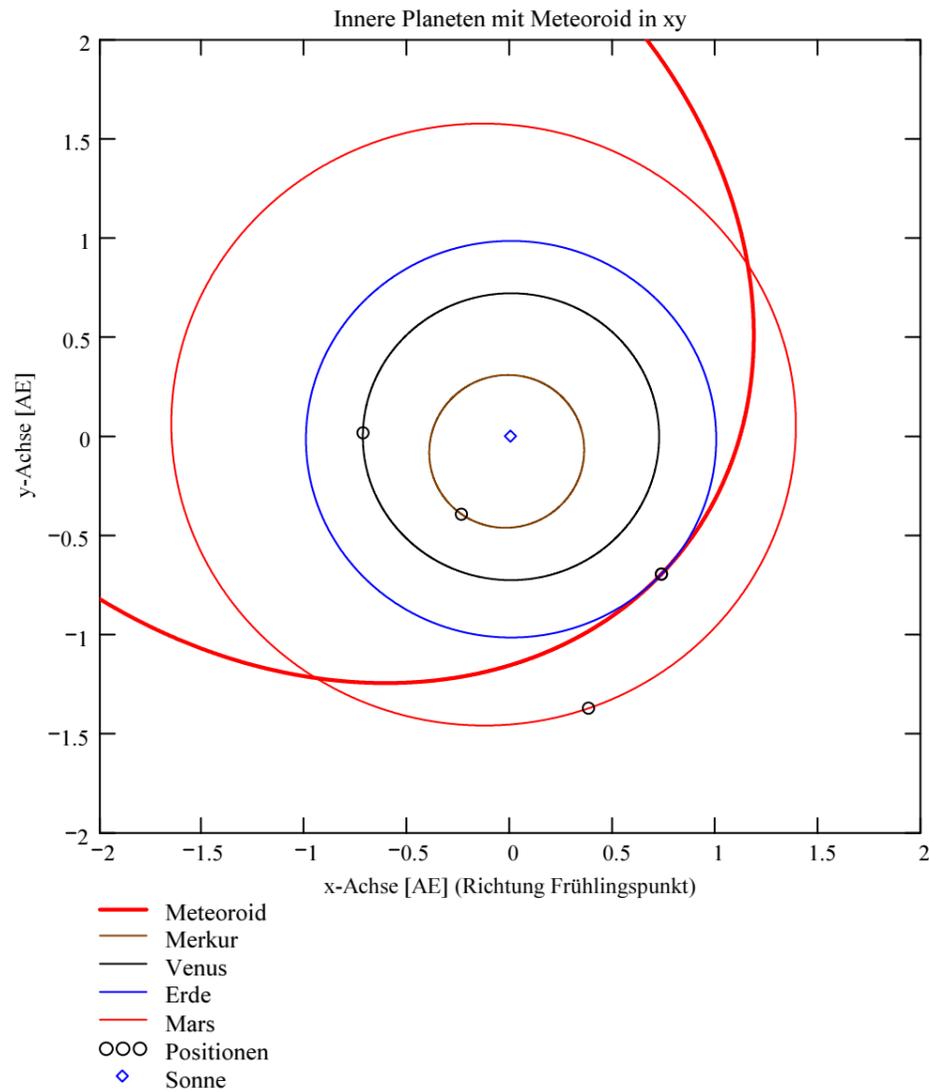
Im Idealfall liegt dieser Winkel nahe 90°. Bei sehr kleinen Winkeln (nahe 0° oder 180°) können sich Beobachtungs-Ungenauigkeiten stärker auswirken!

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

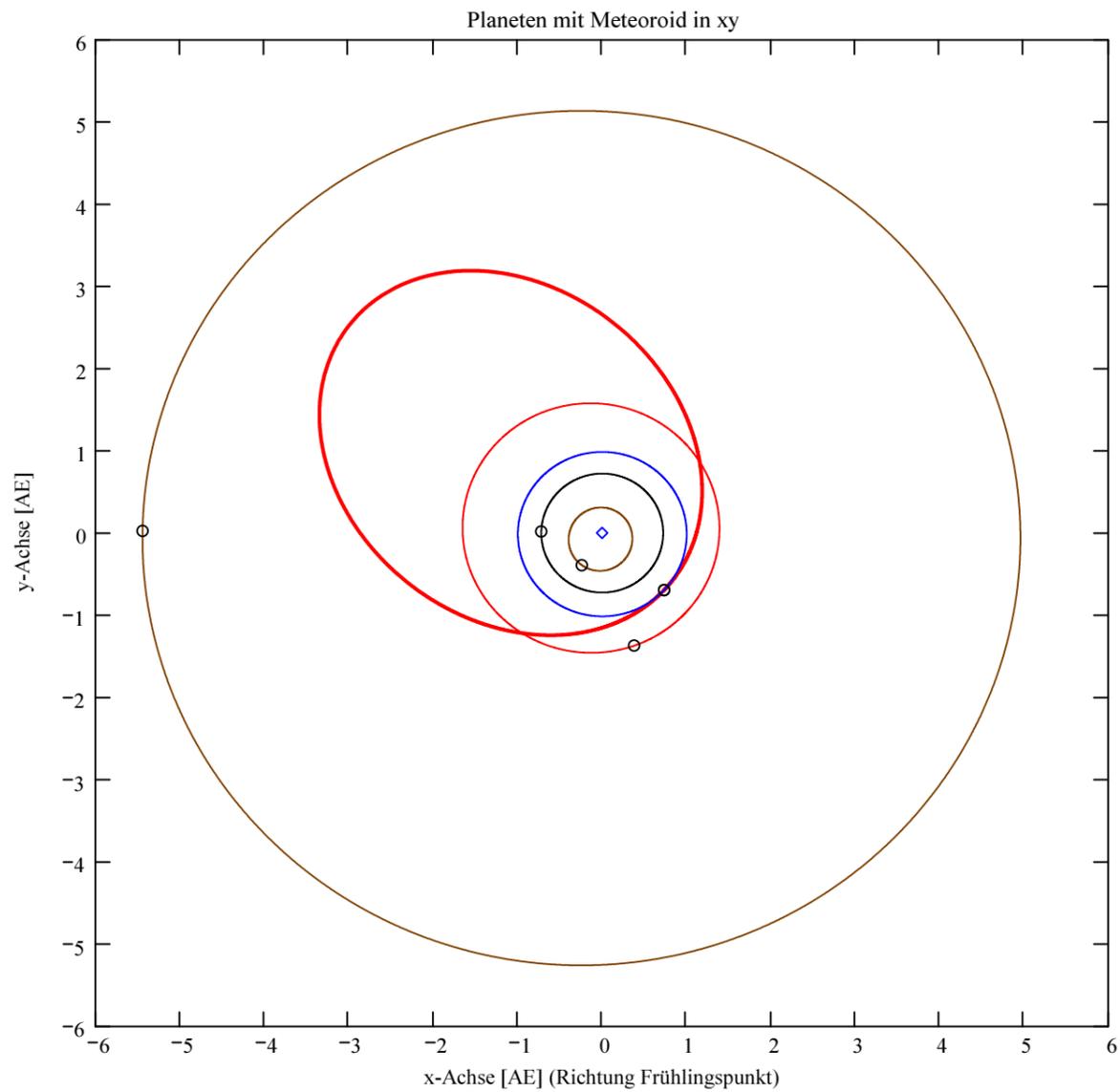
Grosse Halbachse: $a_M = 2.4667$ [AE]
 Exzentrizität: $e_M = 0.589$
 Perihelabstand: $q_M = 1.0137$ [AE]
 Bahnneigung (Winkel zwischen Ekliptik und Bahnebene): $i_{2000} = 0.0908$ deg
 Länge des aufsteigenden Knotens: $\Omega_{2000} = 313.5966$ deg
 Winkel zwischen Perihels und aufsteigendem Knoten: $\omega_{2000} = 4.4513$ deg
 Perihellänge: $\omega^{\circ}_{2000} = 318.0479$ deg

Wahre Anomalie: $v_{\text{Datum}} = 358.576$ deg
 Umlaufzeit: $T_U = 1415.0809$ [Tage]
 Perihelzeit (UTC): $t_0 = 2456195.5961182$ [Julianisches Datum]
 Datum: Tag = 25, Monat = 9, Jahr = 2012
 Zeit (UTC): Stunden = 2, Minuten = 18, Sekunden = 24.613
 Tage_dez = 25.096118

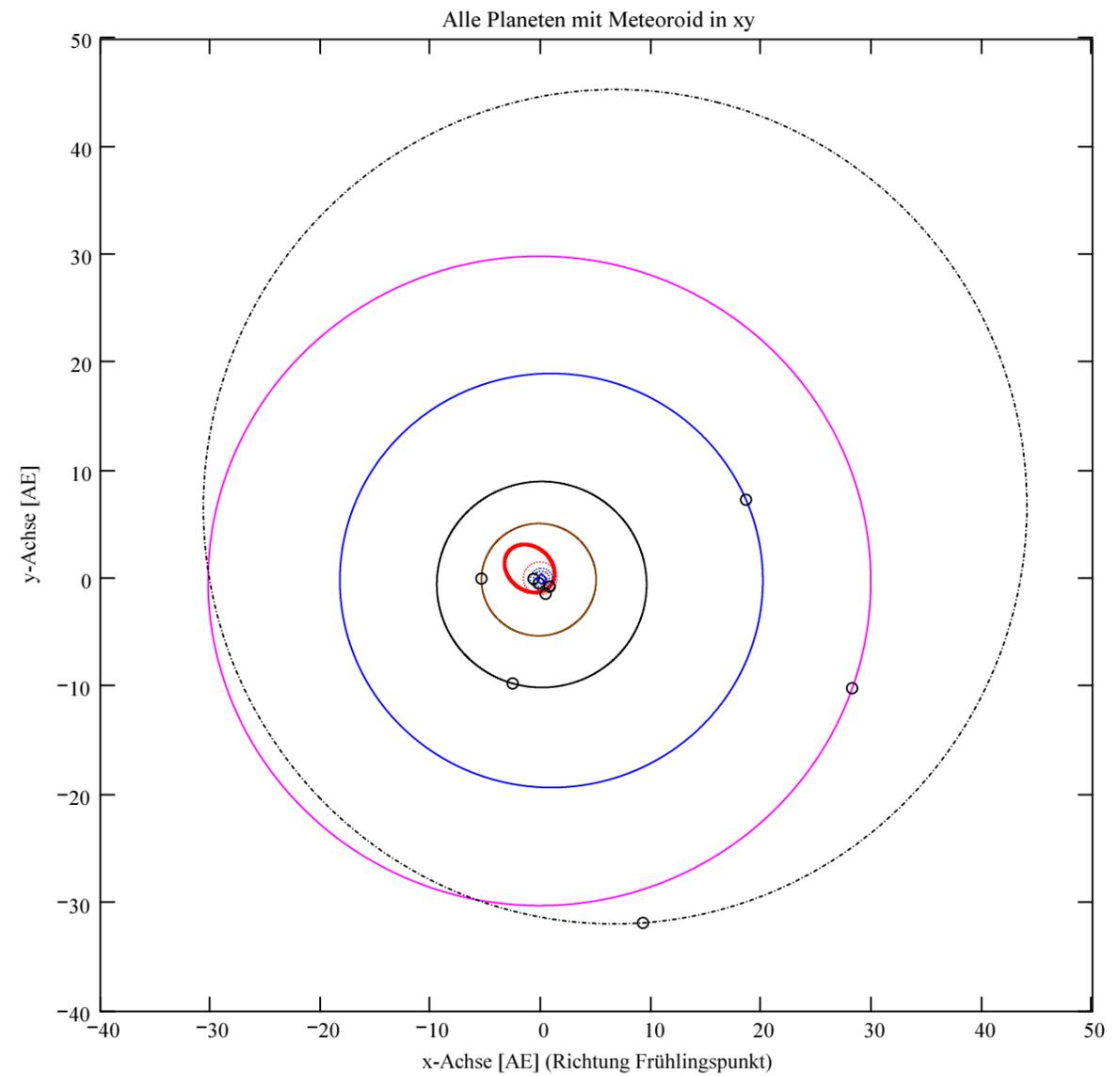
Geschwindigkeit des Meteoroiden:
 Beobachtet: $|v_{M_Beob}| = 13.324$ [km/s]
 Geozentrisch: $|v_{M_geoz}| = 13.645$ [km/s]
 Geozentrisch ursprünglich: $|v_u| = 7.908$ [km/s]
 Heliozentrisch: $|v_{M_hel_ekl_Dat}| = 37.288$ [km/s]
 Radiantposition:
 Scheinbar: $\alpha_{\text{Rad}_s} = 244.059$ deg, $\delta_{\text{Rad}_s} = 2.697$ deg Äquatorkoordinaten J2000.0
 Geozentrisch: $\alpha_{\text{Rad}_{w2}} = 224.442$ deg, $\delta_{\text{Rad}_{w2}} = -17.081$ deg Äquatorkoordinaten J2000.0
 Heliozentrisch: $\lambda_{\text{Rad}_{heli}} = 227.152$ deg, $\beta_{\text{Rad}_{heli}} = -0.091$ 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 = $\begin{pmatrix} 1.2 \\ 1.3 \\ 1.4 \\ 2.3 \\ 2.4 \\ 3.4 \end{pmatrix}$

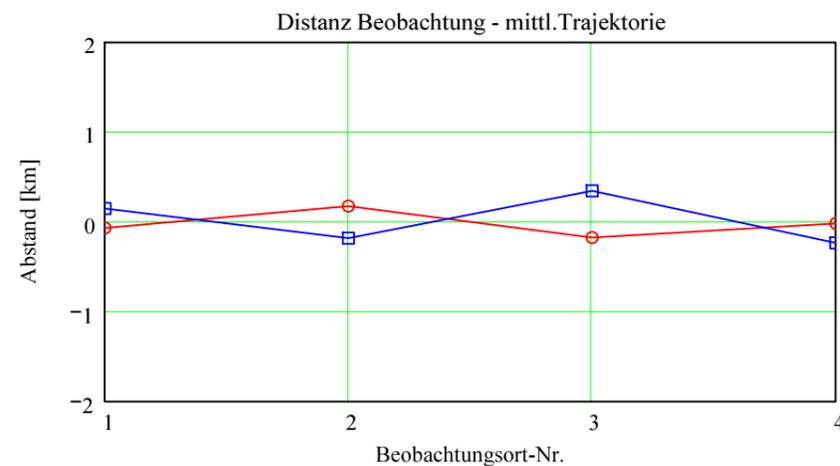
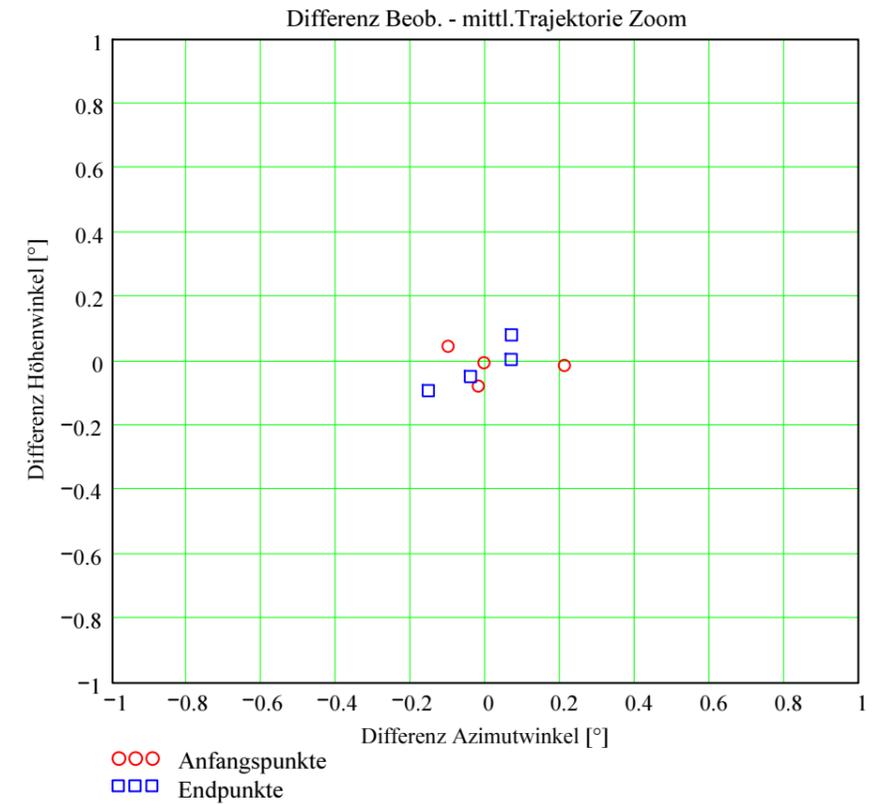
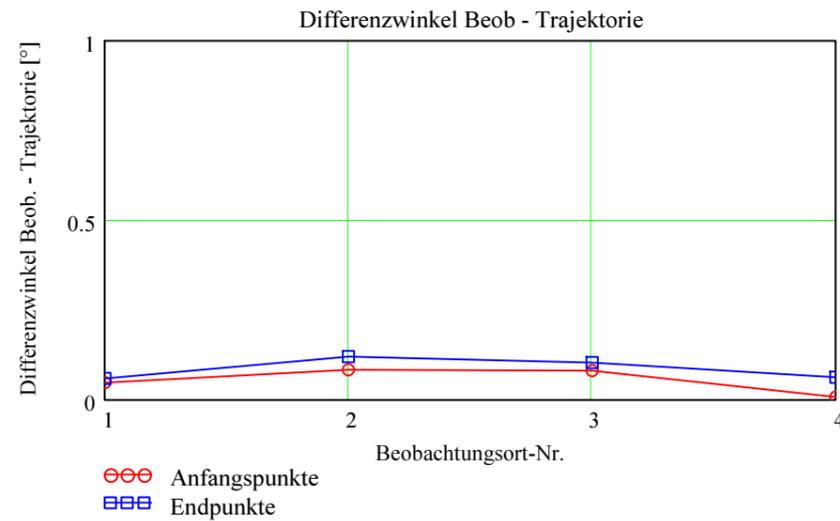
Gew = $\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$

Nr. Stat.-Id. Beobachtungsort

Nr.	Stat.-Id.	Beobachtungsort
1	"MAI"	"Beobachtungsstation Maienfeld"
2	"BOS"	"Privatsternwarte Bos-cha"
3	"GNO"	"Osservatorio Astronomico di Gnosca"
4	"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

$$\text{ORT_KOORD1} = \begin{pmatrix} 1 & \text{"MAI"} & \text{"Beobachtungsstation Maienfeld"} \\ 2 & \text{"BOS"} & \text{"Privatsternwarte Bos-cha"} \\ 3 & \text{"GNO"} & \text{"Osservatorio Astronomico di Gnosca"} \\ 4 & \text{"LOC"} & \text{"Beobachtungsstation Locarno"} \end{pmatrix}$$

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 [°]:

$$mTr_1 =$$

	1	2	3	4
1	"MAI"	"BOS"	"GNO"	"LOC"
2	47.054058	47.051886	47.052127	47.065943
3	9.301922	9.181305	9.194347	10.170356
4	86.384744	87.20398	87.114739	80.886828
5	268.534855	268.446566	268.456112	269.17061
6	4.997231	5.079439	5.07055	4.40551
7	47.071399	47.068952	47.070952	47.071451
8	11.120527	10.532422	10.934721	11.156227
9	75.672958	78.801603	76.626919	75.493314
10	269.866303	269.435698	269.730256	269.892443
11	3.758309	4.158875	3.884861	3.733994

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]:

$$bTr_1 =$$

	1	2	3	4
1	"MAI"	"BOS"	"GNO"	"LOC"
2	105.34413	112.425016	188.072001	226.327749
3	77.678486	45.912094	42.695452	28.204284
4	87.84098	118.35915	127.097474	166.830252
5	0.211622	-0.100507	-0.019653	-0.004376
6	-0.014191	0.045272	-0.078864	-0.005929
7	0.047361	0.08328	0.080177	0.007073
8	-0.07261	0.172037	-0.177855	-0.020596
9	266.189567	220.306022	236.767297	240.286914
10	31.237167	60.75062	22.853393	18.898868
11	142.662439	88.242438	190.504813	221.451694
12	0.068314	-0.153216	0.06935	-0.040783
13	0.004251	-0.092708	0.080444	-0.048377
14	0.058564	0.119229	0.102727	0.061883
15	0.14582	-0.183627	0.341559	-0.239182

Ergebnisse aus den auf die mittlere Trajektorie projizierten Messpunkten der xml-Datei

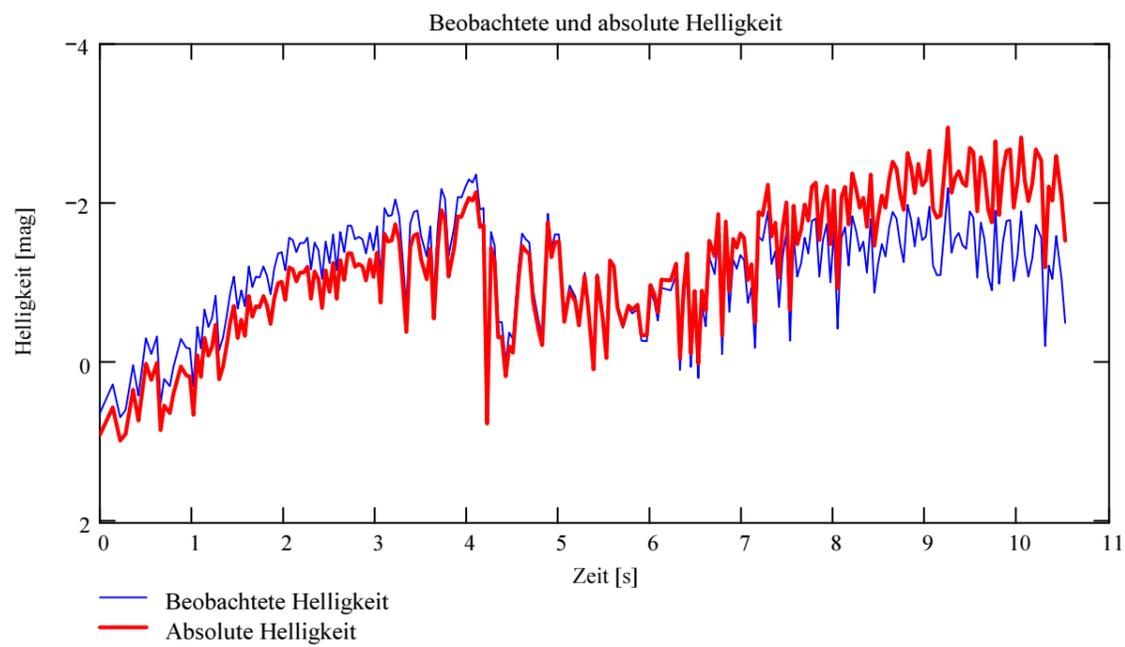
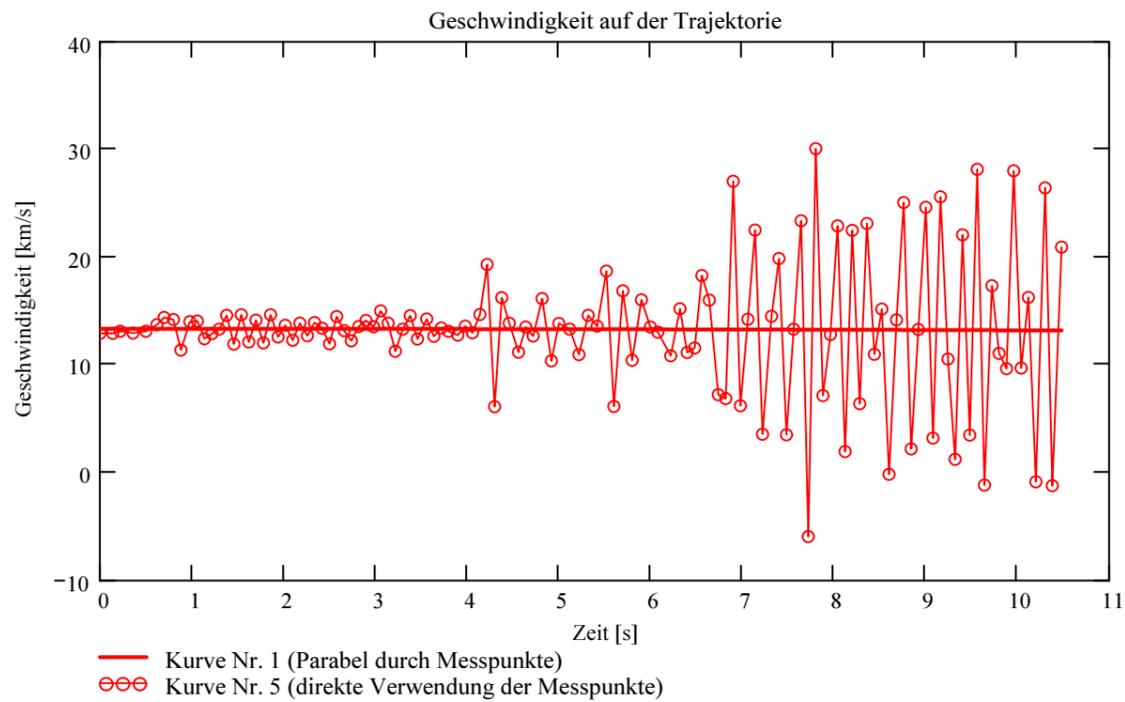
Ausgewerteter Beobachtungsort (xml-Datei): Stat_Id = "MAI"

Minimale Zeitdifferenz zwischen den verwendeten Messpunkten:

$\Delta T_{MP} = 0.08$ [s]

Dieser Wert wird für jedes Meteorereignis auf eine geringe Welligkeit des Geschwindigkeitsverlaufes optimiert.

Berechnung: Beat Booz

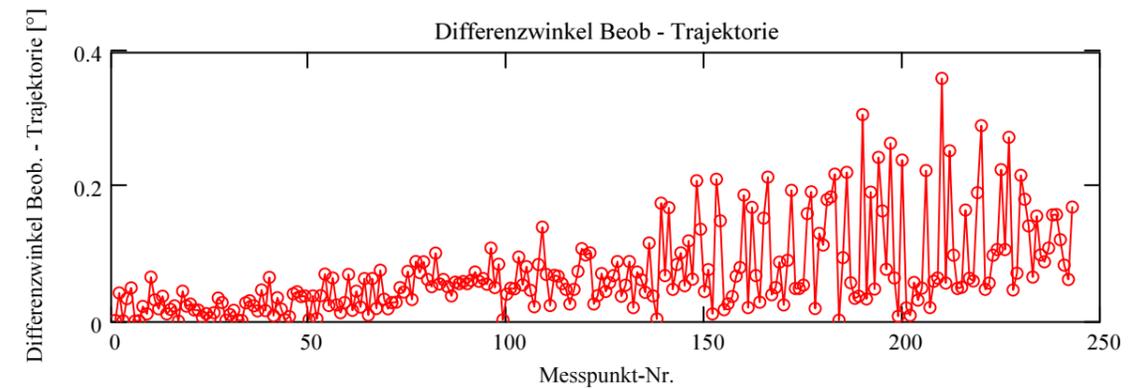
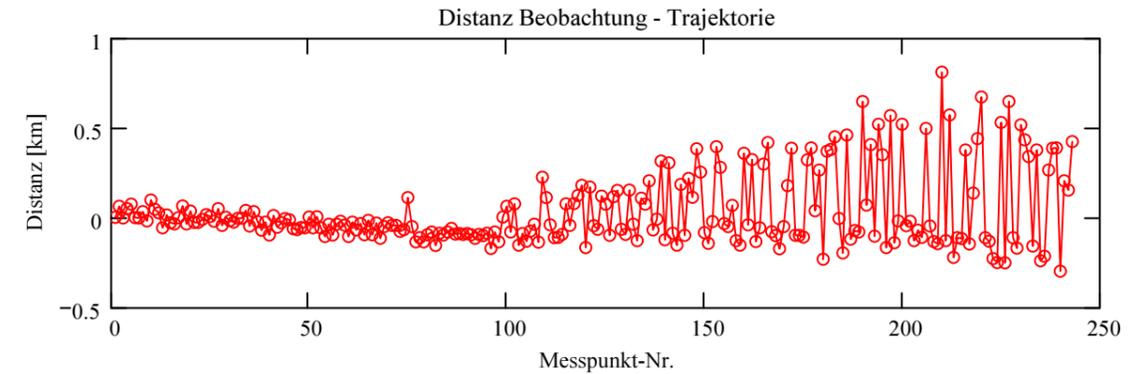


Abschätzung der Meteormasse (basierend auf der Formel von Luigi Jacchia (Smithsonian Astrophysical Laboratory)):

Anfangsmasse: $m_{Meteor} = 0.632$ [kg]



Abweichung der Beobachtungen bzw Messpunkten von der mittleren Trajektorie:



Trajektorie für Beobachtungsort:

Stat_Id = "MAI"

Anfangspunkt:

$$\Phi_{Beob_SP_1} = 47.054058 \text{ deg}$$

$$\lambda_{Beob_SP_1} = 9.301895 \text{ deg}$$

$$H_{Beob_SP_1} = 86.385 \text{ [km]}$$

$$\text{NeigWinkel}_{Beob_1} = 4.99725 \text{ deg}$$

$$\text{Richtungswinkel}_{Beob_1} = 268.534835 \text{ deg}$$

Endpunkt:

$$\Phi_{Beob_SP_N_pkt} = 47.071399 \text{ deg}$$

$$\lambda_{Beob_SP_N_pkt} = 11.12042 \text{ deg}$$

$$H_{Beob_SP_N_pkt} = 75.673 \text{ [km]}$$

$$\text{NeigWinkel}_{Beob_N_pkt} = 3.758382 \text{ deg}$$

$$\text{Richtungswinkel}_{Beob_N_pkt} = 269.866225 \text{ deg}$$