

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 Spurbahnschnitte nicht die gleichen sind.

Beobachtungsdaten: Geografische Koordinaten der Beobachtungsorte:

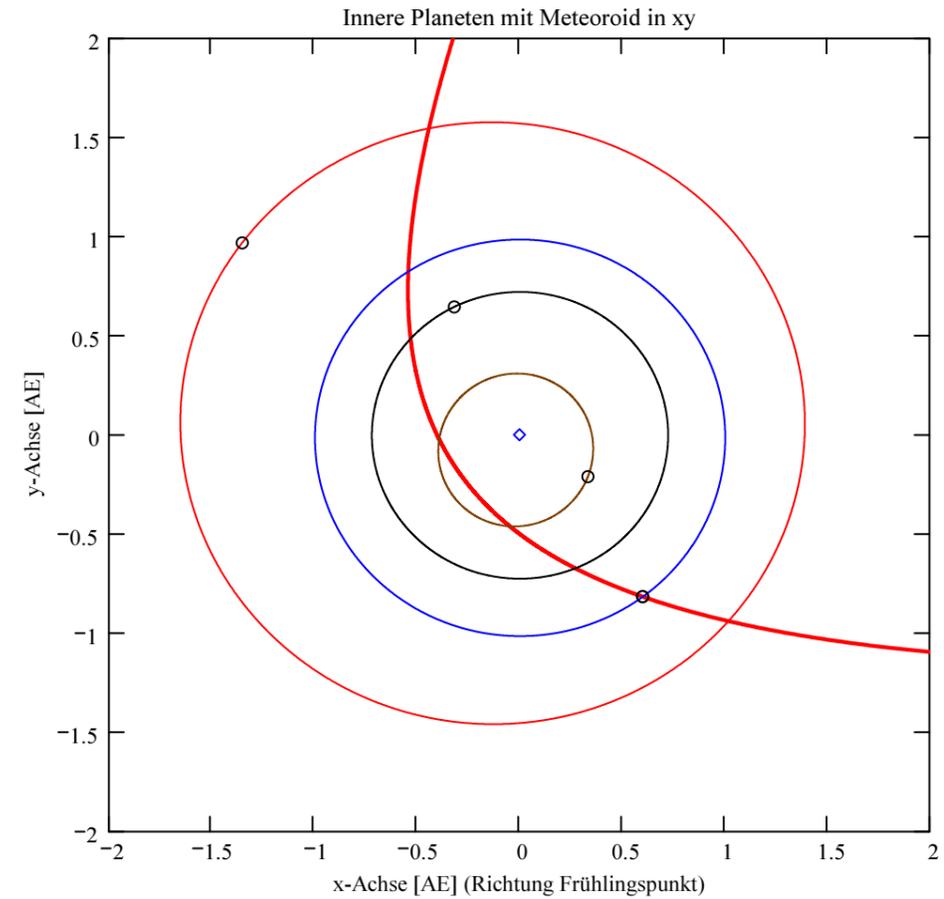
Φ nördlich positiv, südlich negativ
 λ östlich von Greenwich positiv, westlich von Greenwich negativ

Beobachtungsorte:

Nr. Stat.-Id. Stationsname

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

ORT_KOORD1 =	1	"VTE"	"Observatoire géophysique, Val Terbi"	ORT_KOORD2 =	47.359345	7.498493	0.572
	2	"Chaligny"	"BOAM Chaligny"		48.623901	6.0852	0.305
	3	"LITIK2"	"Fléville-devant-Nancy"		48.6446	6.2072	0.22
	4	"HUB"	"Sternwarte Hubelmatt"		47.036667	8.305278	0.487



Mittlerer Beobachtungszeitpunkt:

Tag:	D = 30	Stunden:	H_UT = 1	Anzahl Beobachtungen (Standorte): NB = 4	Epoche der Äquatorkoordinaten: JDEpoche = 2451545 (J2000 = Julianisches Datum 2451545.0)
Monat:	M = 7	Minuten:	M_UT = 19		
Jahr:	Y = 2019	Sekunden:	S_UT = 14		
Weltzeit:	UTC = 1.320556 [h dezimal]	Anzahl echter Kombinationsmöglichkeiten aller Beobachtungsorte zur Verrechnung jeweils zweier Orte miteinander: NK = 6			

Umgerechnete bzw. vorgegebene Horizont-Koordinaten:

Richtungen zu den Anfangs- und Endpunkten der Bahnspur (Zählweise der Azimutwinkel von Süden (0°) über Westen (90°) usw):

Beobachtete Äquator- bzw Horizont-Koordinaten, Helligkeit und Leuchtdauer der Spurpunkte für die Beobachtungsorte:

Orte:	0: Äquator-Koord.	Rektaszension bzw Azimut der Spuranfänge für Orte:	Deklinationen bzw Höhenwinkel der Spuranfänge für Orte:	Rektaszension bzw Azimut der Spurenden für Orte:	Deklinationen bzw Höhenwinkel der Spurenden für Orte:	Helligkeit [Mag]:	Leuchtdauer [s]:	Azimut Spuranfang [°]	Azimut Spurende [°]	Höhe Spuranfang [°]	Höhe Spurende [°]				
iL =															
1	HK = $\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$	$\alpha_{AEp} = \begin{pmatrix} 258.638773 \\ 359.987534 \\ 359.003399 \\ 127.78 \end{pmatrix}$ deg	$h\delta_{AEp} = \begin{pmatrix} 62.084836 \\ 2.559699 \\ -0.609044 \\ 40.44 \end{pmatrix}$ deg	$\alpha_{Eep} = \begin{pmatrix} 221.313883 \\ 337.000155 \\ 345.117244 \\ 134.4 \end{pmatrix}$ deg	$h\delta_{Eep} = \begin{pmatrix} 50.115807 \\ 33.666091 \\ 14.971873 \\ 16.4 \end{pmatrix}$ deg	Mag = $\begin{pmatrix} -6.7 \\ -7.7 \\ -4.46 \\ -6 \end{pmatrix}$	Dur_sec = $\begin{pmatrix} 1.26 \\ 1.935 \\ 1.92 \\ 0 \end{pmatrix}$	138.575324	140.084303	46.600967	23.092369				
2												324.621999	347.403231	38.573689	74.855287
3												327.394937	339.594758	36.020522	55.025482
4												127.78	134.4	40.44	16.4

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	48.0415	47.953	47.9516	47.7379	47.935	47.409
5	6.5962	6.7152	6.7171	7.0139	6.8108	7.366
6	110.7858	96.1058	95.8725	98.8919	76.5791	122.5908
7	48.6463	48.4427	48.4275	48.4916	48.5392	48.1337
8	5.8593	6.1263	6.146	6.1297	6.1137	6.491
9	84.7035	70.7586	69.7295	56.5159	36.1531	88.3046
10	47.3701	47.3538	47.713	47.5147	47.6387	47.7071
11	7.388	7.4162	6.9982	7.2694	7.1449	7.01
12	141.15	128.2374	109.2741	111.8219	96.8976	108.2765
13	48.4022	48.147	48.4142	48.234	48.1989	48.4646
14	6.1596	6.4836	6.1622	6.4357	6.5089	6.0803
15	95.089	85.9635	70.4491	70.7764	58.7542	73.231
16	150.5524	130.6269	130.3099	156.265	121.2122	204.5073
17	207.3281	173.891	171.4098	58.2148	37.1303	107.1418
18	222.1743	213.7804	165.8213	186.7837	147.1403	164.3172
19	98.1417	104.3032	233.9596	85.8772	196.5877	242.7585
20	91.7531	75.1824	73.5311	115.8931	94.6487	111.0298
21	156.6332	121.9962	108.4006	110.7553	88.0038	116.0229
22	334.05	223.6546	207.3443	163.0096	87.0167	317.166
23	371.0904	269.029	209.3964	202.5649	140.2601	266.4925
24	50.8429	49.9021	49.7733	49.5558	49.0975	50.2033
25	2.9685	4.2769	4.4508	4.8204	5.4501	3.797
26	76.7576	72.5063	71.223	70.3993	65.8059	75.1975
27	141.188	141.4154	141.469	142.1735	142.6395	141.1775
28	140.6377	140.9766	141.0437	141.5157	142.12	140.53
29	141.7733	141.933	141.6772	142.3621	142.8867	140.915
30	140.8626	141.2432	141.0557	141.7442	142.4152	140.2236
31	16.9037	20.0164	21.1308	21.9253	25.6651	18.4531
32	16.1254	19.3888	20.5213	20.968	24.9031	17.5198
33	17.7608	20.7792	21.4349	22.2072	26.0368	18.0703
34	16.4404	19.7681	20.5384	21.2961	25.3329	17.0907
35	5.1625	14.3334	9.7554	9.1818	4.6209	4.5837
36	72.8199	59.6686	58.358	59.8847	48.9073	57.828
37	80.9362	63.5397	"k. A."	57.6851	"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:

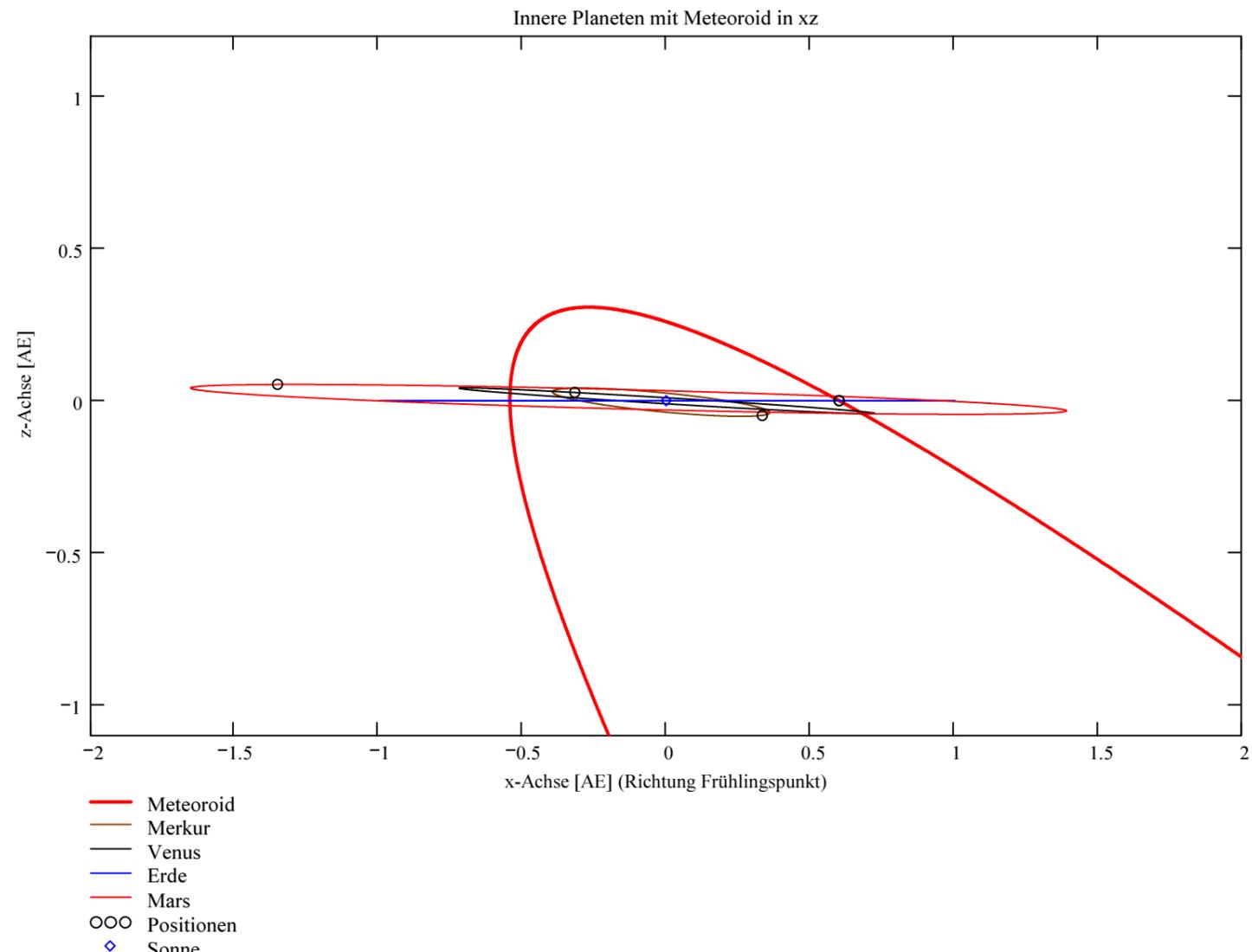
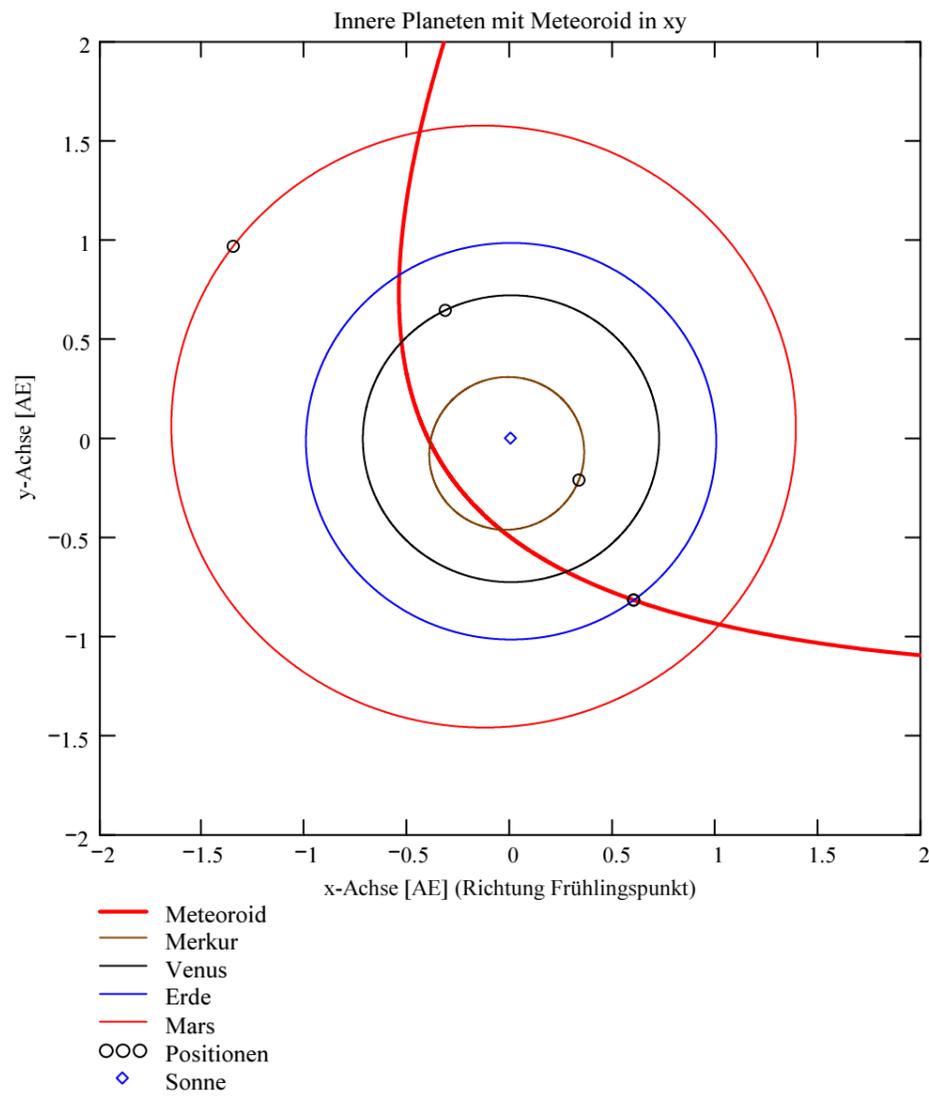
Im Idealfall liegt dieser Winkel nahe 90°. Bei sehr kleinen Winkeln (nahe 0° oder 180°) können sich Beobachtungs-Ungenauigkeiten stärker auswirken!

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

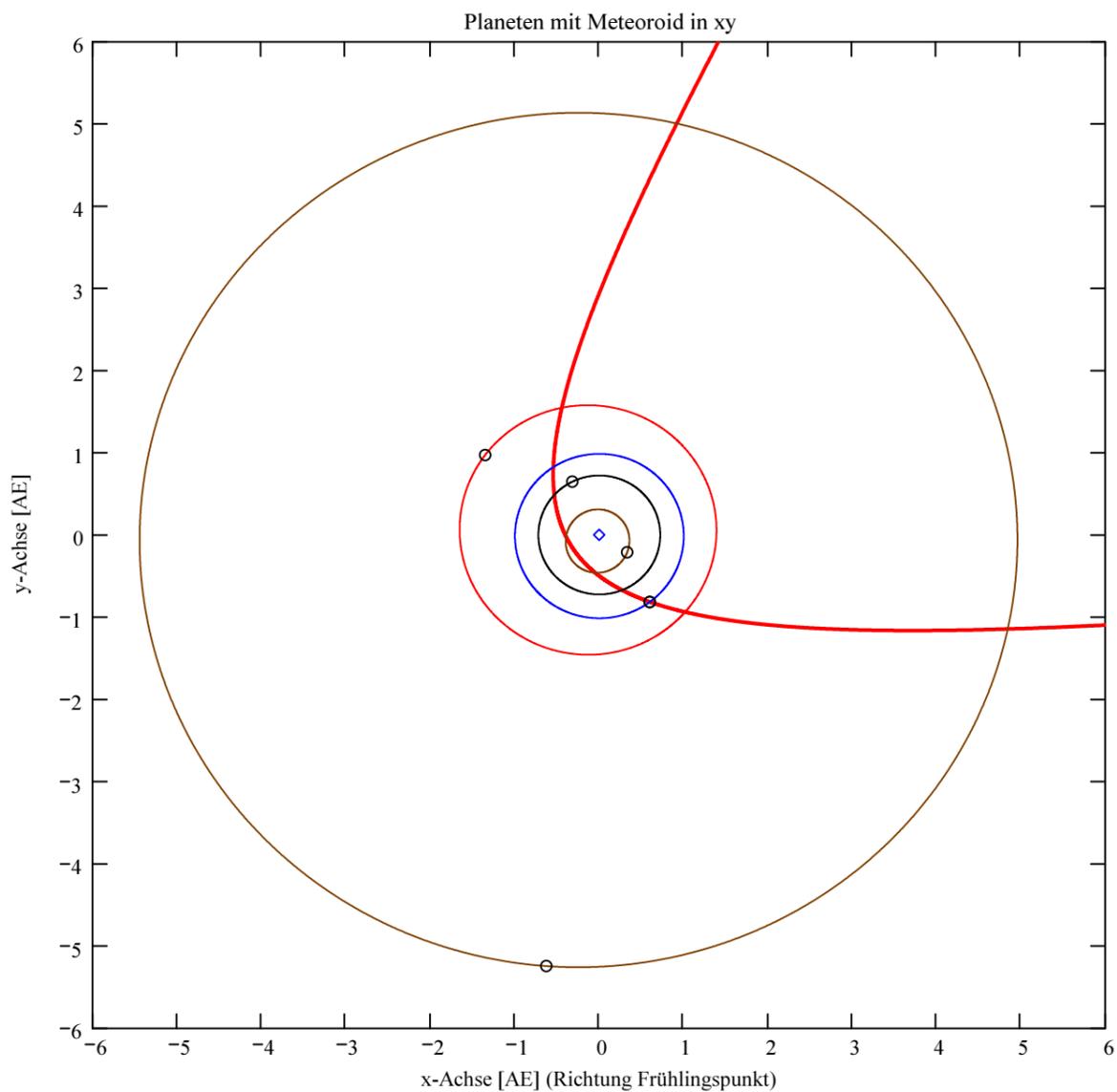
Grosse Halbachse: $a_M = -6.9839$ [AE]
 Exzentrizität: $e_M = 1.0667$
 Perihelabstand: $q_M = 0.4659$ [AE]
 Bahnneigung (Winkel zwischen Ekliptik und Bahnebene): $i_{2000} = 138.7403$ deg
 Länge des aufsteigenden Knotens: $\Omega_{2000} = 306.3689$ deg
 Winkel zwischen Perihels und aufsteigendem Knoten: $\omega_{2000} = 92.7853$ deg
 Perihellänge: $\omega^{\circ}_{2000} = 39.1542$ deg
 Bahnform_M = "Hyperbel"

Wahre Anomalie: $v_{\text{Datum}} = 267.221$ deg
 Umlaufzeit: $T_U = \text{"keine"}$ [Tage]
 Perihelzeit (UTC): $t_0 = 2458732.5679$ [Julianisches Datum]
 Datum: Tag = 6, Monat = 9, Jahr = 2019
 Zeit (UTC): Stunden = 1, Minuten = 37, Sekunden = 47.444
 Tage_dez = 6.06791

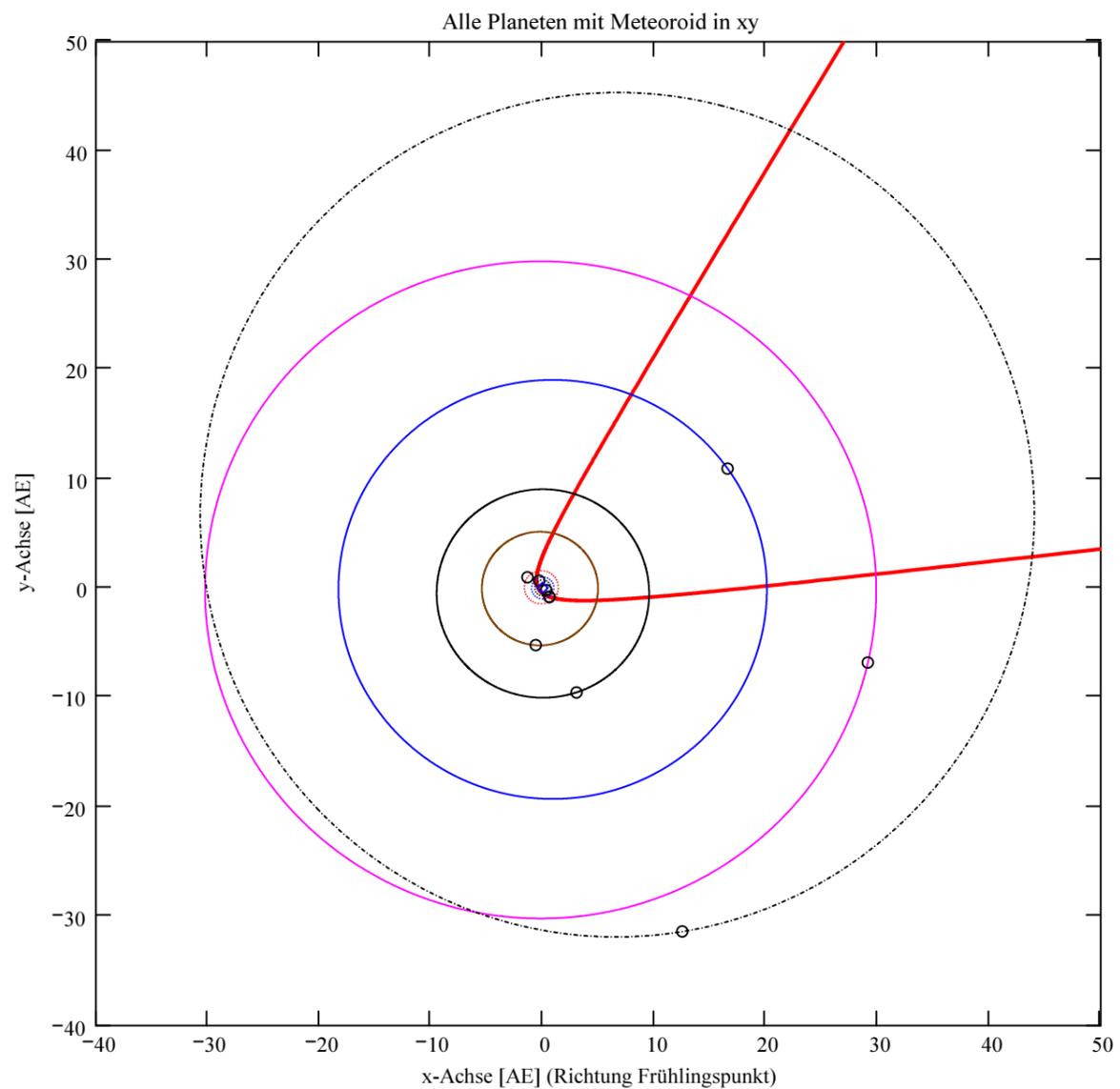
Geschwindigkeit des Meteoroiden:
 Beobachtete Geschwindigkeit: $V_b = 64.345$ [km/s] Bezüglich rotierender Erde.
 Geozentrische Geschwindigkeit: $V_g = 64.159$ [km/s] Für Erdrotation korrigierte, Geschwindigkeit, relativ zum Erdmittelpunkt.
 Ursprüngliche geozentrische Geschwindigkeit: $V_{\text{inf}} = 63.19$ [km/s] Ursprüngliche Geschwindigkeit, relativ zum Erdmittelpunkt, ohne Erdgravitations-Einfluss.
 Heliozentrische Geschwindigkeit: $V_h = 43.295$ [km/s] Geschwindigkeit, relativ zum Sonnenmittelpunkt.
 Radiantposition:
 Scheinbar: $\alpha_{\text{Rad}_s} = 10.818$ deg, $\delta_{\text{Rad}_s} = -13.655$ deg Äquatorkoordinaten J2000
 Geozentrisch: $\alpha_{\text{Rad}_{w2}} = 10.857$ deg, $\delta_{\text{Rad}_{w2}} = -14.227$ deg Äquatorkoordinaten J2000
 Heliozentrisch: $\lambda_{\text{Rad}_{\text{heli}}} = 340.148$ deg, $\beta_{\text{Rad}_{\text{heli}}} = -25.118$ 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 Schrägstrich = Orte 1
 Zahl nach Schrägstrich = Orte 2)

Auswahl für die Berechnung der mittleren Trajektorie:

IndPaar = $\begin{pmatrix} "1 / 2" \\ "1 / 3" \\ "1 / 4" \\ "2 / 3" \\ "2 / 4" \\ "3 / 4" \end{pmatrix}$

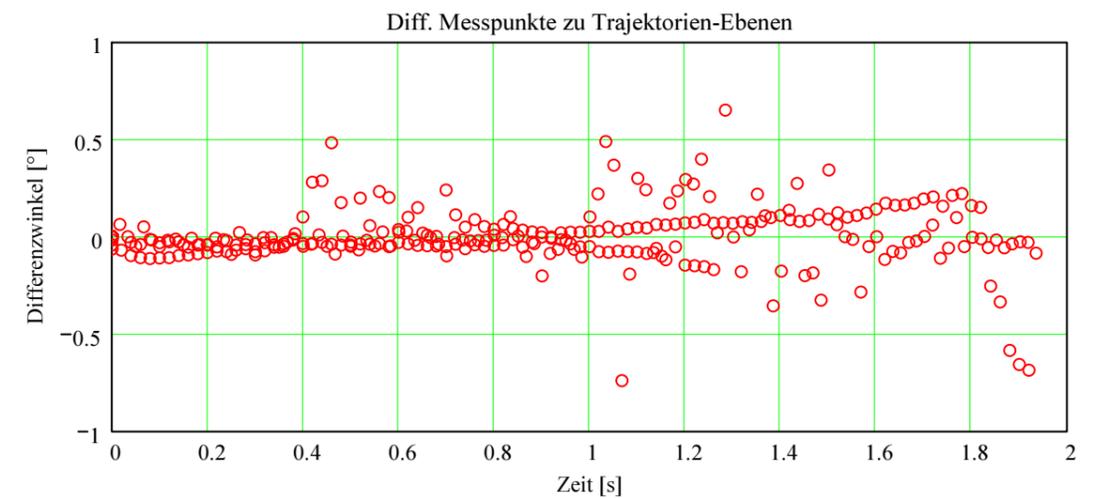
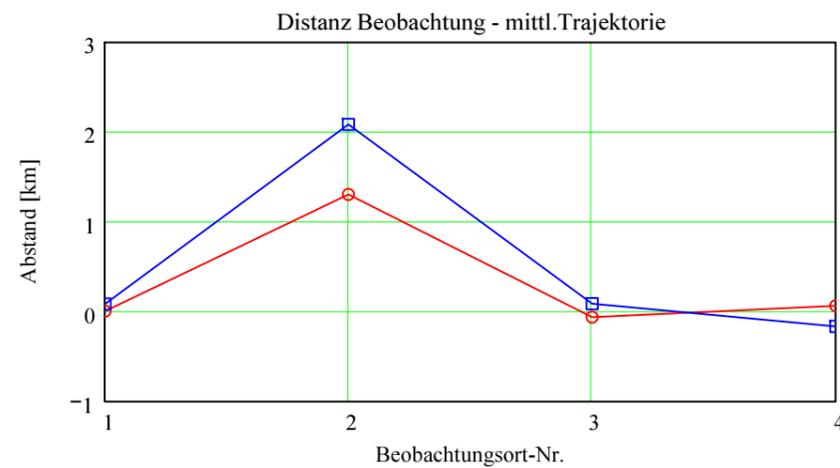
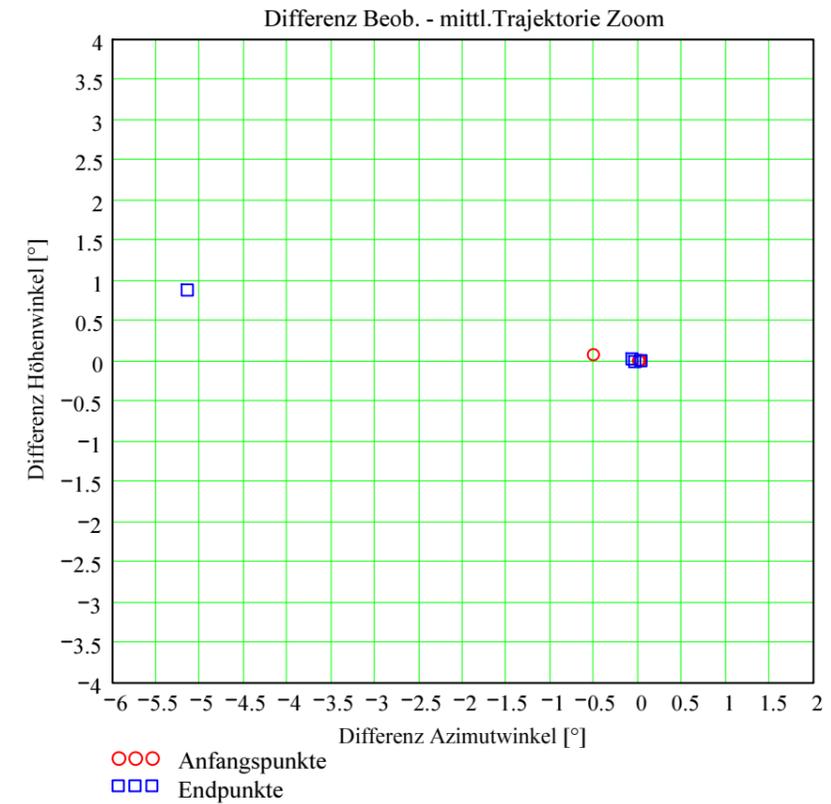
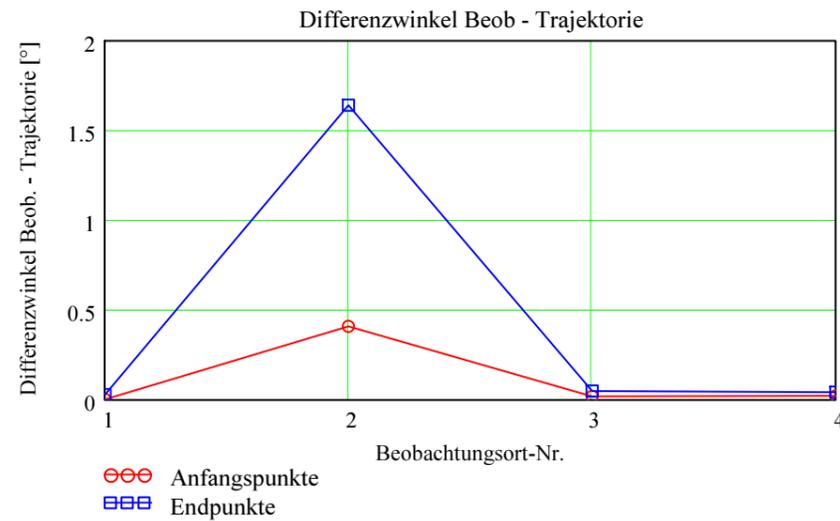
Gew = $\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$

Nr. Stat.-Id. Beobachtungsort

Nr.	Stat.-Id.	Beobachtungsort
1	"VTE"	"Observatoire géophysique, Val Terbi"
2	"Chaligny"	"BOAM Chaligny"
3	"LITIK2"	"Fléville-devant-Nancy"
4	"HUB"	"Sternwarte Hubelmat"

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

Berechnung: Beat Booz

Nr. Stat.-Id. Beobachtungsort

ORT_KOORD1 =

1	"VTE"	"Observatoire géophysique, Val Terbi"
2	"Chaligny"	"BOAM Chaligny"
3	"LITIK2"	"Fléville-devant-Nancy"
4	"HUB"	"Sternwarte Hubel matt"

Mittlere Trajektorie:

Startpunkt:

Endpunkt:

$\Phi B_S = 47.356987$ [°]

$\Phi B_E = 48.446765$ [°]

$\lambda B_S = 7.414299$ [°]

$\lambda B_E = 6.120006$ [°]

$HB_S_km = 127.974$ [km]

$HB_E_km = 70.257$ [km]

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	"VTE"	"Chaligny"	"LITIK2"	"HUB"
2	47.952061	47.581058	47.356987	47.710061
3	6.716467	7.153981	7.414299	7.00278
4	95.95254	115.772947	127.973792	108.827381
5	141.352379	141.676067	141.867742	141.564421
6	20.065916	20.539331	20.824241	20.374958
7	48.439961	48.446765	48.148042	48.428263
8	6.128313	6.120006	6.481995	6.14259
9	70.604579	70.256849	85.673133	71.202861
10	140.91427	140.908058	141.178127	140.924945
11	19.440019	19.431263	19.814966	19.455071

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	"VTE"	"Chaligny"	"LITIK2"	"HUB"
2	138.574617	325.134194	327.374472	127.752867
3	46.600938	38.498257	36.026613	40.434281
4	130.418784	182.95679	213.318245	165.166413
5	0.000707	-0.512195	0.020465	0.027133
6	0.000029	0.075432	-0.006091	0.005719
7	0.000487	0.407686	0.017637	0.021429
8	0.001108	1.301812	-0.065664	0.061772
9	140.054758	352.552465	339.667286	134.441764
10	23.091176	73.974034	55.002467	16.408735
11	173.527778	72.747762	103.979783	236.238787
12	0.029546	-5.149234	-0.072528	-0.041764
13	0.001193	0.881253	0.023015	-0.008735
14	0.027205	1.639478	0.04753	0.041005
15	0.082393	2.081341	0.086257	-0.169069

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

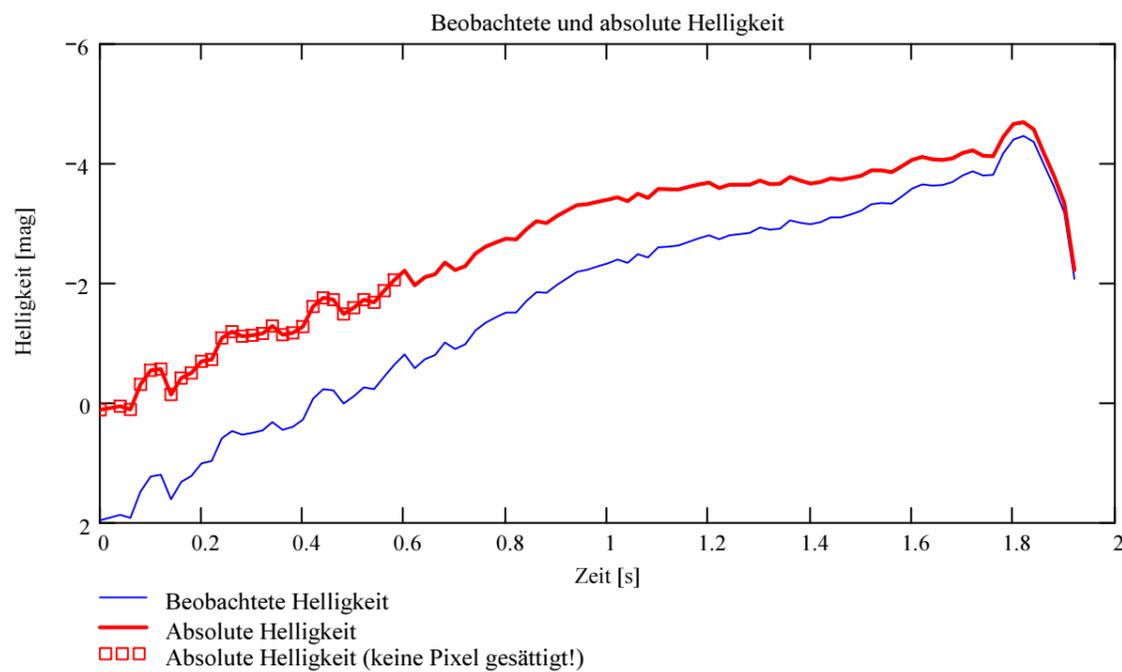
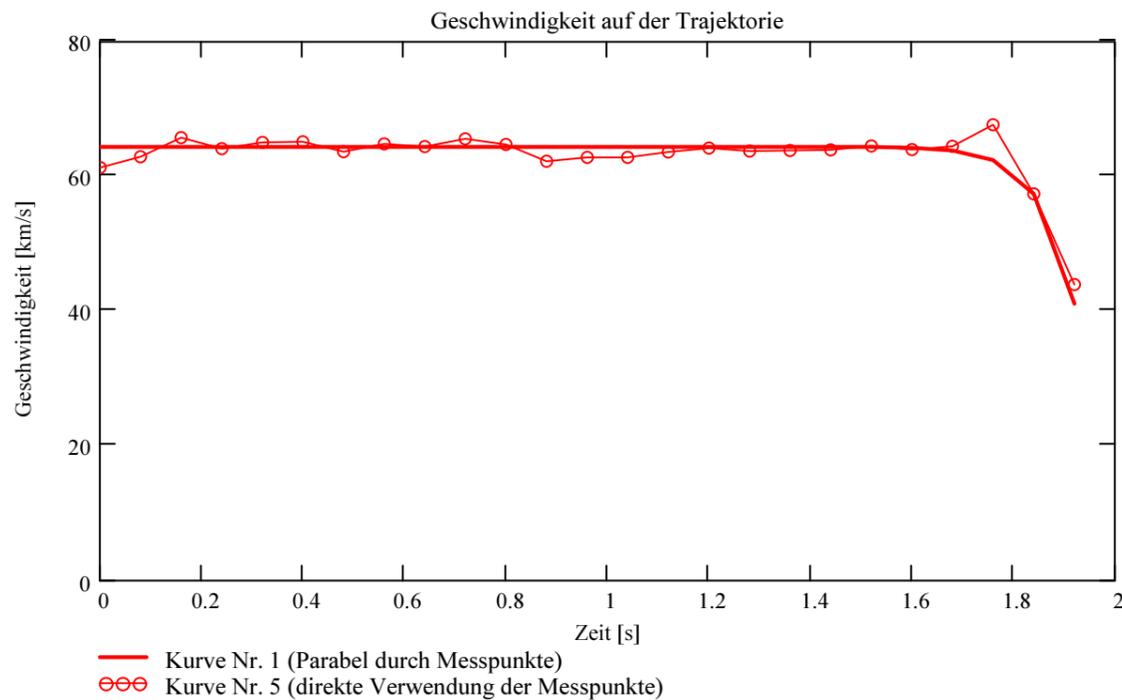
Ausgewerteter Beobachtungsort (xml-Datei):

Stat_Id = "LITIK2"

Minimale Zeitdifferenz zwischen den verwendeten Messpunkten:

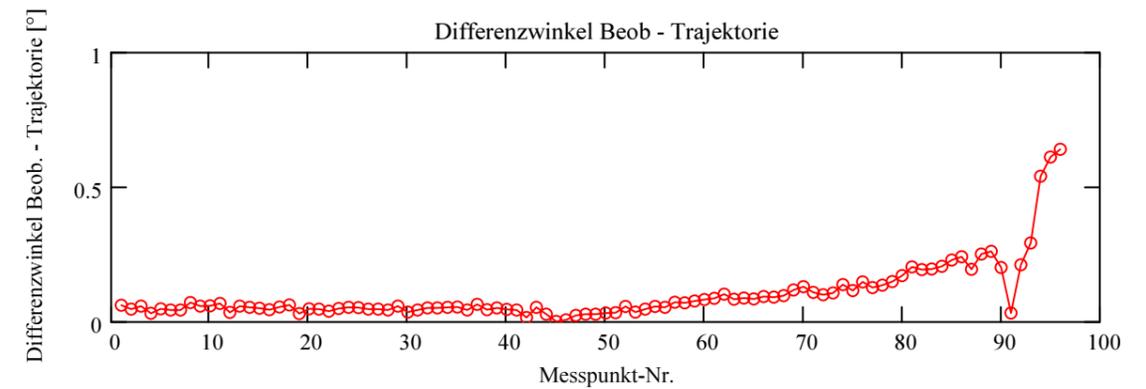
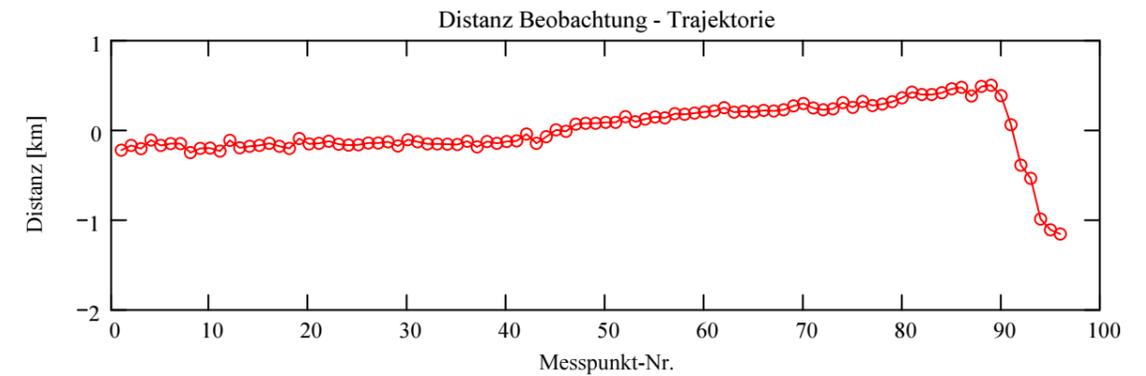
$\Delta T_{MP} = 0.08$ [s]

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



Berechnung: Beat Booz

Abweichung der Beobachtungen bzw Messpunkten von der mittleren Trajektorie:



Trajektorie für Beobachtungsort:

Stat_Id = "LITIK2"

Anfangspunkt:

$\Phi_{B_XML_Beob_SP_1} = 47.357013$ deg

$\lambda_{B_XML_Beob_SP_1} = 7.414269$ deg

$HB_{XML_Beob_SP_1} = 127.972$ [km]

$NeigWinkelB_{XML_Beob_1} = 20.824208$ deg

$RichtungswinkelB_{XML_Beob_1} = 141.86772$ deg

Endpunkt:

$\Phi_{B_XML_Beob_SP_N_Pkt} = 48.148252$ deg

$\lambda_{B_XML_Beob_SP_N_Pkt} = 6.481743$ deg

$HB_{XML_Beob_SP_N_Pkt} = 85.662$ [km]

$NeigWinkelB_{XML_Beob_N_Pkt} = 19.814697$ deg

$RichtungswinkelB_{XML_Beob_N_Pkt} = 141.177939$ deg