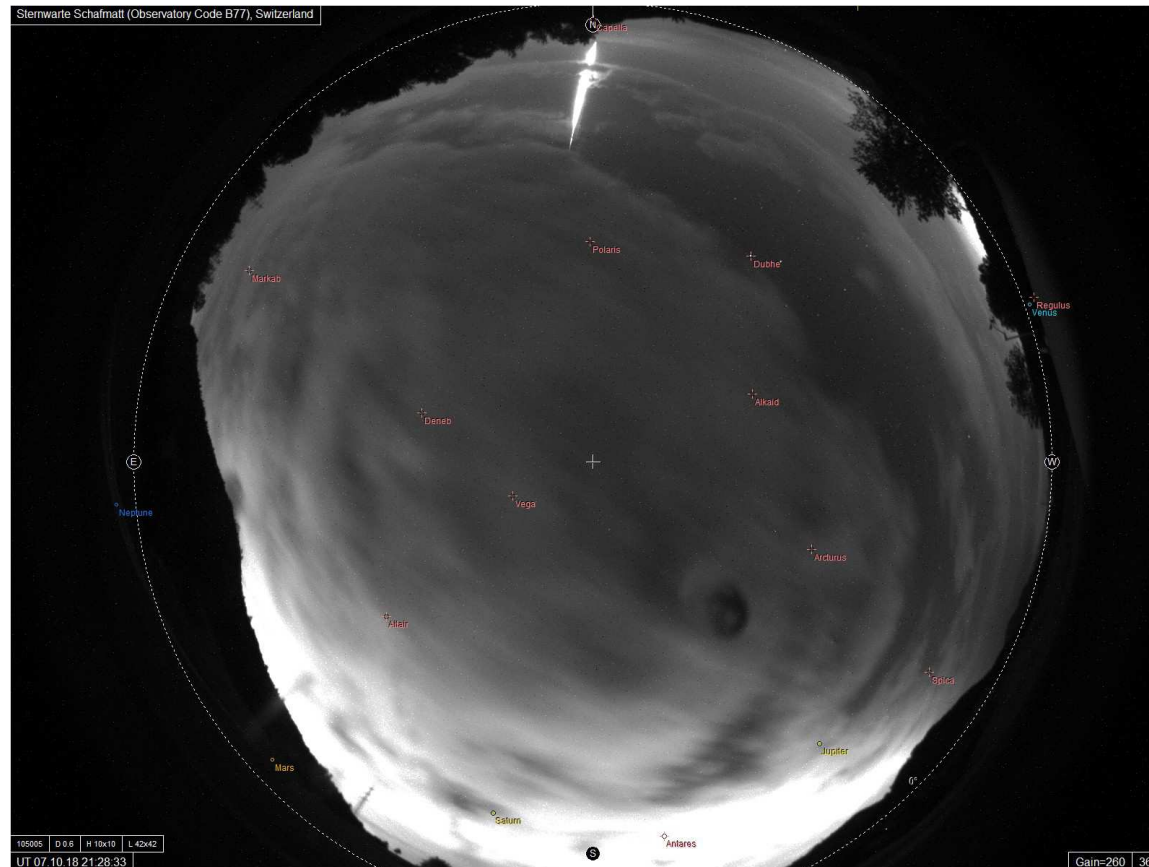


Der Meteoritenfall von Renchen vom 10. Juli 2018



Autor und Referent: Beat Booz, Frick 12.10.2019

Themenübersicht

- Fallumstände und Registrierungen
- Ergebnisse Trajektorienberechnungen
- Ergebnisse Dunkelflugberechnungen
- Meteoritensuche
- Streufeldvergleich und Interpretation
- Meteoritenfunde
- Schluss-Fazit

Alarm-Meldung

Am Abend des 10. Juli 2018 um 21h 29m 48-53s UT wurde eine helle Feuerkugel beobachtet.

Die erste Meldung betreffend dieses Ereignisses, traf am 12.7.2018 um 6h34m MESZ per E-mail von Dieter Heinlein (DLR) bei mir und Jonas ein.

Jonas alarmierte darauf umgehend die FMA.

Folgende FMA-Aufzeichnungen lagen vor:

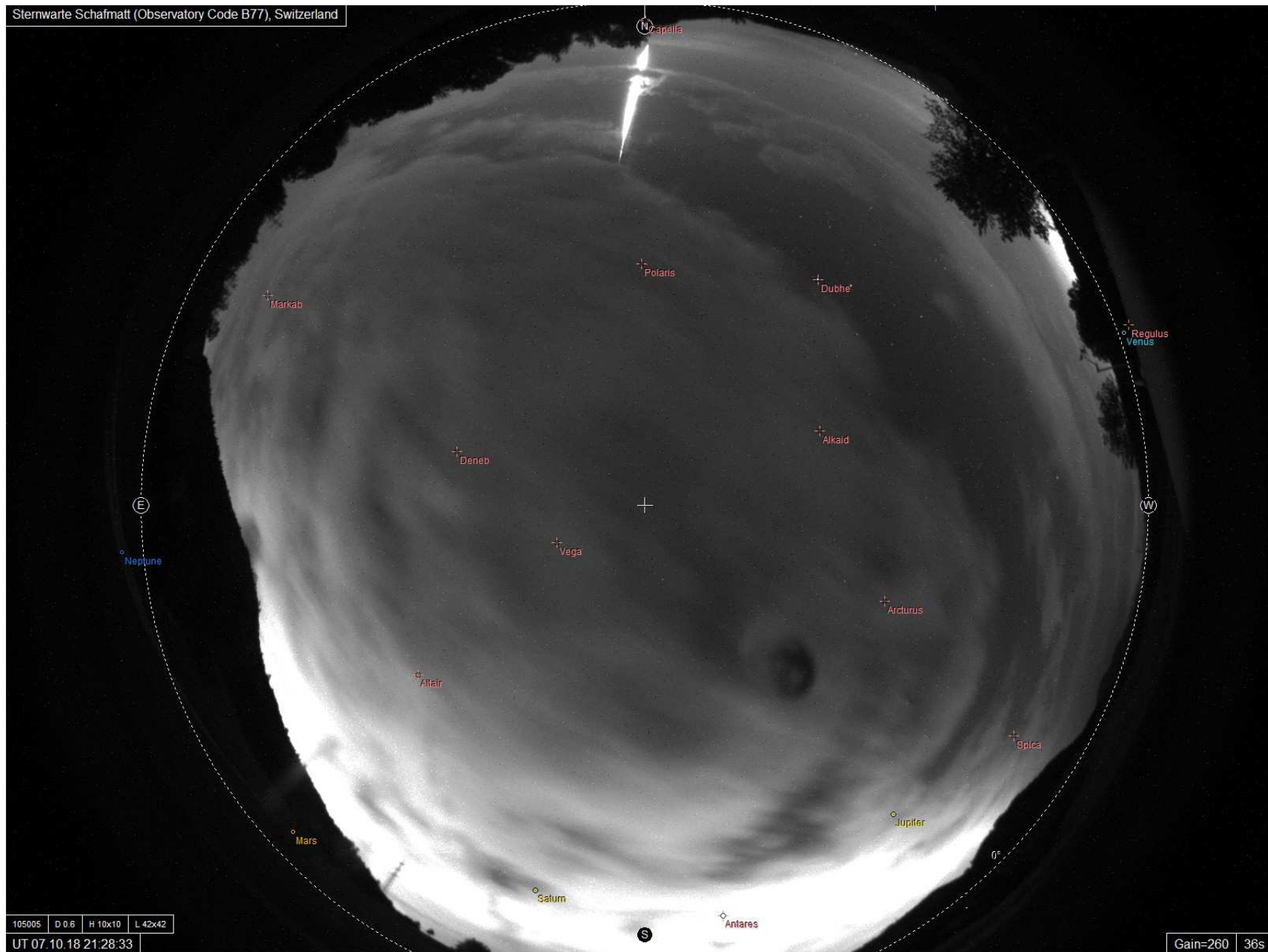
SCH: AllSky-Kamera mit vollständiger Spur.

VTE: Leider hinter den Wolken, lediglich der Helligkeits-Blitz ist sichtbar.

SON: Spur undeutlich durch Wolken hindurch sichtbar (erkannt am 15.7. von Jonas, jedoch keine Vermessung möglich, da das Masterbild der Kamera noch fehlte).

Fazit: Leider nur 1 vermessbare Registrierung und keine auswertbaren Geschwindigkeits-Daten (xml) vorhanden!

SCH

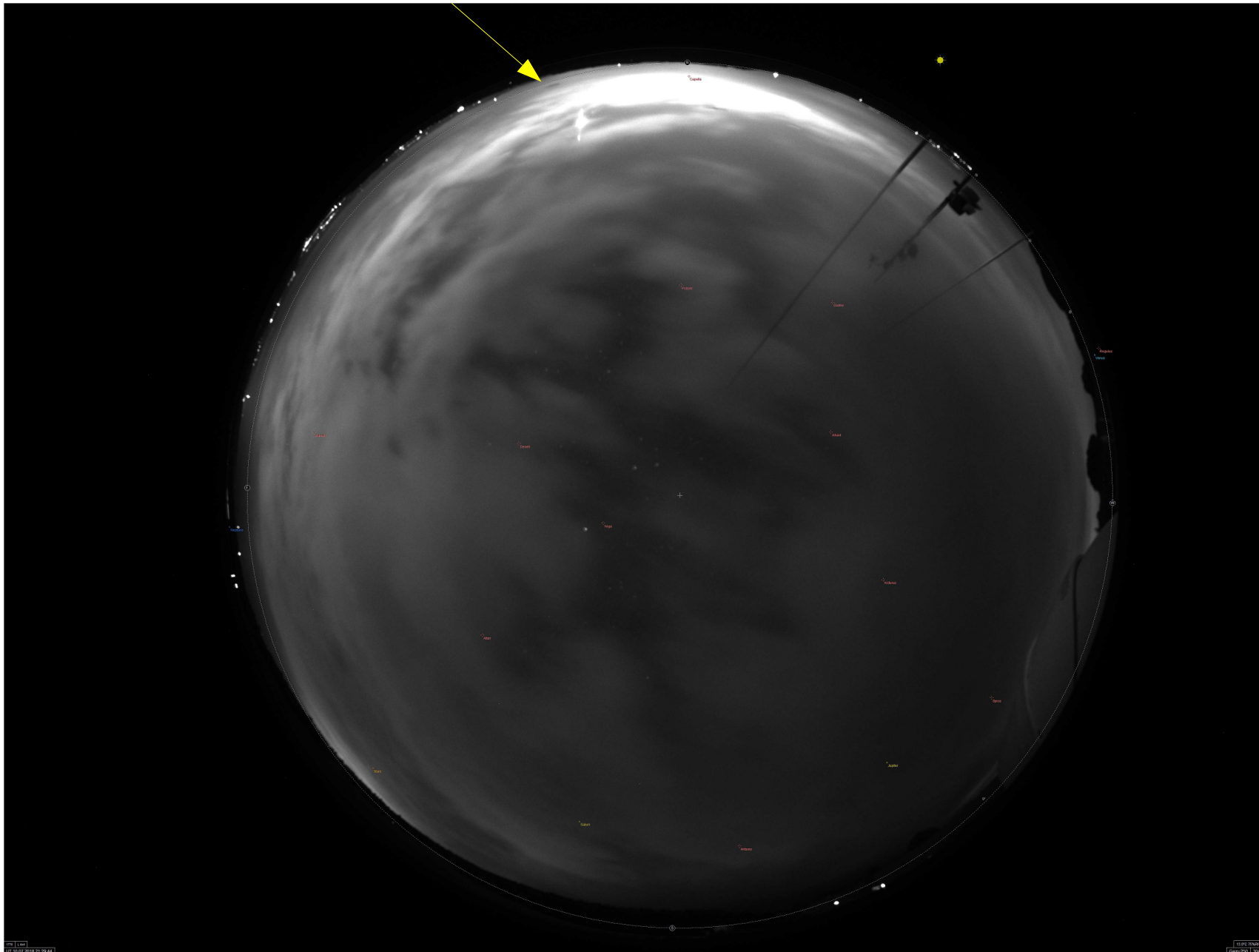


Meteoritenfall Renchen, Beat Booz, 12.10.2019

VTE



SON



Weitere Registrierungen

Zum Glück gab es noch weitere verfügbare Aufzeichnungen:

ASZ-2 (Schwarzenberg):

Sony A7S -> mp4 und xml. (Von Rene Zinke)

Chaligny (BOAM):

-> mp4 und xml (Homepage BOAM)

Karlsruhe-Knielingen:

All-Sky-Kamera von Uwe Baron (Foto vom www, Standort konnte ermittelt werden, eigene Koordinatenvermessung der Feuerkugel mittels Referenzsternen nach dem Schlesinger-Verfahren).

ASZ-2

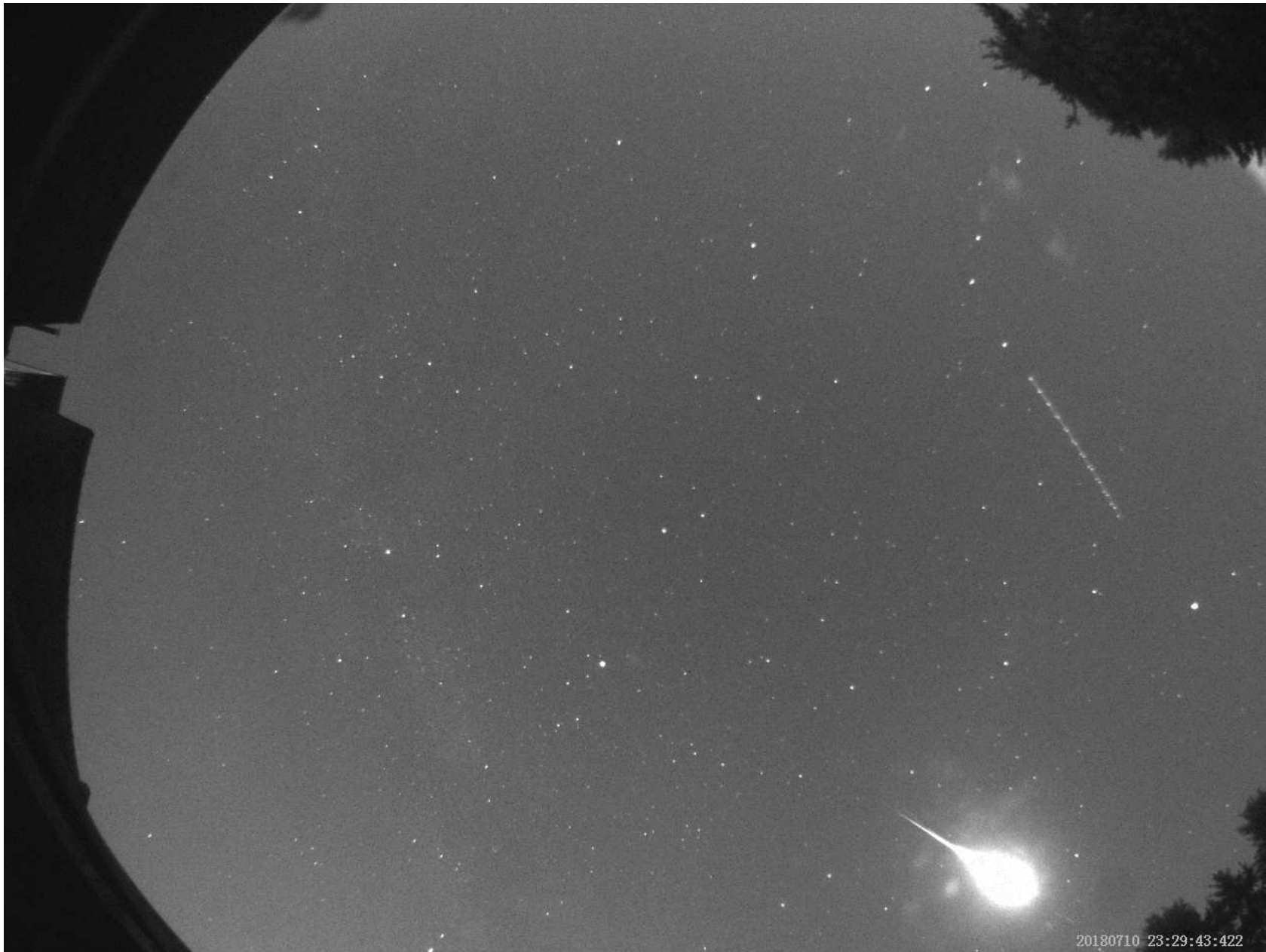


2018/07/10 21:29:49.9 UTC ASZ-2 SONY A7S UFOcaptureHD2

Chaligny



Karlsruhe-Knielingen



Weitere Registrierungen

Weitere Aufzeichnungen aus Deutschland und v.a. aus Tschechien waren vorhanden, standen mir aber leider für eine Auswertung nicht zur Verfügung.

Osenbach:

Digitale All-Sky-Kamera (DLR) -> Daten von D. Heinlein erhalten (17.7.). Leider kein Masterbild.

Gernsbach:

All-Sky-Kamera (DLR) -> (war sehr nahe am Ereignis dran, jedoch keine Daten erhalten)

Auf Anfrage von D. Heinlein sendete ihm Jonas am 18.7. die All-Sky-Aufnahme von SCH, mit mehreren zusätzlichen Bildern aus jener Nacht (für Kalibrierung!). Diese wurde zwecks Vermessung und Auswertung an Pavel Spurny weitergeleitet. Die SCH-Registrierung war deshalb sehr wertvoll, weil sie das Ende der Leuchtspur zeigte, und diese nicht überbelichtet war.

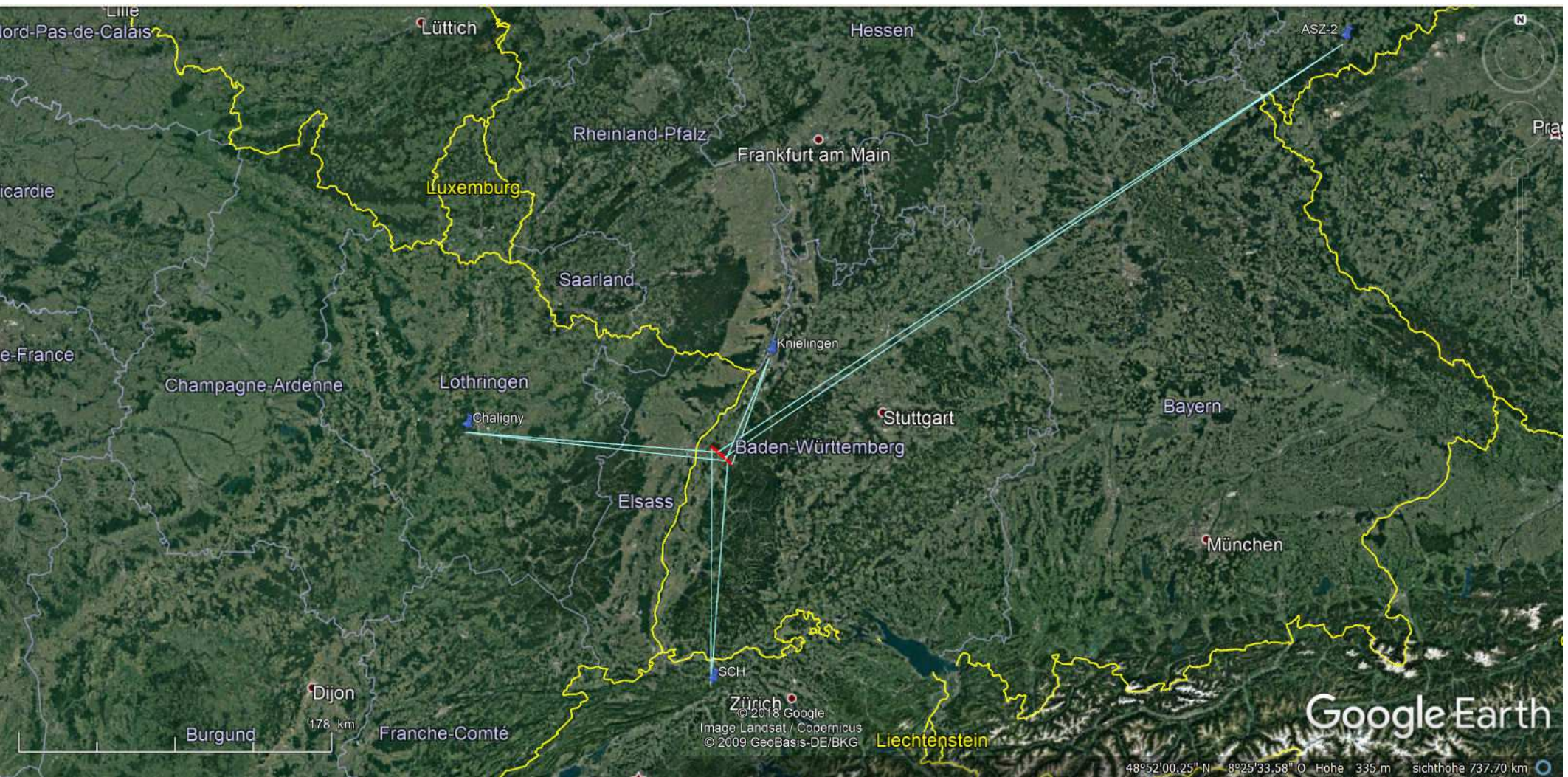
1. Berechnung mit 4 Stationen

Basierend auf den vier mir zur Verfügung stehenden Stationen (**SCH, Chaligny, ASZ-2 und Karlsruhe**), wurde die **mittlere Trajektorie und der Dunkelflug berechnet**.

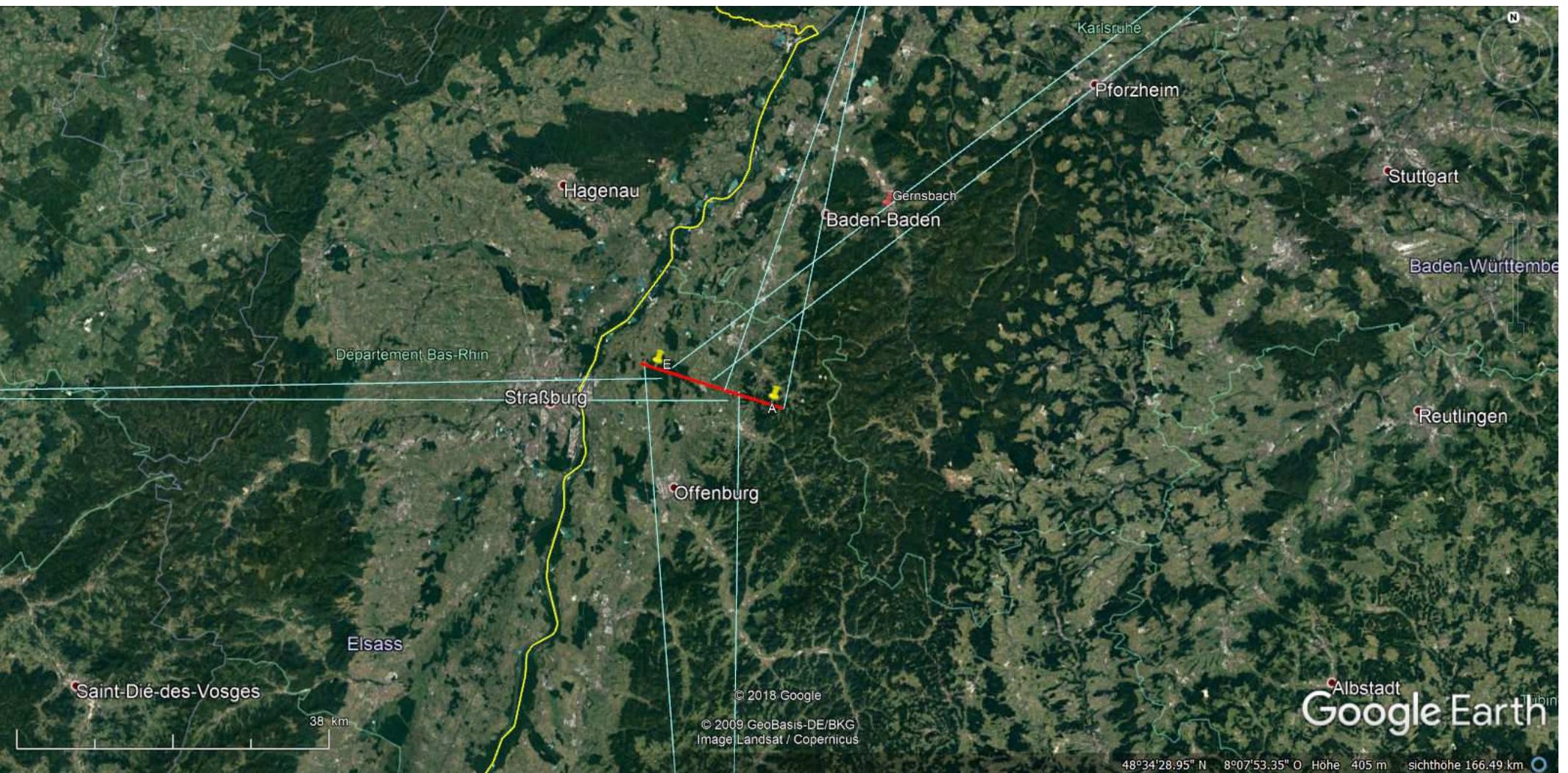
Leider liessen die generierten xml-Daten der Kameras von Chaligny und ASZ-2 **keine hinreichend genaue** Berechnung der Ablationsphase und der **Endgeschwindigkeit** zu (Wolken, grosse Distanz). Deshalb wurden für die Simulation des Dunkelfluges Annahmen für plausible Endmassen getroffen. Da auch keine exakten **Wetterdaten**, spezifisch für den Fallort zur Verfügung standen, wurde der am nächsten liegende Ort **Stuttgart**, von welchem **Ballon-Sonden-Daten** verfügbar waren, für die Berechnung des Dunkelfluges verwendet.

Am späten Abend des **18.7.** hatte ich das mögliche **Fallgebiet ermittelt**. Am **19.7.** startete ich einen **Such-Aufruf** innerhalb der Interessensgruppe der FMA.

1. Berechnung mit 4 Stationen



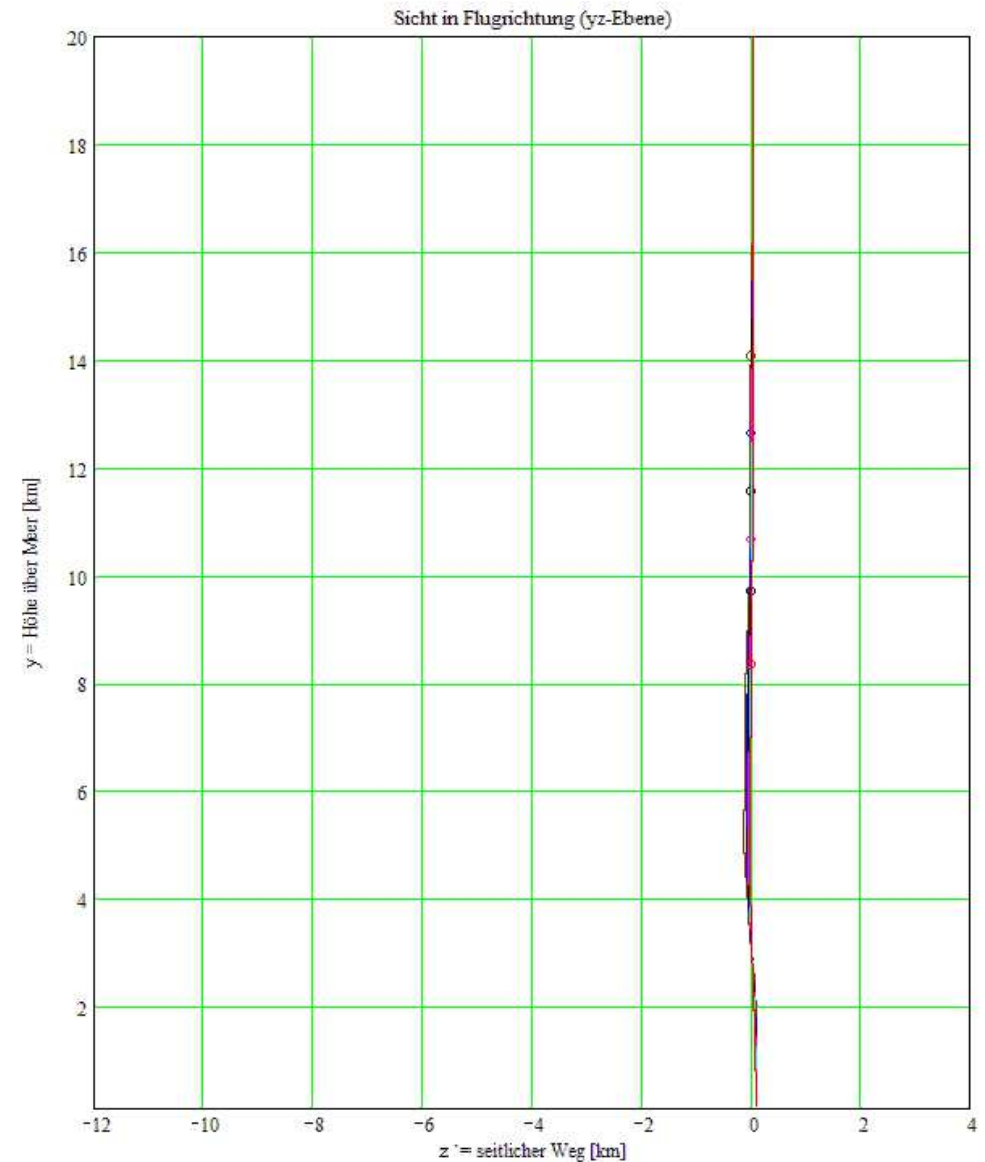
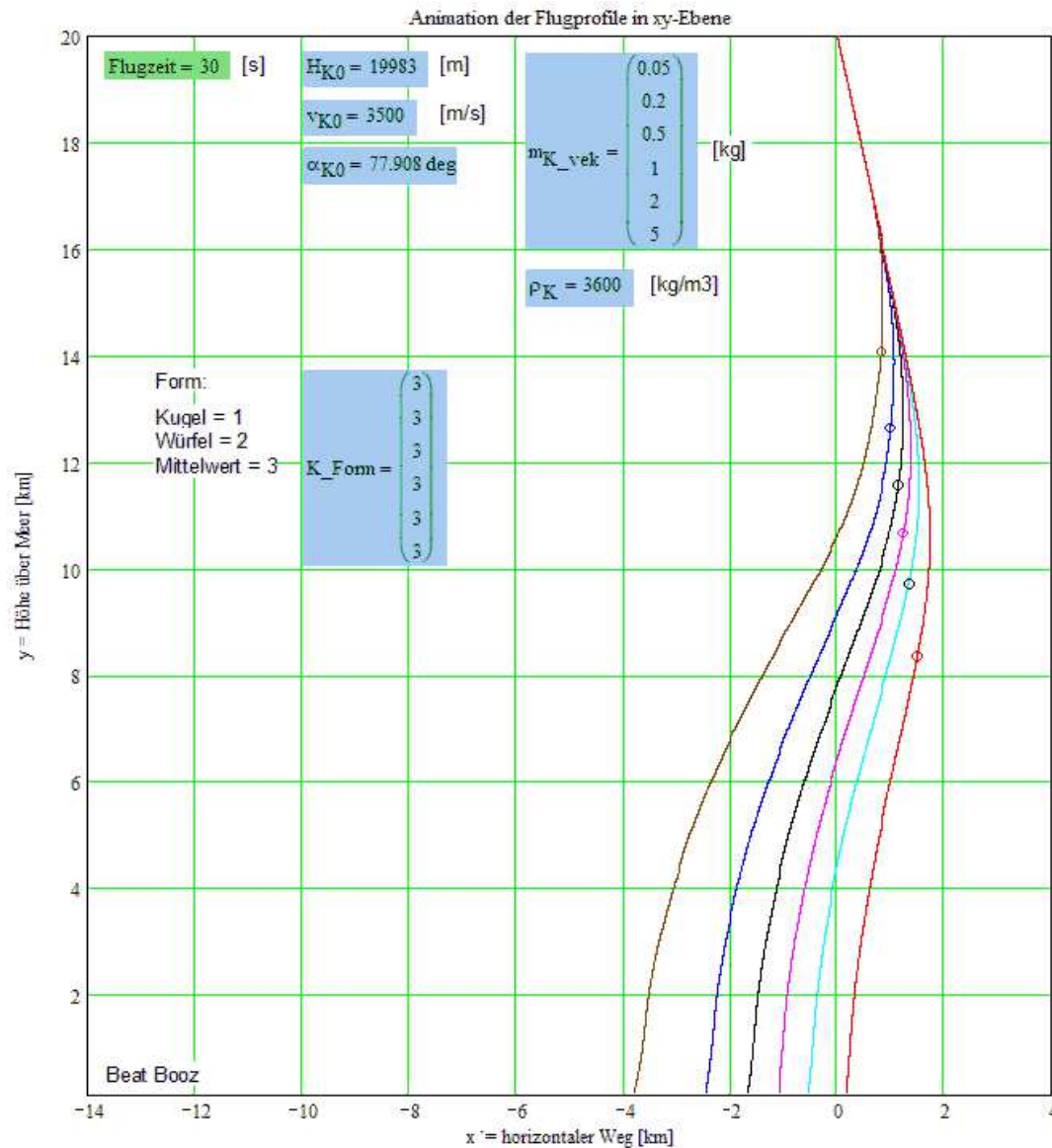
1. Berechnung mit 4 Stationen



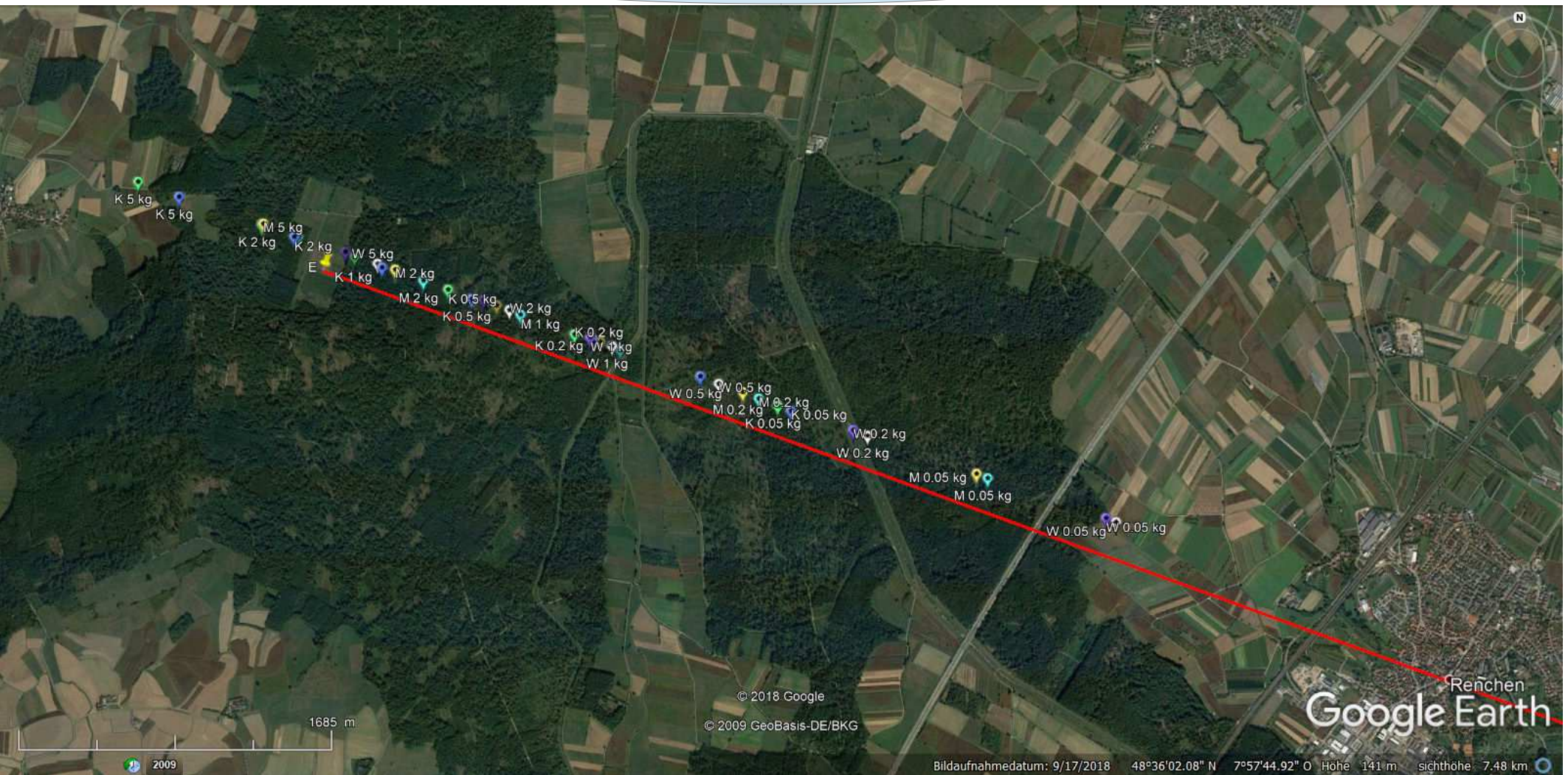
1. Berechnung mit 4 Stationen



1. Berechnung - Dunkelflug mit Wetterdaten Stuttgart



1. Berechnung - Streufeld mit Wetterdaten Stuttgart



1. Berechnung - Streufeld

Suche am 22.7.2018



Fotos von der Suche am 22.7.2018



Fotos von der Suche am 22.7.2018



Fotos von der Suche am 22.7.2018



Fotos von der Suche am 22.7.2018



Streufeldvergleich

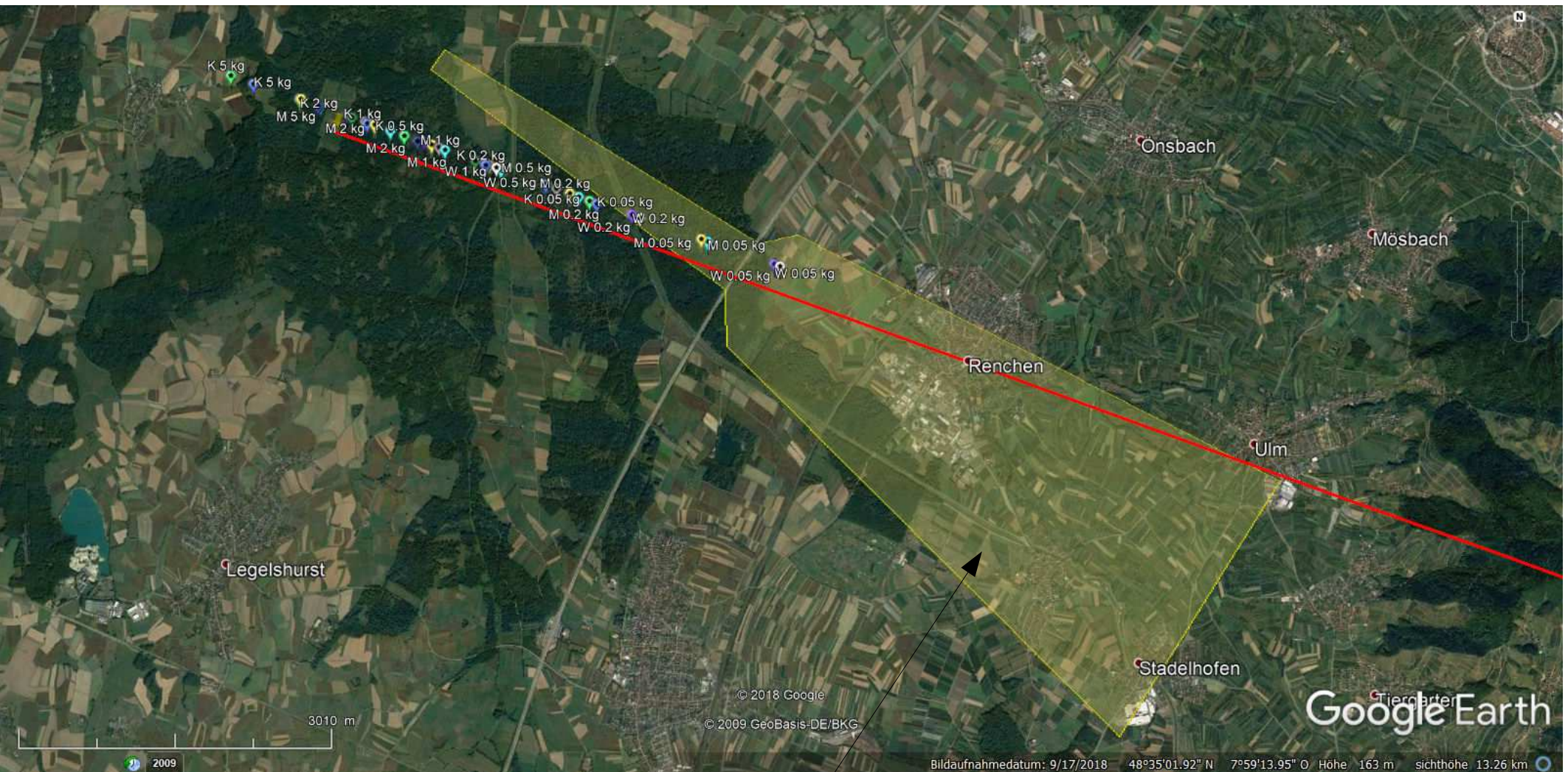
Am 8.8. waren gemäss D. Heinlein **die finalen Berechnungen von Pavel Spurny abgeschlossen.**

Am 9.8. wurden dann von D. Heinlein die ersten versierten **Sucher ins Fallgebiet** entsandt.

Dieter fragte mich nach der **Vergleichsmöglichkeit** der berechneten **Streufelder**. Darauf tauschten wir unsere Streufeld-Informationen gegenseitig aus.

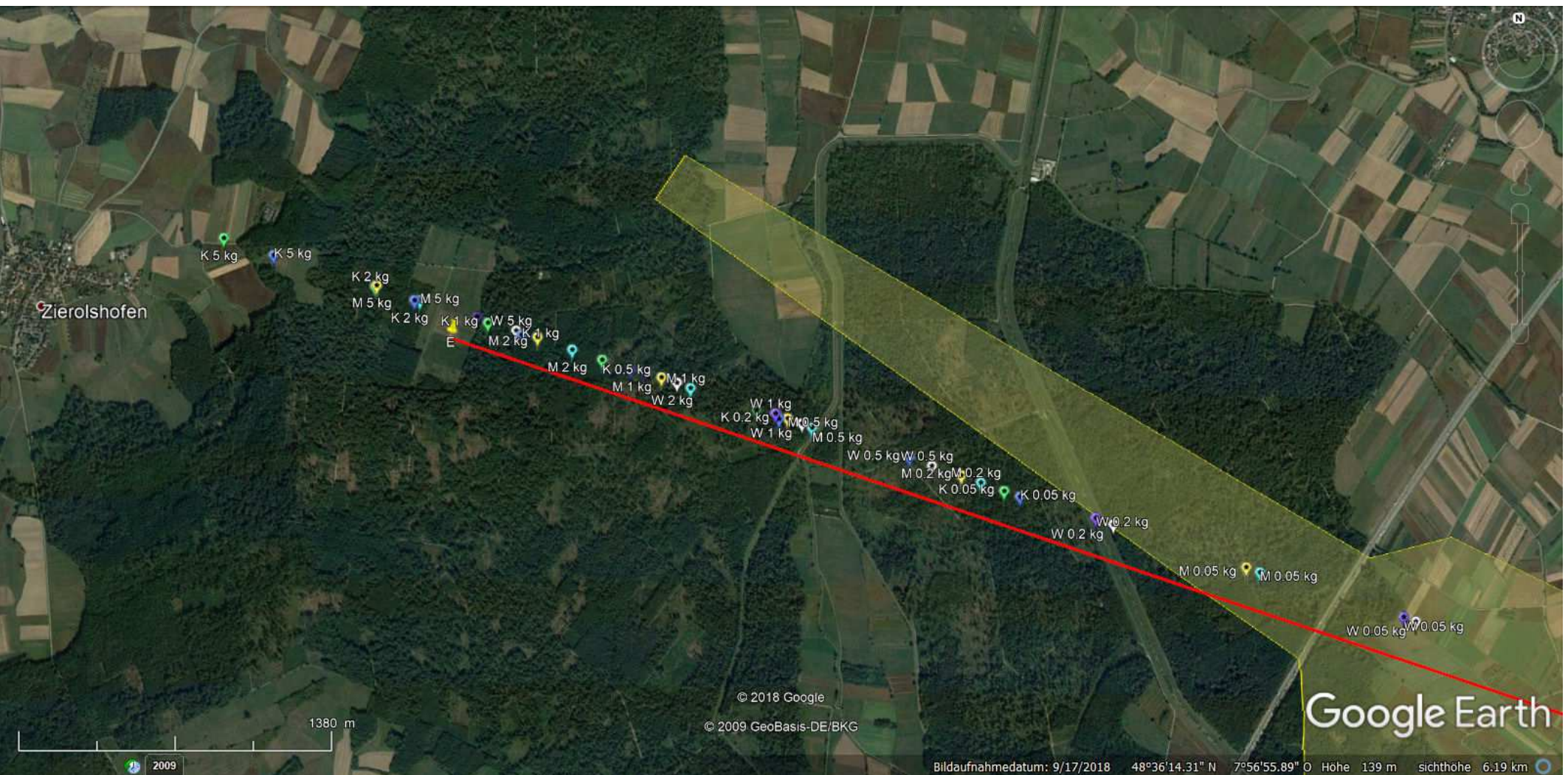
Dieter gratulierte mir danach zur guten Übereinstimmung des Streufeldes mit demjenigen von Pavel Spurny. Für mich waren die vorhandenen Abweichungen jedoch zu gross. Deshalb suchte ich nach möglichen Ursachen, welche dies erklären konnten.

Streufeldvergleich



Streufeld Spurny

Streufeldvergleich



1. Ursache für die Abweichung

Beim Vergleichen der Beobachtungsdaten aller vier Stationen fiel mir auf, dass **Chaligny** im Vergleich zu den anderen drei Orten, eine merklich **grössere Abweichung zur mittleren Trajektorie** aufwies.

Aus diesem Grunde führte ich **Berechnungen mit zwei und drei Stationen** (ohne Berücksichtigung der Chaligny-Daten) aus. Es zeigte sich dabei, dass alle einzelnen Trajektorien-Kombinationen eine **viel bessere Übereinstimmung** ergaben. Deshalb fasste ich den Entschluss Chaligny nicht mehr in die Berechnung mit einzubeziehen.

Die nur noch aus drei Stationen **neu berechnete mittlere Trajektorie** kam etwa **1.3 km weiter nördlich** zu liegen! Diese wurde nun auch als der neue **Startort** für die **Dunkelflug-Berechnung** verwendet.

1. Ursache für die Abweichung

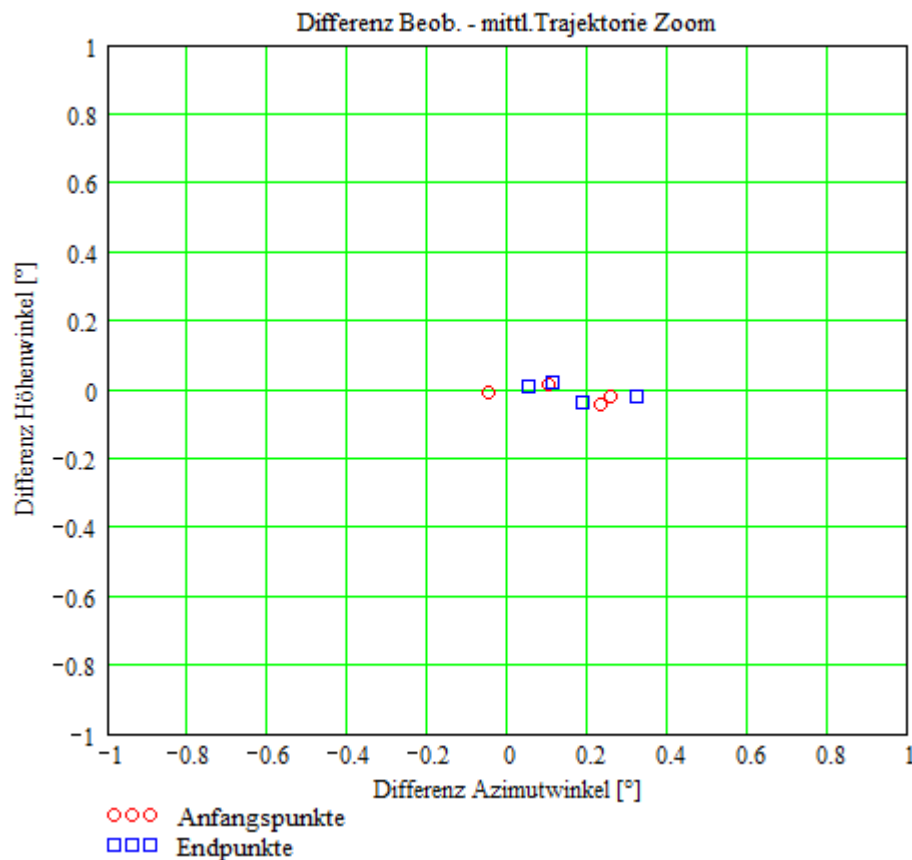
Differenz der mittleren Trajektorie aus 4 Stationen:

Vorhandene Indexpaarungen:
(Zahl vor Schrägstrich = Orte 1
Zahl nach Schrägstrich = Orte 2)

Auswahl für die
Berechnung der
mittleren Trajektorie:

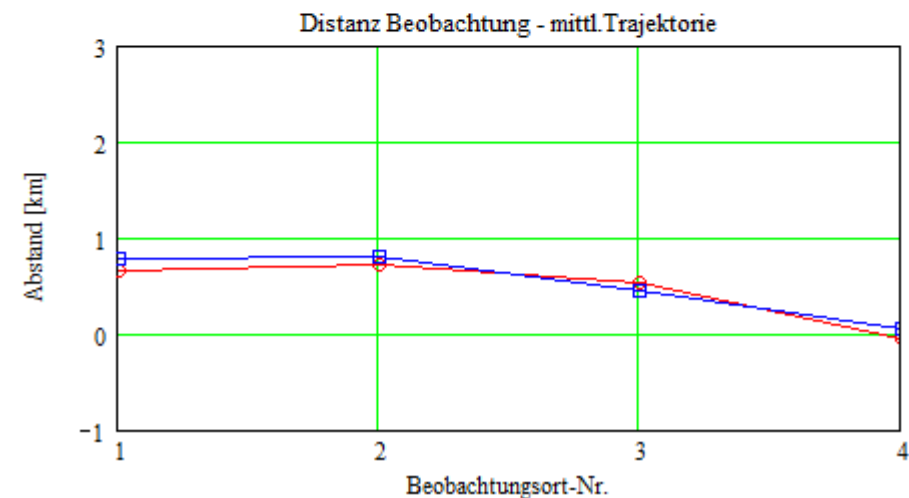
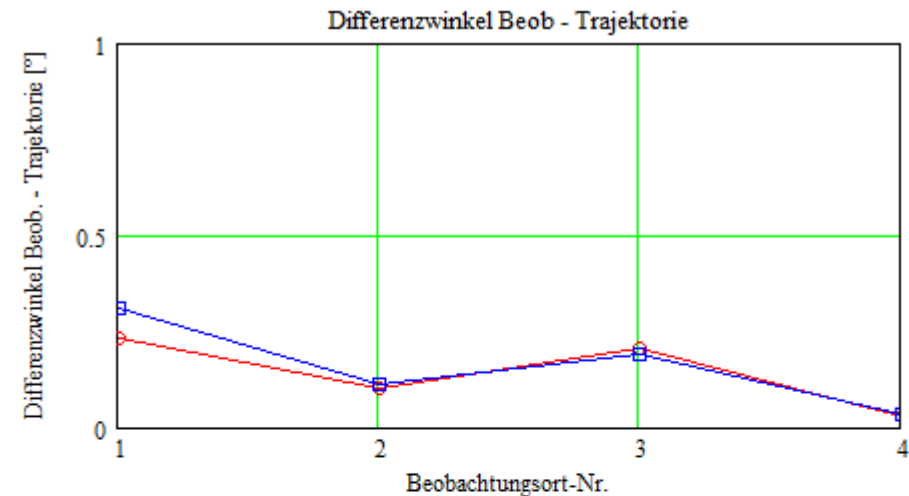
IndPaar = $\begin{pmatrix} "1 / 2" \\ "1 / 3" \\ "1 / 4" \\ "2 / 3" \\ "2 / 4" \\ "3 / 4" \end{pmatrix}$

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



Nr. Stat.-Id. Beobachtungsort

1	"Chaligny"	"BOAM Chaligny"
2	"ASZ-2"	"ASZ-2"
3	"SCH"	"Sternwarte Schafmatt"
4	"Karlsruhe-Knielingen"	"Uwe Baron"



1. Ursache für die Abweichung

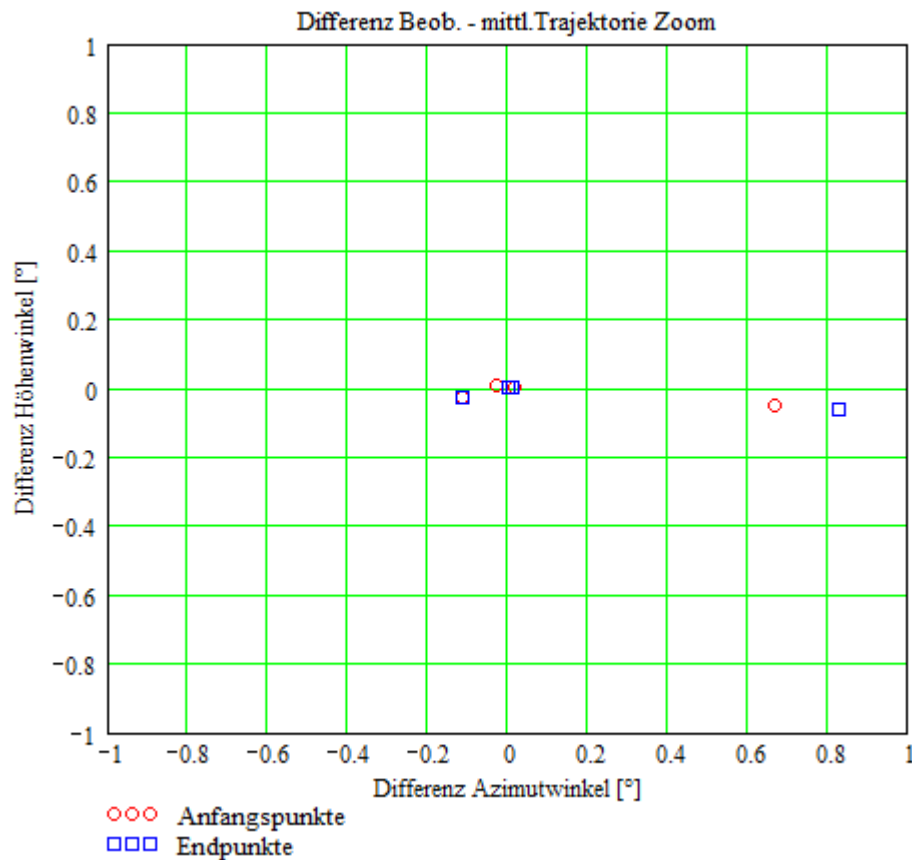
Differenz der mittleren Trajektorie aus 3 Stationen:

Vorhandene Indexpaarungen:
(Zahl vor Schrägstrich = Orte 1
Zahl nach Schrägstrich = Orte 2)

Auswahl für die
Berechnung der
mittleren Trajektorie:

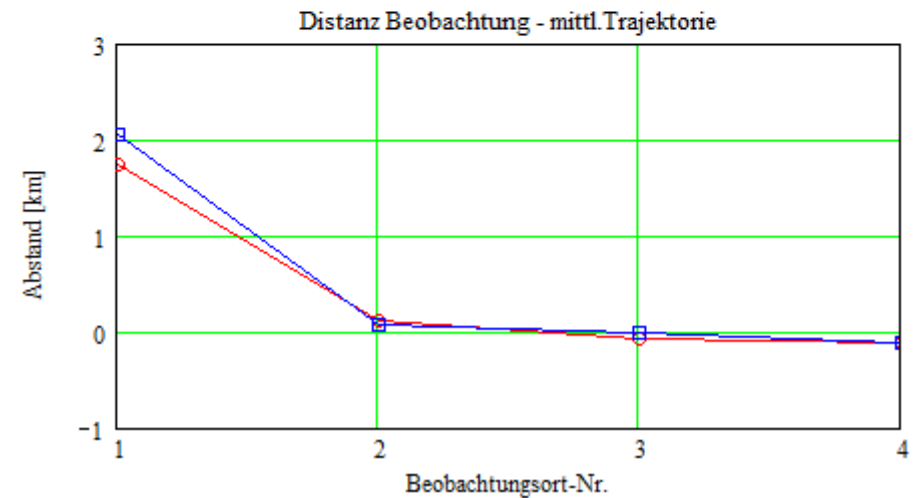
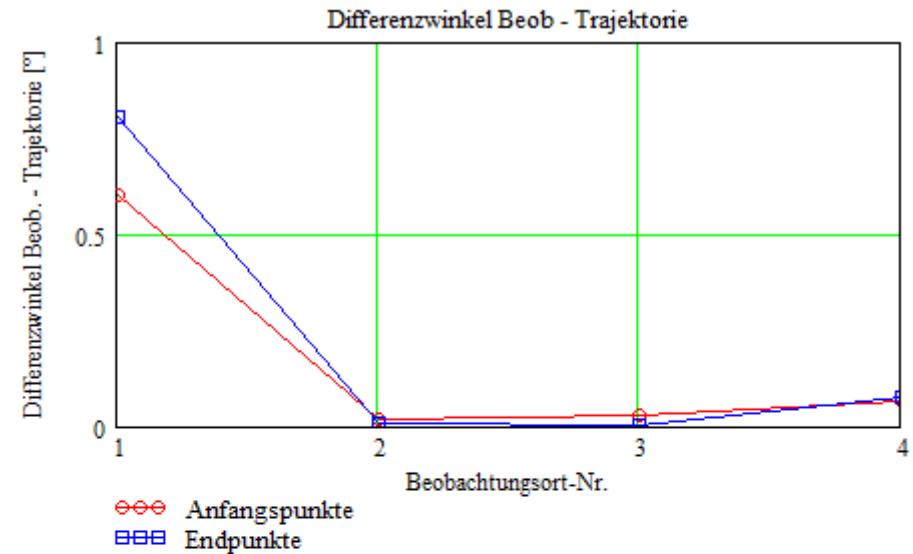
IndPaar = $\begin{pmatrix} "1 / 2" \\ "1 / 3" \\ "1 / 4" \\ "2 / 3" \\ "2 / 4" \\ "3 / 4" \end{pmatrix}$

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



Nr. Stat.-Id. Beobachtungsort

1	"Chaligny"	"BOAM Chaligny"
2	"ASZ-2"	"ASZ-2"
3	"SCH"	"Sternwarte Schafmatt"
4	"Karlsruhe-Knielingen"	"Uwe Baron"



2. Ursache für die Abweichung

Diese war in den verwendeten Wetterdaten von Stuttgart zu finden.

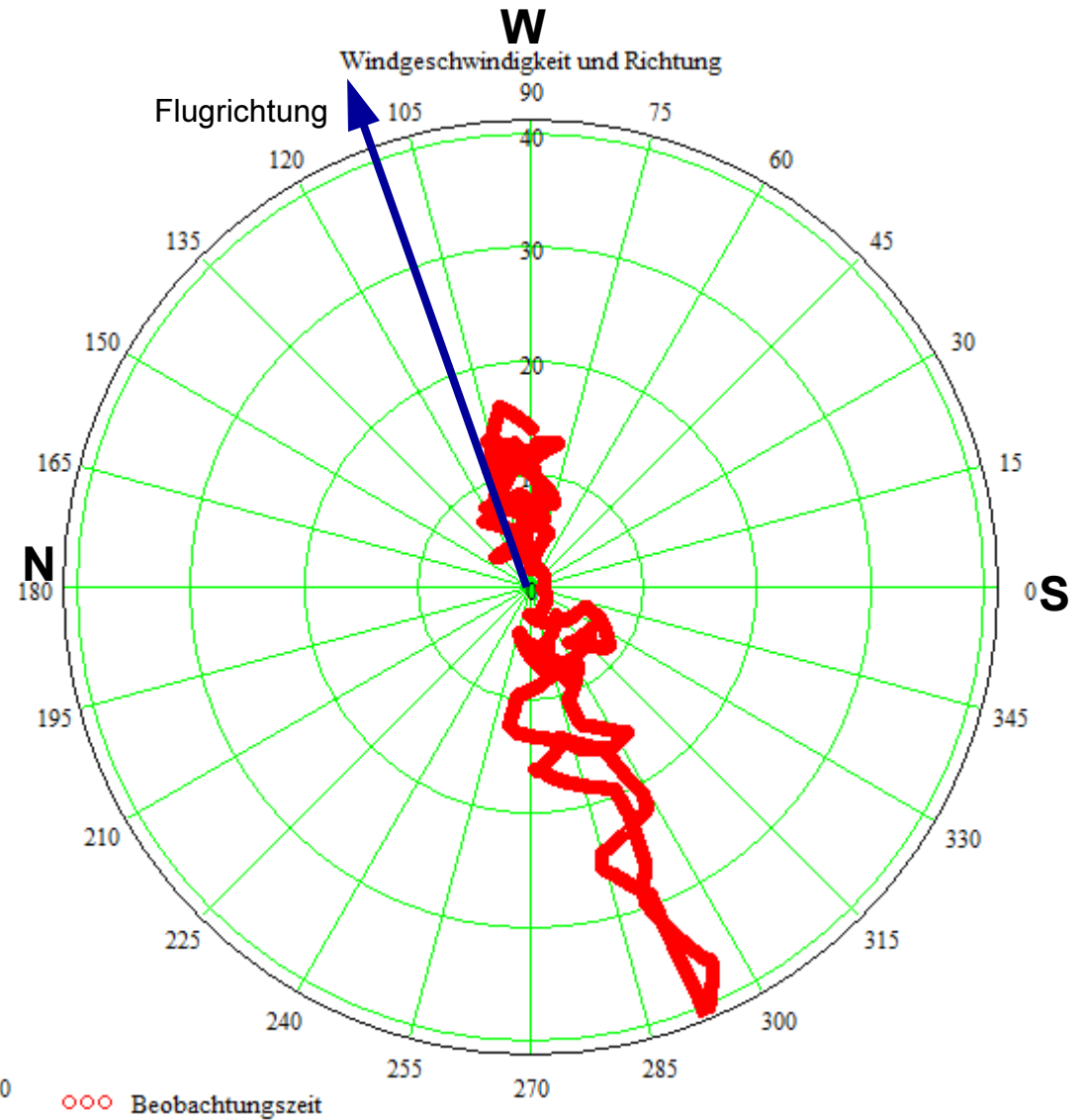
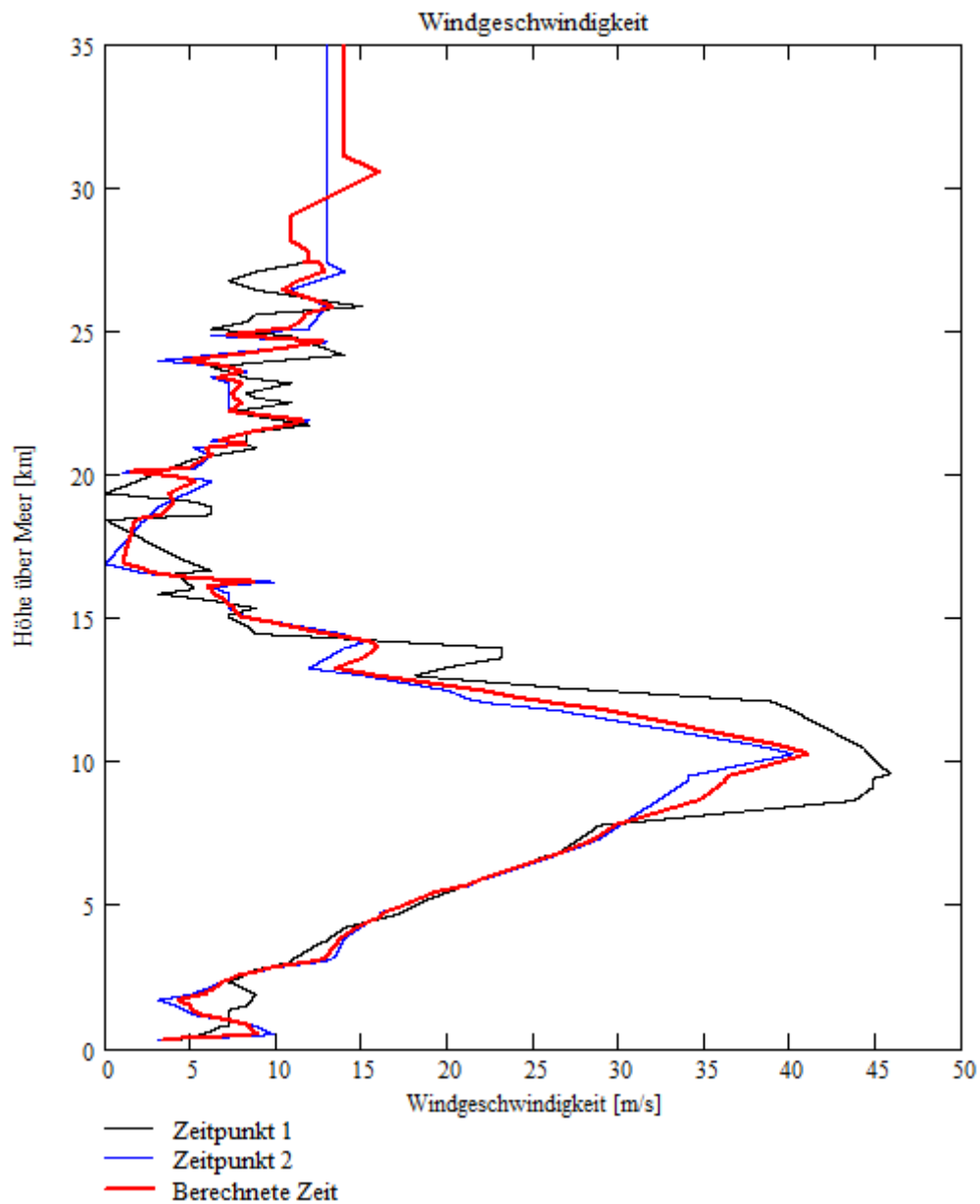
Stuttgart wurde bisher verwendet, weil dieser Ort am nächsten zur Trajektorie lag.

Zum Vergleich führte ich, **zusätzlich zu Stuttgart**, eine **Berechnung** des Dunkelfluges **mit den Wetterdaten von Idar-Oberstein** durch.

Es zeigte sich, dass die Windverhältnisse zwischen diesen Orten zum Fall-Zeitpunkt zu stark variierten. Somit war auch klar, dass die realen Windverhältnisse am Fallort (geografisch dazwischen liegend) wohl nicht den realen entsprachen.

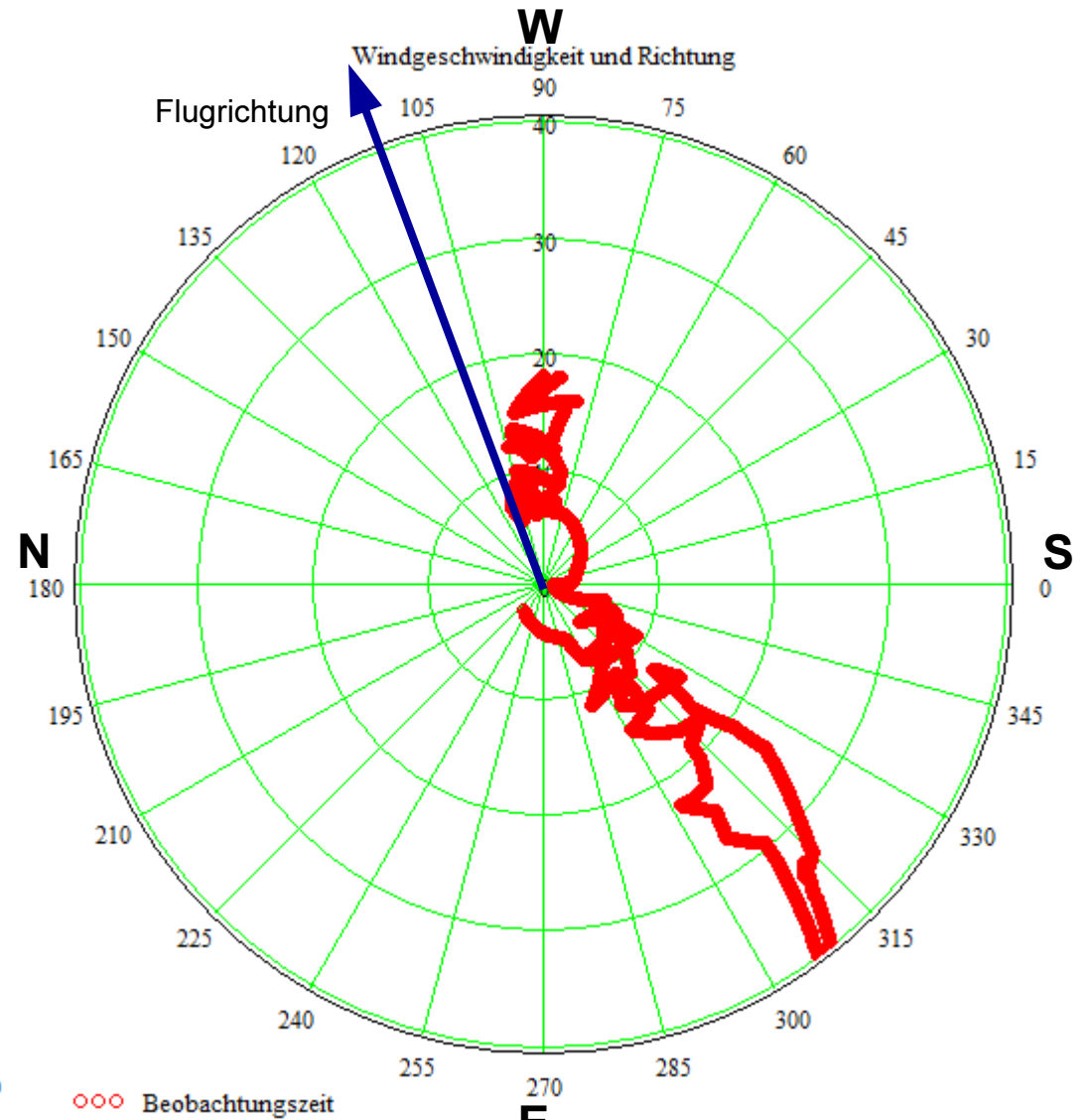
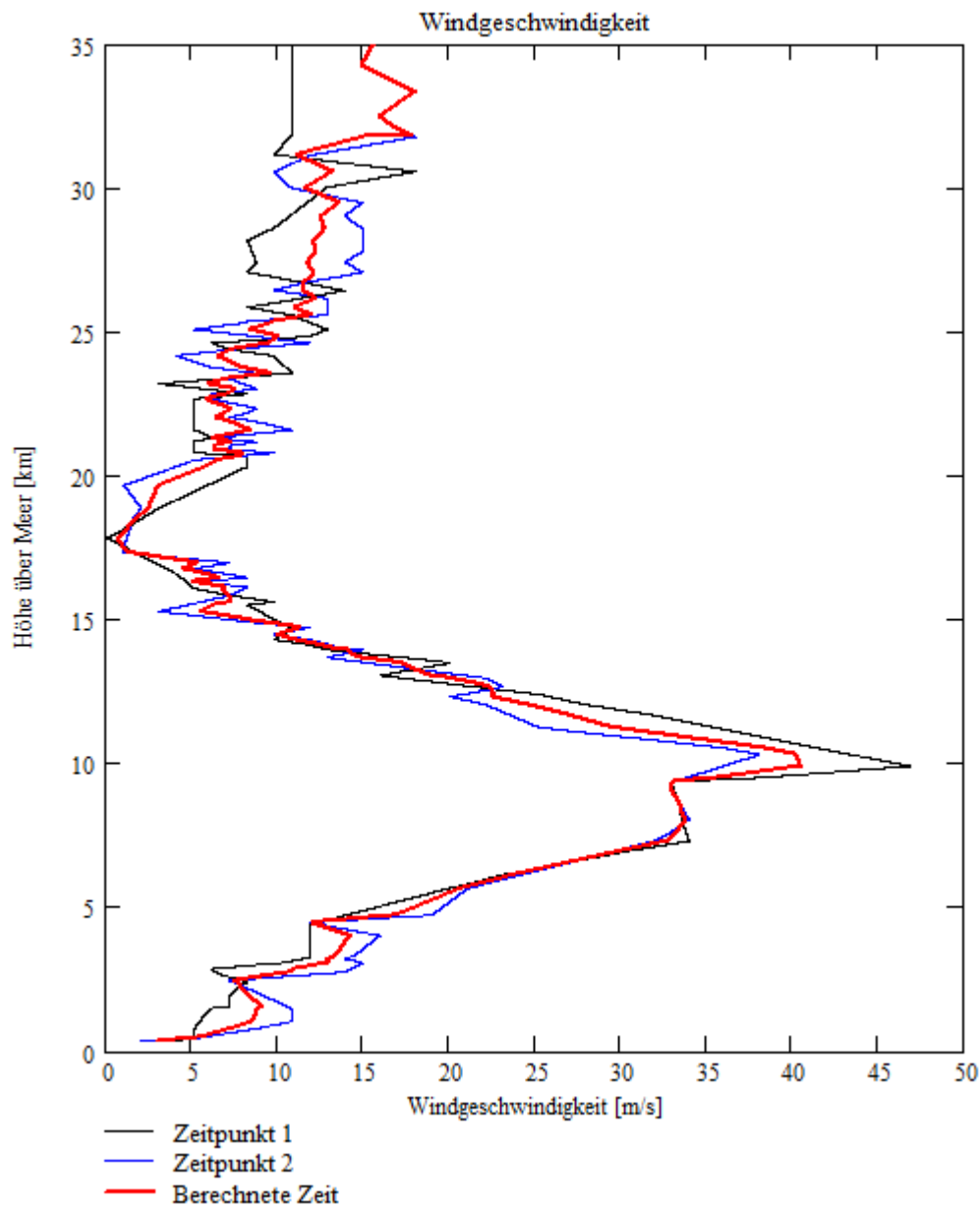
Am 19.8. erhielt ich von D. Heinlein freundlicherweise auch die von Pavel Spurny, für die finale Berechnung, verwendeten **Winddaten für den Fallort** (3D wind fields from ECMWF).

Wetterdaten von Stuttgart



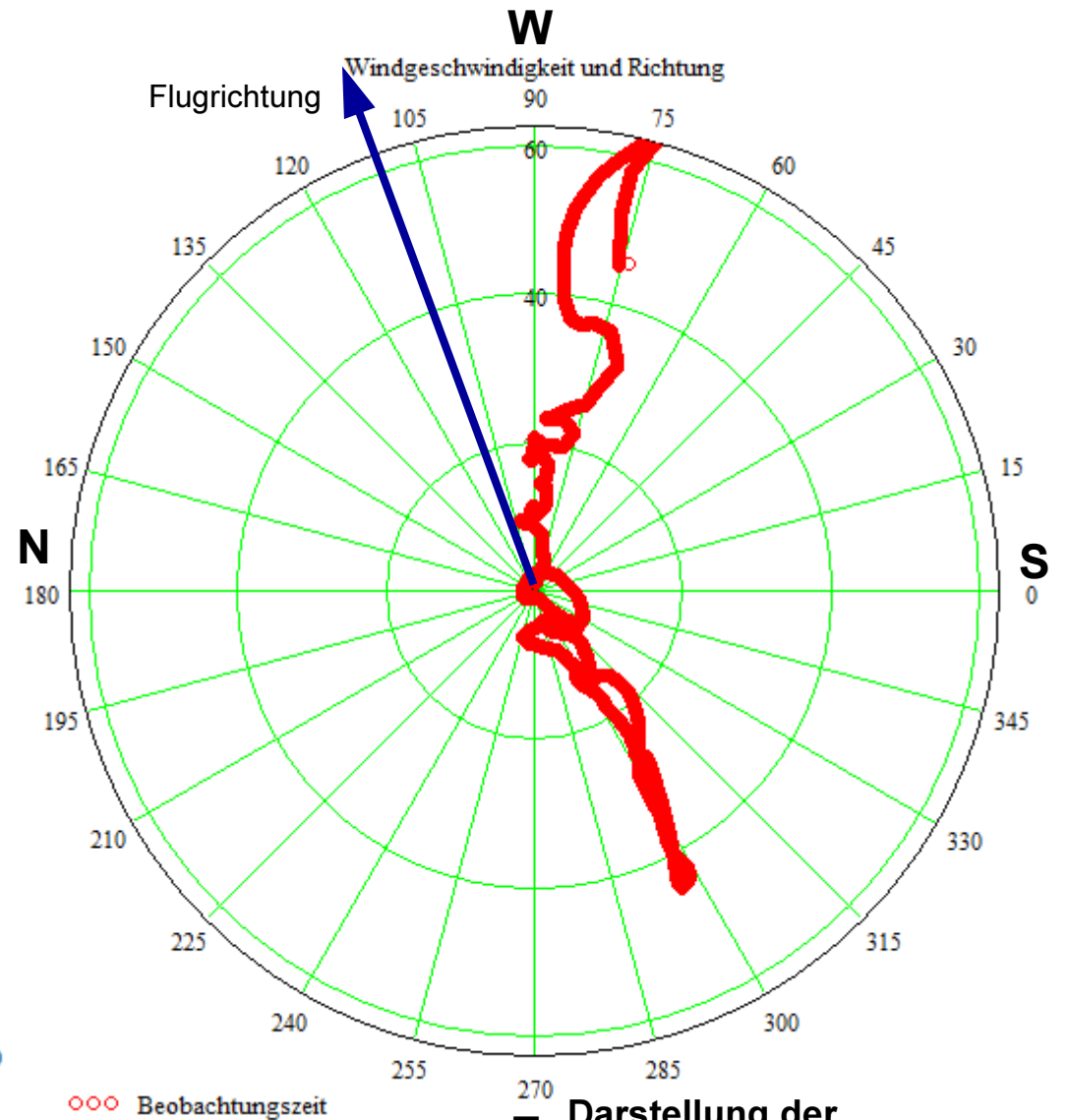
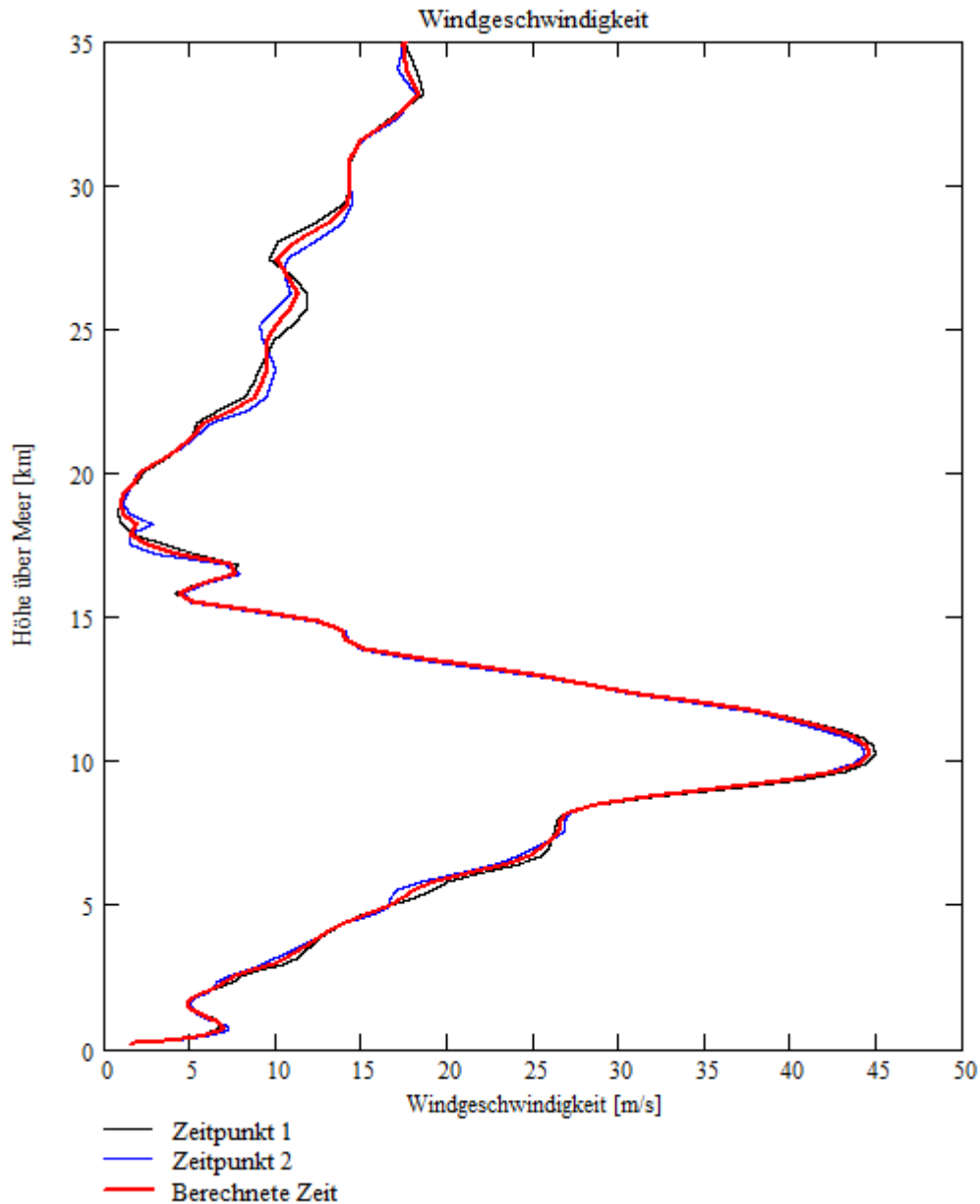
E Darstellung der Windvektoren (aus Zentrum nach aussen laufend!)

Wetterdaten Idar-Oberstein



E Darstellung der Windvektoren (aus Zentrum nach aussen laufend!)

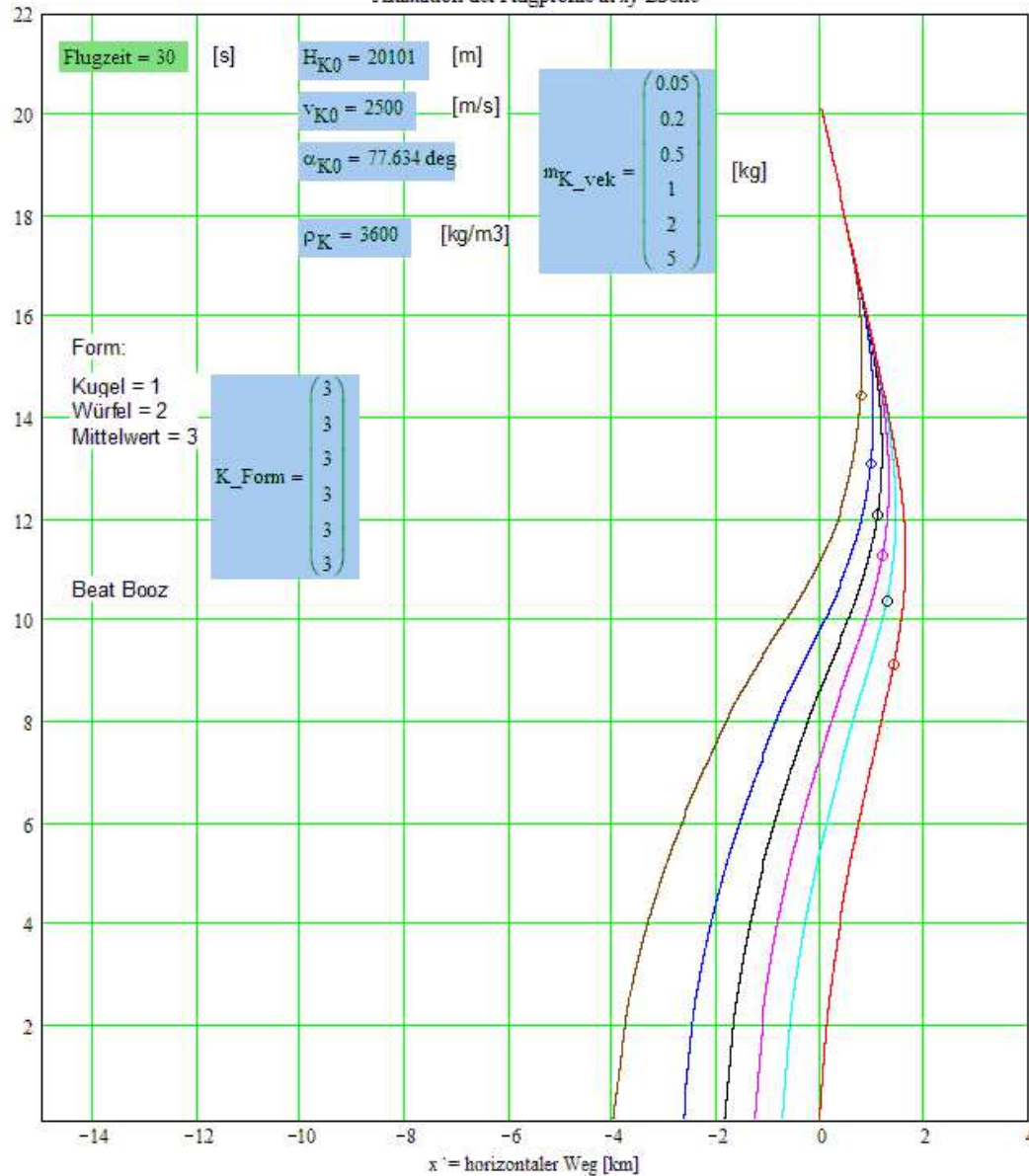
Wetterdaten von ECMWF



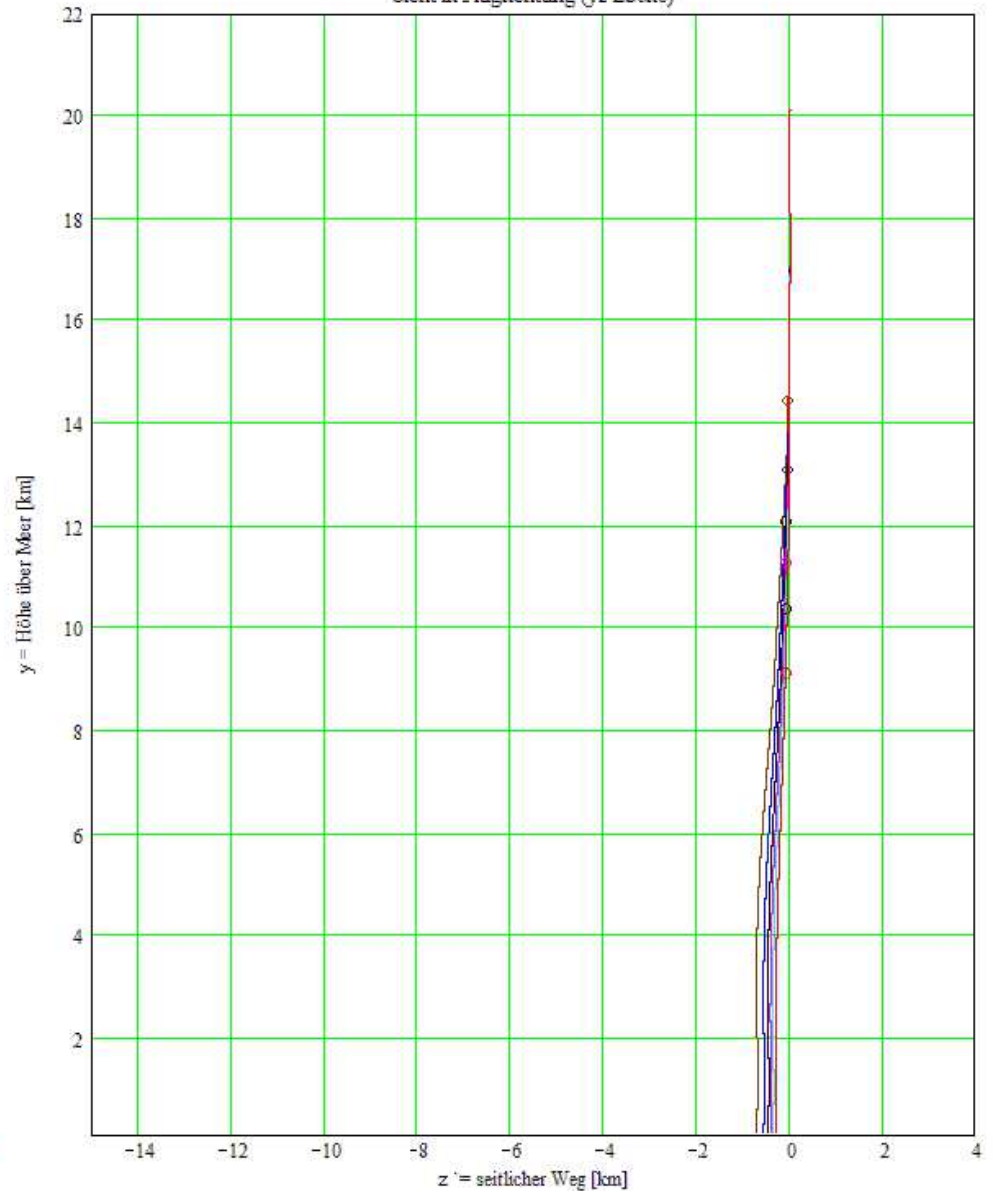
E Darstellung der Windvektoren (aus Zentrum nach aussen laufend!)

Dunkelflug (ECMWF)

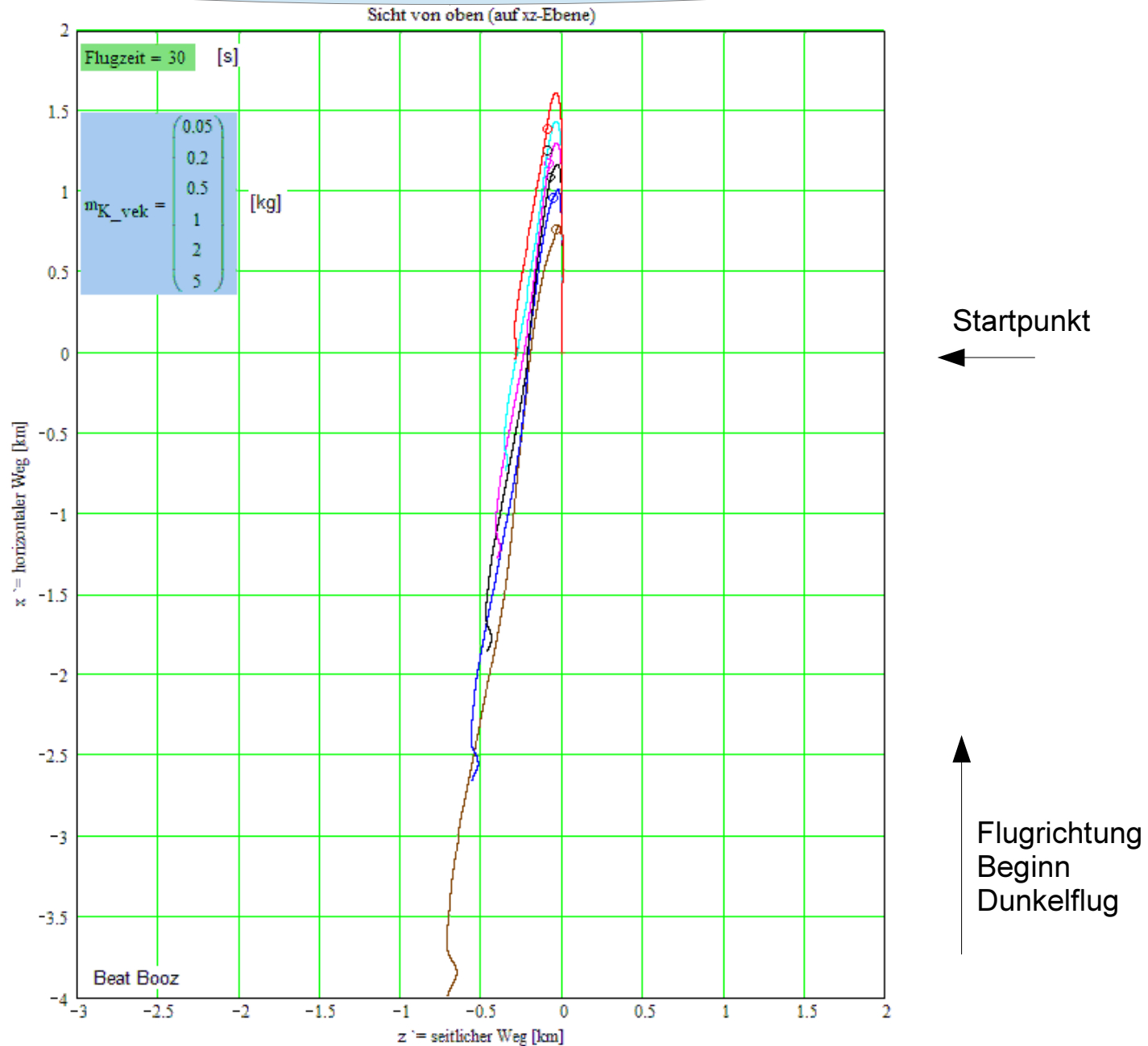
Animation der Flugprofile in xy-Ebene



Sicht in Flugrichtung (yz-Ebene)



Dunkelflug (ECMWF)

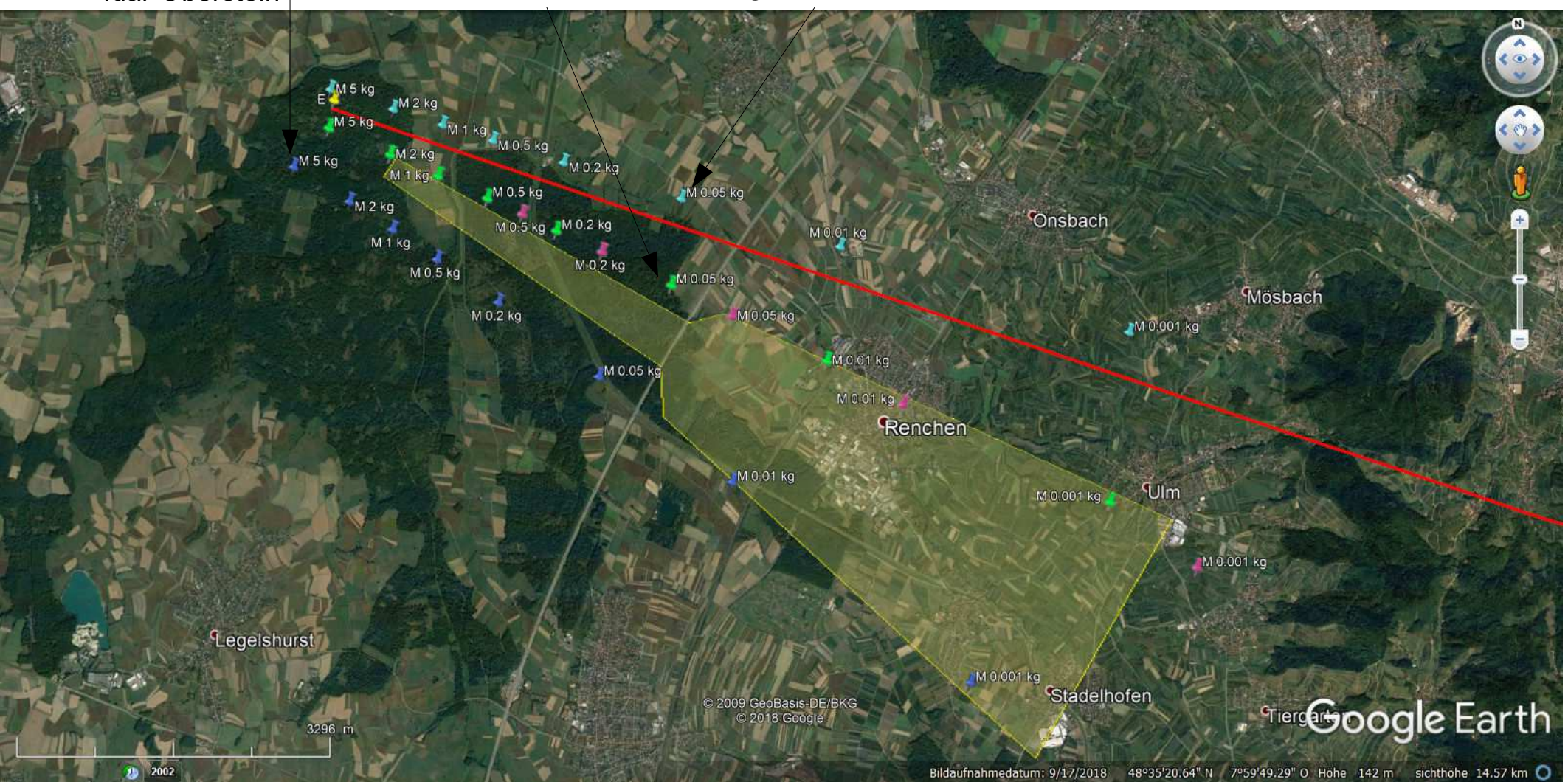


2. Berechnung

Streufeld Wetterdaten
Idar-Oberstein

Streufeld lokale
Wetterdaten ECMWF

Streufeld Wetterdaten
Stuttgart

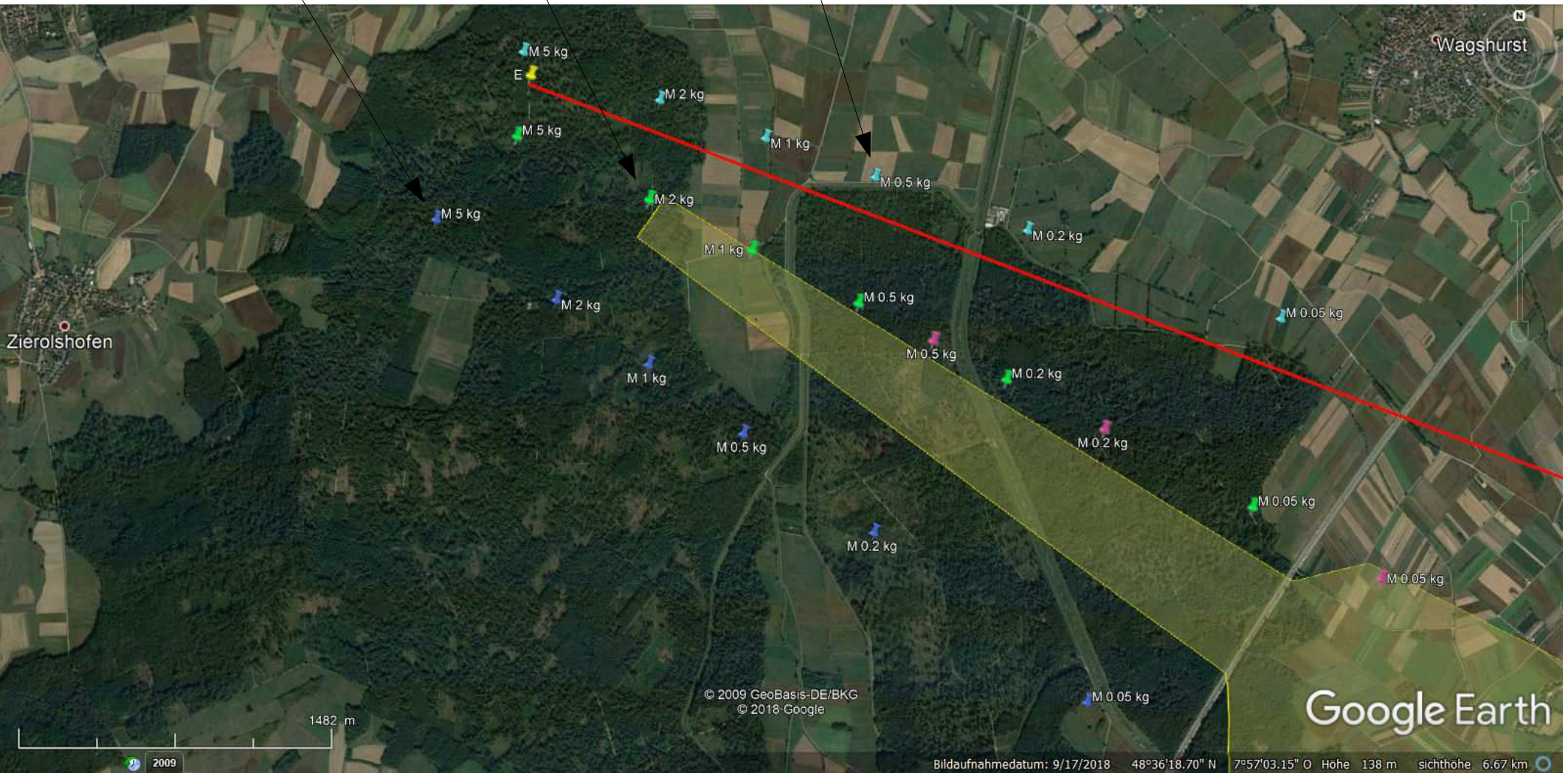


2. Berechnung

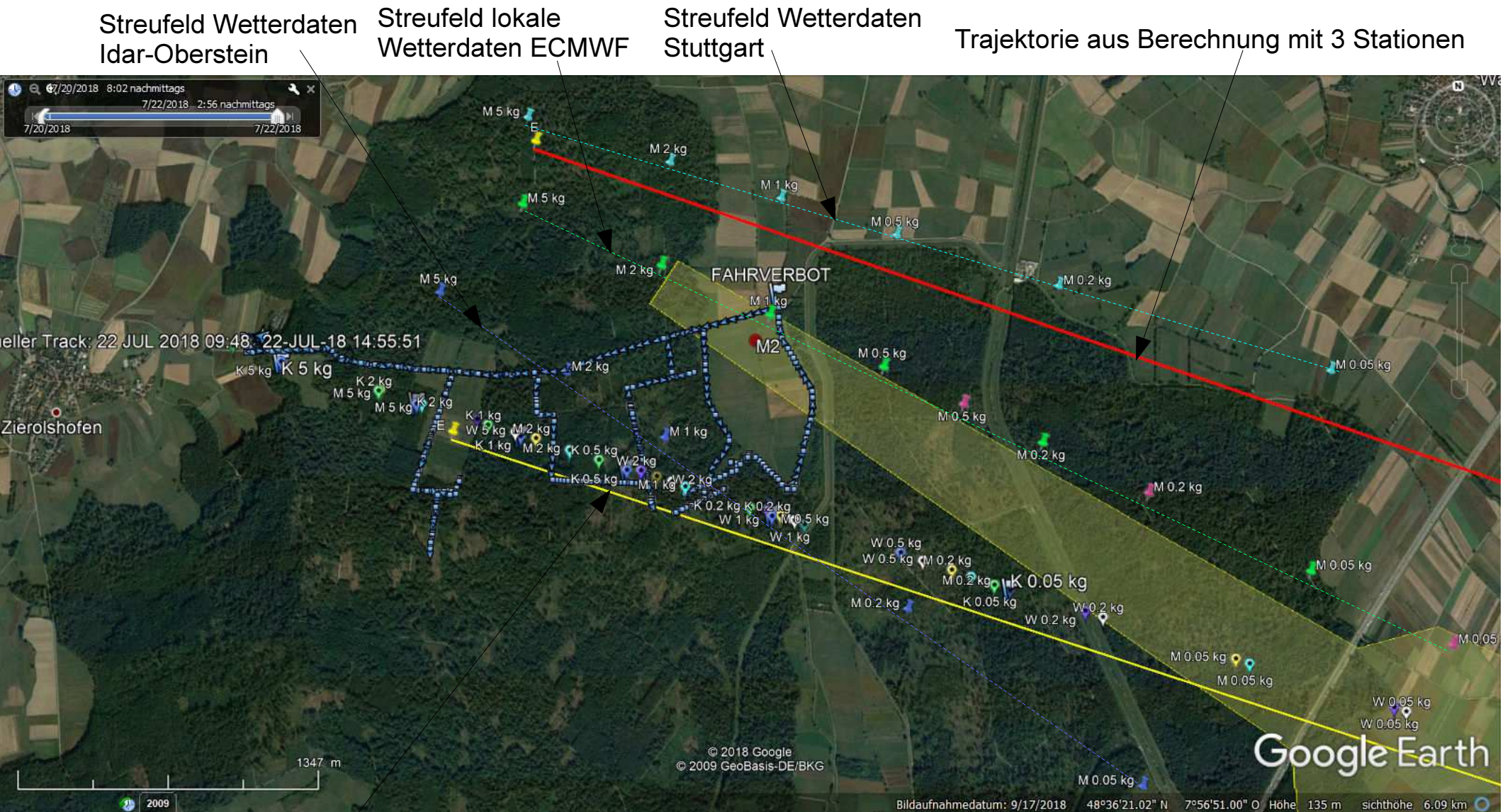
Streufeld Wetterdaten
Idar-Oberstein

Streufeld lokale
Wetterdaten ECMWF

Streufeld Wetterdaten
Stuttgart



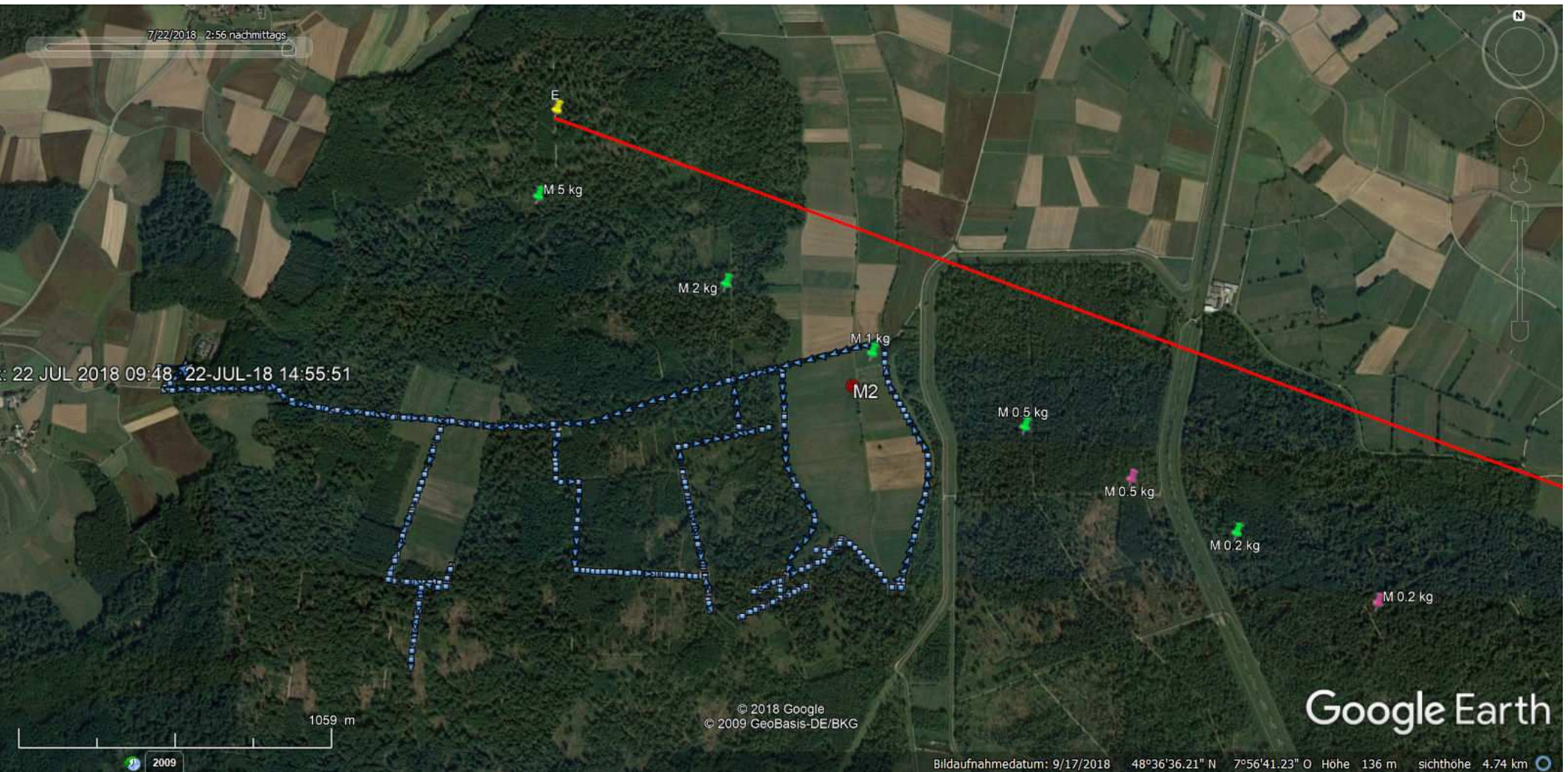
Vergleich Berechnungen



Trajektorie aus Berechnung mit 4 Stationen.
Streufeld mit Wetterdaten Stuttgart.

2. Berechnung

Trajektorie (3 Stationen) mit Streufeld aus Wetterdaten ECMWF. GPS-Such-Track (blau).



Meteoritenfunde

24.7.2018:

Erstfund von einem voll bekrusteten **Steinmeteoriten** von **11.94 g** (M1) in einer Obstplantage (Finder Ralph Sporn und Martin Neuhofer).

31.7.2018:

Fund der bisherigen **Hauptmasse von 955 g** (M2) auf der gut einsehbaren Wiese, um die wir am 22.7. bei der Suche im Abstand von ca. 120 Metern herumgelaufen waren (Finder Ralph Sporn und Martin Neuhofer).

Es gab später weitere Funde:

M3: 19 Fragmente von total 20.59g (grösstes Fragment davon 8.62 g)

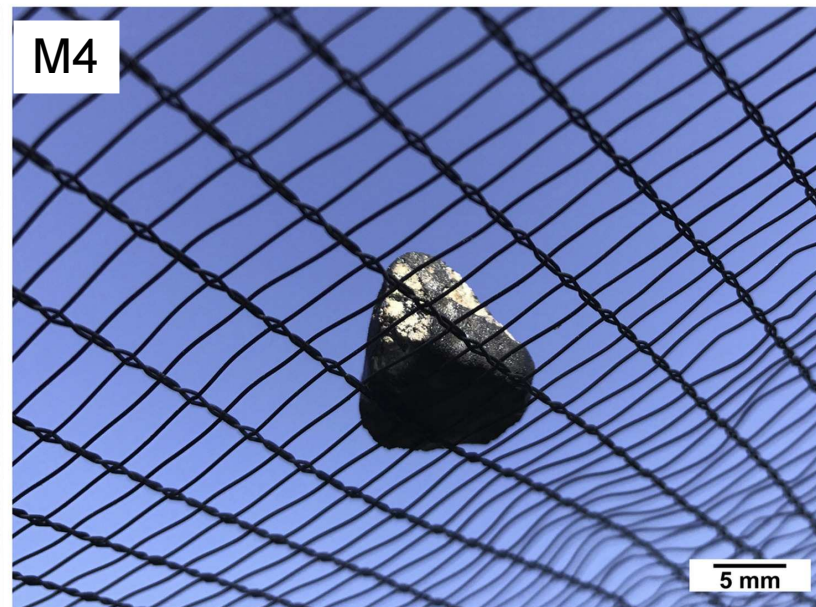
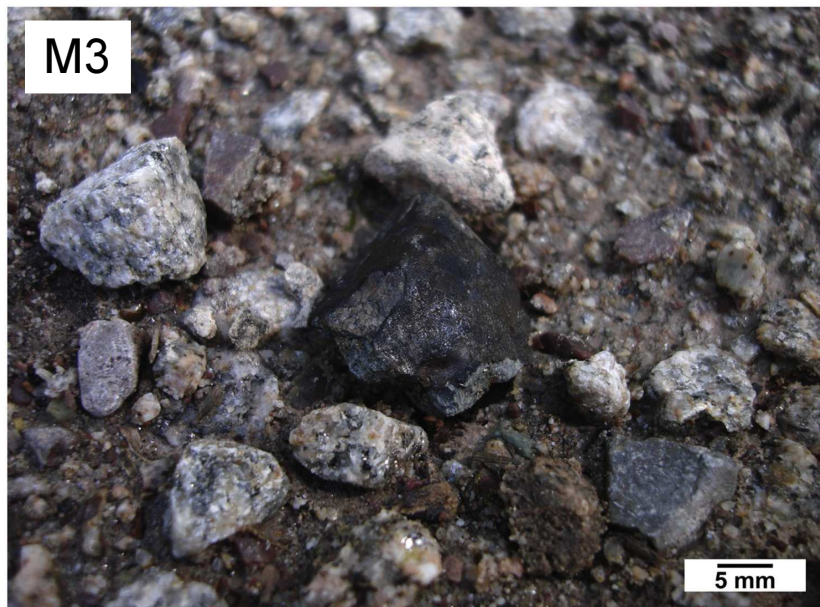
M4: Komplettes Individual 4.82 g

M5: Komplettes Individual 6.29 g

M6: Stein von 228.2 g (zweitgrösstes Stück)

Leider kein Fund von uns (am 22.7.2018)!

Meteoritenfunde



Fotos: Internet

Meteoritenfunde



Fotos: Internet

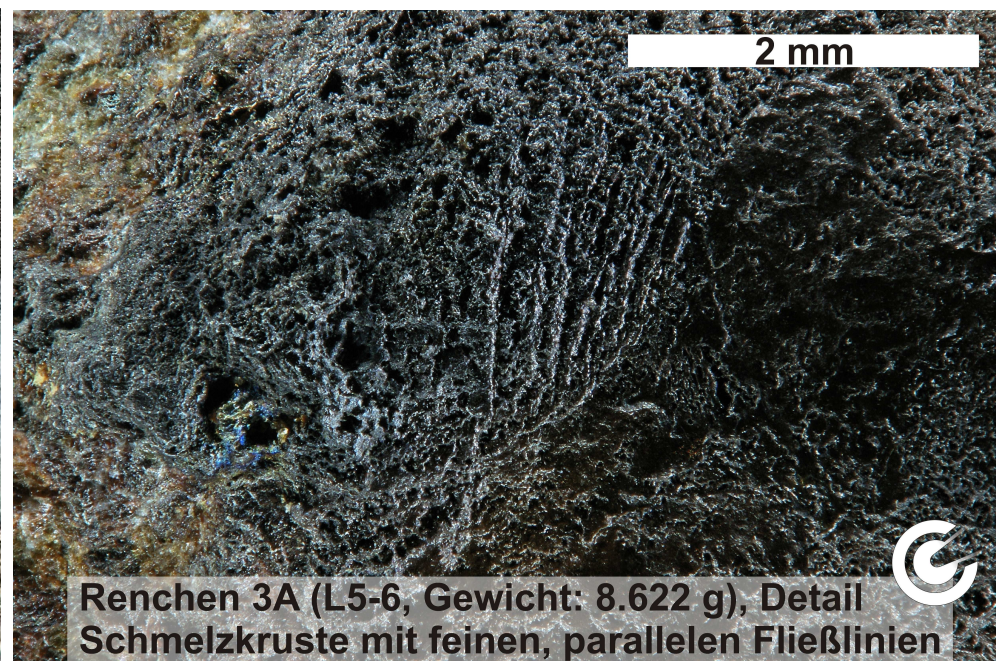
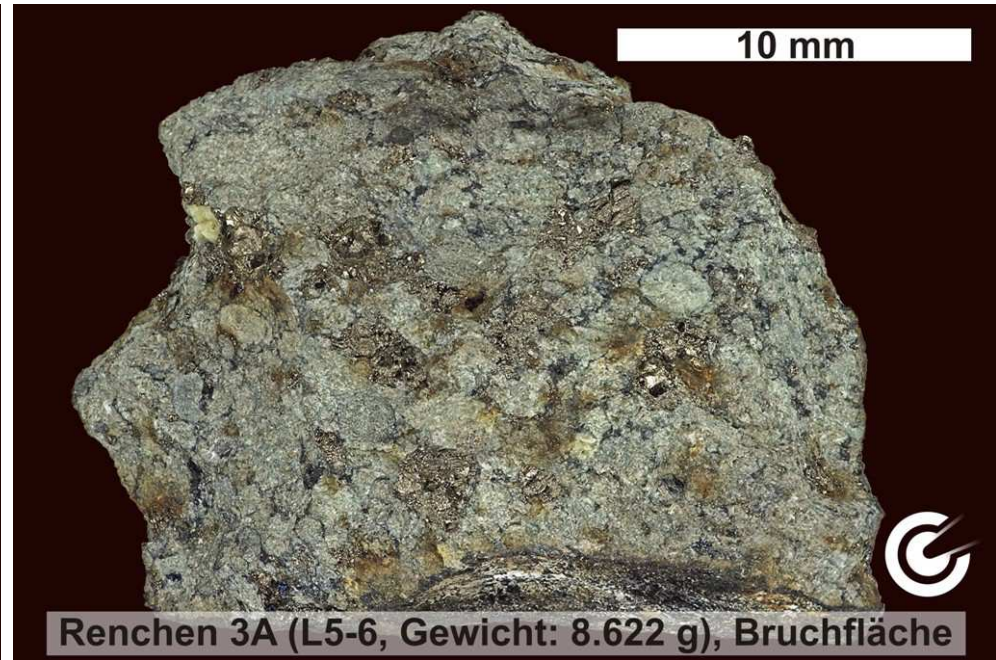
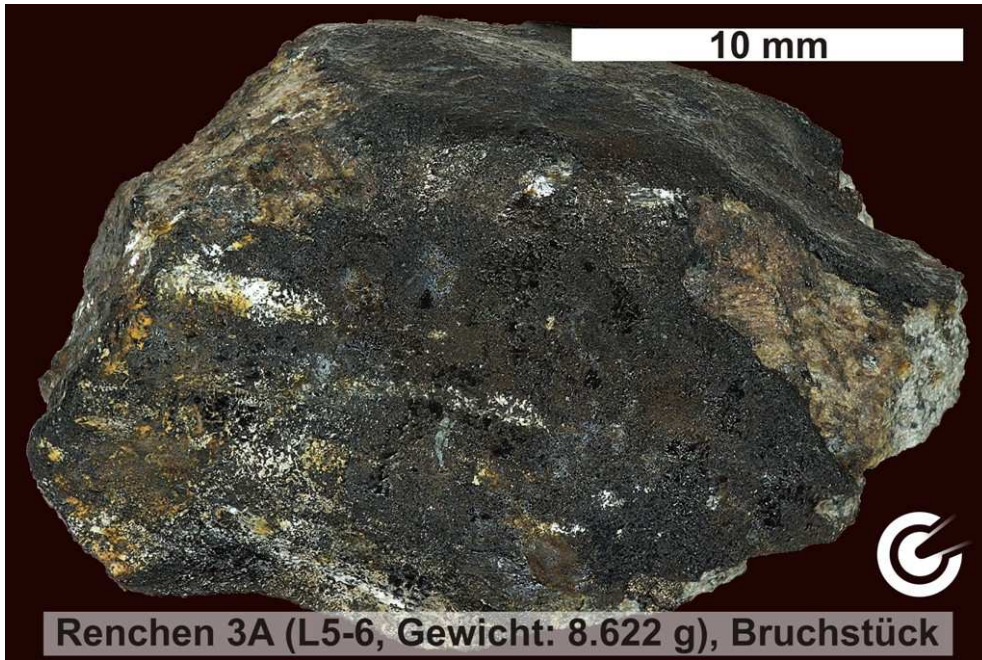
Das bis jetzt gefundene **Gesamtgewicht** beläuft sich auf **1227 g**.

Es handelt sich beim Renchen Fall um den **Meteoritentyp** einer **L5-6 Chondrit-Brekzie**.

Meteoritenfunde

Fragment von Fund M3

Fotos: Dr. Oliver Sachs



Meteoritenfunde

Chondren

bronzefarbener Troilit

seltenes Phosphatmineral Merrillit

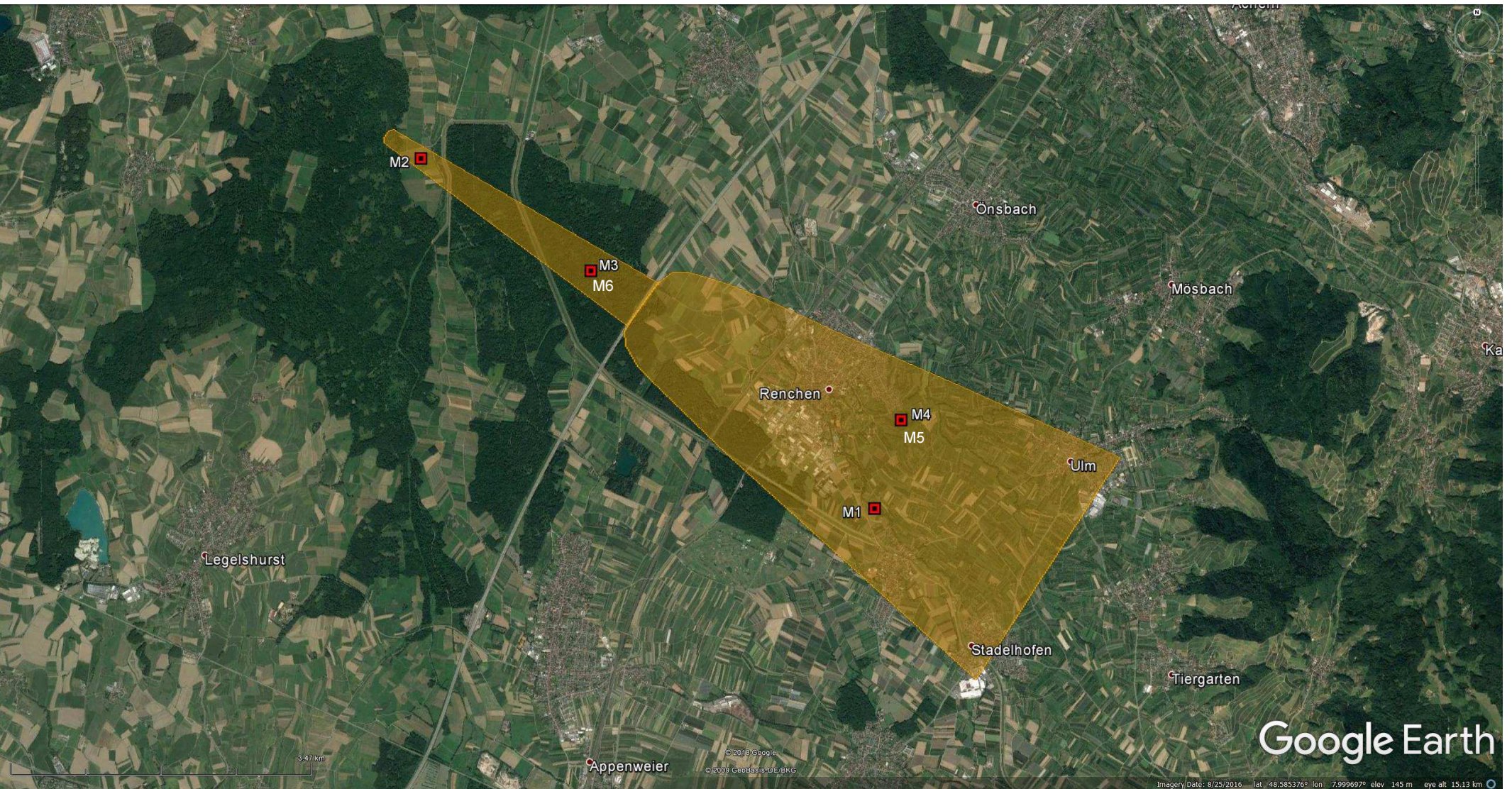
2 mm

Renchen 3A (L5-6, Gewicht: 8.622 g), Detailansicht mit Chondren und einzelnen Mineralen

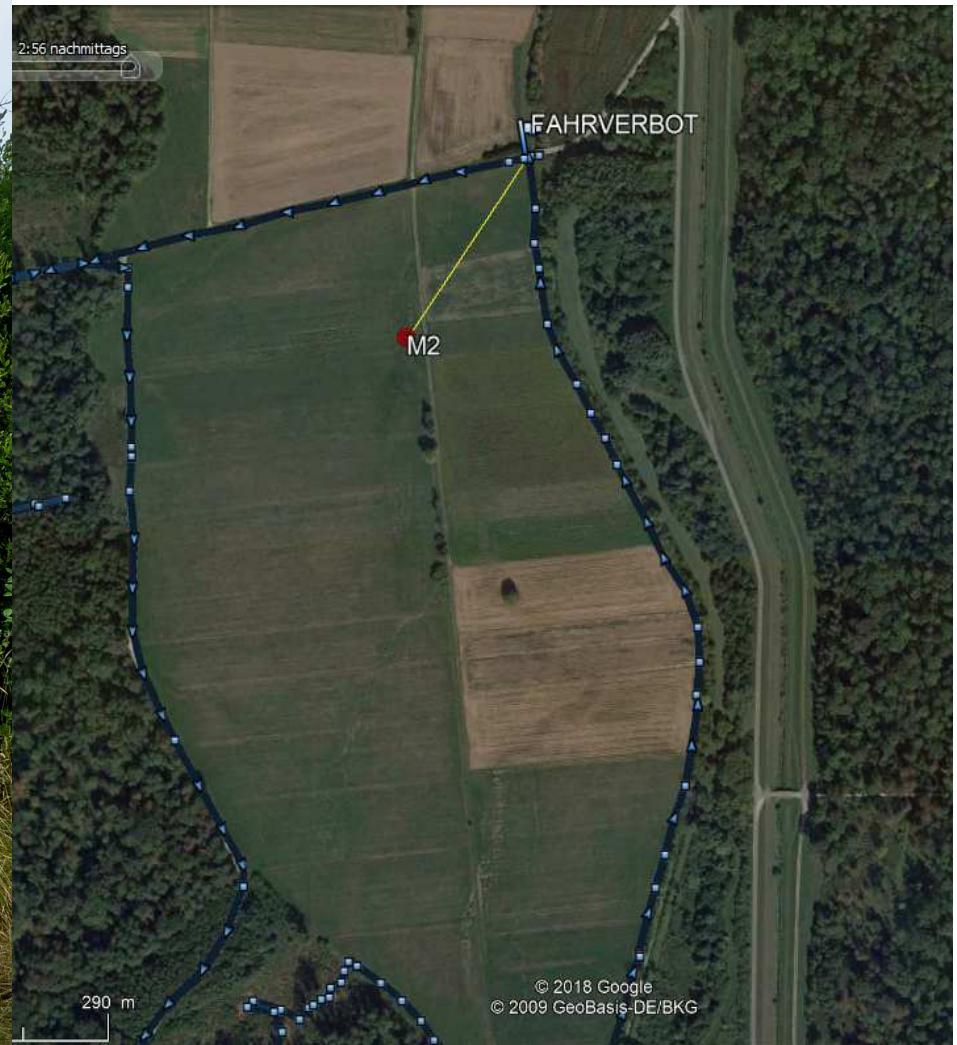


Meteoritenfunde

Streufeld nach Pavel Spurny. (Quelle Internet)



Weg zur Hauptmasse am 22.7.2018



Meteoritenfund



Fundstelle mit der Hauptmasse von 955 g (M2) (Foto: Internet)

Ursprüngliche Umlaufbahn

Bahnelemente:

Grosse Halbachse: $a_M = 1.4598$ [AE]

Exzentrizität: $e_M = 0.3486$

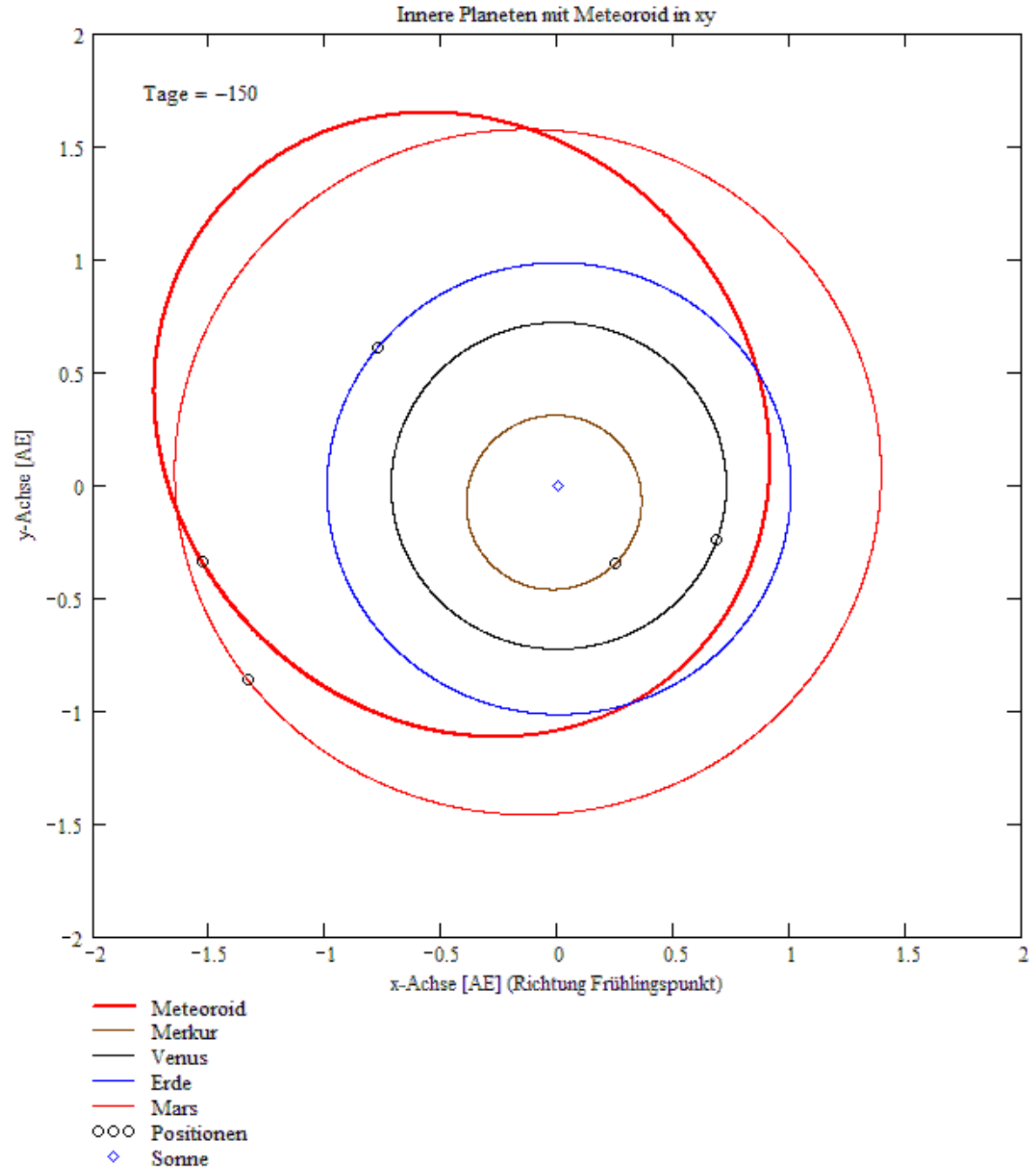
Perihelabstand: $q_M = 0.9509$ [AE]

Bahnneigung (Winkel zwischen
Ekliptik und Bahnebene): $i_{2000} = 24.0666$ deg

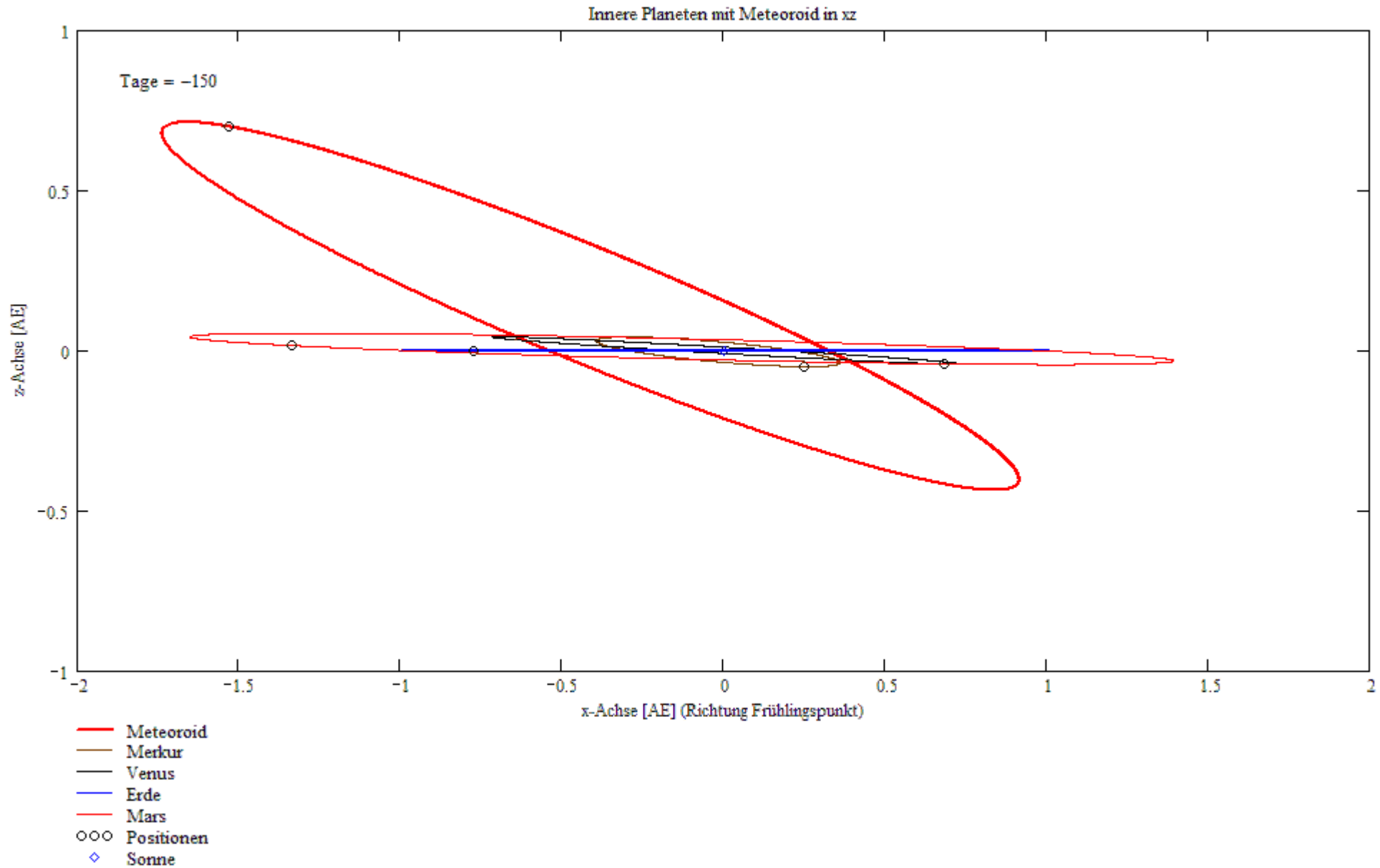
Länge des aufsteigenden Knotens: $\Omega_{2000} = 108.3226$ deg

Winkel zwischen Perihels und
aufsteigendem Knoten: $\omega_{2000} = 221.4032$ deg

Perihellänge: $\omega^\circ_{2000} = 329.7259$ deg



Ursprüngliche Umlaufbahn



Schluss-Fazit

1. **Exakt kalibrierte Aufnahmegeräte** sind von grösster Wichtigkeit, um genaue Koordinaten vermessen zu können! Bei **grossen Helligkeitsschwankungen** ist es zudem vorteilhaft die xml-Dateien zusätzlich zum automatischen Modus auch **manuell zu vermessen**.
2. Das Vorhandensein von **Wetterdaten für** den spezifischen **Fallort** ist Bedingung für **genaue Dunkelflug-Berechnungen!** Wir sollten einen Weg zu solchen Daten finden, bereits vor dem Auftreten des nächsten Fall-Ereignisses. Wenn es soweit ist hat man keine Zeit mehr dazu.
3. **Gut einsehbare Flächen sollten bei der Suche abgeschritten werden**, auch wenn man annehmen muss, dass die zentrale Linie des Streufeldes etwas abseits liegt.



Erkenntnis vom Meteoritenfall Renchen:
Knapp daneben ist auch daneben!!

Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!

