

Auswertungen zur Feuerkugel M20200502_231248



Autor und Referent: Beat Booz, Frick 1.11.2020

Registrierungen

Von dieser hellen Feuerkugel gelangen 9 Registrierungen, von 8 Stationen:

Stationen:

LOC1	Beobachtungsstation Locarno
FAL1	Sternwarte Mirasteilas Falera
FAL 2	Sternwarte Mirasteilas Falera
GNO1	Osservatorio Astronomico di Gnosca
BOS6	Privatsternwarte Bos-cha
MAI 1	Beobachtungsstation Maienfeld
VTE4	Observatoire géophysique, Val Terbi
MAU2	Beobachtungsstation Mauren
SCH	Sternwarte Schafmatt

Betreuer:

Stefano Sposetti
José De Queiroz/Martin Huwiler
José De Queiroz/Martin Huwiler
Stefano Sposetti
Jochen Richert
Martin Dubs
Roger Spinner
Hansjörg Nipp
Jonas Schenker/Fabienne Dubler

Dank dieser erfreulichen Anzahl Aufzeichnungen, konnte die Trajektorie mit guter Verlässlichkeit bestimmt werden. Vielen Dank an alle Betreiber der Kameras!

Weil es so schön war, folgen hier nun alle Registrierungen:

LOC1



FAL1



FAL2



GNO1



BOS6



MAI1



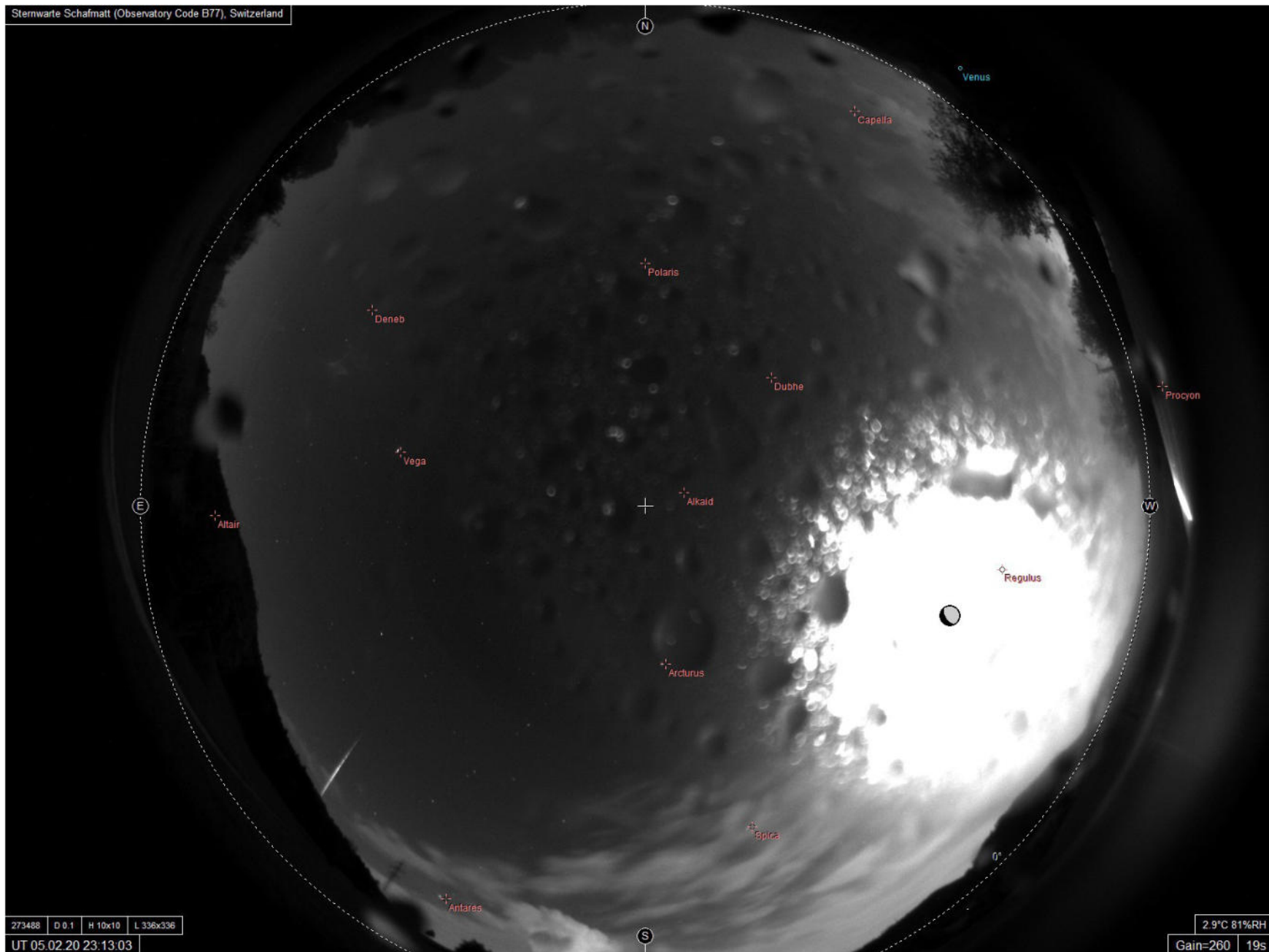
VTE4



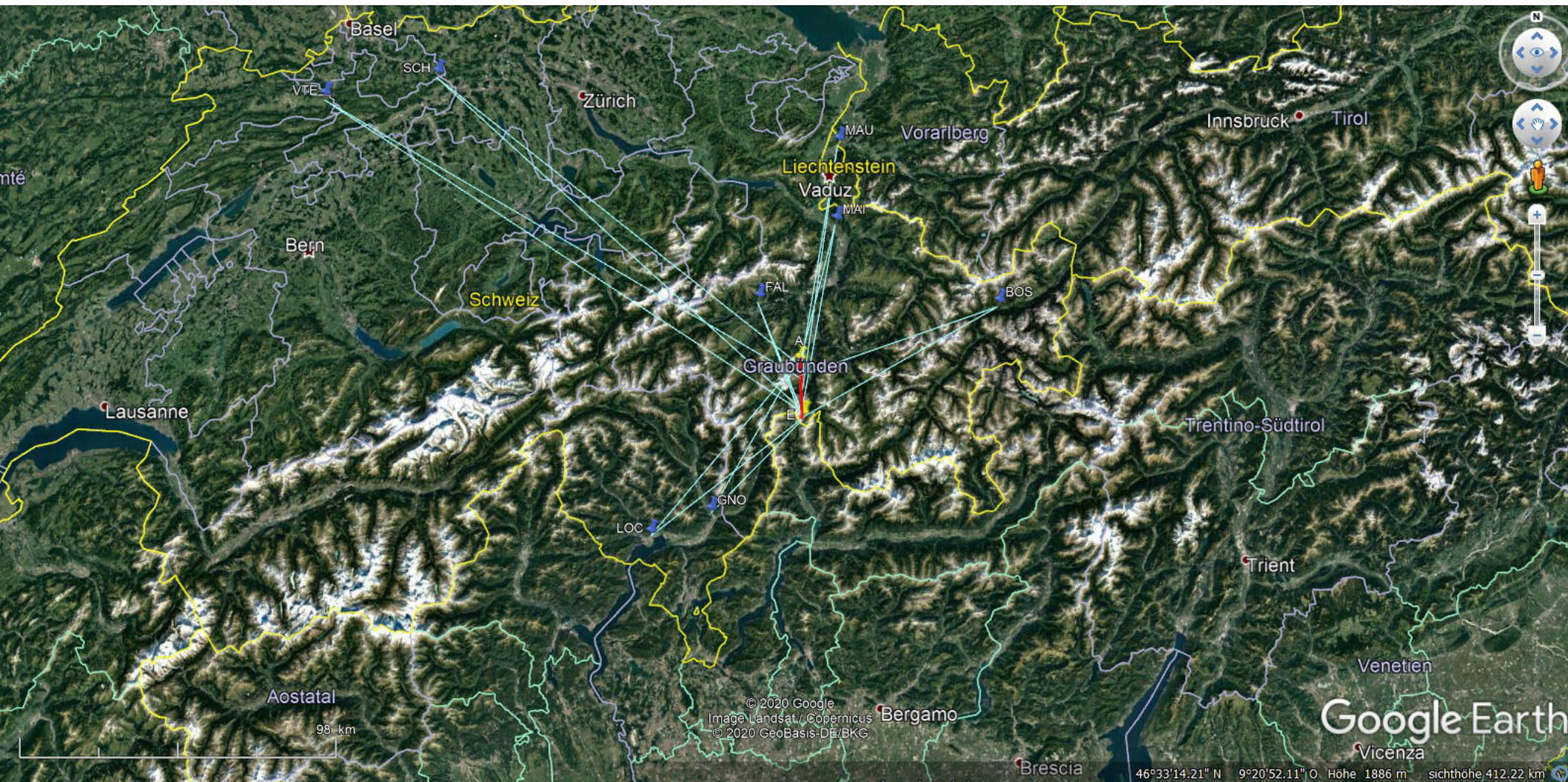
MAU2



SCH



Registrierungen



Mittlere Trajektorie

Nr. Stat.-Id. Beobachtungsort

ORT_KOORD1 =	1	"LOC"	"Beobachtungsstation Locarno"
	2	"FAL-1-2-3"	"Sternwarte Mirasteilas Falera"
	3	"GNO"	"Osservatorio Astronomico di Gnosca"
	4	"BOS"	"Privatsternwarte Bos-cha"
	5	"MAI"	"Beobachtungsstation Maienfeld"
	6	"VTE"	"Observatoire géophysique, Val Terbi"
	7	"FAL-1-2-3"	"Sternwarte Mirasteilas Falera"
	8	"MAU"	"Beobachtungsstation Mauren"
	9	"SCH"	"Sternwarte Schafmatt"

Mittlere Trajektorie:

Startpunkt:

Endpunkt:

$\Phi B_S = 46.635283$ [°]

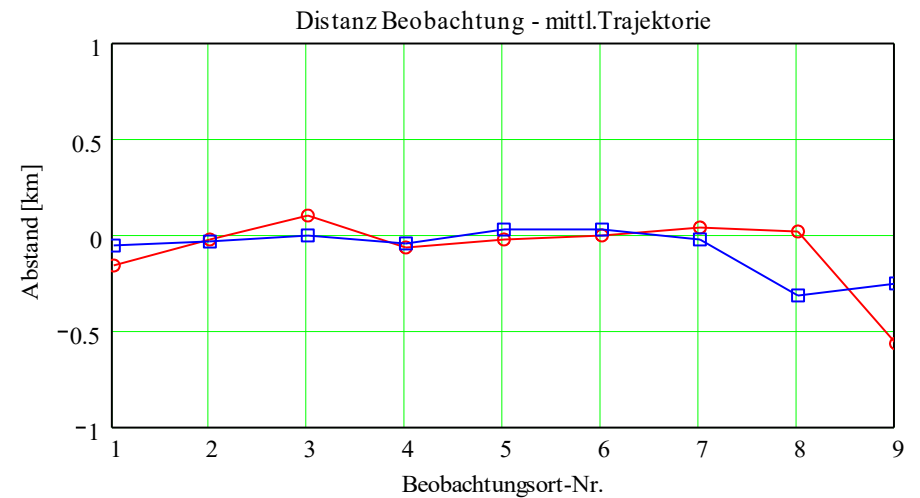
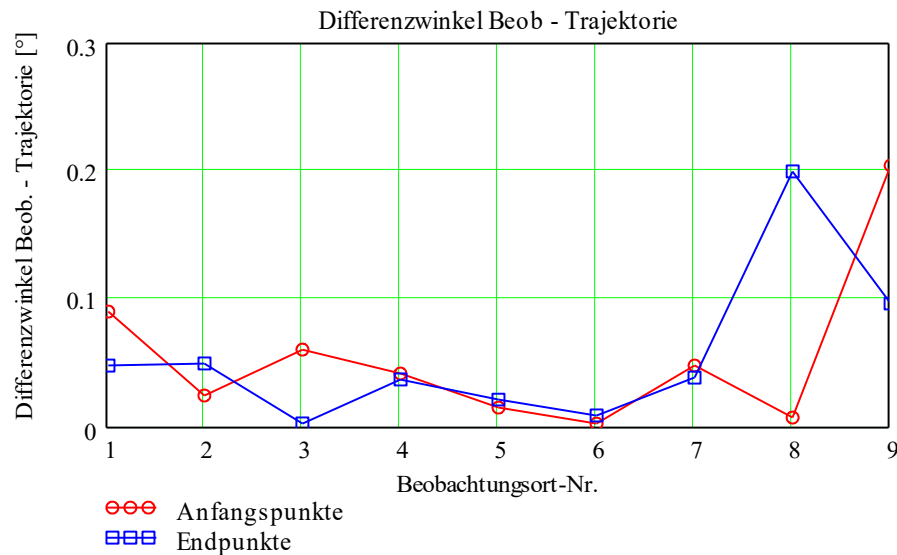
$\Phi B_E = 46.488239$ [°]

$\lambda B_S = 9.380848$ [°]

$\lambda B_E = 9.389303$ [°]

$HB_S_km = 82.132$ [km]

$HB_E_km = 26.747$ [km]



Detailauswertung für LOC1

Trajektorie:

Anfangspunkt:

$$\Phi_{B_XML_{Beob_SP_1}} = 46.627733 \text{ deg}$$

$$\lambda_{B_XML_{Beob_SP_1}} = 9.381283 \text{ deg}$$

$$HB_{XML_{Beob_SP_1}} = 79.264 \quad [\text{km}]$$

$$\text{NeigWinkel}_{B_XML_{Beob_1}} = 73.478014 \text{ deg}$$

$$\text{Richtungswinkel}_{B_XML_{Beob_1}} = 357.726038 \text{ deg}$$

Endpunkt:

$$\Phi_{B_XML_{Beob_SP_{N_Pkt}}} = 46.491377 \text{ deg}$$

$$\lambda_{B_XML_{Beob_SP_{N_Pkt}}} = 9.389123 \text{ deg}$$

$$HB_{XML_{Beob_SP_{N_Pkt}}} = 27.918 \quad [\text{km}]$$

$$\text{NeigWinkel}_{B_XML_{Beob_{N_Pkt}}} = 73.341551 \text{ deg}$$

$$\text{Richtungswinkel}_{B_XML_{Beob_{N_Pkt}}} = 357.731788 \text{ deg}$$

Detailauswertung für LOC1

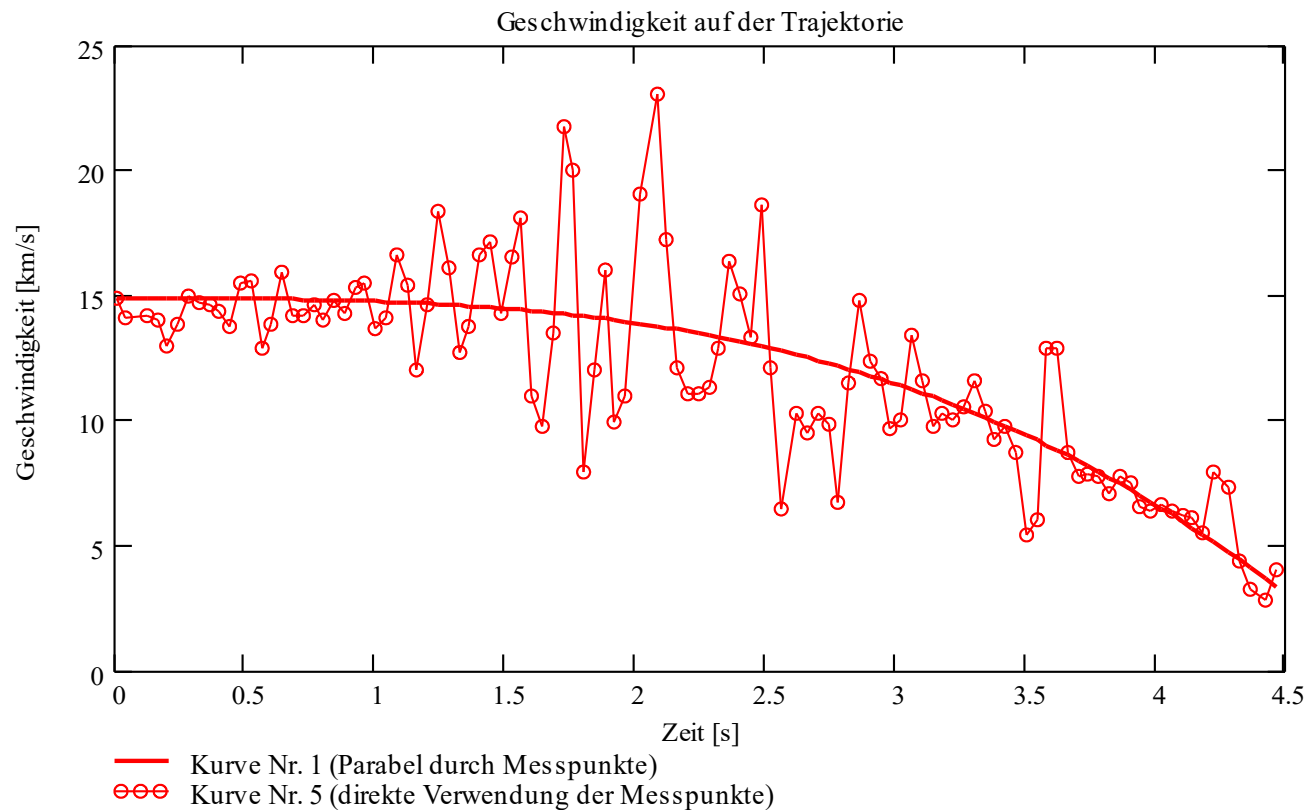
Ergebnisse aus den auf die mittlere Trajektorie projizierten Messpunkten der xml-Datei

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

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.



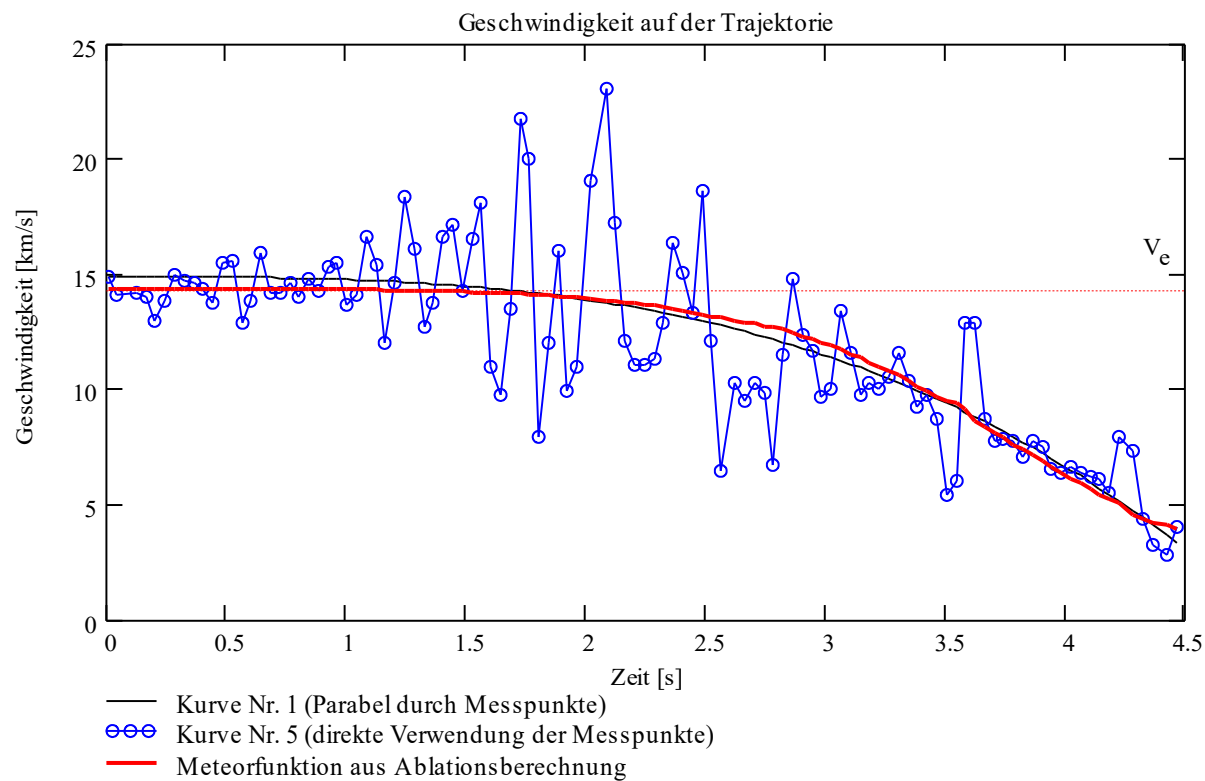
Ablation für LOC1

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 = "LOC"

Vergleich der Geschwindigkeit aus Messpunkten und Meteorfunktion aus Ablation:



Ablation - Parameterwerte

Neigungswinkel der Trajektorie
(bezüglich der Horizontalen!):

$$\gamma = 73.41 \text{ deg}$$

Geschwindigkeit bei
Atmosphäreneintritt:

$$V_e = 14.4 \quad [\text{km/s}]$$

Anfangsgeschwindigkeit:

$$Vf(v_1) = 14.391 \quad [\text{km/s}]$$

Endgeschwindigkeit:

$$Vf(v_{ne}) = 3.944 \quad [\text{km/s}]$$

Endbeschleunigung:

$$Vi^o(v_{ne}) = -3.476 \quad [\text{km/s}^2]$$

Ballistischer Koeffizient:

$$\alpha = 38.636$$

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

Massenverlust-Parameter:

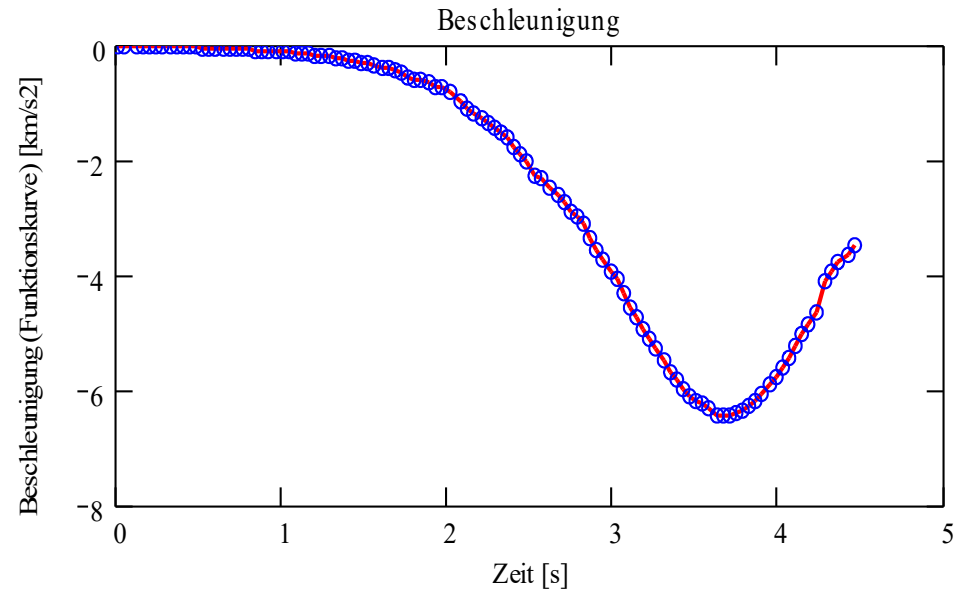
$$\beta = 0.819$$

Dichte des Meteors (bulk:
density) -> Vorgabewert!

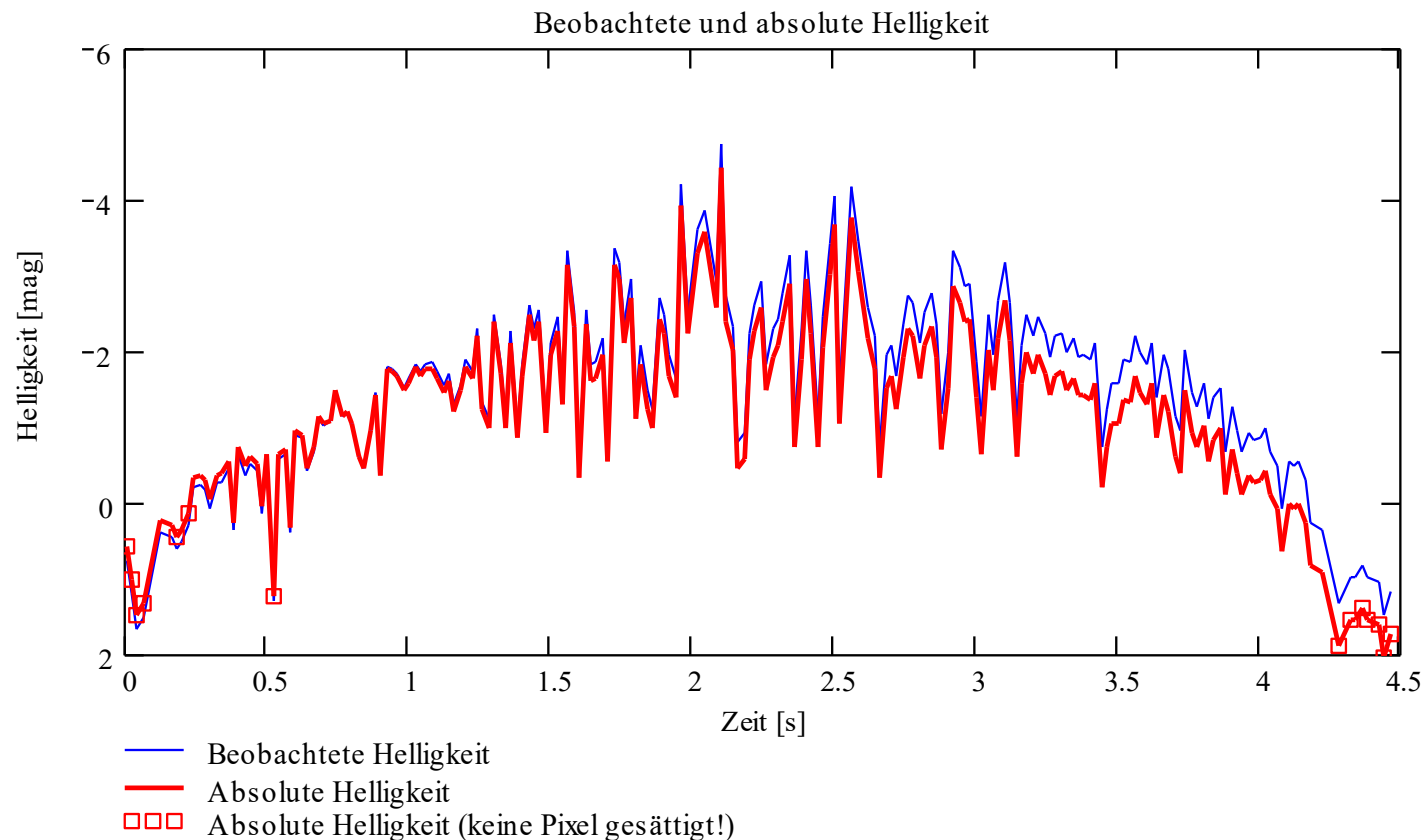
$$\rho_m = 3500 \quad [\text{kg/m}^3]$$

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

$$\text{Prod}_{G16_{ai}} = 0.000125 \quad [\text{cm}^6/\text{g}^2]$$



Helligkeitsverlauf für LOC1



Diese Helligkeitskurve konnte für die Bestimmung des Formänderungs-Koeffizienten μ nicht weiter verwendet werden, da u.a. zu viele gesättigte Pixel vorhanden sind. Dies ist ein grundsätzliches Problem. Nur wenn man die Leuchtstärke direkt messen könnte, wären nebst der ballistischen- und Massenverlust-Auswertung der Ablation (α und β), auch der Parameter μ bestimmbar, welcher genauere Rückschlüsse auf die Endmasse zulässt. Es ist jedoch im Normalfall anzunehmen, dass μ zwischen 0 und $2/3$ liegt (meist um $2/3$).

Ablation - Massenabnahme

Ergebnisse aus Helligkeitskurve:

Formänderungs-Koeffizient:

$$\mu = 0.667$$

Ablationskoeffizient:

$$\sigma_{\min} = 0.0079 \quad \text{für } \mu_{\min}=0$$

$$\sigma_{\max} = 0.02369 \quad \text{für } \mu_{\max}=2/3$$

$$\sigma = 0.0237 \quad \text{für: } \mu = 0.667$$

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:

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

Leuchteffizienz-Koeffizient τ (luminous efficiency coefficient):

$$\tau_{Kugel_ai} = 0.000862$$

Anfangsmasse:

$$M_1 = 0.281 \quad [\text{kg}]$$

Endmasse bei $\mu=0$:

$$M_{Kugel_mu_{\min}}(v_{ne}) = 0.132 \quad [\text{kg}]$$

Endmasse bei $\mu=2/3$:

$$M_{Kugel_mu_{\max}}(v_{ne}) = 0.029 \quad [\text{kg}]$$

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

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

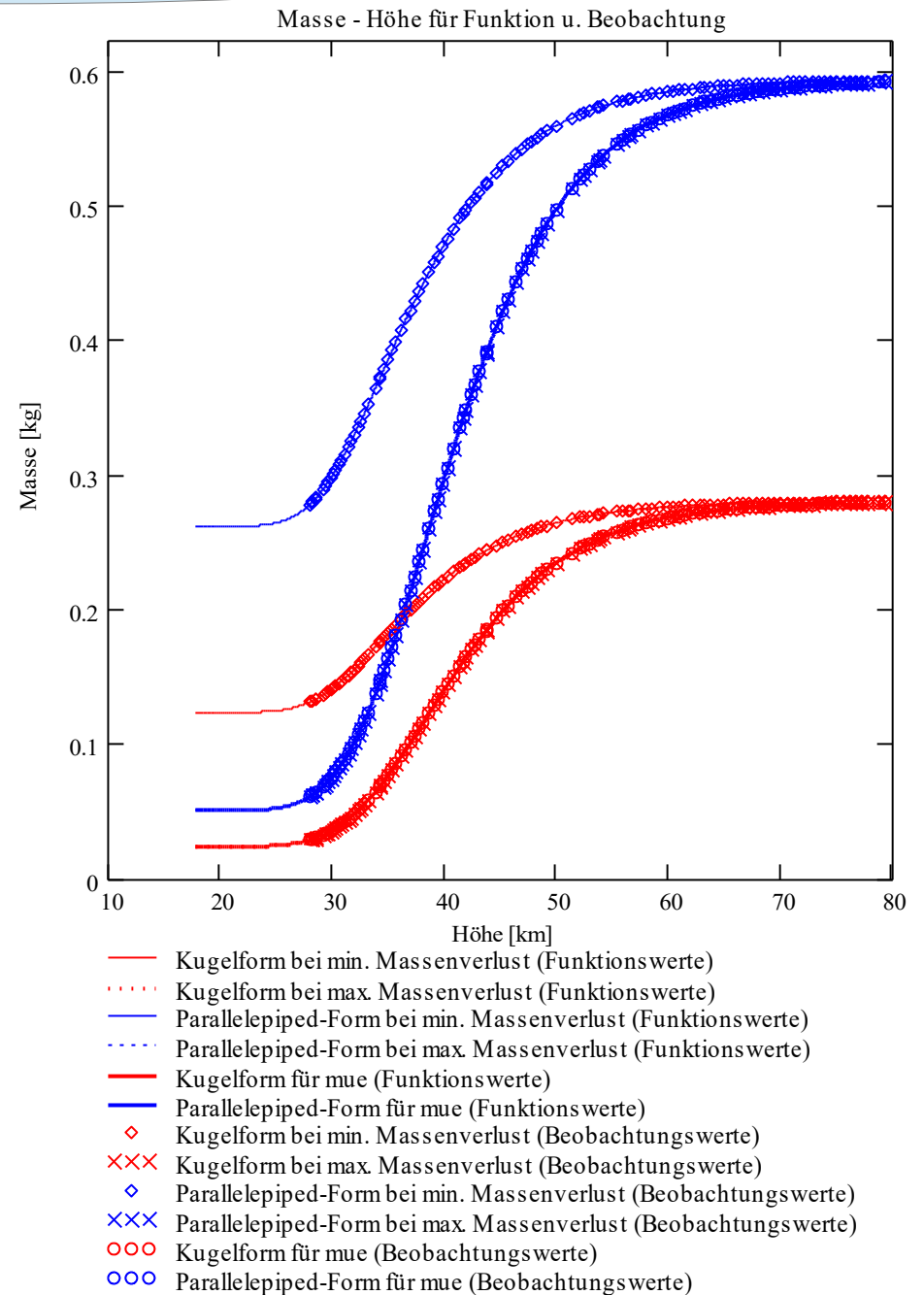
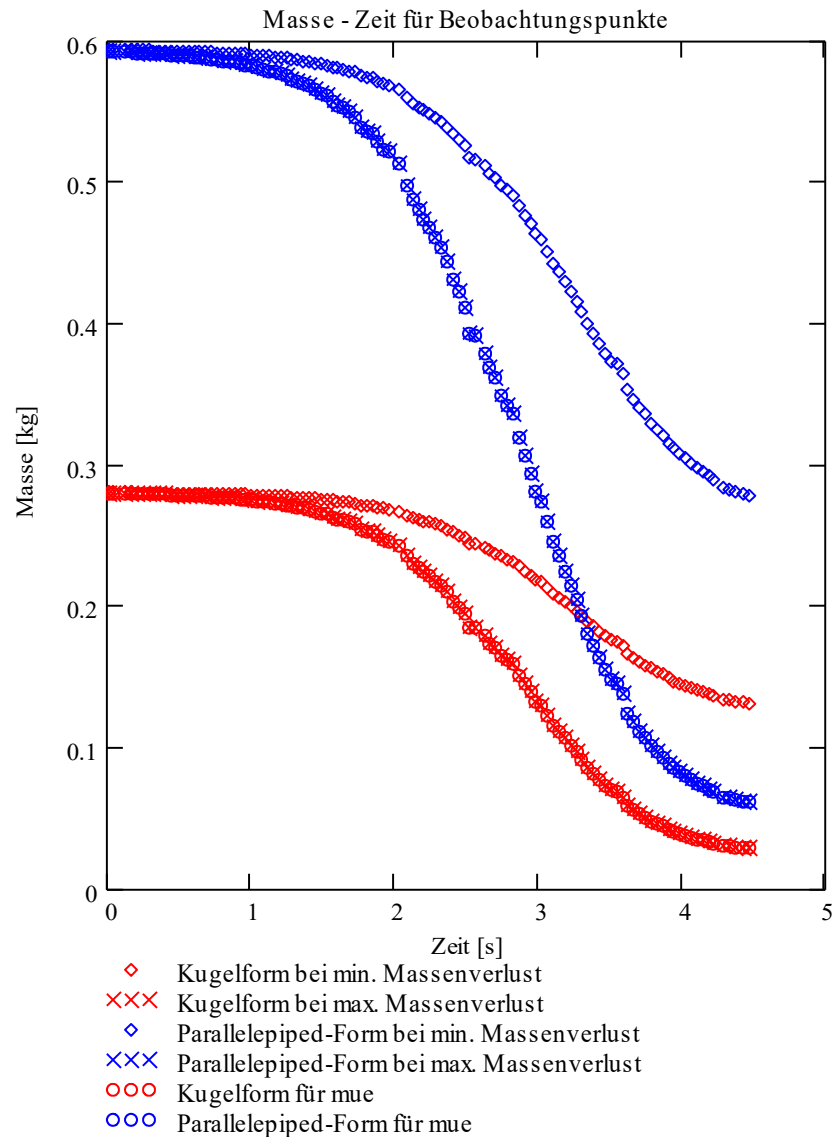
$$\tau_{Parallelepiped_ai} = 0.000407$$

$$M_2 = 0.594 \quad [\text{kg}]$$

$$M_{PE_mu_{\min}}(v_{ne}) = 0.278 \quad [\text{kg}]$$

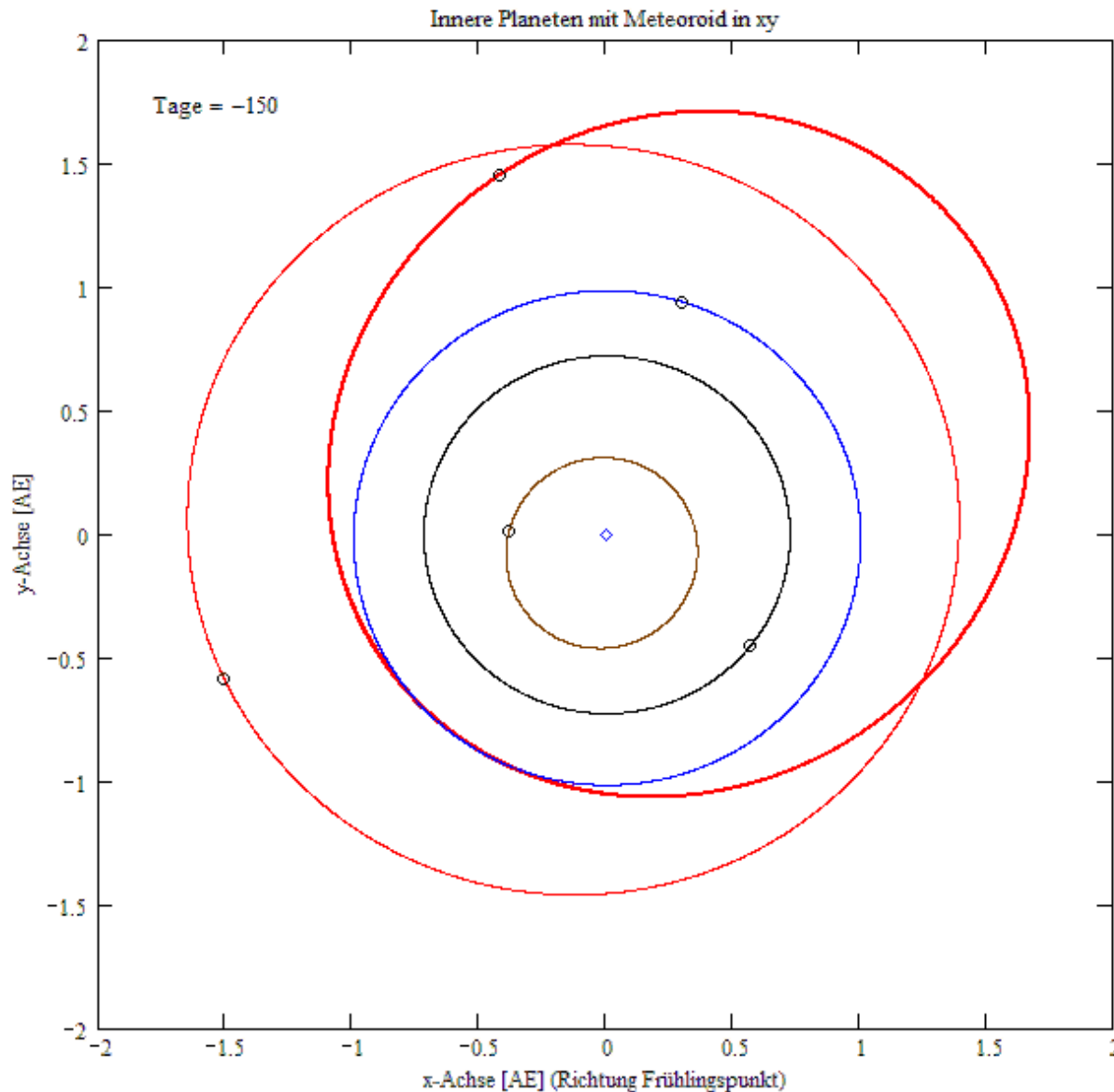
$$M_{PE_mu_{\max}}(v_{ne}) = 0.061 \quad [\text{kg}]$$

Ablation - Massenabnahme



Orbit und Bahnelemente

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



Grosse Halbachse: $a_M = 1.438$ [AE]

Exzentrizität: $e_M = 0.2997$

Perihelabstand: $q_M = 1.0071$ [AE]

Bahnneigung (Winkel zwischen Ekliptik und Bahnebene): $i_{2000} = 14.5184$ deg

Länge des aufsteigenden Knotens: $\Omega_{2000} = 42.7208$ deg

Winkel zwischen Perihels und aufsteigendem Knoten: $\omega_{2000} = 185.3567$ deg

Perihellänge: $\omega^{\circ}_{2000} = 228.0775$ deg

Bahnform_M = "Ellipse"

Wahre Anomalie: $v_{\text{Datum}} = 354.6451$ deg

Umlaufzeit: $T_U = 629.8374$ [Tage]

Perihelzeit (UTC): $t_0 = 2458347.4495$ [Julianisches Datum]

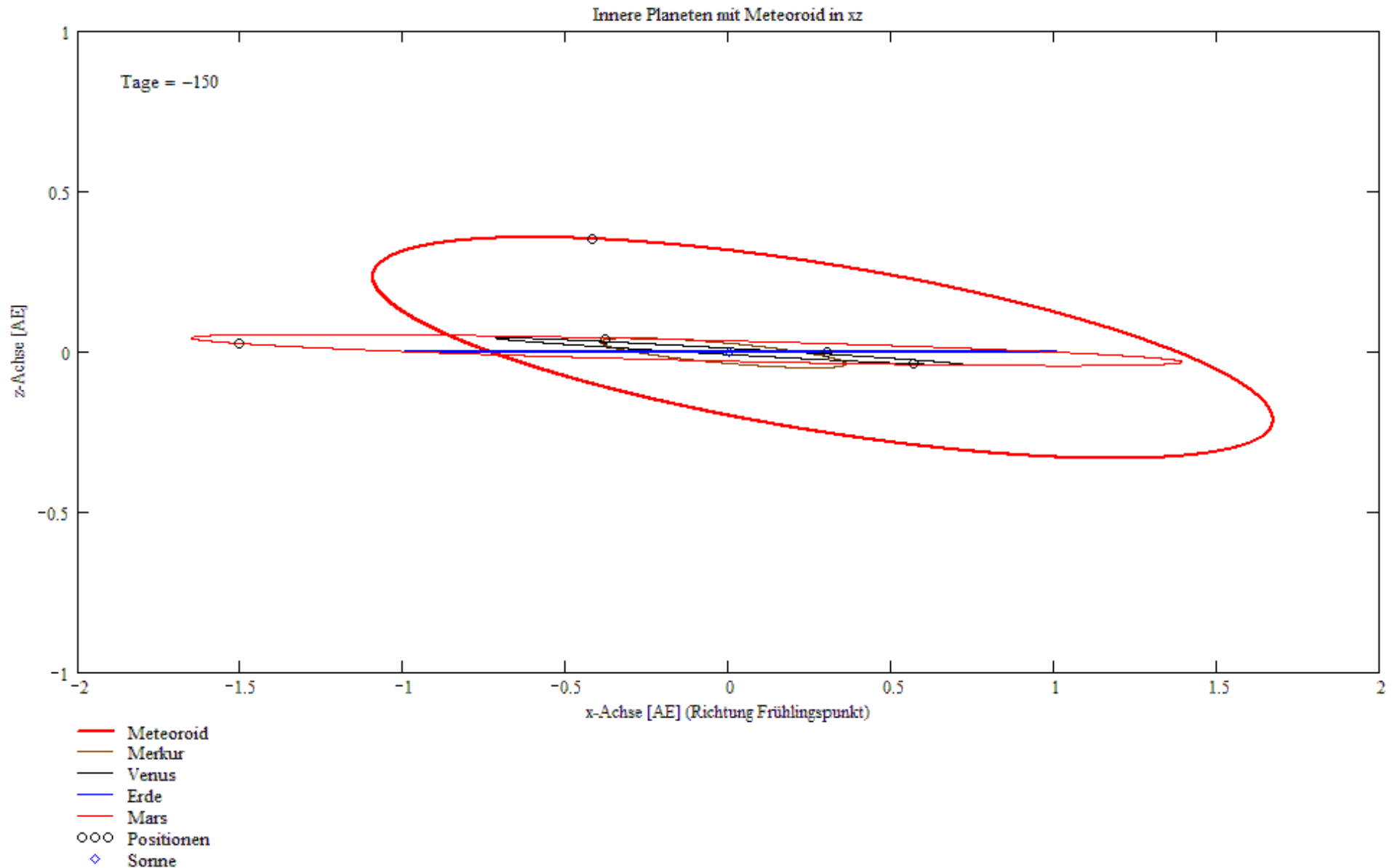
Datum: Tag = 16 Monat = 8 Jahr = 2018

Zeit (UTC): Stunden = 22 Minuten = 47 Sekunden = 16.083

Tage_dez = 16.949492

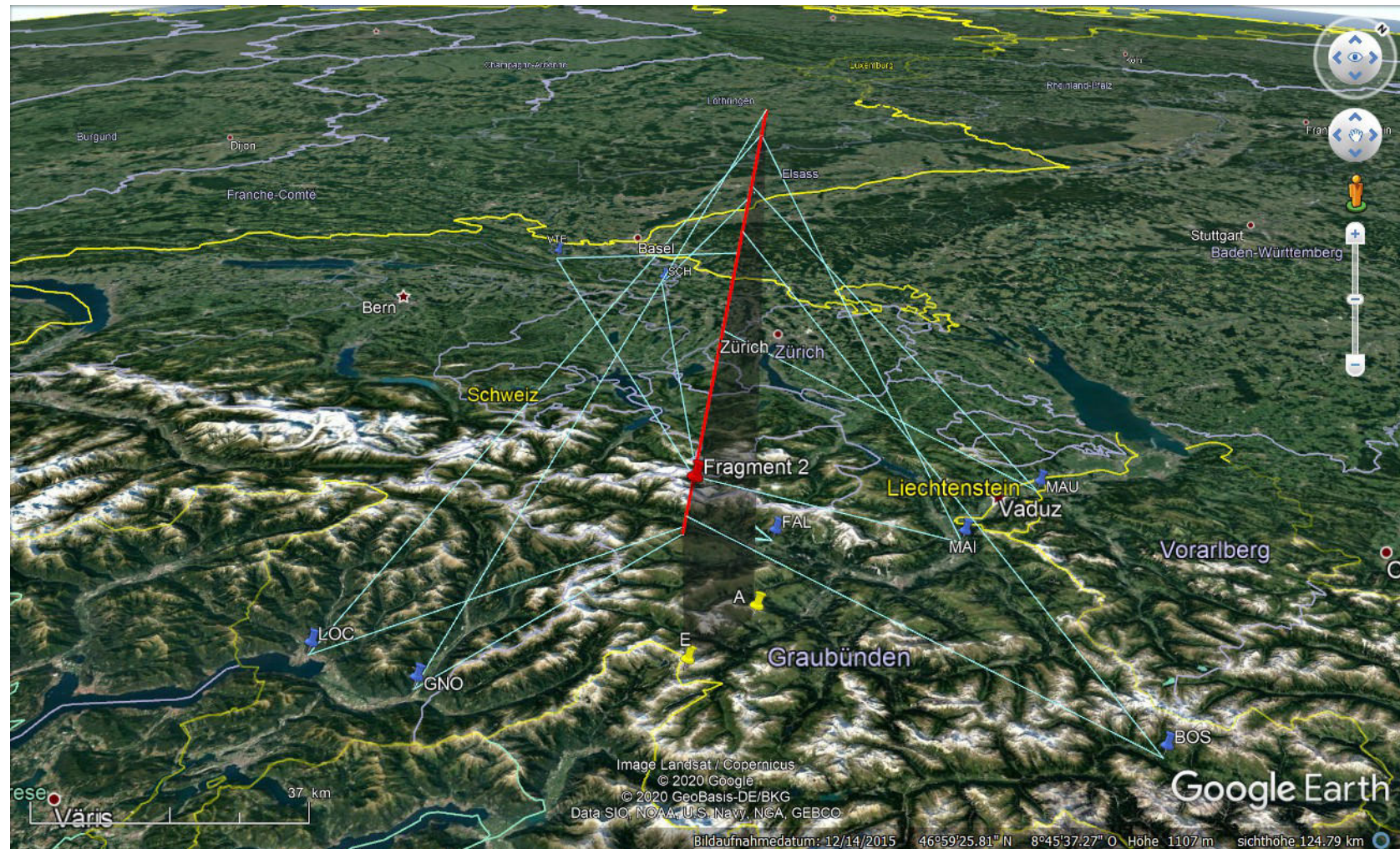
Orbit und Bahnelemente

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



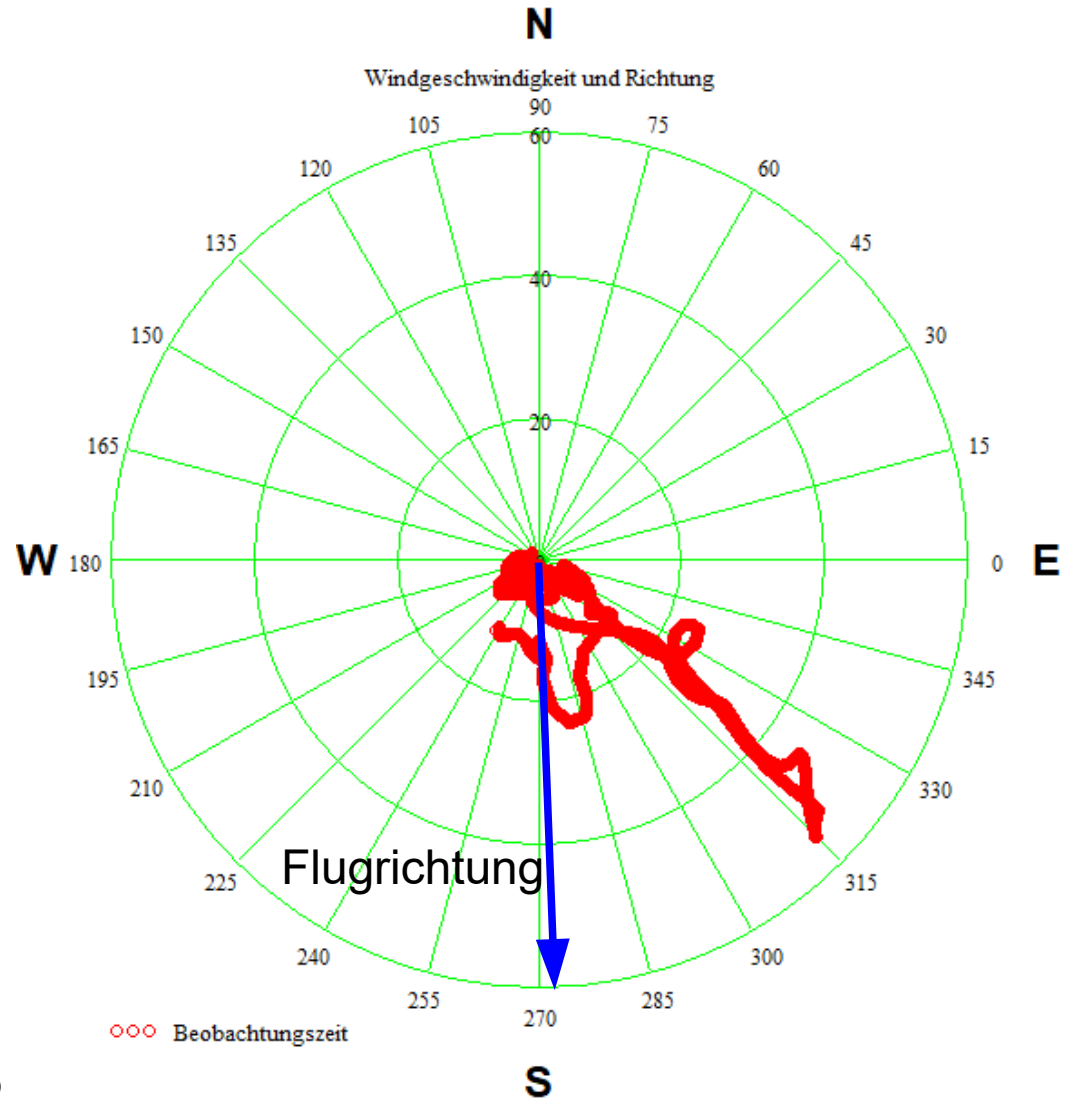
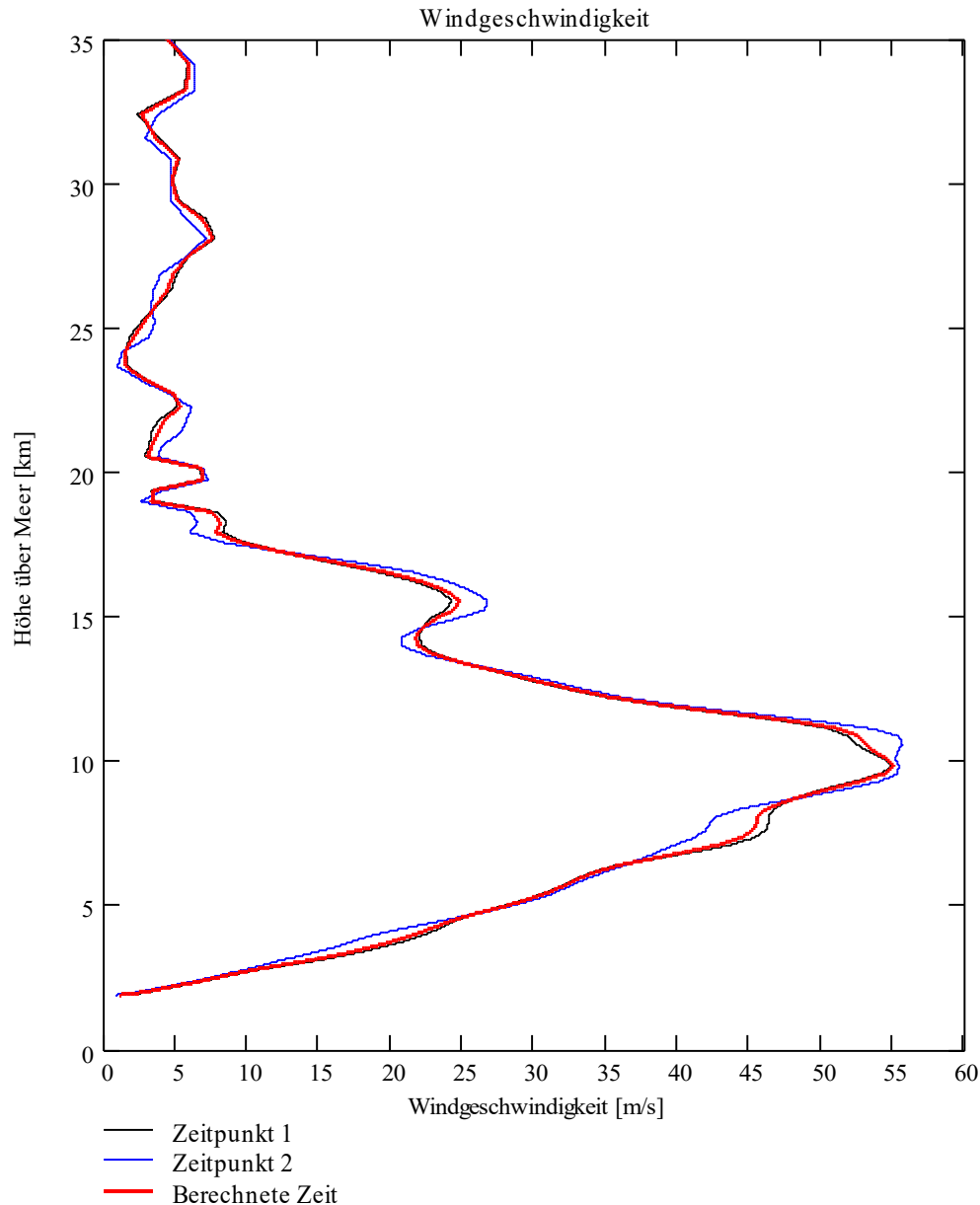
Trajektorie mit Beobachtungsorten

Trajektorie mit Erlöschungspunkt Fragment 2:



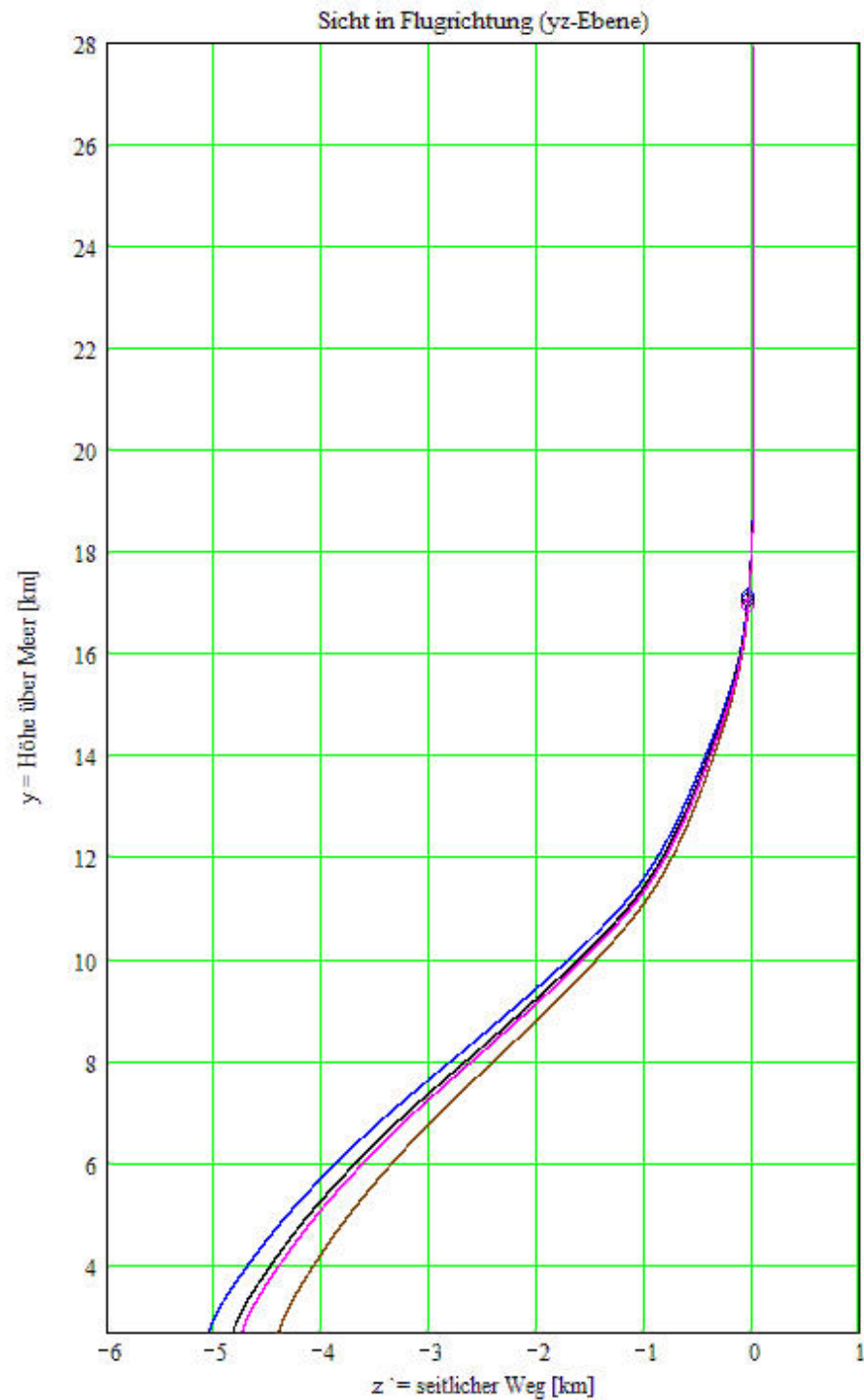
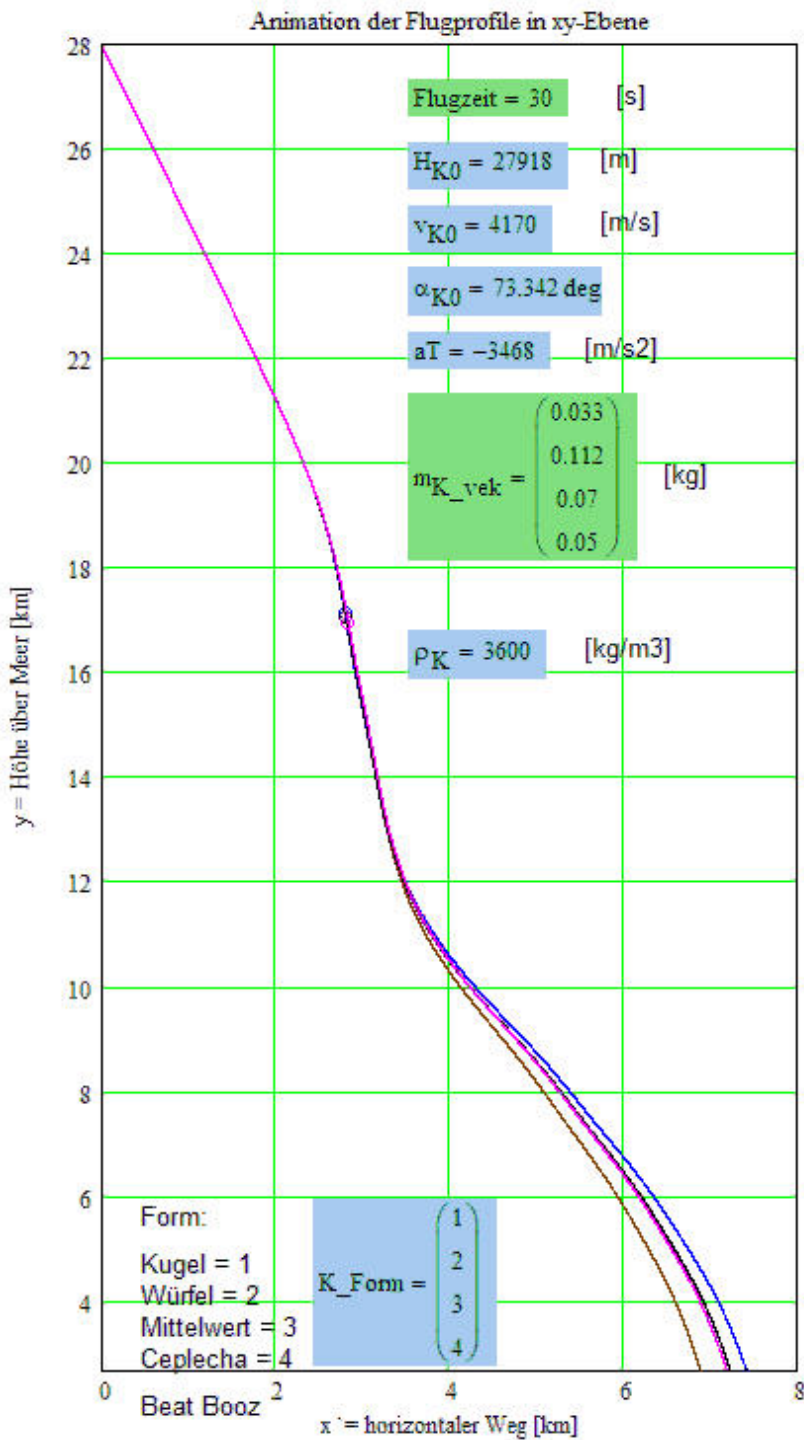
Wetterdaten

Diese wurden uns freundlicherweise von Herrn Dr. Gerd Baumgarten vom Leibniz-Institute of Atmospheric Physics zur Verfügung gestellt. Vielen Dank!

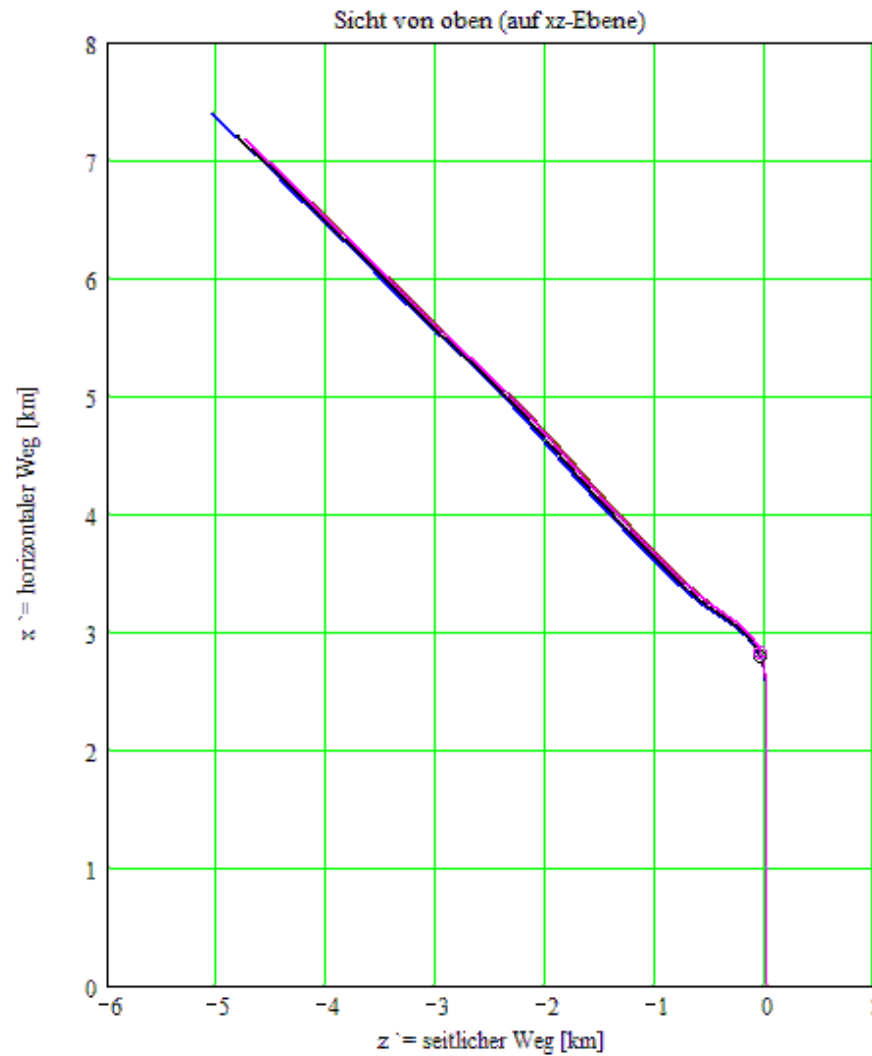


Darstellung der Windvektoren (vom Zentrum nach aussen laufend!)

Dunkelflug für Hauptfragment

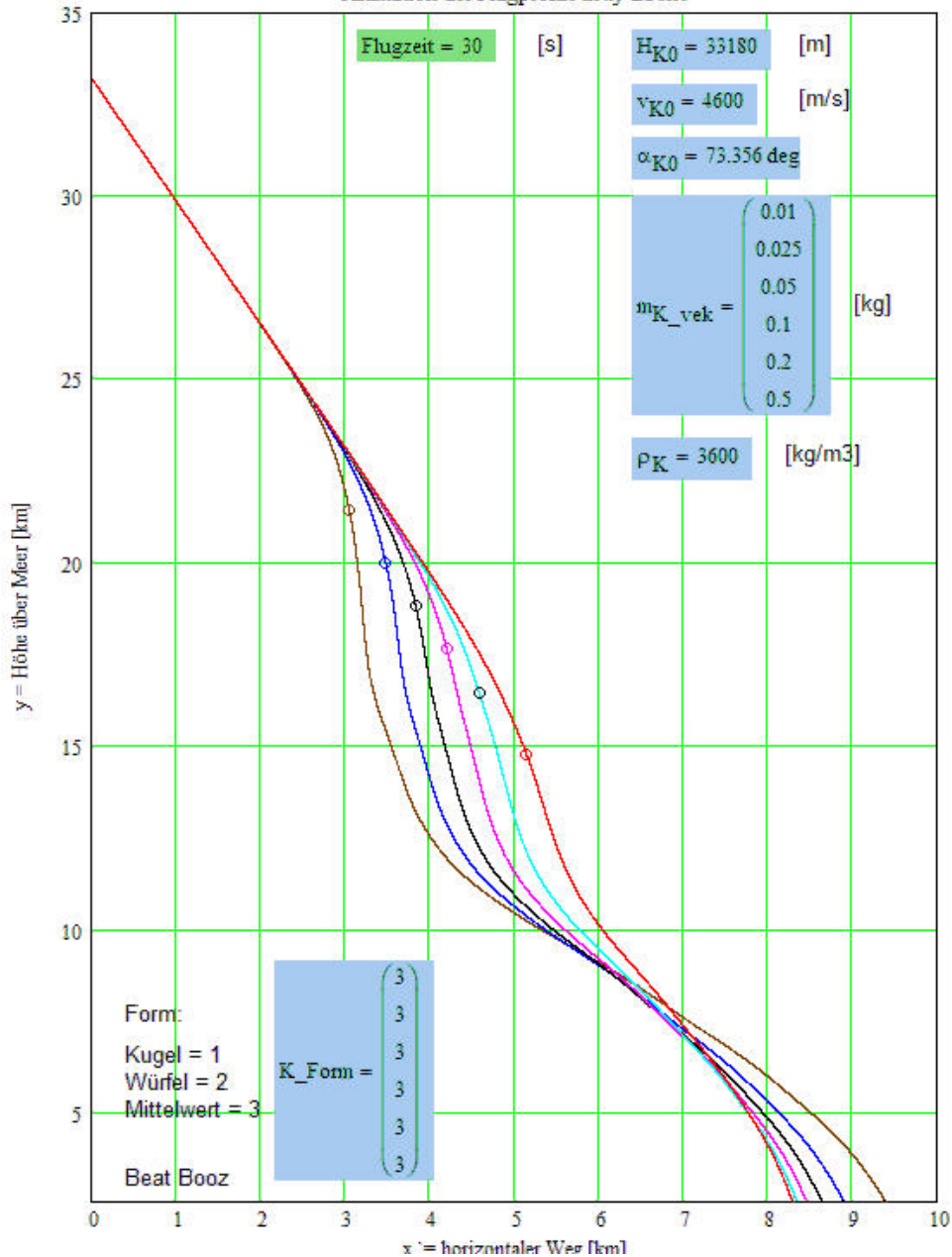


Dunkelflug für Hauptfragment

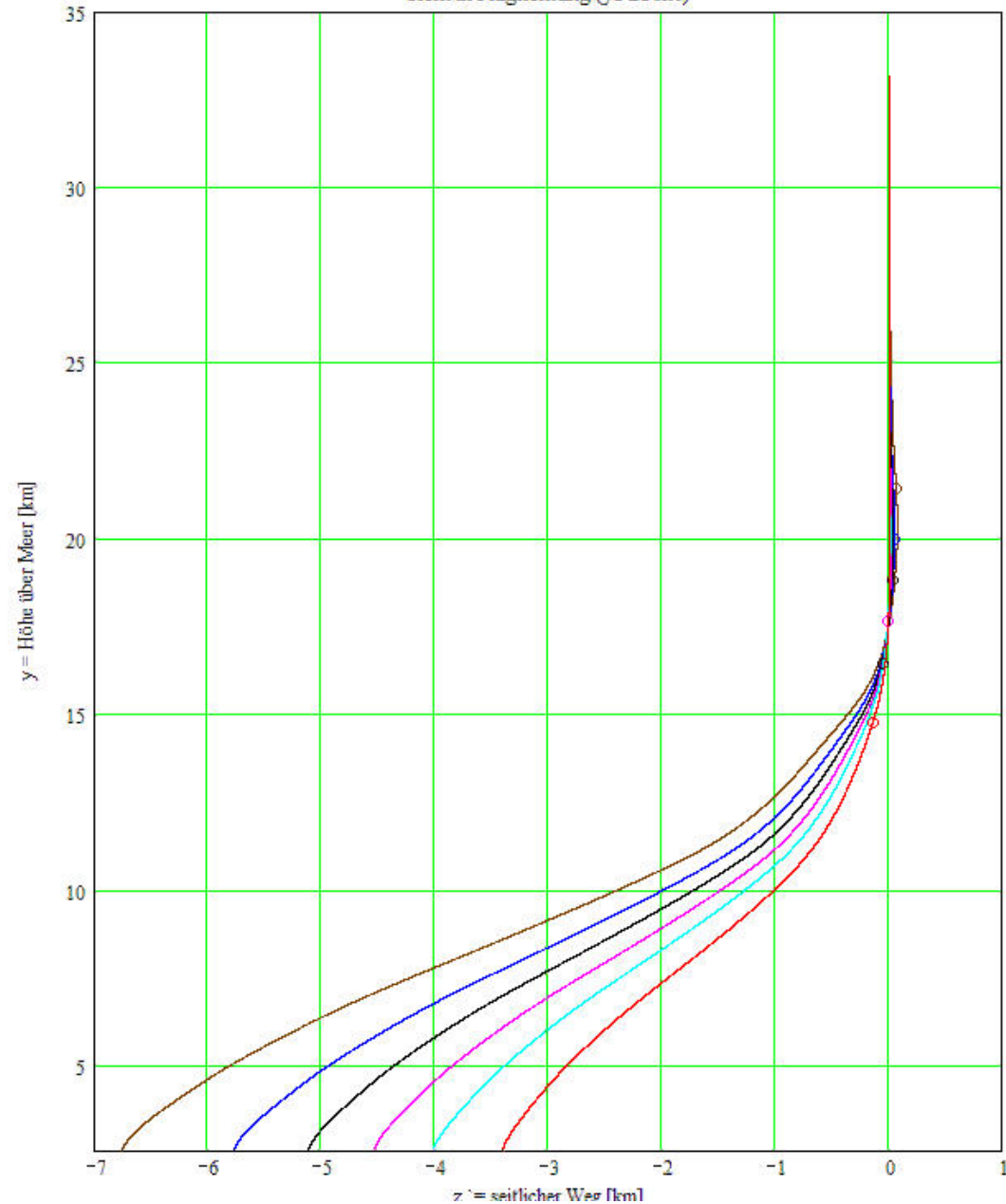


Dunkelflug für Fragment 2

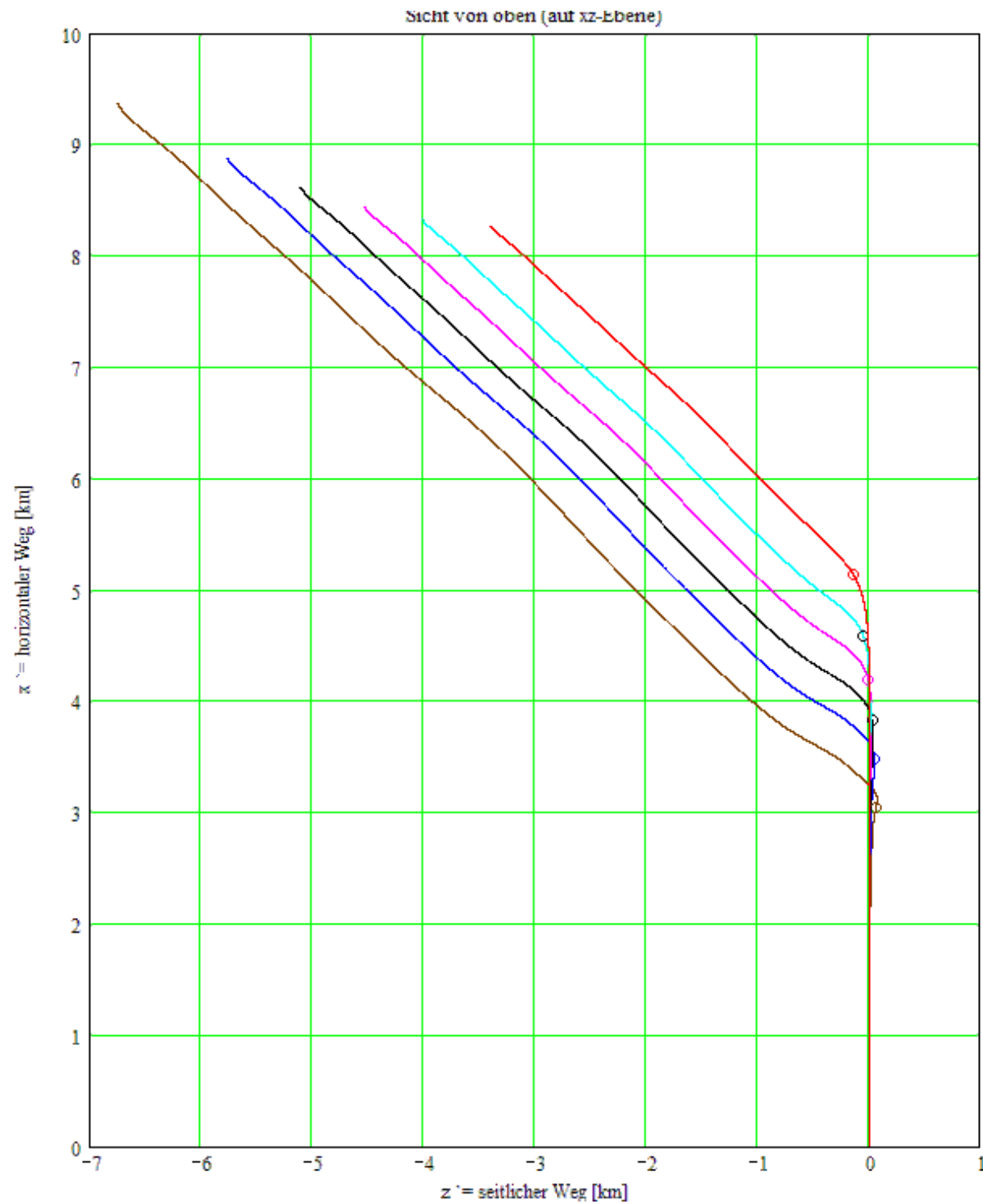
Animation der Flugprofile in xy-Ebene



Sicht in Flugrichtung (yz-Ebene)



Dunkelflug für Fragment 2



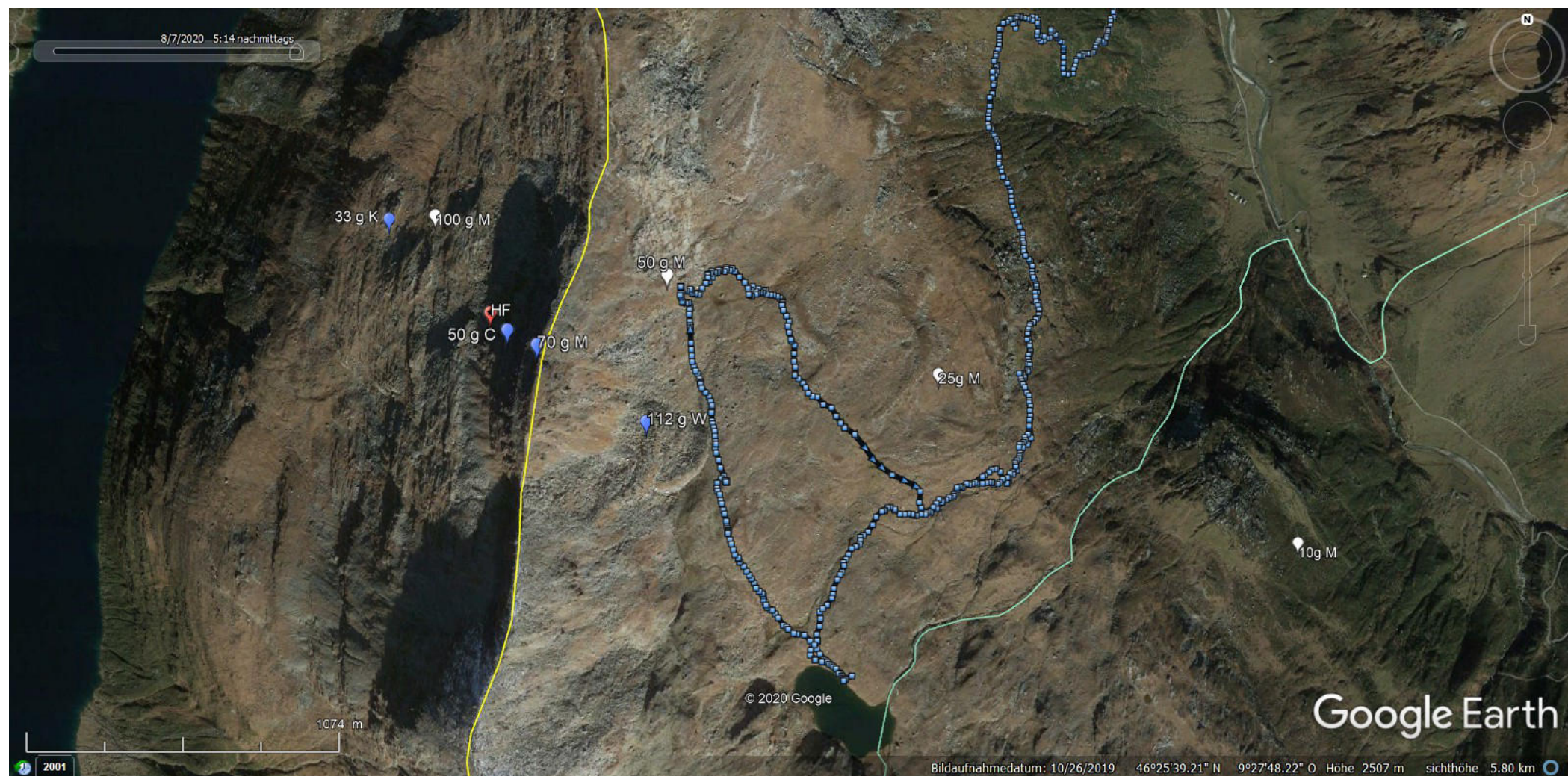
Trajektorie mit Suchgebiet



Suchgebiet



Suchgebiet



Meteoritensuche



Meteoritensuche



Meteoritensuche



Meteoritensuche



Meteoritensuche



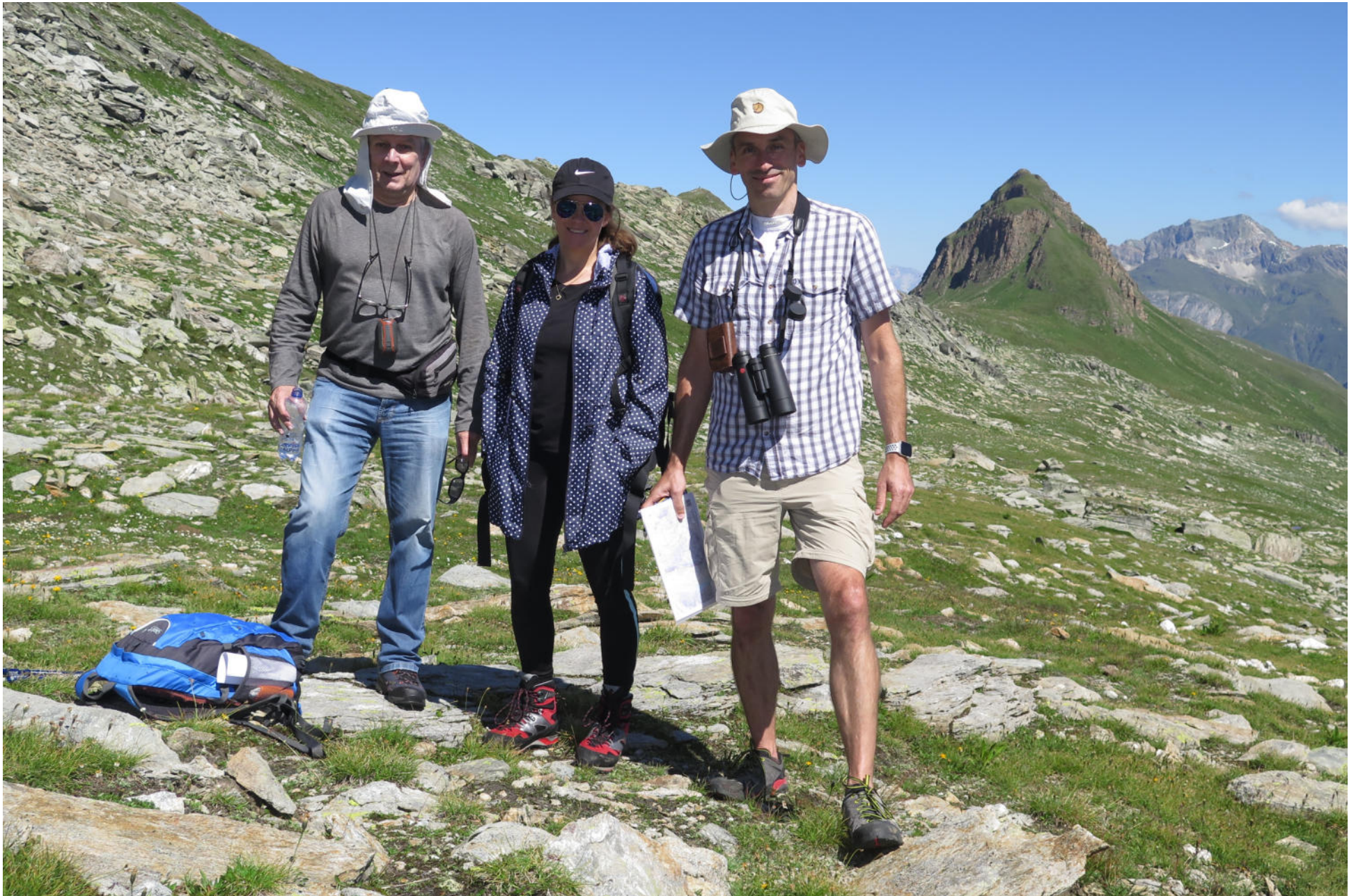
Meteoritensuche



Meteoritensuche



Meteoritensuche



Meteoritensuche

Schön war es ja! – aber ACHTUNG!

Meteoritensuche kann sehr gefährlich sein, wie man auf der folgenden Folie deutlich sieht.

Ein Glück, dass sie überlebt haben...

Meteoritensuche



Bis zum nächsten mal!

Vielen Dank an alle die mit ihrer wertvollen Arbeit dazu beigetragen haben, dass so eine Suche überhaupt möglich wurde!!

Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!

