

Berechnung: Beat Booz

Meteorspur-Berechnung basierend auf Daten mindestens zweier Beobachtungsorte

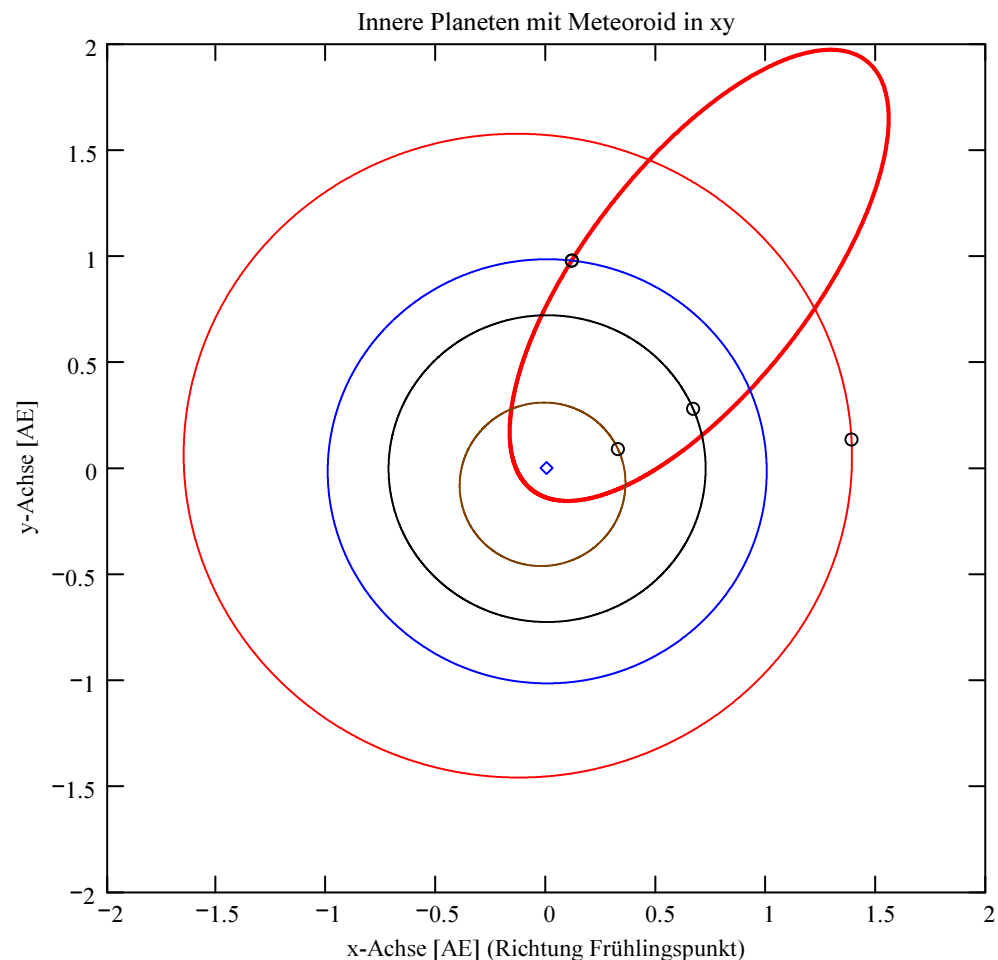
Berechnungsverfahren:

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:

Beobachtungsorte:	Nr.	Stat.-Id.	Stationsname	Geografische 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 =	ORT_KOORD2 =
1 "VTE" "Observatoire géophysique, Val Terbi"	47.3595 7.4987 0.572
2 "SCH" "Sternwarte Schafmatt"	47.42025 7.950833 0.82
3 "SON" "Sonnenturm Uecht"	46.853528 7.452944 0.946
4 "LITIK2" "Fléville-devant-Nancy"	48.6446 6.2072 0.22



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

Mittlerer Beobachtungszeitpunkt:

Tag: D = 15	Stunden: H_UT = 1	Anzahl Beobachtungen (Standorte): NB = 4	Epoche der Äquatorkoordinaten: JD _{Epoche} = 2451545
Monat: M = 12	Minuten: M_UT = 27		
Jahr: Y = 2016	Sekunden: S_UT = 45	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):
Weltzeit: UTC = 1.4625 [h dezimal]			

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 =	$\alpha_{Ep} = \begin{pmatrix} 35.134335 \\ 0 \\ 0 \\ 76.217198 \end{pmatrix} \text{ deg}$	$\delta_{Ep} = \begin{pmatrix} 22.794782 \\ 0 \\ 0 \\ -1.221835 \end{pmatrix} \text{ deg}$	$\alpha_{Ep} = \begin{pmatrix} 20.103713 \\ 0 \\ 0 \\ 67.925572 \end{pmatrix} \text{ deg}$	$\delta_{Ep} = \begin{pmatrix} 14.183503 \\ 0 \\ 0 \\ -9.14408 \end{pmatrix} \text{ deg}$	Mag = $\begin{pmatrix} -3.2 \\ \text{"k.A."} \\ \text{"k.A."} \\ -3.58 \end{pmatrix}$	Dur_sec = $\begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 0 \\ 1.84 \end{pmatrix}$

HOR_KOORD =	Azimut Spuranfang [°]	Azimut Spurende [°]	Höhe Spuranfang [°]	Höhe Spurende [°]
	97.870048	102.095635	24.425493	8.287905
	96.05	99.25	18.82	8.07
	114.13	116.96	19.87	7.95
	43.266163	47.225692	31.310183	20.437582

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	47.5741	47.5743	47.5843	47.5997	47.6065	47.6385
5	4.8874	4.8834	4.7403	4.8718	4.7176	4.756
6	95.0788	95.2304	100.6493	85.4971	90.0092	86.1638
7	47.7747	47.706	47.7375	47.7223	47.7345	47.7651
8	4.3203	4.9	4.6379	4.8121	4.6627	4.6991
9	40.9417	32.8937	36.4954	39.3181	41.3741	37.6911
10	47.6025	47.6024	47.582	47.6076	47.5741	47.604
11	4.8077	4.8869	4.7419	4.8679	4.7314	4.7715
12	87.3686	81.8542	101.6482	82.479	102.4179	99.4858
13	47.7578	47.702	47.6786	47.7309	47.6833	47.7091
14	4.3686	4.8995	4.6774	4.8079	4.6847	4.7243
15	45.4825	34.764	61.0238	36.0972	60.7148	59.0456
16	220.9965	221.3397	233.5894	249.1677	261.7816	239.217
17	247.6492	202.5269	222.9339	242.3312	253.8751	235.1416
18	254.4068	227.6195	191.2153	229.3039	192.6376	187.2168
19	276.6129	218.2064	168.5822	225.9507	167.7518	163.2602
20	72.7425	64.0793	66.8763	48.3997	50.8864	50.6975
21	56.292	48.409	42.3412	48.6146	43.6233	42.2857
22	55.3449	33.8275	38.0703	41.236	43.3183	39.4462
23	61.4653	35.7506	63.6463	37.8589	63.5587	61.7852
24	47.9277	47.7766	47.826	47.8282	47.8449	47.8649
25	3.8795	4.909	4.5783	4.7604	4.6152	4.6541
26	42.4562	13.5295	16.5861	17.5993	17.2886	17.2077
27	117.8604	184.8753	155.716	161.8318	163.8808	163.1471
28	117.4417	184.8875	155.6409	161.7881	163.8407	163.1053
29	117.8017	184.8779	155.7172	161.829	163.891	163.1584
30	117.4774	184.8871	155.6699	161.785	163.8567	163.1238
31	48.3082	76.6735	73.679	72.6412	72.9596	73.0289
32	47.8769	76.5413	73.511	72.5121	72.8264	72.8966
33	48.2474	76.6453	73.6816	72.6328	72.9933	73.0649
34	47.9134	76.5453	73.5756	72.503	72.8796	72.9551
35	3.4454	14.3507	48.1134	17.1898	45.1648	62.3532
36	36.3713	32.0397	33.4382	"k. A."	"k. A."	"k. A."
37	"k. A."	"k. A."	23.0115	"k. A."	23.7083	22.9814

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:

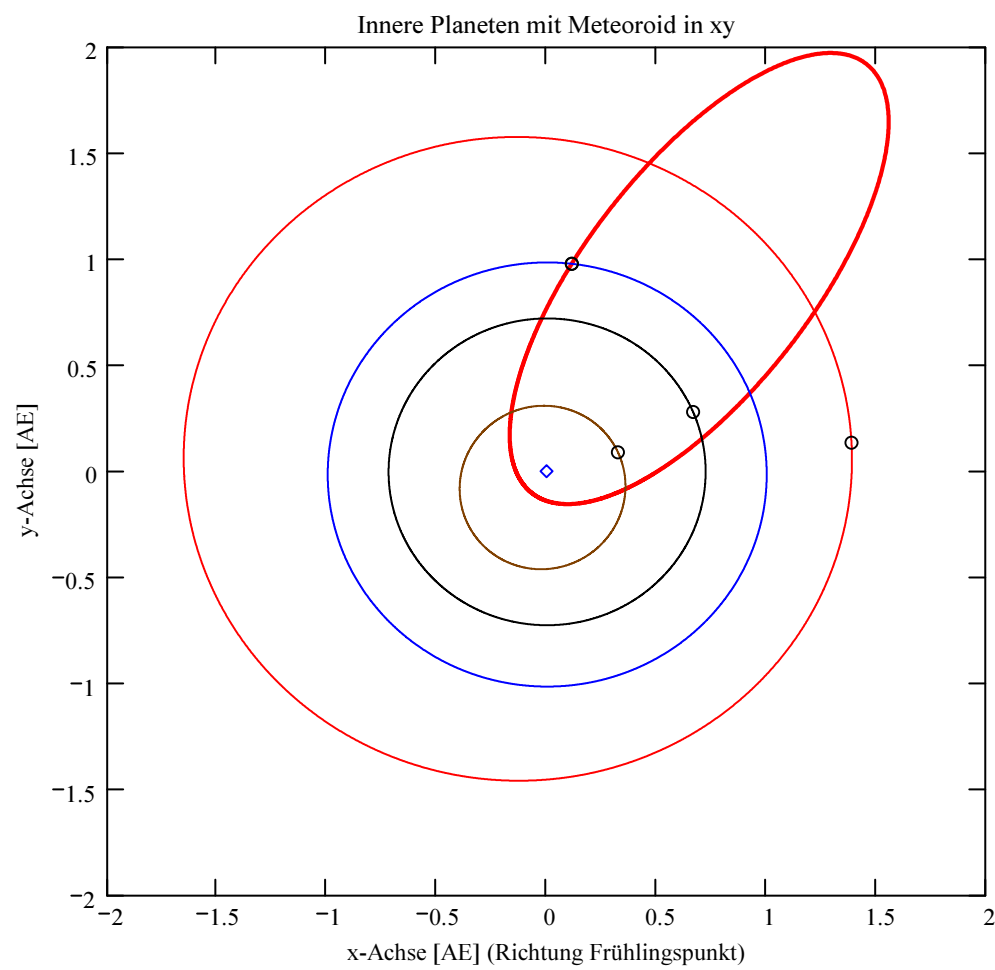
Im Idealfall liegt dieser Winkel nahe 90°. Bei sehr kleinen Winkeln (nahe 0° oder 180°) können sich Beobachtungs-Ungenauigkeiten stärker auswirken!

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

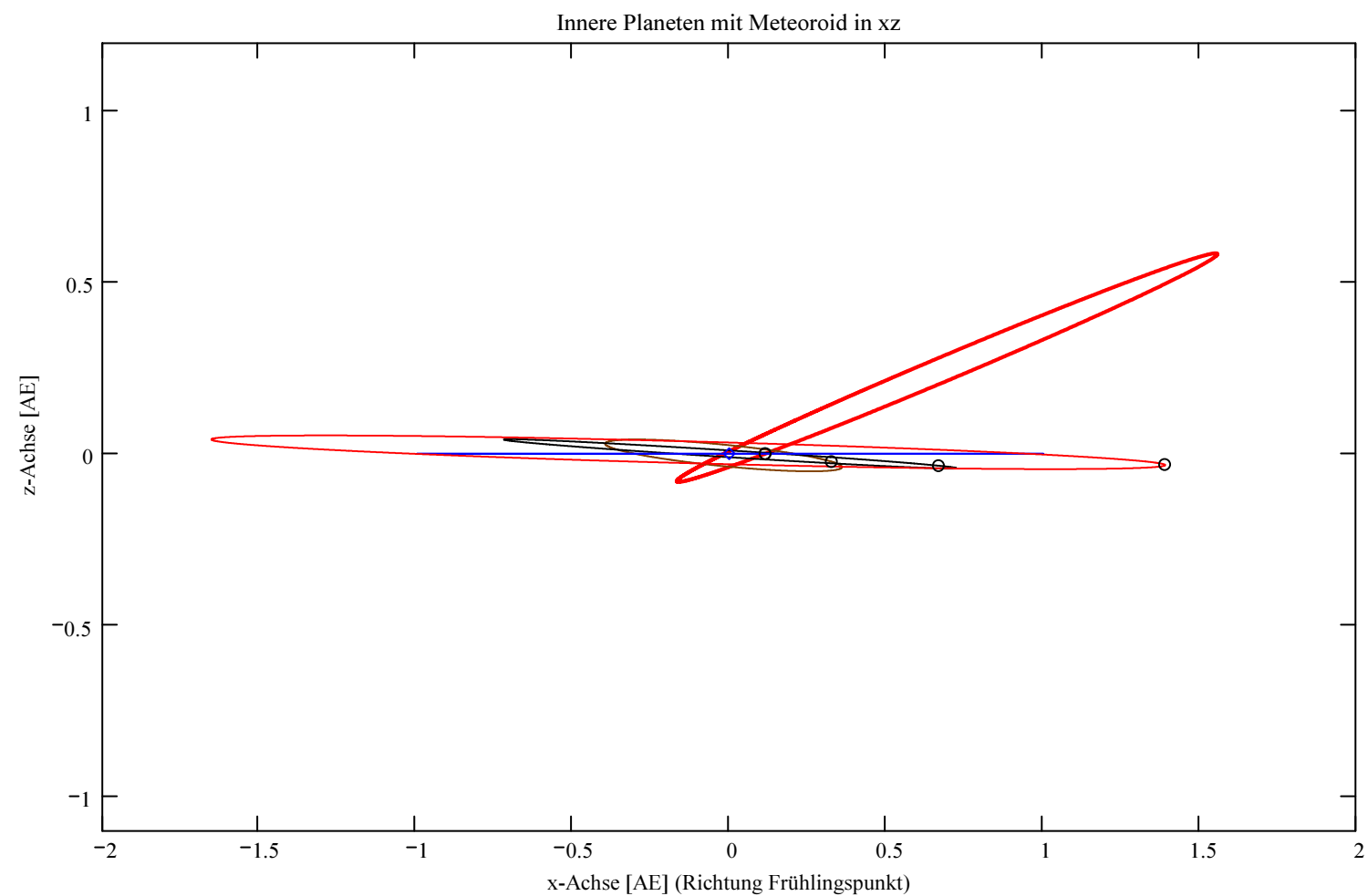
Grosse Halbachse: $a_M = 1.2961$ [AE]
 Exzentrizität: $e_M = 0.9037$
 Perihelabstand: $q_M = 0.1249$ [AE]
 Bahnneigung (Winkel zwischen Ekliptik und Bahnebene): $i_{2000} = 23.2836$ deg
 Länge des aufsteigenden Knotens: $\Omega_{2000} = 263.2694$ deg
 Winkel zwischen Perihels und aufsteigendem Knoten: $\omega_{2000} = 327.0748$ deg
 Perihellänge: $\varpi_{2000} = 230.3442$ deg

Wahre Anomalie: $v_{\text{Datum}} = 212.9276$ deg
 Umlaufzeit: $T_U = 538.9484$ [Tage]
 Perihelzeit (UTC): $t_0 = 2457235.51794479$ [Julianisches Datum]
 Datum: Tag = 1 Monat = 8 Jahr = 2015
 Zeit (UTC): Stunden = 0 Minuten = 25 Sekunden = 50.429
 Tage_dez = 1.017945

Geschwindigkeit des Meteoroiden:
 Beobachtet: $|v_{M_Beob}| = 36.457$ [km/s]
 Geozentrisch: $|v_u| = 34.689$ [km/s]
 Heliozentrisch: $|v_{M_hel_ekl_Dat}| = 33.439$ [km/s]
 Radiantposition:
 Scheinbar: $\alpha_{\text{Rad}_s} = 116.601$ deg $\delta_{\text{Rad}_s} = 29.912$ deg Äquatorkoordinaten J2000.0
 Geozentrisch: $\alpha_{\text{Rad}_w2} = 116.128$ deg $\delta_{\text{Rad}_w2} = 29.594$ deg Äquatorkoordinaten J2000.0
 Heliozentrisch: $\lambda_{\text{Rad}_heli} = 58.967$ deg $\beta_{\text{Rad}_heli} = 9.992$ deg

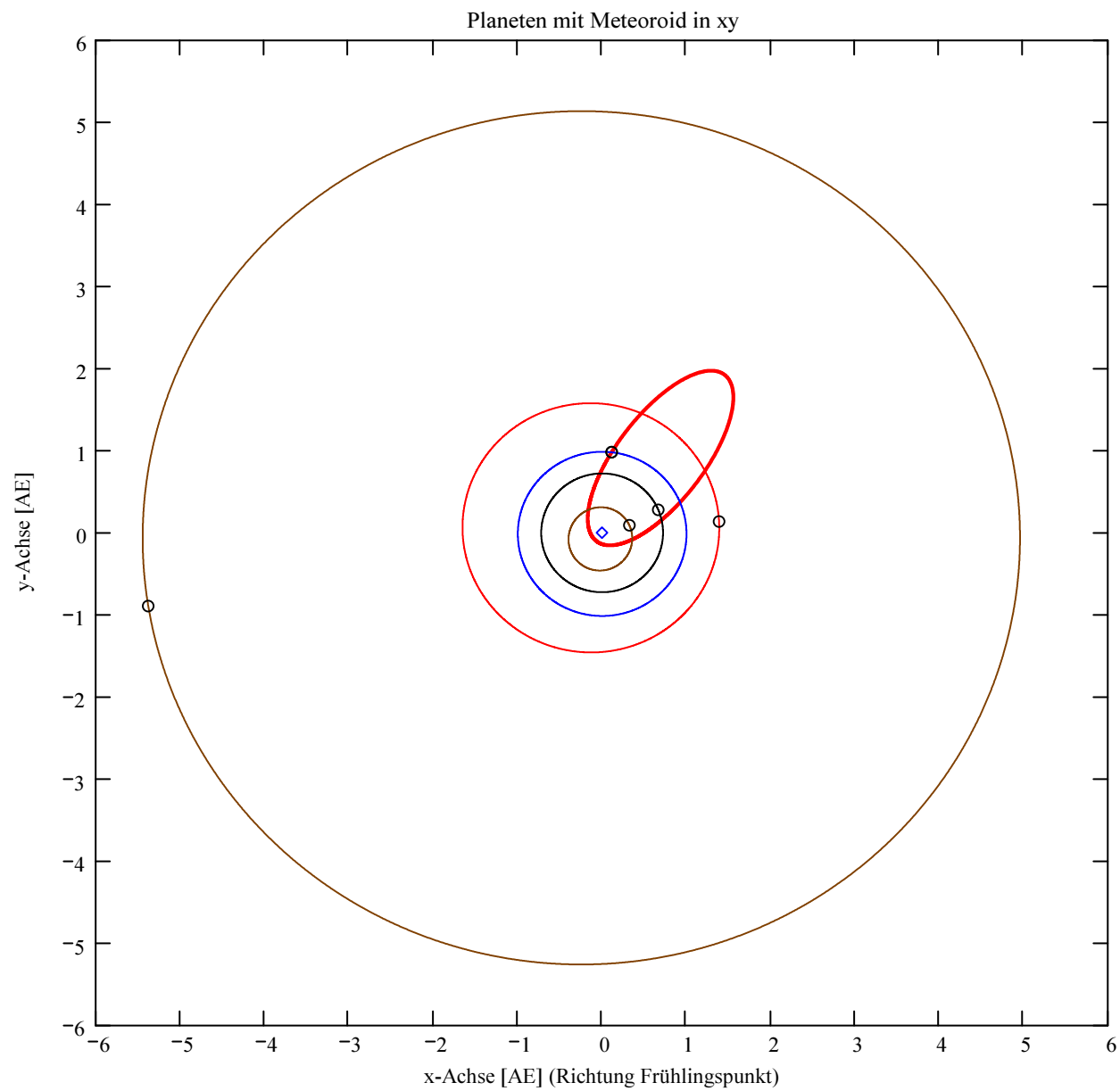


- Meteoroid
- Merkur
- Venus
- Erde
- Mars
- Positionen
- ◇ Sonne

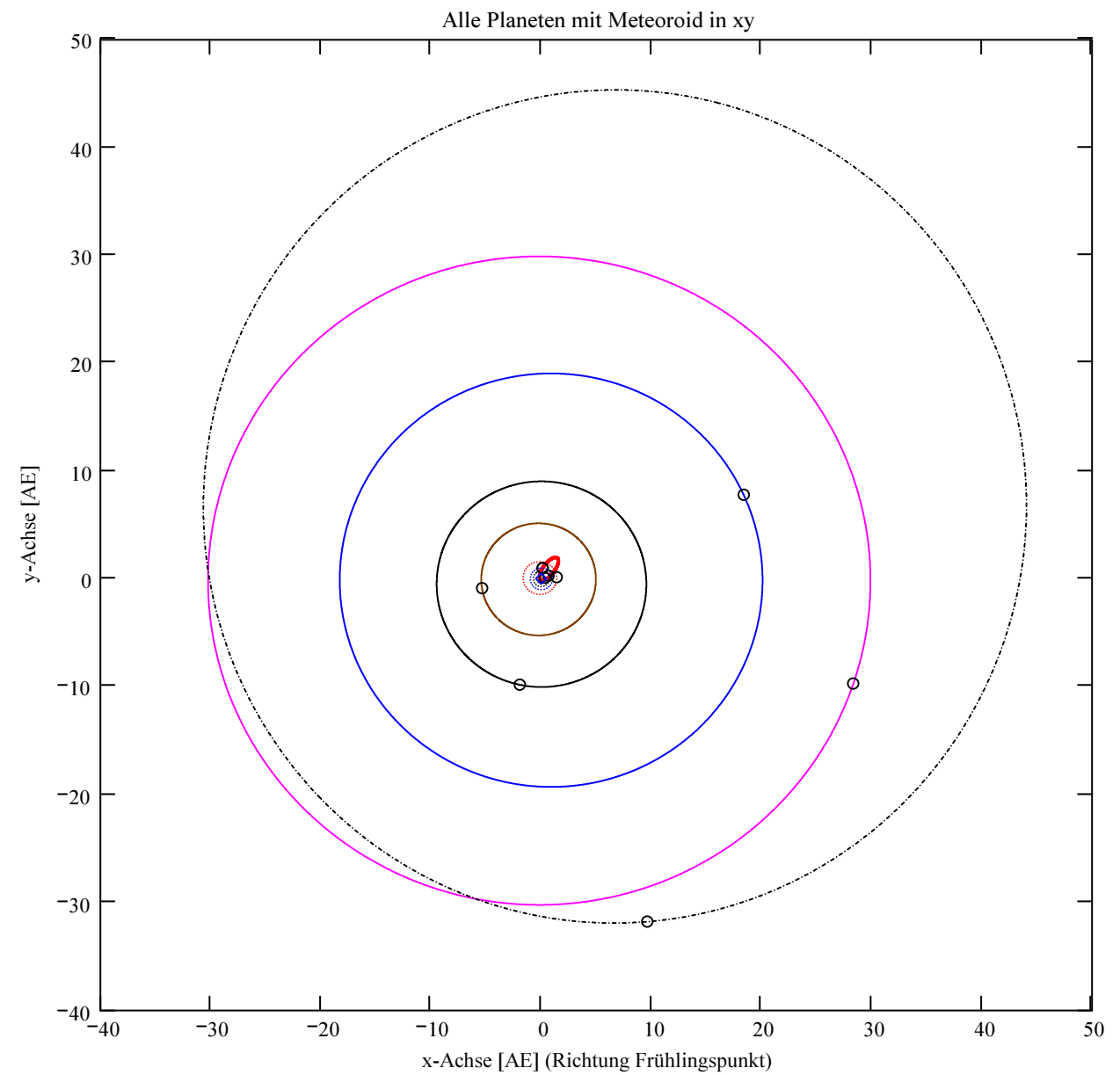


- Meteoroid
- Merkur
- Venus
- Erde
- Mars
- Positionen
- ◇ Sonne

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 = $\begin{pmatrix} 1.2 \\ 1.3 \\ 1.4 \\ 2.3 \\ 2.4 \\ 3.4 \end{pmatrix}$

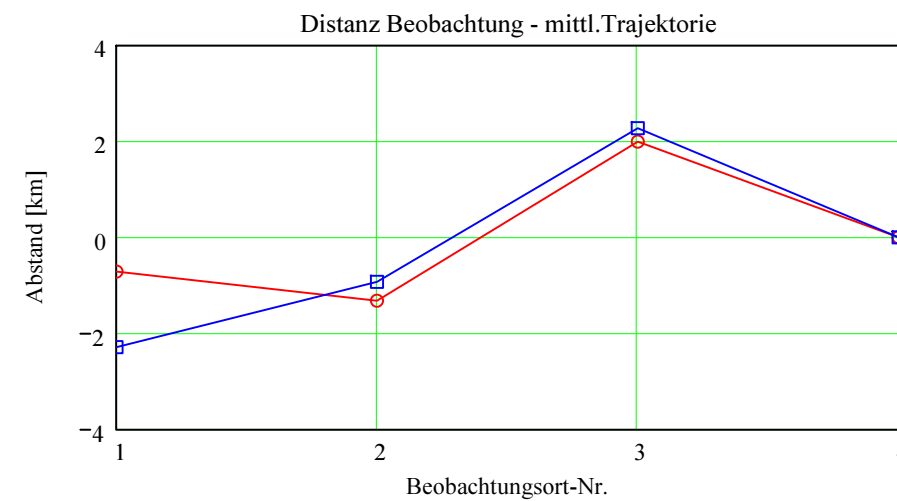
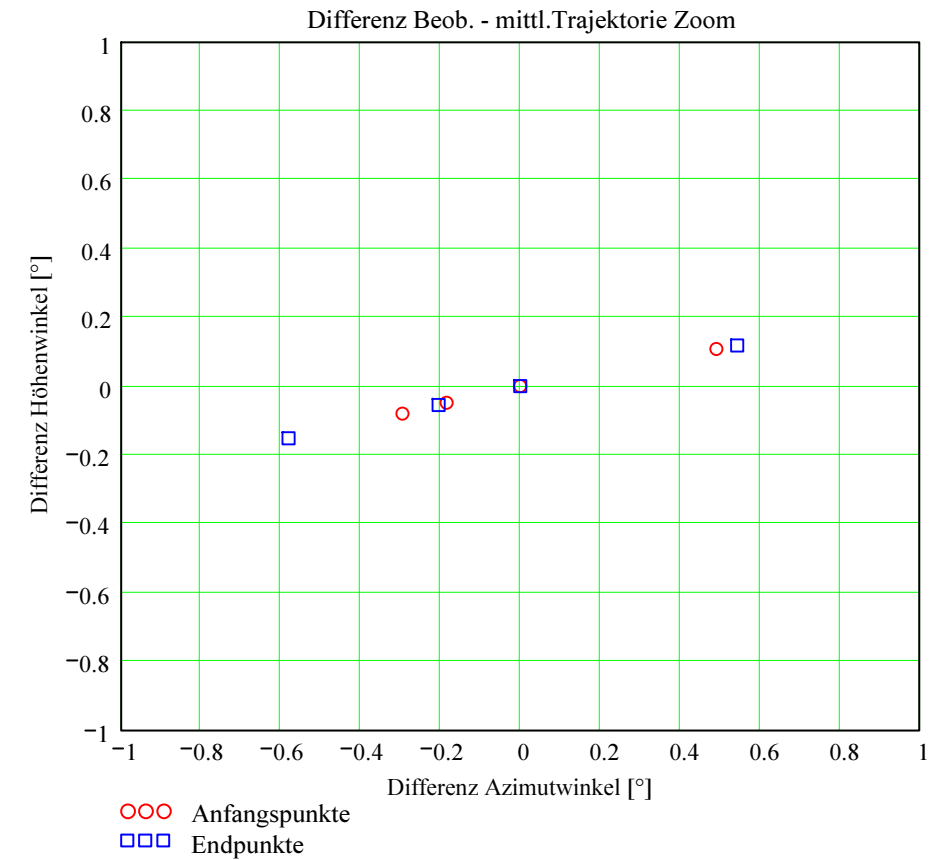
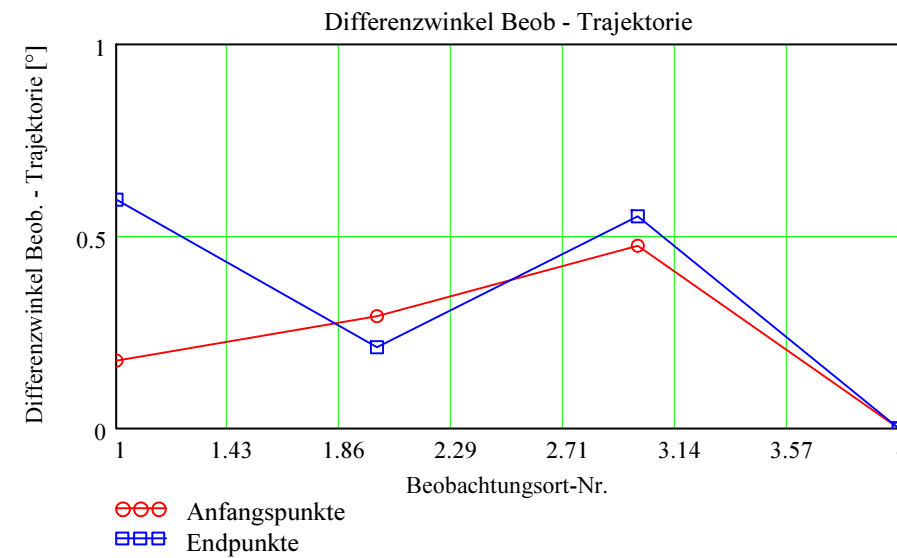
Gew = $\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$

Nr. Stat.-Id. Beobachtungsort

ORT_KOORD1 =	1	"VTE"	"Observatoire géophysique, Val Terbi"
	2	"SCH"	"Sternwarte Schafmatt"
	3	"SON"	"Sonnenturm Uecht"
	4	"LITIK2"	"Fléville-devant-Nancy"

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	"SCH"	"Sternwarte Schafmatt"
3	"SON"	"Sonnenturm Uecht"
4	"LITIK2"	"Fléville-devant-Nancy"

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 [°]:

mTr₁ =

	1	2	3	4
1	"VTE"	"SCH"	"SON"	"LITIK2"
2	47.589742	47.616916	47.626411	47.588549
3	4.750142	4.737012	4.732421	4.750719
4	100.533078	89.863484	86.143869	101.002509
5	161.909069	161.899457	161.896095	161.909491
6	73.191411	73.162831	73.152845	73.192666
7	47.753675	47.741385	47.751834	47.693292
8	4.670717	4.676689	4.671612	4.700033
9	36.710708	41.450477	37.420521	60.06814
10	161.850856	161.855239	161.851513	161.872361
11	73.018974	73.031904	73.020912	73.082497

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]:

bTr₁ =

	1	2	3	4
1	"VTE"	"SCH"	"SON"	"LITIK2"
2	98.055235	96.34578	113.639017	43.266163
3	24.474302	18.900456	19.762482	31.310183
4	232.925796	260.42283	240.287609	190.021676
5	-0.185187	-0.29578	0.490983	-0
6	-0.048809	-0.080456	0.107518	-0
7	0.175504	0.291233	0.474257	0
8	-0.713479	-1.323719	1.988922	-0
9	102.676294	99.454735	116.416701	47.225692
10	8.440413	8.125588	7.83189	20.437582
11	220.891831	252.952326	236.343129	166.012514
12	-0.580659	-0.204735	0.543299	-0
13	-0.152508	-0.055588	0.11811	-0
14	0.594381	0.210178	0.550963	0
15	-2.291471	-0.927902	2.272668	-0

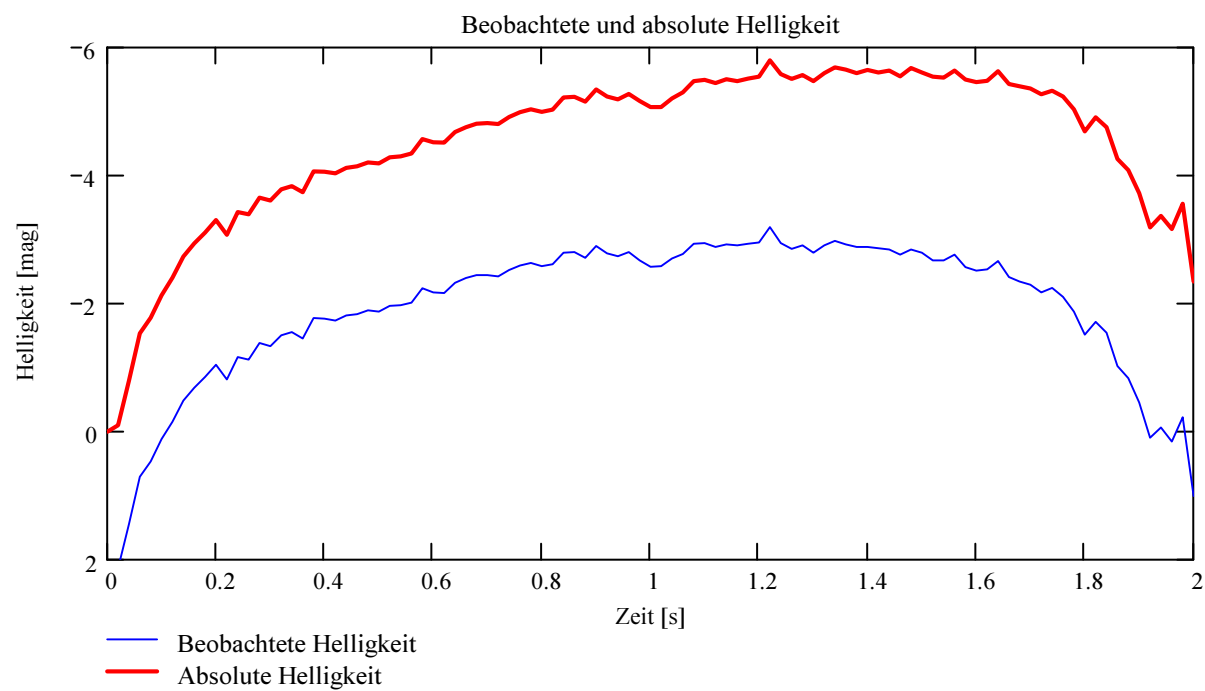
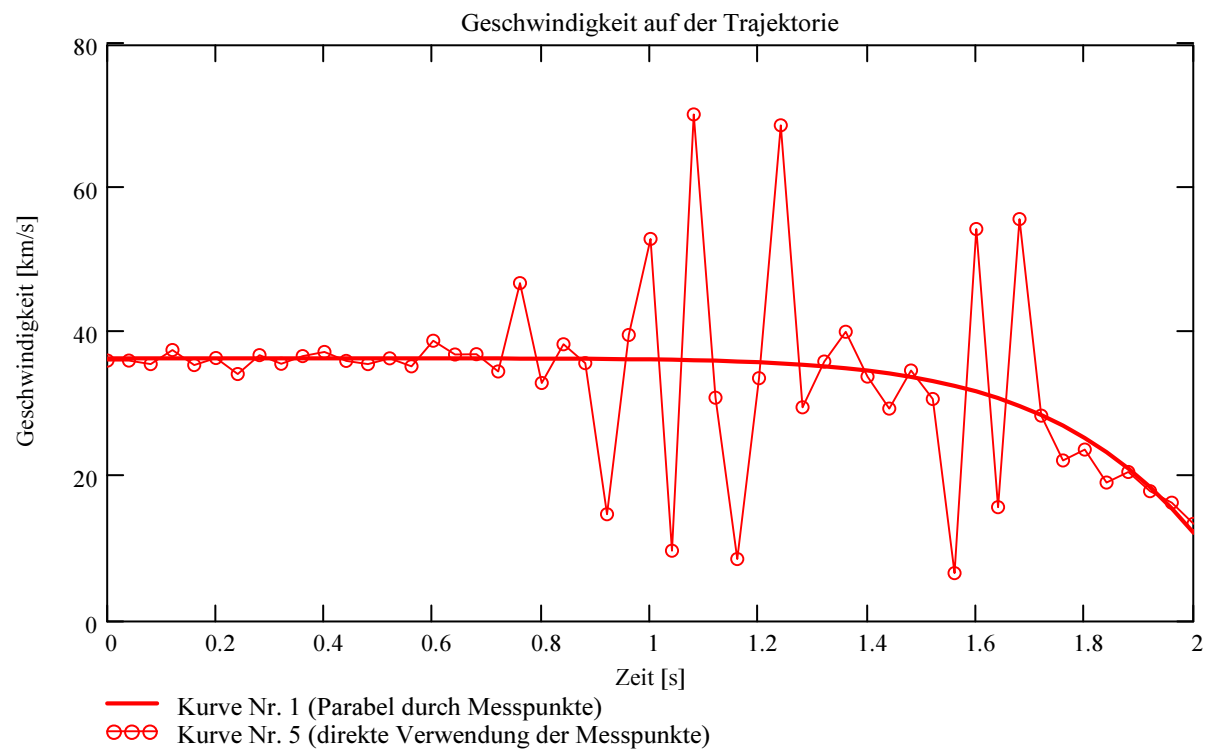
Ergebnisse aus den auf die mittlere Trajektorie projizierten Messpunkten der xml-Datei

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

Minimale Zeitdifferenz zwischen den verwendeten Messpunkten:

$\Delta T_{MP} = 0.04$ [s]

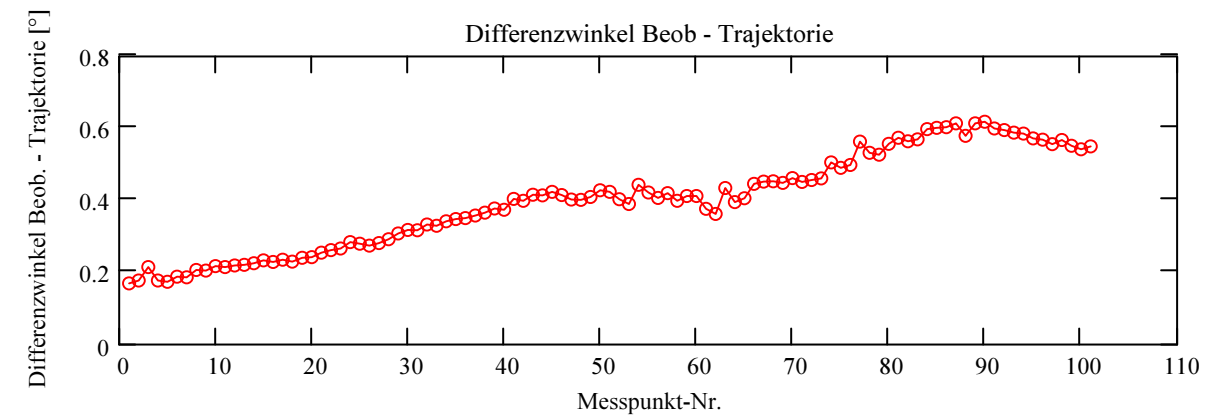
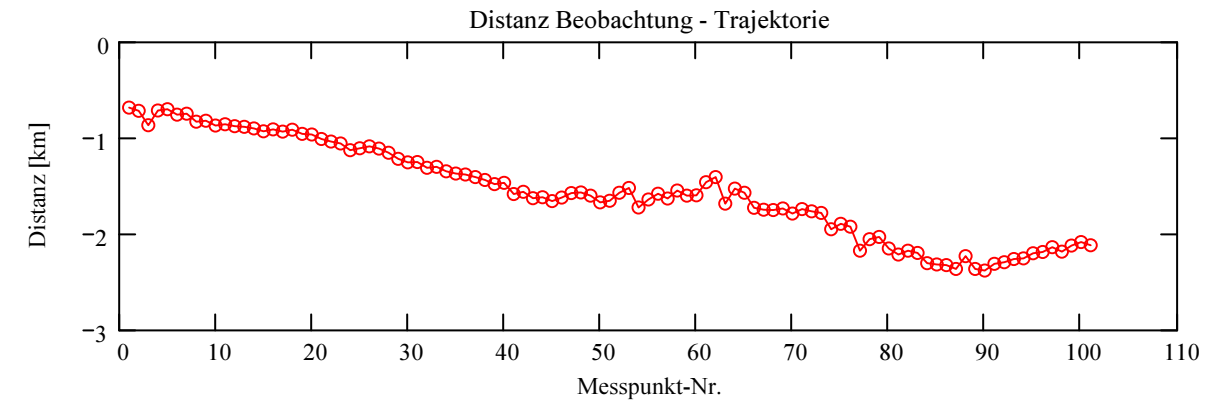
Dieser Wert wird für jedes Meteorereignis auf eine geringe Welligkeit des Geschwindigkeitsverlaufes optimiert.



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

Anfangsmasse: $m_{Meteor} = 0.065$ [kg]

Abweichung der Beobachtungen bzw Messpunkte von der mittleren Trajektorie:



Trajektorie für Beobachtungsort:

Stat_Id = "VTE"

Anfangspunkt:

$\Phi_{Beob_SP_1} = 47.589724$ deg

$\lambda_{Beob_SP_1} = 4.750151$ deg

$H_{Beob_SP_1} = 100.54$ [km]

$NeigWinkel_{Beob_1} = 73.19143$ deg

$Richtungswinkel_{Beob_1} = 161.909076$ deg

Endpunkt:

$\Phi_{Beob_SP_N_Pkt} = 47.753667$ deg

$\lambda_{Beob_SP_N_Pkt} = 4.670721$ deg

$H_{Beob_SP_N_Pkt} = 36.714$ [km]

$NeigWinkel_{Beob_N_Pkt} = 73.018983$ deg

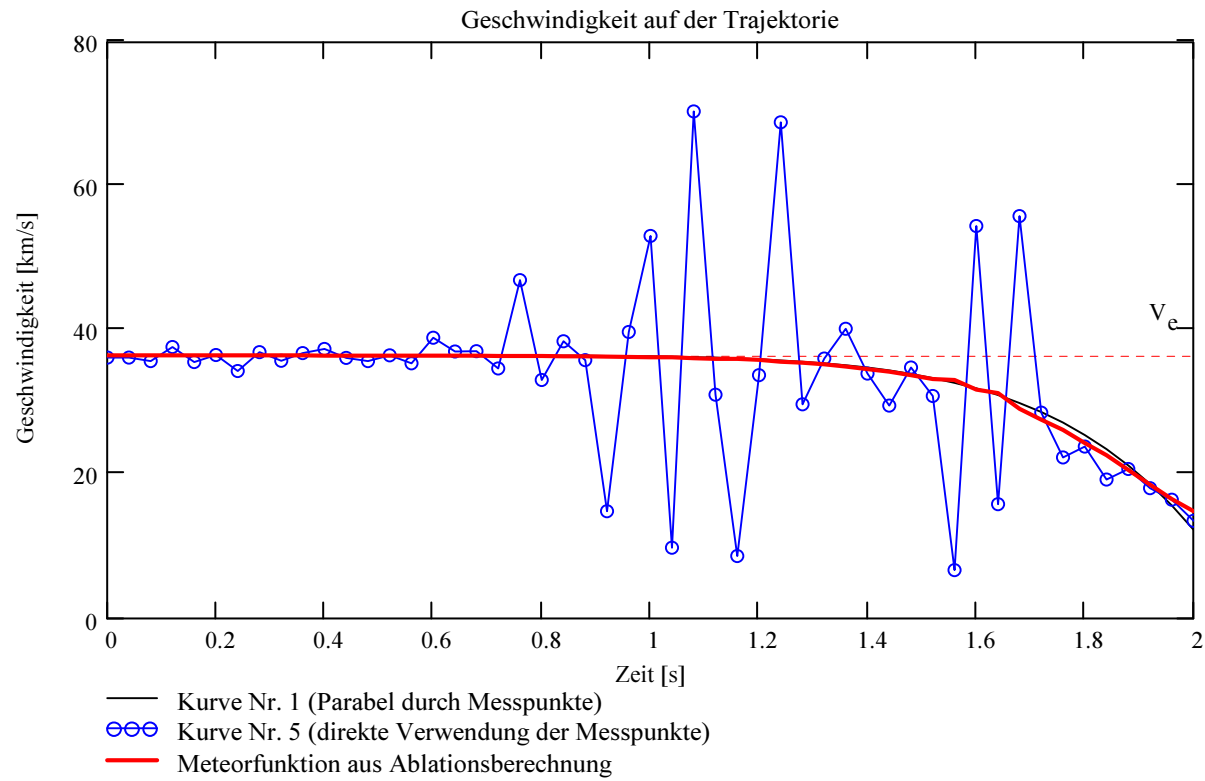
$Richtungswinkel_{Beob_N_Pkt} = 161.850859$ deg

Ergebnisse aus Aerodynamik und Helligkeit (Ablationsphase)

Nach der Methode "HAL Constraining the luminous efficiency of meteors" von Maria Gritsevich und Detlef Koschny.

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

Vergleich der Geschwindigkeit aus Messpunkten und Meteorfunktion aus Ablation:



Neigungswinkel der Trajektorie (bezüglich der Horizontalen!):

$$\gamma = 73.105 \text{ deg}$$

Geschwindigkeit bei Atmosphäreneintritt:

$$V_e = 36.457 \text{ [km/s]}$$

Anfangsgeschwindigkeit:

$$Vf(v_1) = 36.455 \text{ [km/s]}$$

Endgeschwindigkeit:

$$Vf(v_{ne}) = 14.805 \text{ [km/s]}$$

Endbeschleunigung:

$$Vi^\circ(v_{ne}) = -47.739 \text{ [km/s}^2\text{]}$$

Ballistischer Koeffizient:

$$\alpha = 66.446$$

Hinweis: Die Helligkeitswerte haben keinen Einfluss auf die Parameter α und β !

Massenverlust-Parameter:

$$\beta = 1.7$$

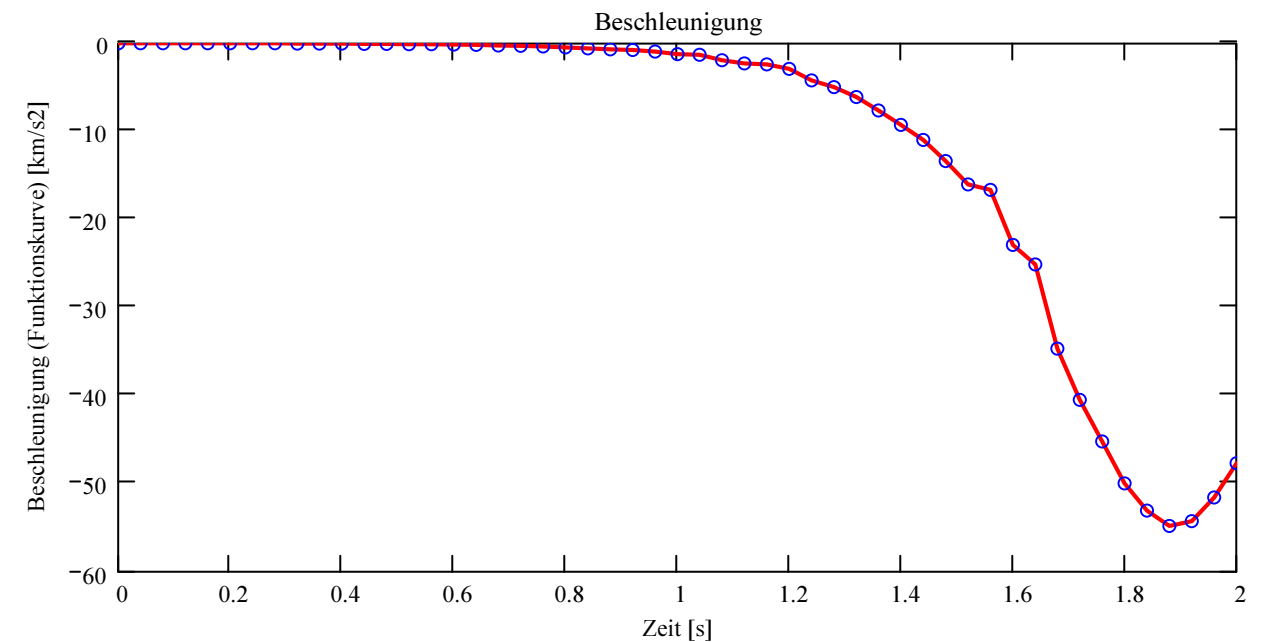
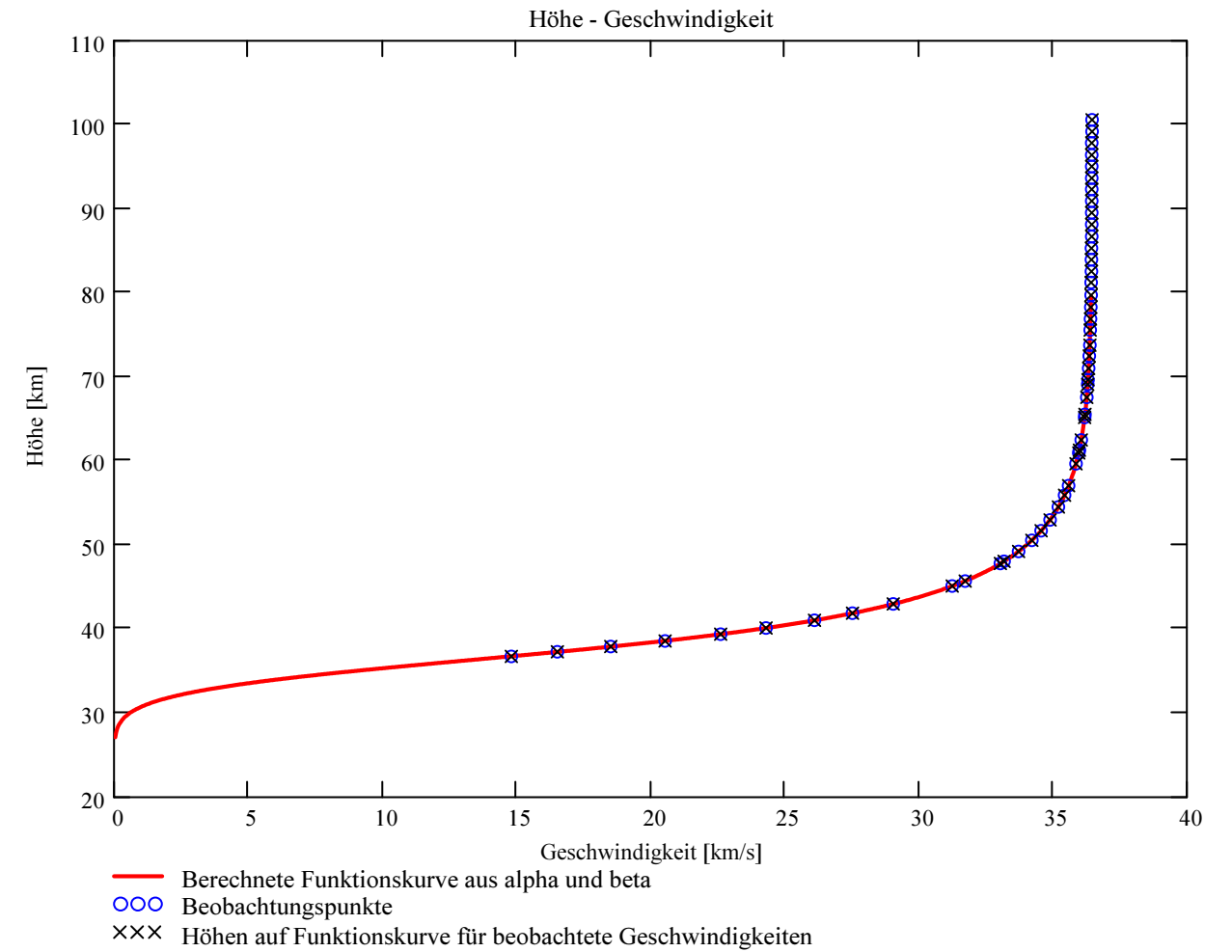
Dichte des Meteors (bulk density) -> Vorgabewert!

$$\rho_m = 3500 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

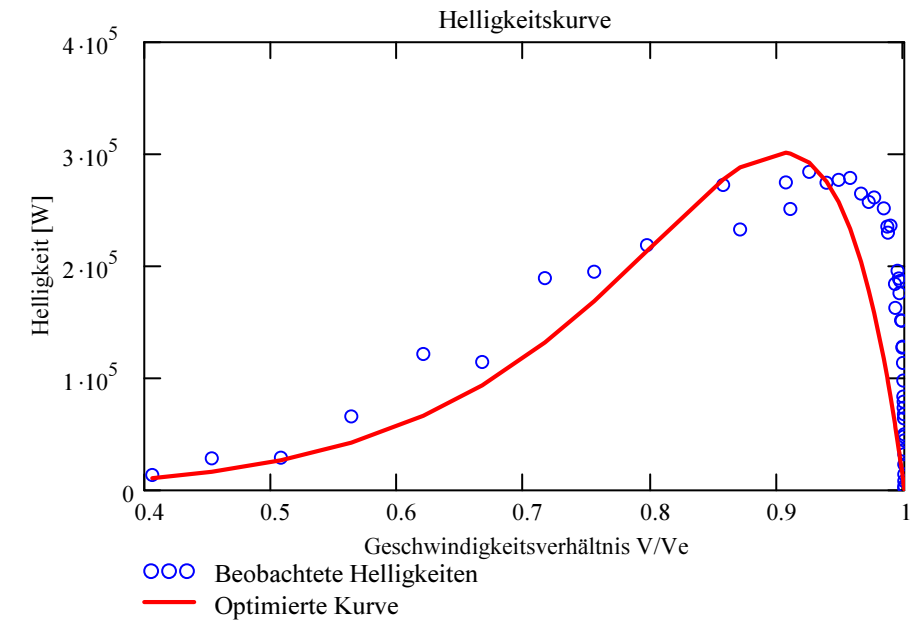
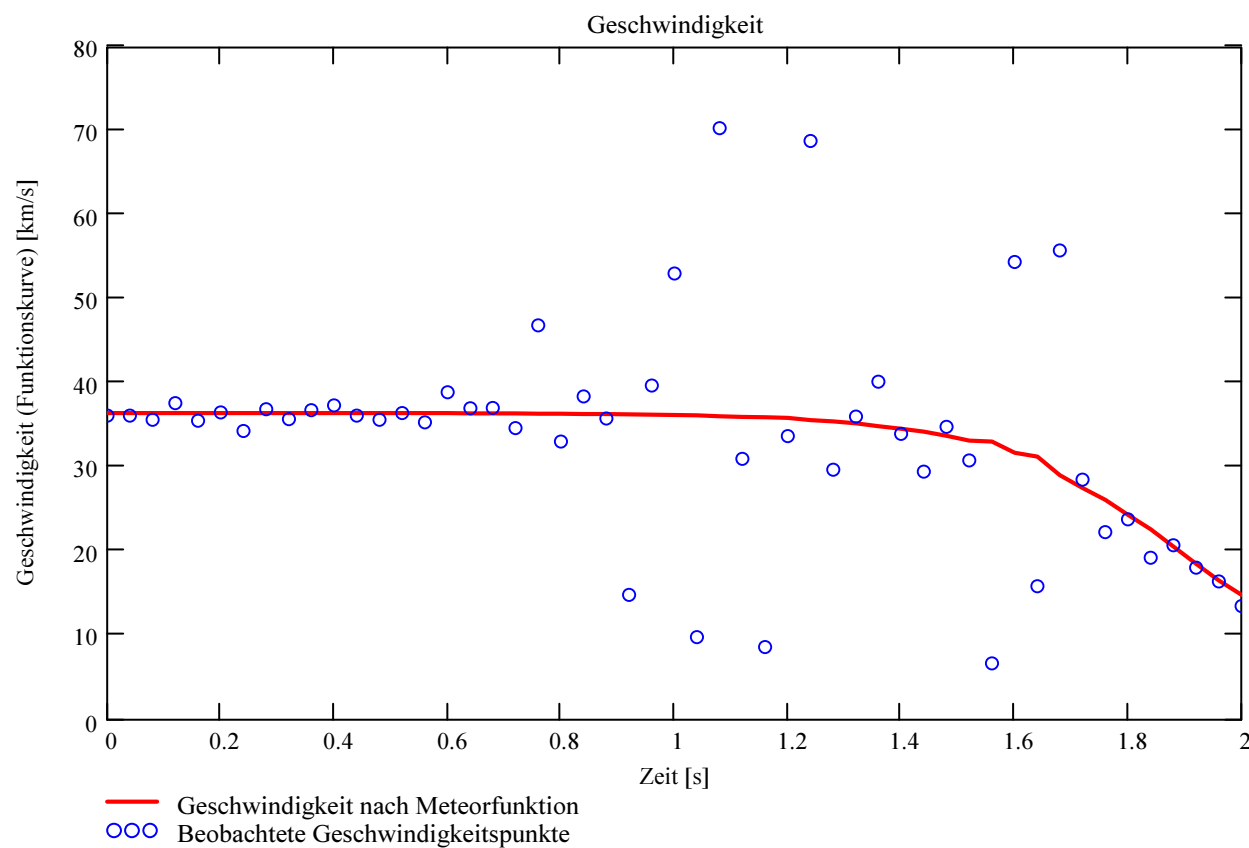
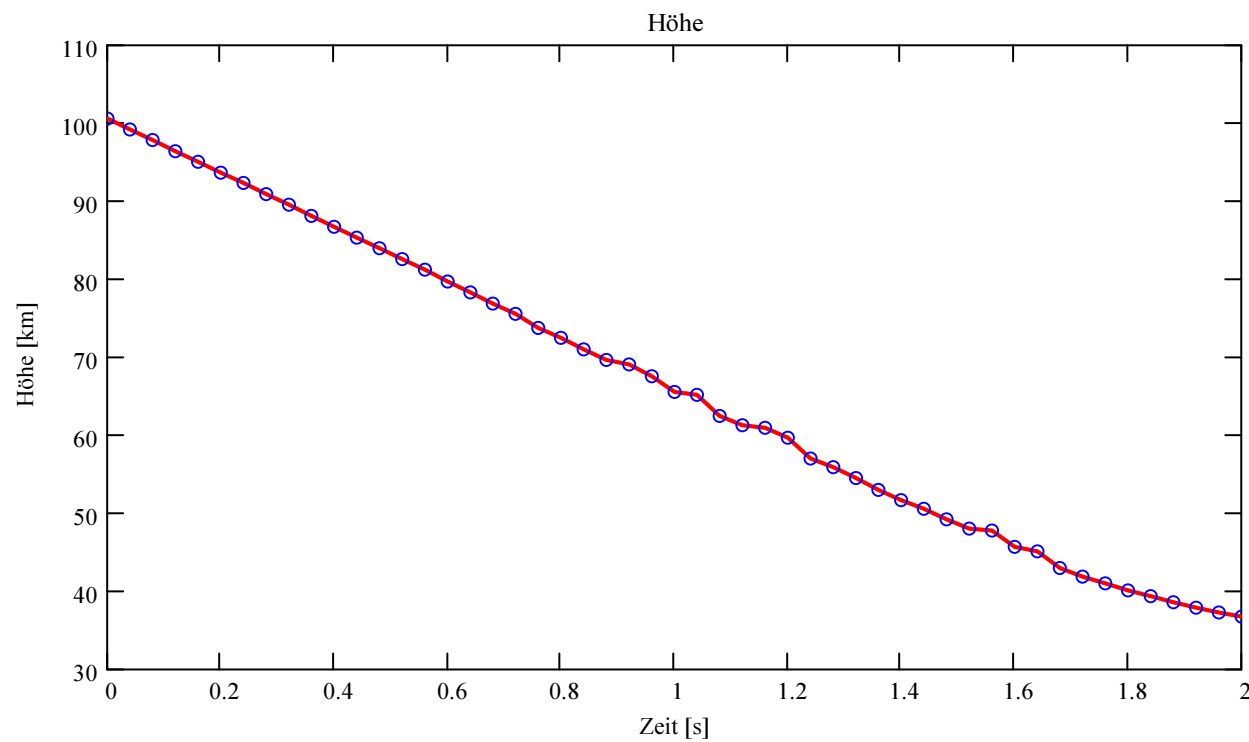
$$\text{Prod}_{G16_{ai}} = \frac{\tau \cdot (c_d \cdot A_e)^3}{\rho_m^2}$$

$$\text{Prod}_{G16_{ai}} = 0.000678 \text{ [cm}^6\text{/g}^2\text{]}$$

Berechnung: Beat Booz



Berechnung: Beat Booz



Ergebnisse aus Helligkeitskurve:

Rotations-Parameter:

$$\mu = 0.58$$

Ablationskoeffizient:

$$\sigma_{\min} = 0.00256 \quad \text{für } \mu_{\min}=0$$

$$\sigma_{\max} = 0.00767 \quad \text{für } \mu_{\max}=2/3$$

$$\sigma = 0.0061 \quad \text{für: } \mu = 0.58$$

Annahme für zwei Produkte aus c_d (Widerstandskoeffizient) und A_e (Vor-atmosphärischer Form-Faktor=shape coefficient), welche für die Berechnung des Massenverlaufes verwendet werden (siehe Theorie):

Für Kugelform:

$$\text{Prod}_{cd_Ae_Kugel} = 1.21$$

$$\tau_{Kugel_ai} = 0.004691$$

Leuchteffizienz-Koeffizient τ (luminous efficiency coefficient):

Anfangsmasse:

$$M_1 = 0.055 \quad [\text{kg}]$$

Endmasse bei $\mu=0$:

$$M_{Kugel_umin}(v_{ne}) = 0.013 \quad [\text{kg}]$$

Endmasse bei $\mu=2/3$:

$$M_{Kugel_umax}(v_{ne}) = 0.001 \quad [\text{kg}]$$

Endmasse für: $\mu = 0.58$

$$M_{Kugel_mu}(v_{ne}) = 0.002 \quad [\text{kg}]$$

Für Parallelepiped (mit Kantenlängen 2L, 3L, 5L):

$$\text{Prod}_{cd_Ae_Parallelepiped} = 1.554$$

$$\tau_{Parallelepiped_ai} = 0.002216$$

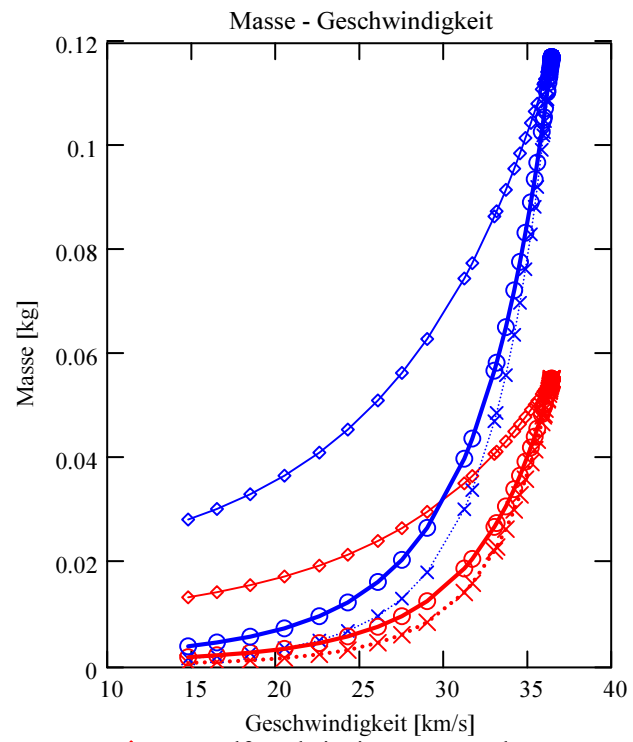
$$M_2 = 0.117 \quad [\text{kg}]$$

$$M_{PE_umin}(v_{ne}) = 0.028 \quad [\text{kg}]$$

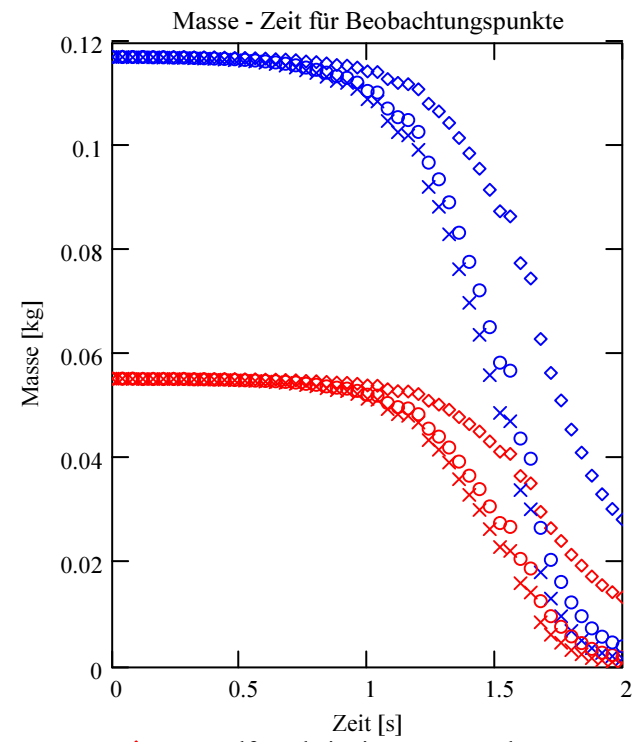
$$M_{PE_umax}(v_{ne}) = 0.002 \quad [\text{kg}]$$

$$M_{PE_mu}(v_{ne}) = 0.004 \quad [\text{kg}]$$

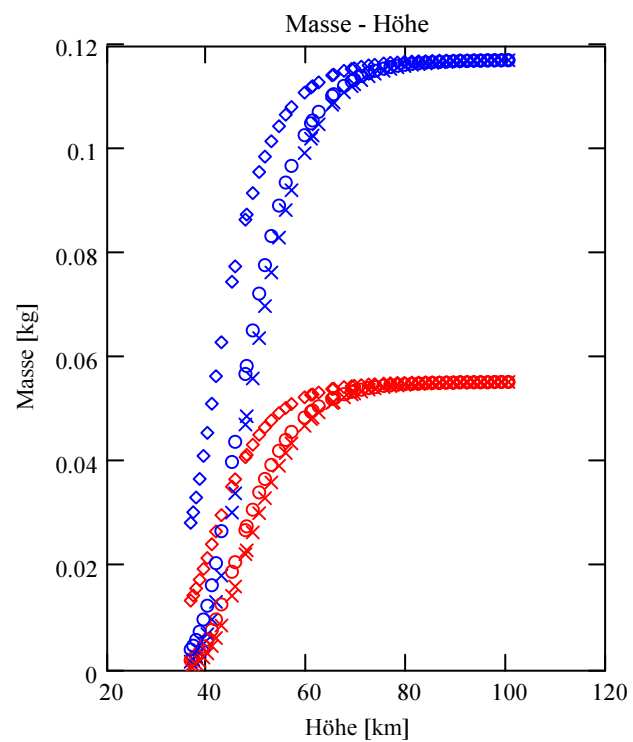
Verlauf der Massenabnahme für Kugelform und Parallelepiped (mit Kantenlängen 2L, 3L, 5L) für $\mu = 0$, $\mu = 2/3$ und für den berechneten Wert μ (μ = Parameter für mögliche Rotation des Meteoroiden):



- ◇ Kugelform bei min. Massenverlust
- ××× Kugelform bei max. Massenverlust
- ◇ Parallelepiped-Form bei min. Massenverlust
- ××× Parallelepiped-Form bei max. Massenverlust
- Kugelform für mue
- Parallelepiped-Form für mue

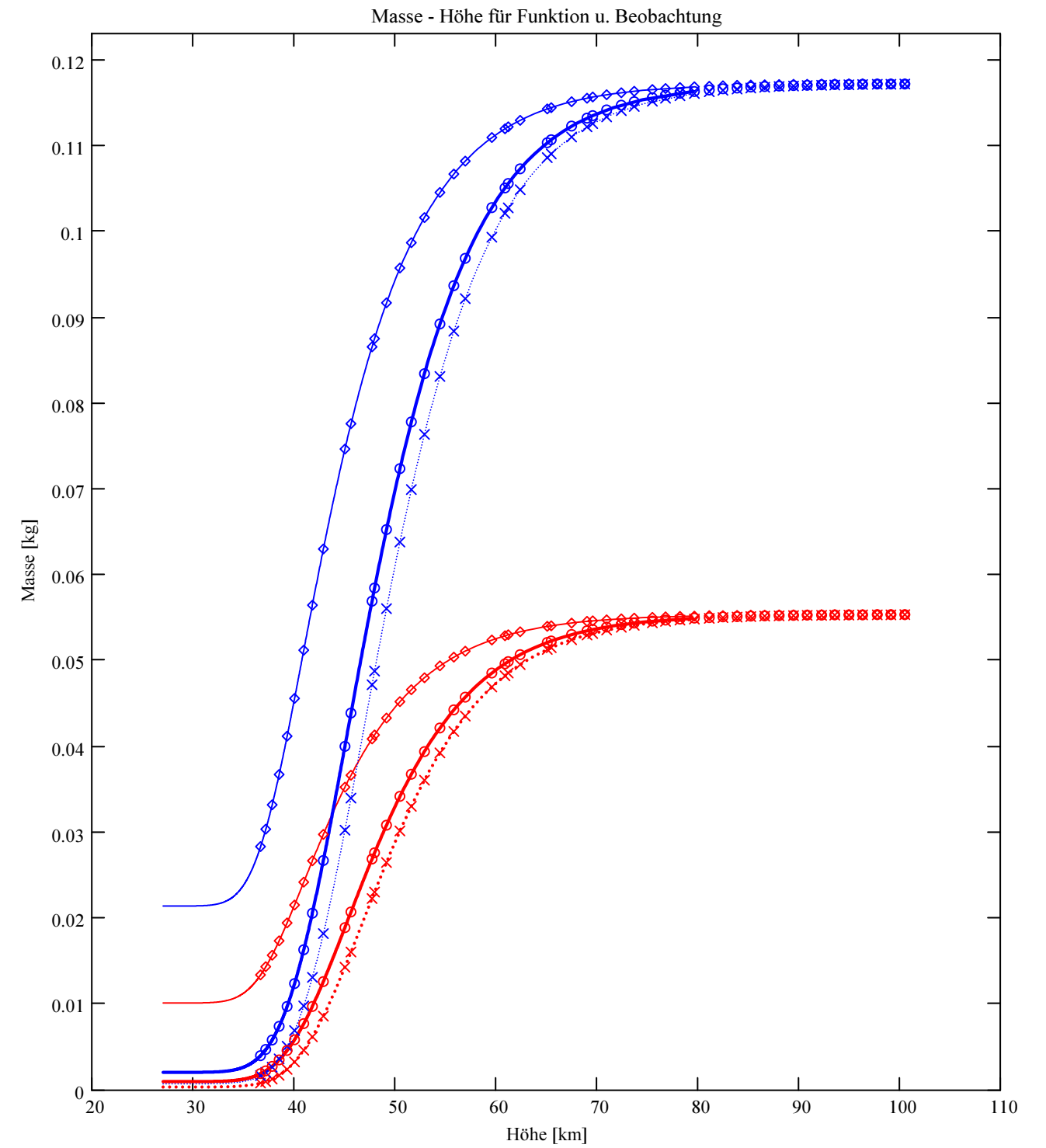


- ◇ Kugelform bei min. Massenverlust
- ××× Kugelform bei max. Massenverlust
- ◇ Parallelepiped-Form bei min. Massenverlust
- ××× Parallelepiped-Form bei max. Massenverlust
- Kugelform für mue
- Parallelepiped-Form für mue



- ◇ Kugelform bei min. Massenverlust
- ××× Kugelform bei max. Massenverlust
- ◇ Parallelepiped-Form bei min. Massenverlust
- ××× Parallelepiped-Form bei max. Massenverlust
- Kugelform für mue
- Parallelepiped-Form für mue

Verlauf der Massenabnahme, basierend auf der berechneten, optimierten Funktionskurve, sowie für die Beobachtungspunkte.



- Kugelform bei min. Massenverlust (Funktionswerte)
- Kugelform bei max. Massenverlust (Funktionswerte)
- Parallelepiped-Form bei min. Massenverlust (Funktionswerte)
- Parallelepiped-Form bei max. Massenverlust (Funktionswerte)
- Kugelform für mue (Funktionswerte)
- Parallelepiped-Form für mue (Funktionswerte)
- ◇ Kugelform bei min. Massenverlust (Beobachtungswerte)
- ××× Kugelform bei max. Massenverlust (Beobachtungswerte)
- ◇ Parallelepiped-Form bei min. Massenverlust (Beobachtungswerte)
- ××× Parallelepiped-Form bei max. Massenverlust (Beobachtungswerte)
- Kugelform für mue (Beobachtungswerte)
- Parallelepiped-Form für mue (Beobachtungswerte)