Meteor Software UFO Tools

Martin Dubs

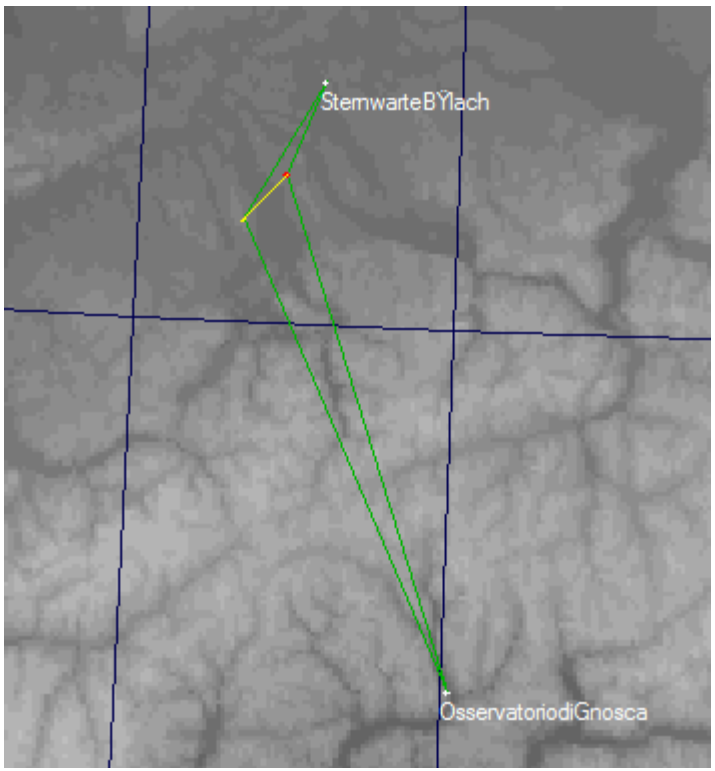
AGG, FMA

Inhalt

- Bahnbestimmung allgemein
  - Geometrie
  - Koordinatensysteme
  - Korrekturen
- Einstellungen UFO Capture
- Auswerten von Beobachtungen mit UFO Analyzer
- Vermessung von Photos, Auswertung mit EXCEL
- Bahnbestimmung mit UFO Orbit aus 2 Messungen
  - Geographische Koordinaten Bahn
  - Korrekturen Radiant, Geschwindigkeit
  - Bahnelemente im Sonnensystem

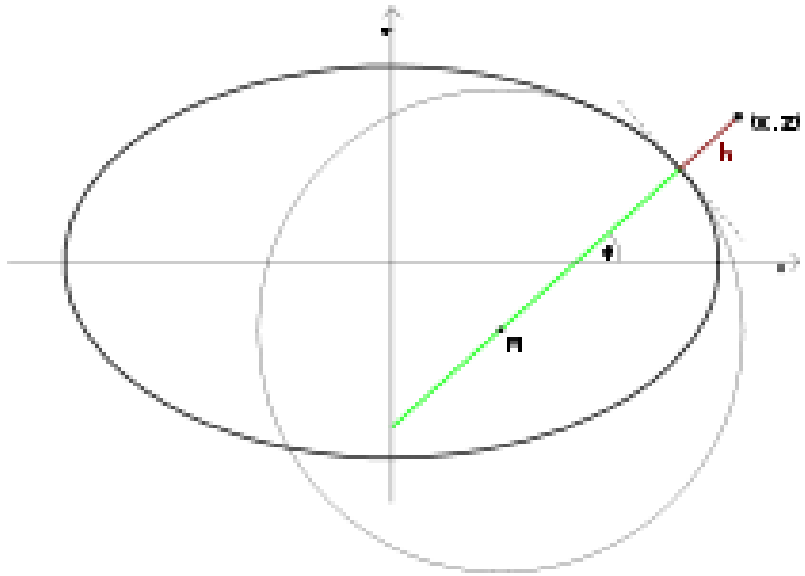
Beobachtung von 2 Standorten

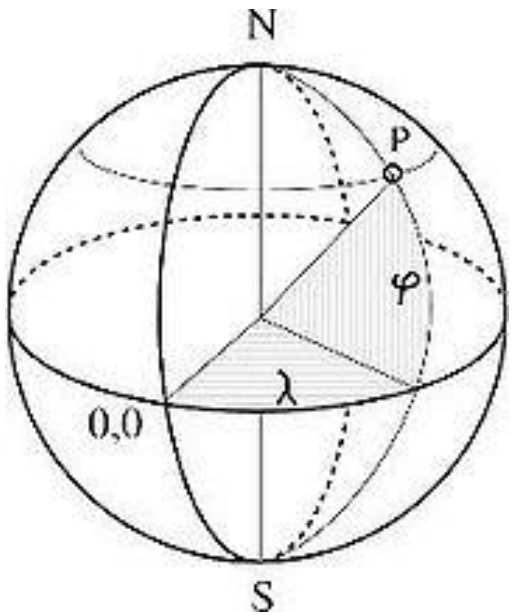
- Anfangs- und Endpunkt bestimmt durch Azimut und Höhe
- Geometrische Bestimmung der Bahn
  - Mit Trigonometrie (kartesisch)
  - Sphärische Trigonometrie
- → geogr. Länge, Breite und Höhe von Anfangs- und Endpunkt
  → Radiant
- bei bekannter Zeitdauer
  → Geschwindigkeit des Meteors



Koordinatensysteme

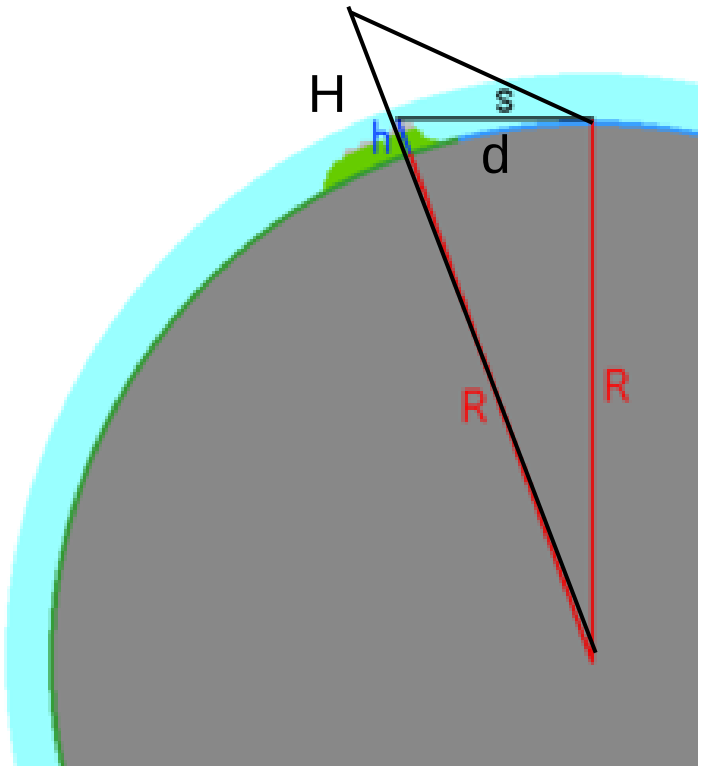
- Erde Ellipsoid
- Abplattung 1/297
- Als Kugel approximiert, R = 6378 km
- Abweichung ± 200m / Grad
- Ost, Nord positiv
- West, Süd negativ





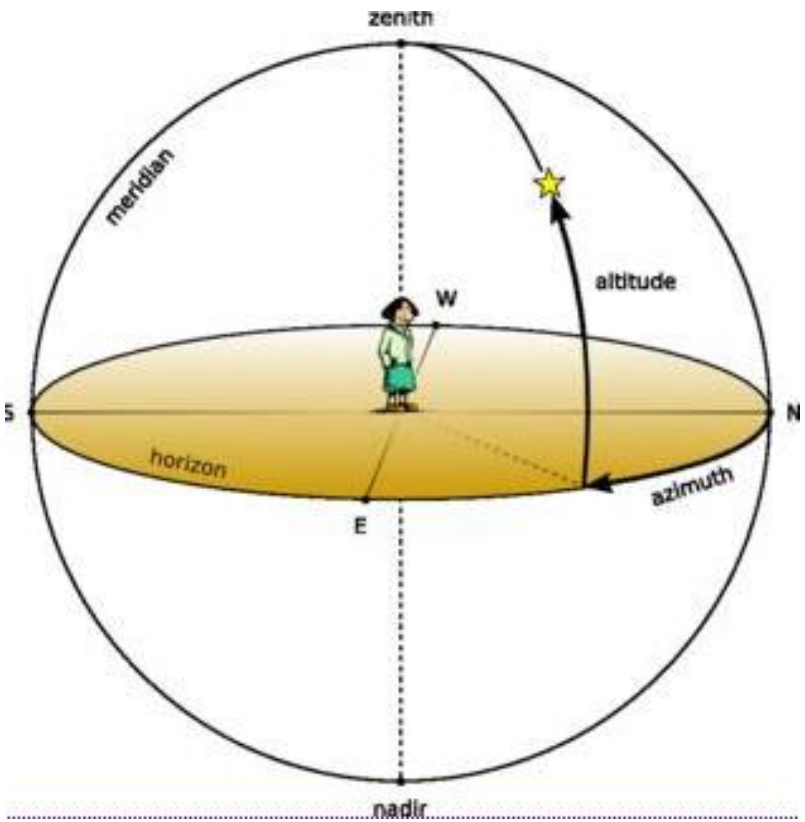
Erdkrümmung

- Sichtweite zum Horiznt
  - $s \approx k \sqrt{h}$ h in m, s in km
  - Geometrisch k = 3.57
  - Mit Refraktion k = 3.9
- $H = H_0 + 0.78 *(d/100)^2$
  H, d in km
  (ohne Refraktion)



Horizontsystem

- Azimut von Norden
- Höhe = 90° - Zenitdistanz



Aequatorsystem

- Um 90° - φ geneigt zum Horizontsystem
- Nautisches Dreieck mit Seiten:
  90° - φ, 90° - δ, 90° - H
  und Winkeln:
  ± Azimut, ± Stundenwinkel
- Umrechnungsformeln, z. B.

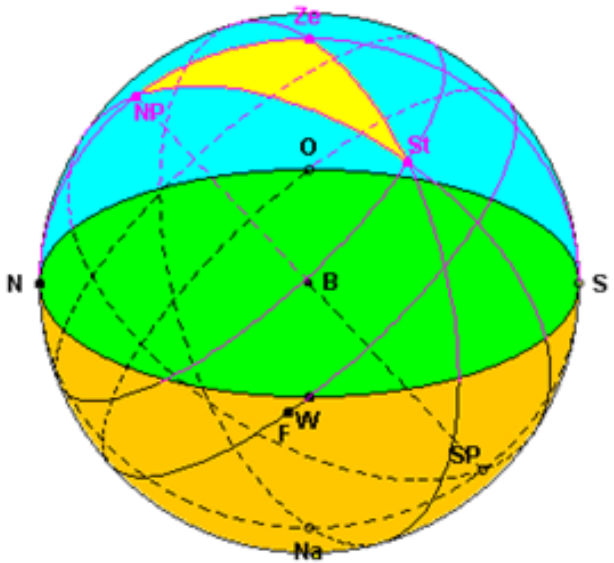
Äquatorialsystem in Horizontalsystem [Bearbeiten]

- Gegeben: τ , δ und φ
- Gesucht: a und h

$$\sin(h) = \cos(\delta) \cdot \cos(\tau) \cdot \cos(\varphi) + \sin(\delta) \cdot \sin(\varphi)$$

$$\sin(a) = \frac{\cos(\delta) \cdot \sin(\tau)}{\cos(h)}$$

- Stundenwinkel τ = Sternzeit - RA

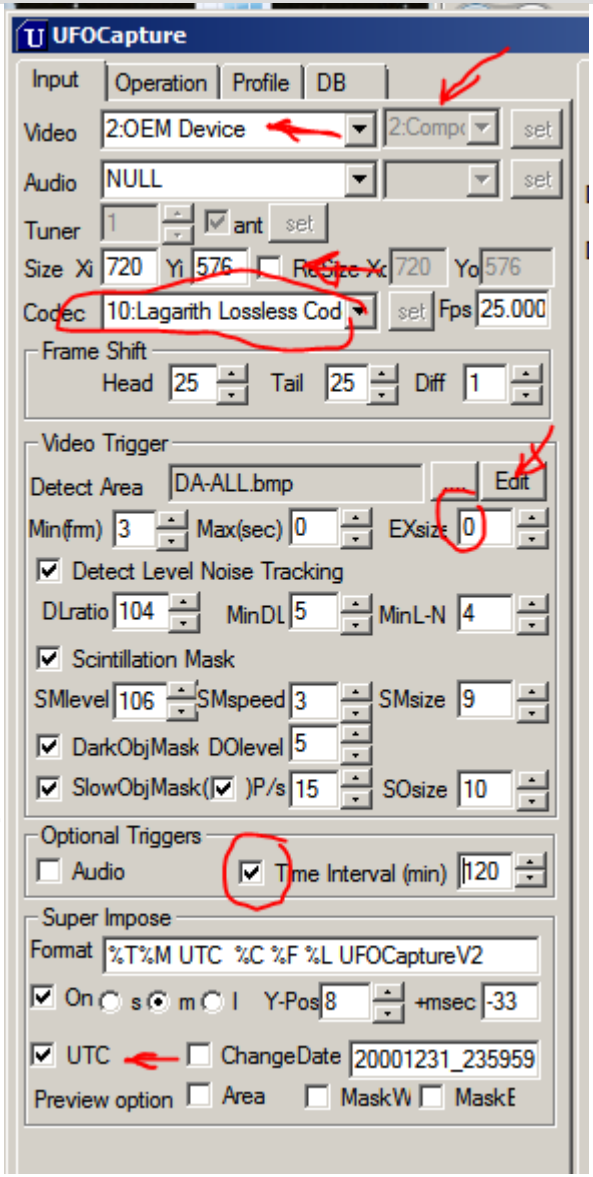


Hardware

- Watec 902B und 902H2 ultimate
- Plasticbox mit Fenster AR-beschichtet (kompakt, wenig Wärmeverlust)
- Grabber und USB 12V Konverter eingebaut (dient als Heizung)
- Nur ein Kabel
- 2. Kamera mit Gitter für Spektroskopie

UFO Capture, Input

- Videokanal Grabber
- Bildformat
- Codec zur Kompression
  (weniger Speicher, schnellere Speicherung, insbesondere bei langsamer Harddisk)
- EXSize: Registrierung grosse kurzzeitige Objekte
  0: keine (Flugzeuge, Blitze etc)
- Time Interval: zur Kontrolle, ob Kamera funktioniert
- UTC: eindeutige Zeit, unabhängig von Sommer-, Winterzeit, Zeitzone



UFO Analyzer

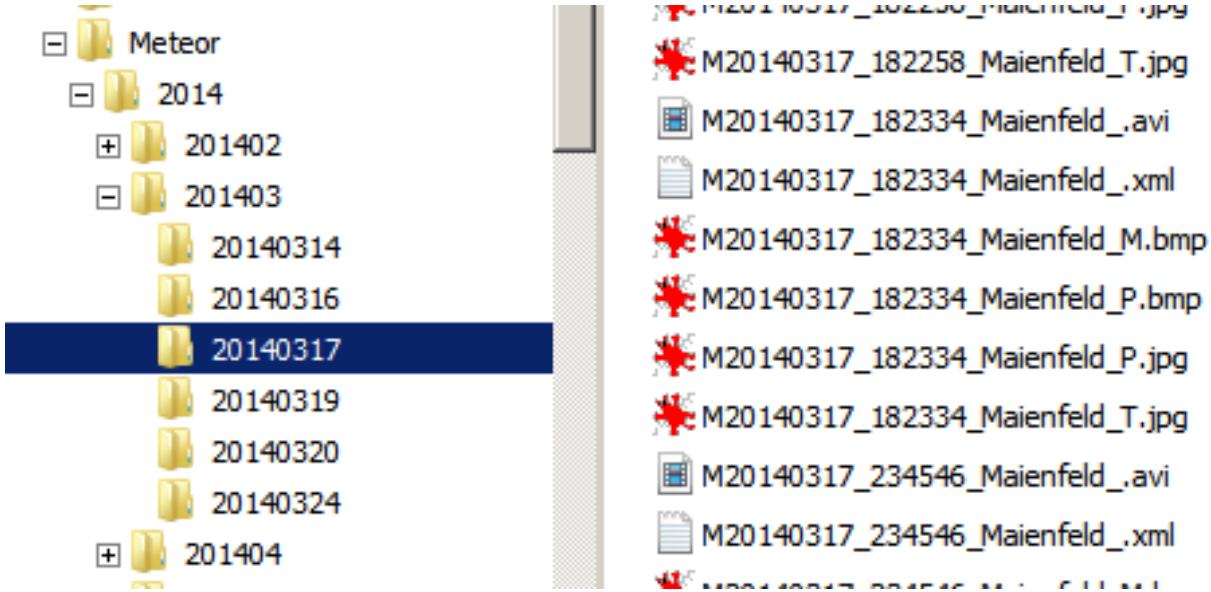
- Auswertung von Aufnahmen (*.avi, *.xml und *.bmp) mit UFO Capture
  - *.avi und *.xml erforderlich für Auswertung
- Bestimmung der Kameraorientierung, Bildmassstab, Verzeichnung
- Ausmessung von Meteorspuren anhand von Referenzsternen
- Umrechnung von RA, Dec in Azimut, Höhe,
- Geschwindigkeit und Helligkeit aus Analyse der Einzelbilder
- Ausgabe der Daten in *.csv

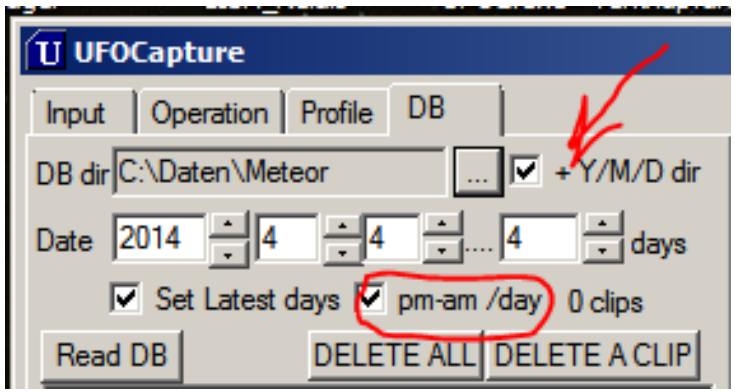
Dokumentation zu UFO Analyzer

- Zum eingehenden Studium empfohlen, erspart viel Ärger!
- Manual: http://sonotaco.com/soft/download/UA2Manual_EN.pdf
- Etwas veraltet, aber nützlich, Night Sky Operation Guide http://sonotaco.com/soft/NSOG/index.html
- Ausführliches Manual, Schritt für Schritt: http://ukmeteornetwork.co.uk/wp-content/uploads/2013/04/UKMON-UFO-ANALYZER-GUIDE-V1_1.pdf

Daten

- Verzeichnisstruktur

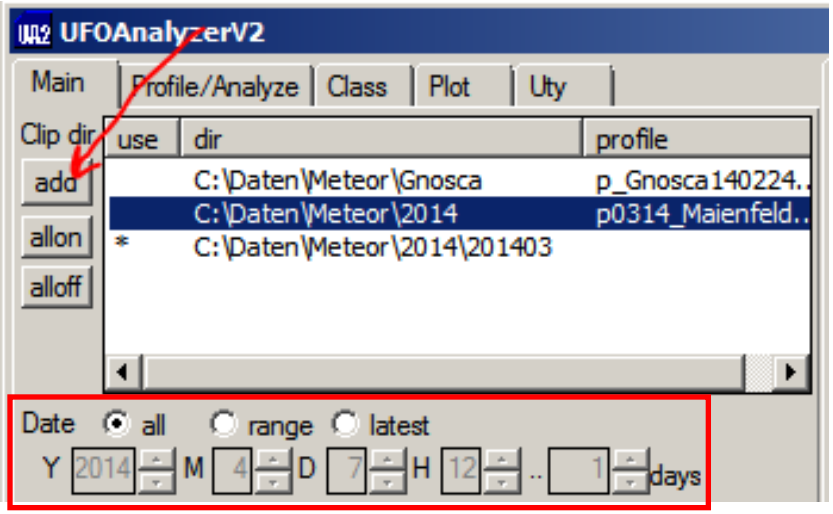




- Auf Harddisk, genügend Speicher
- Ein Hauptverzeichnis pro Kamera
- Unterverzeichnisse werden automatisch angelegt in UFO Capture

Auswahl der Daten

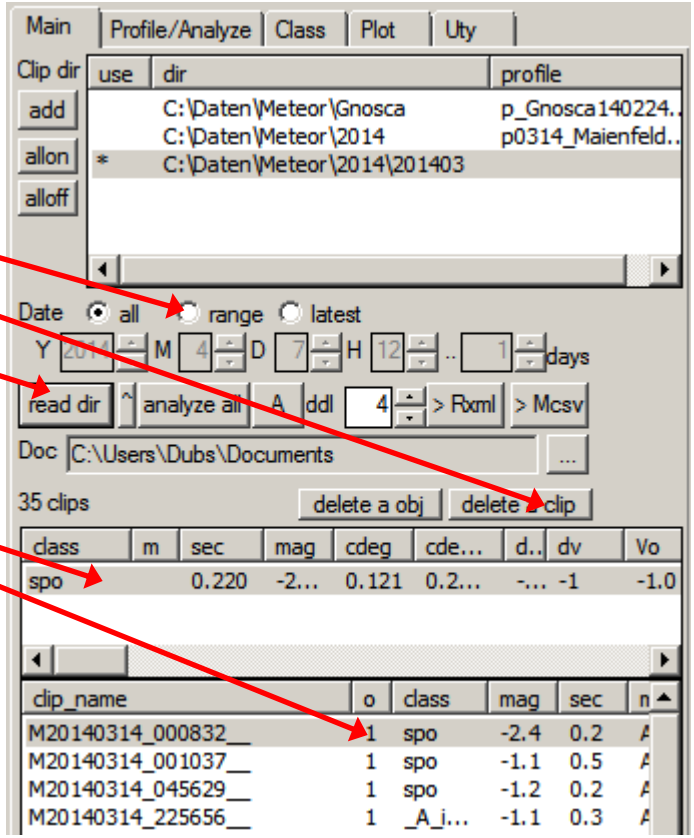
- Verzeichnis hinzufügen mit Add:



  - Unterverzeichnisse werden automatisch hinzugefügt
  - Mit Klicken auf Verzeichnis Ein- und Ausschalten
  - * zeigt verwendete Verzeichnisse an
  - Einschränkung des Datenbereichs über Datum

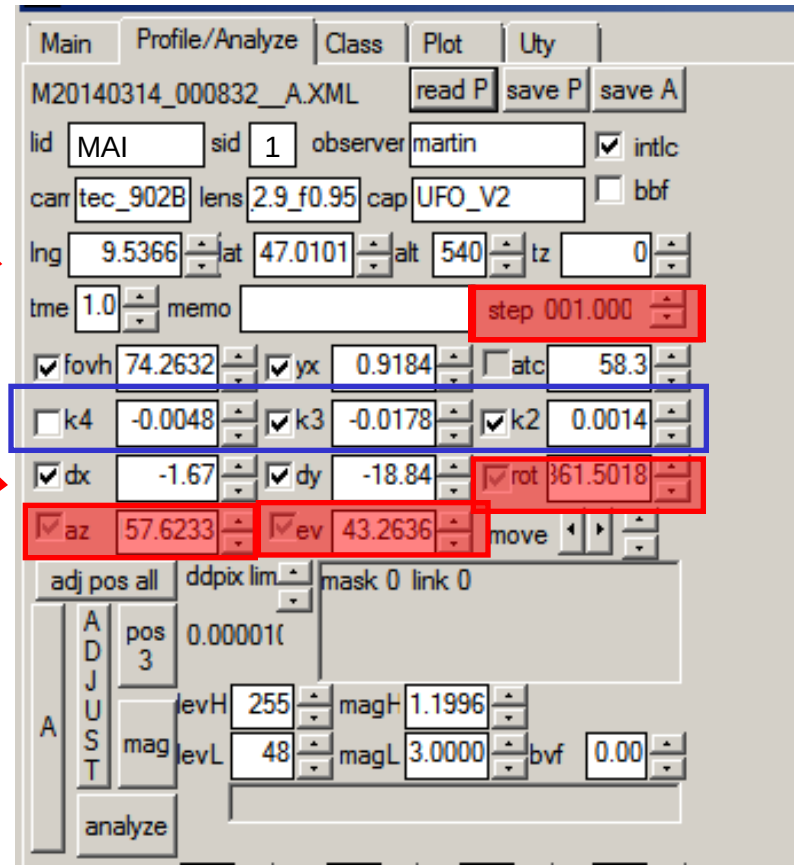
Daten einlesen

- Mit Read Dir
- Eventuell Datumbereich einschränken
- Unsinn (Flugzeuge, Insekten etc.) löschen
- Bereits analysierte Daten

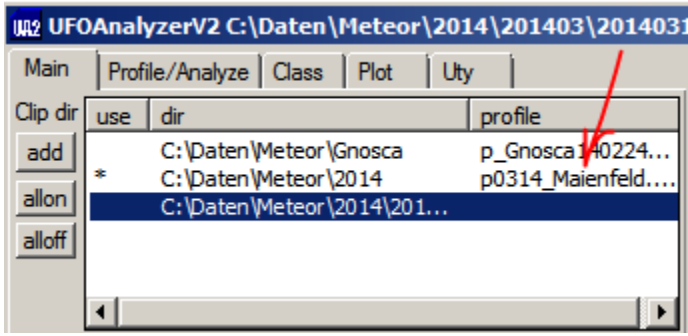


Profil erstellen

- Profil speichert Kameraparameter (Bildmassstab, Orientierung, Verzeichnung), Empfindlichkeit (Umwandlung Intensität → Magnitude) Detektionsparameter
- Kamera
- Standort
- Bildfeld
- Verzeichnung
- Zentrum opt. Achse
  - Azimut
  - Höhe
  - Rotation



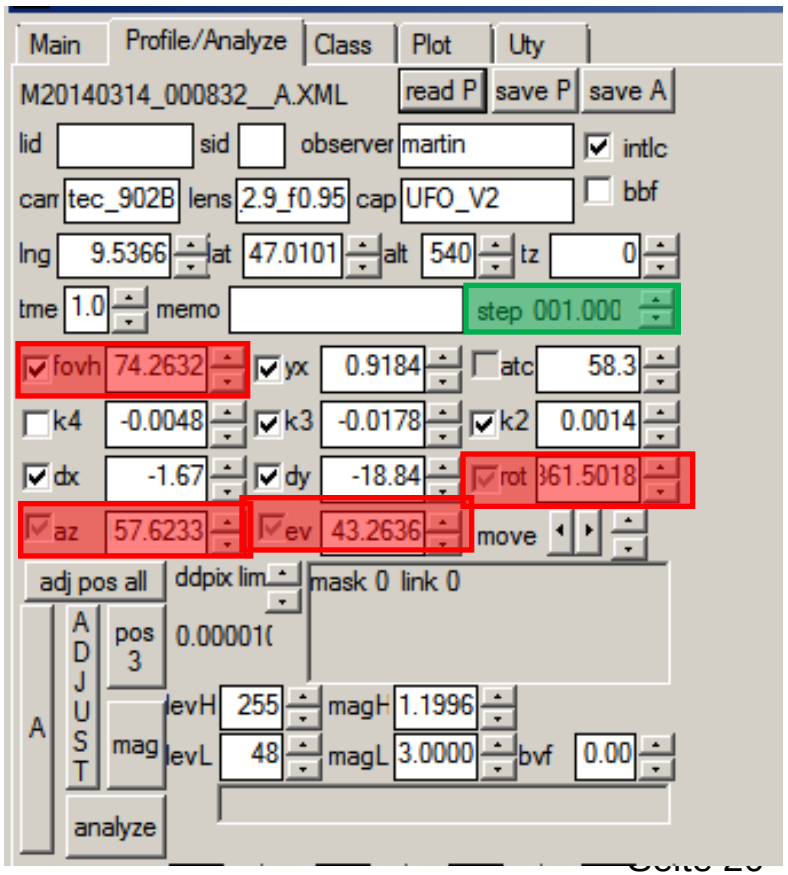
WICHTIG: welches Profil wird verwendet



- Profil beim Programmstart
- Wird mit Read Dir für alle Clips übernommen
- Ausser für bereits analysierte Clips (mit *A.XML)
- Oder falls Profil zu Verzeichnis spezifiziert:
  kann mit Doppelclick selektiert werden, nützlich bei mehreren Kameras
- !!! Geändertes Profil wird bei Wechsel zum nächsten Clip überschrieben mit altem Profil!!!
- Deshalb: gutes Profil zuerst abspeichern
  (z.B. mit Datum, Kamera)
  - Mit read Dir auf übrige Clips übertragen
  - Dann sehen, ob es passt für übrige Clips

Profil erstellen, grob

- Muss einmal pro Kamera und Beobachtungsrichtung festgelegt werden, später nur kleine Anpassungen notwendig
- Bildfeld: aus Linsenspezifikation oder berechnet mit Formel =2*arctg(B/2f) (B: Bildfeld horizontal ½": 6.4 mm)
  - az: Azimut von Norden
  - ev: Elevation
  - rot: Drehung um opt. Achse

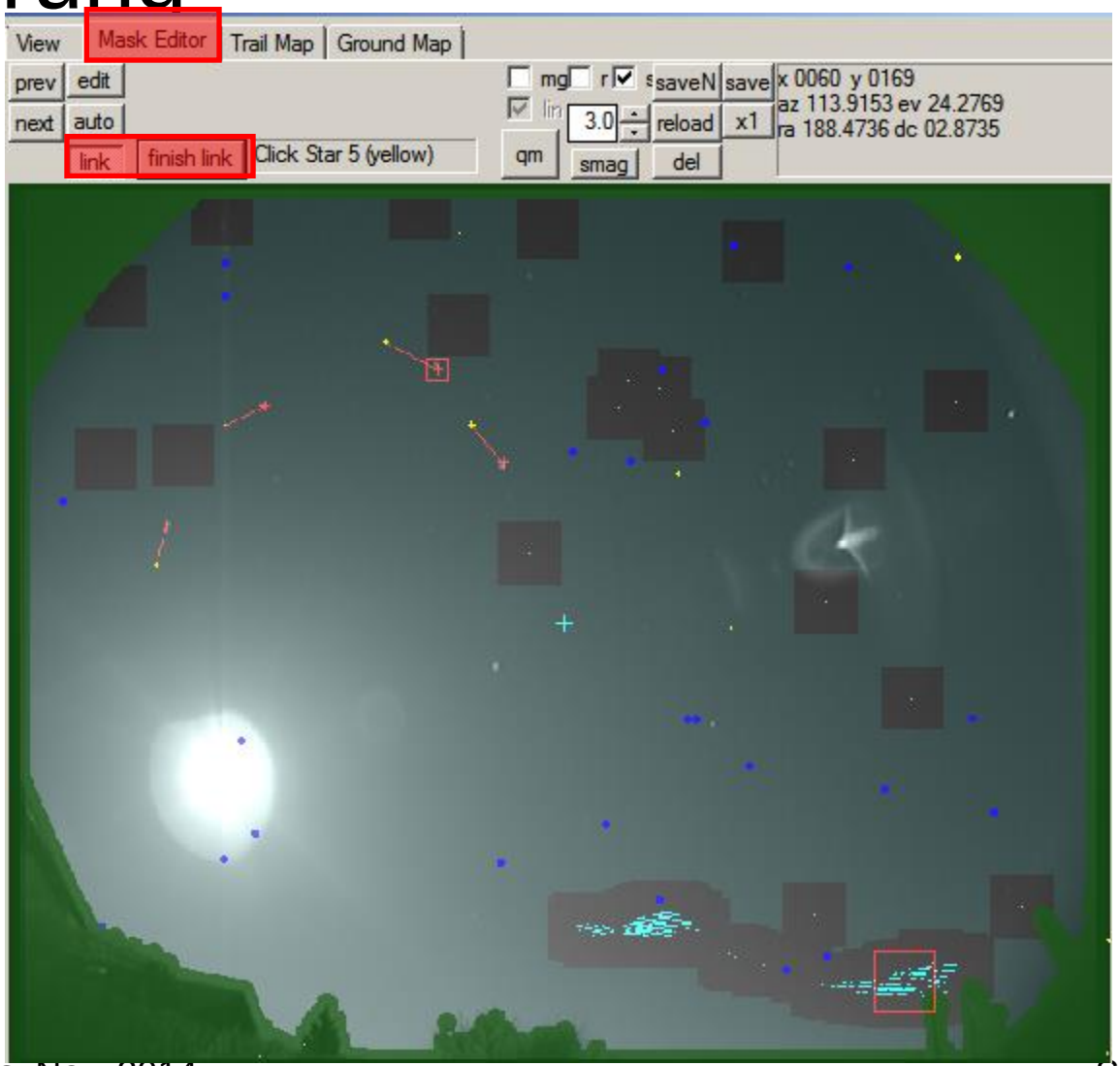


Kameraorientierung

- Grob:

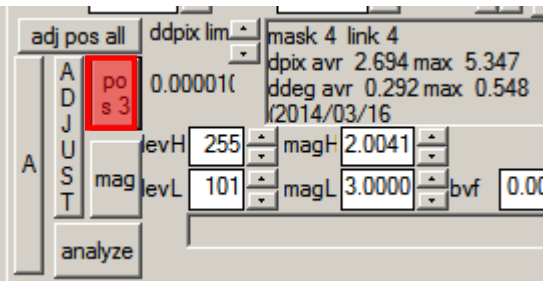
Kameraorientierung

- Grob:
  - Mask editor
  - link
  - Manual link

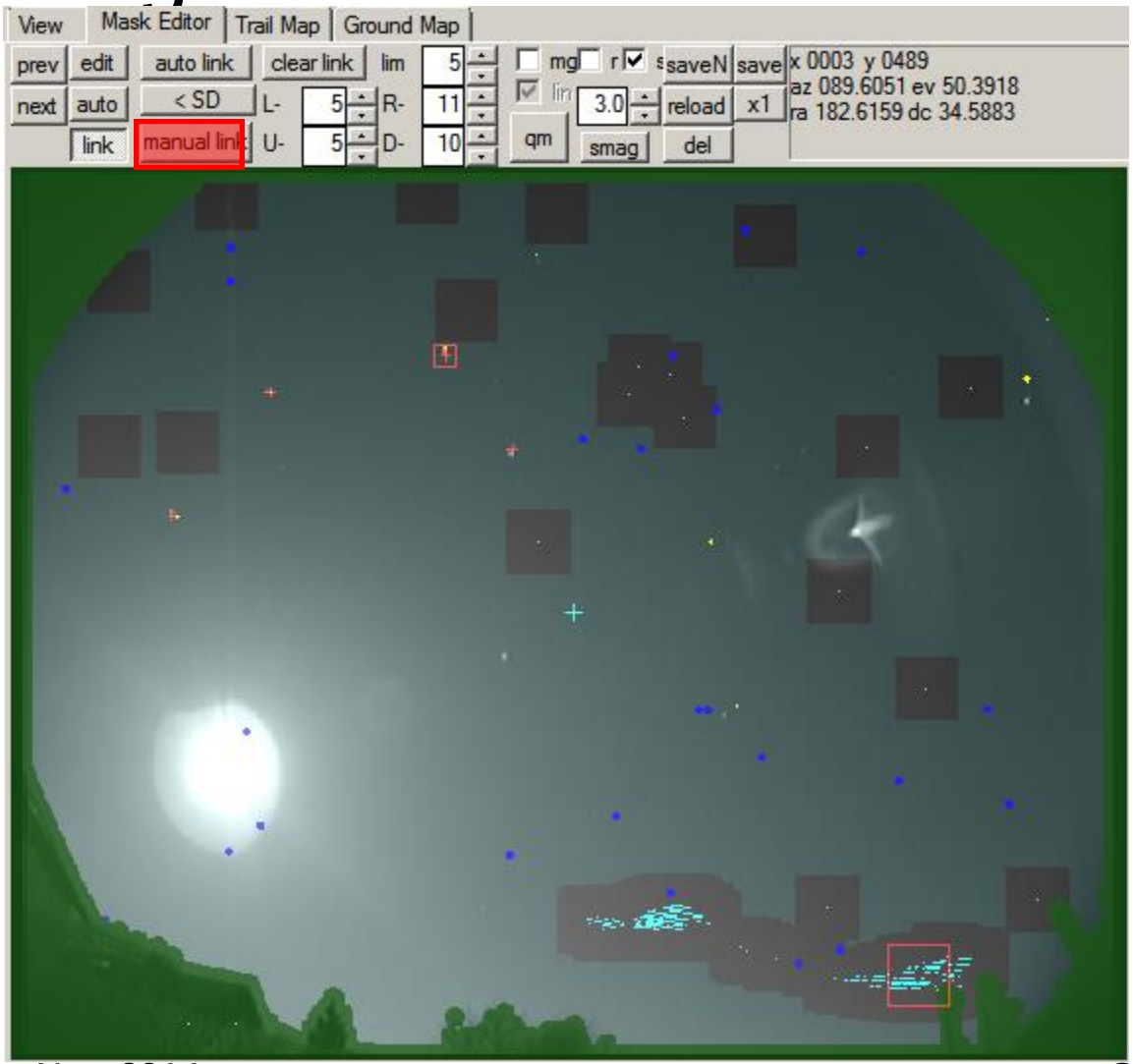


Kameraorientierung

- Grob:
  - Mask editor
  - link
  - Manual link
  - Finish link
  - Pos 3, mehrmals

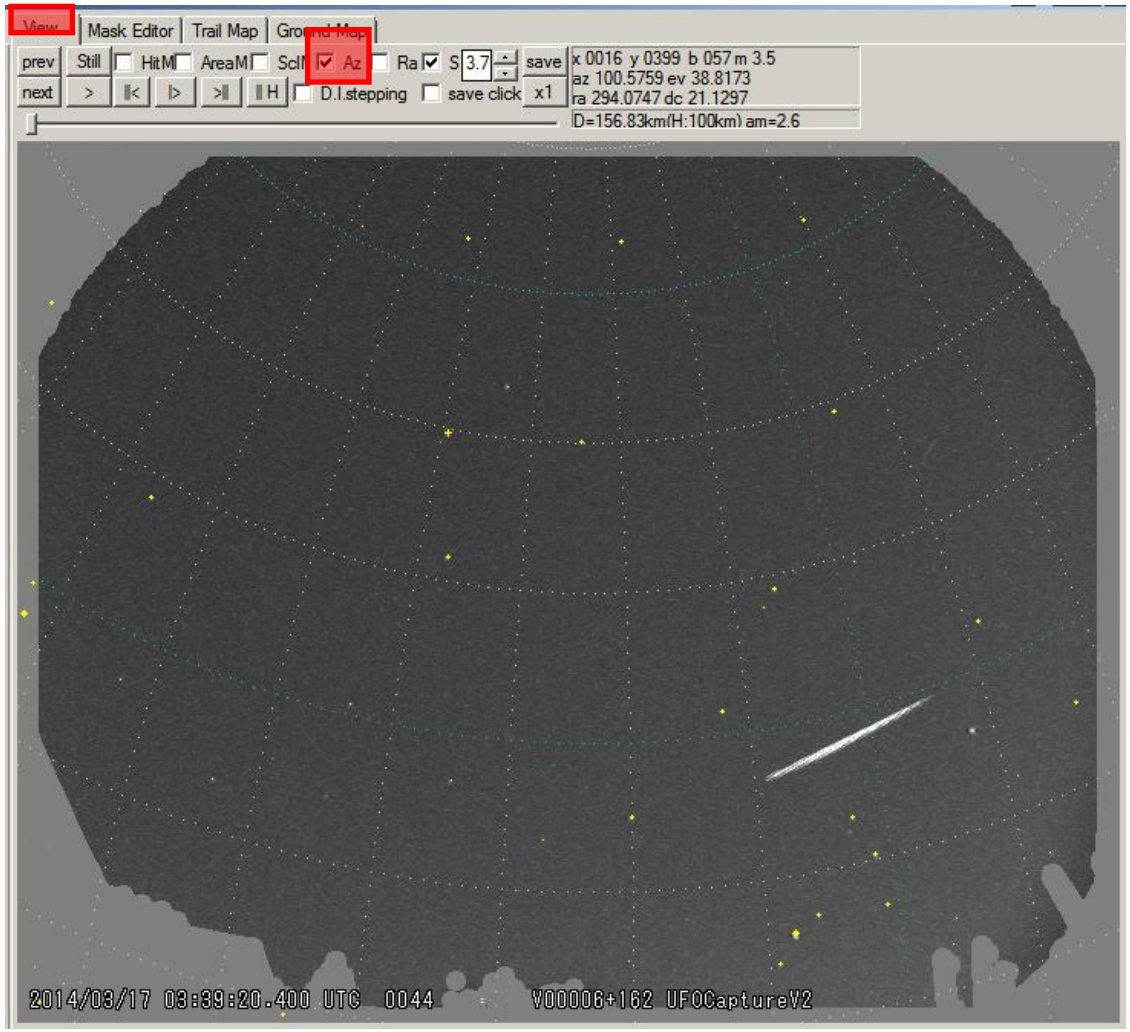


  - Profil speichern!



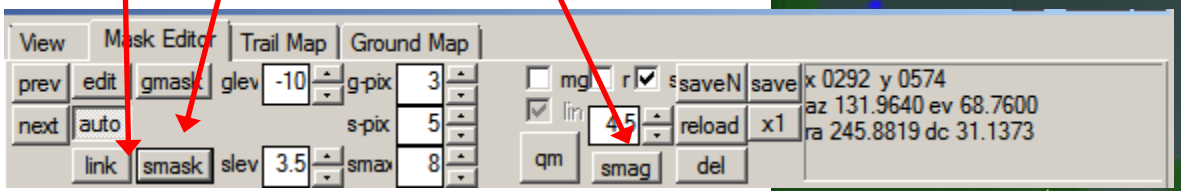
Kontrolle Orientierung

- Gradnetz einblenden
- Maske kontrollieren



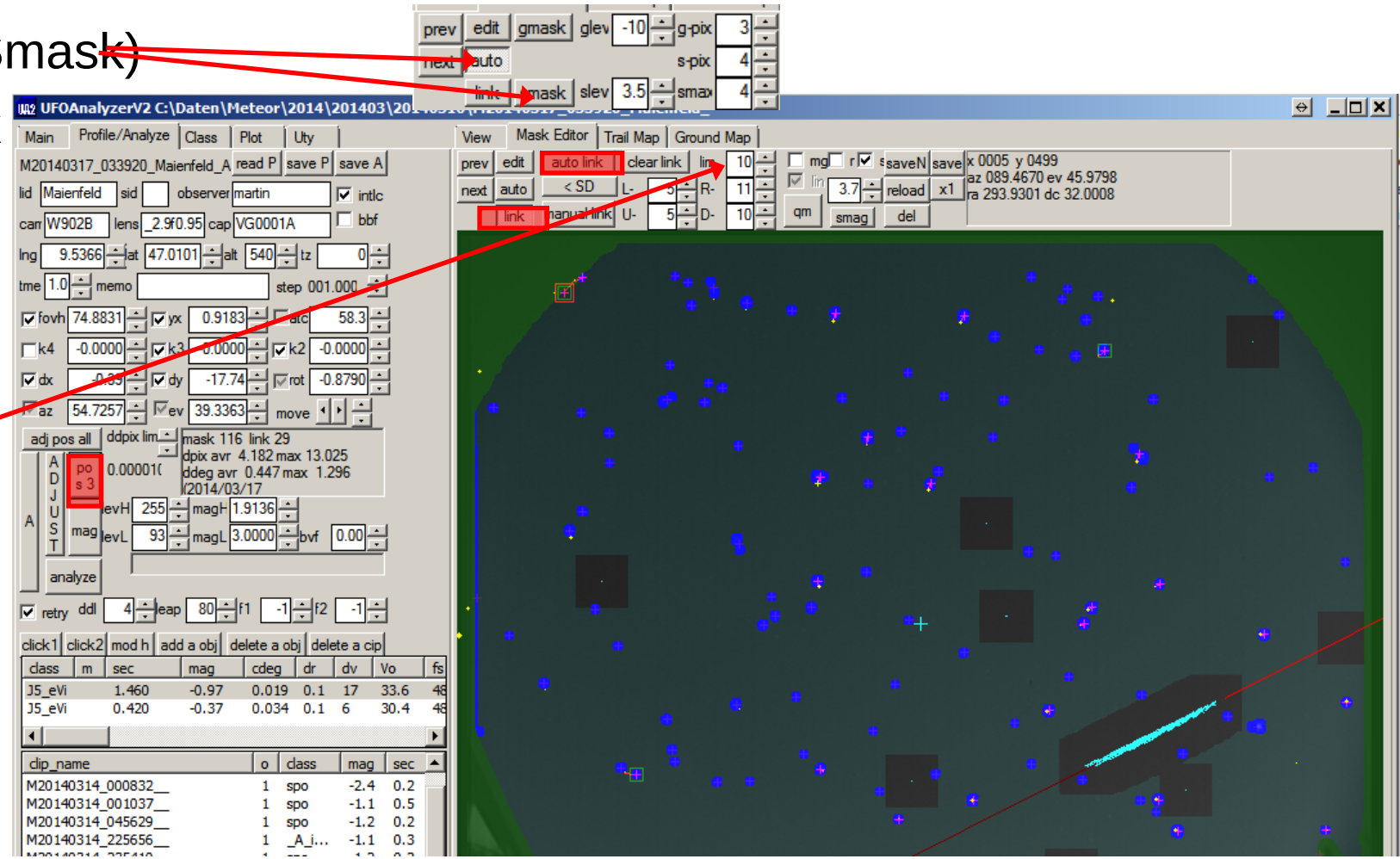
Profil erstellen, automatisch

- Ziel: Beobachtete Sterne (blau) mit berechneten (gelb) zur Übereinstimmung bringen:
- Gut: mindestens 50 Sterne, gleichmässig verteilt, Fehler rms <0.3 Pixel
- Auswahl Messsterne mit auto – smask
  Anzahl: slev
- Anzahl Katalogsterne



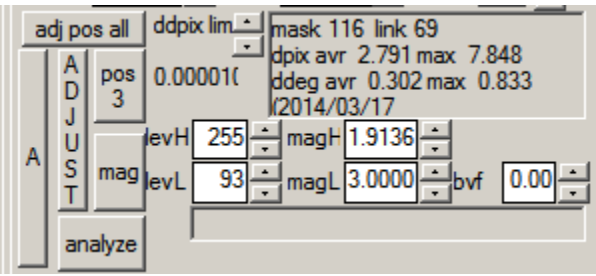
Profil erstellen, Kameraparameter 2

- (auto mask Smask)
- Link auto link
- Pos 3 …
- auto link
- adj pos all
- Fangbereich

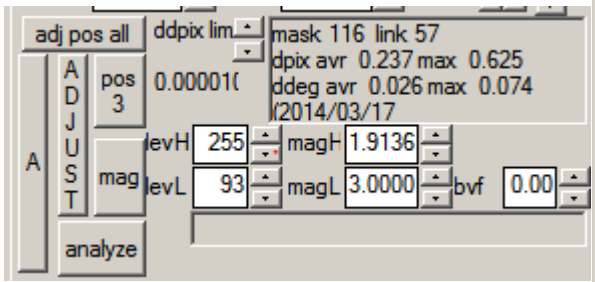


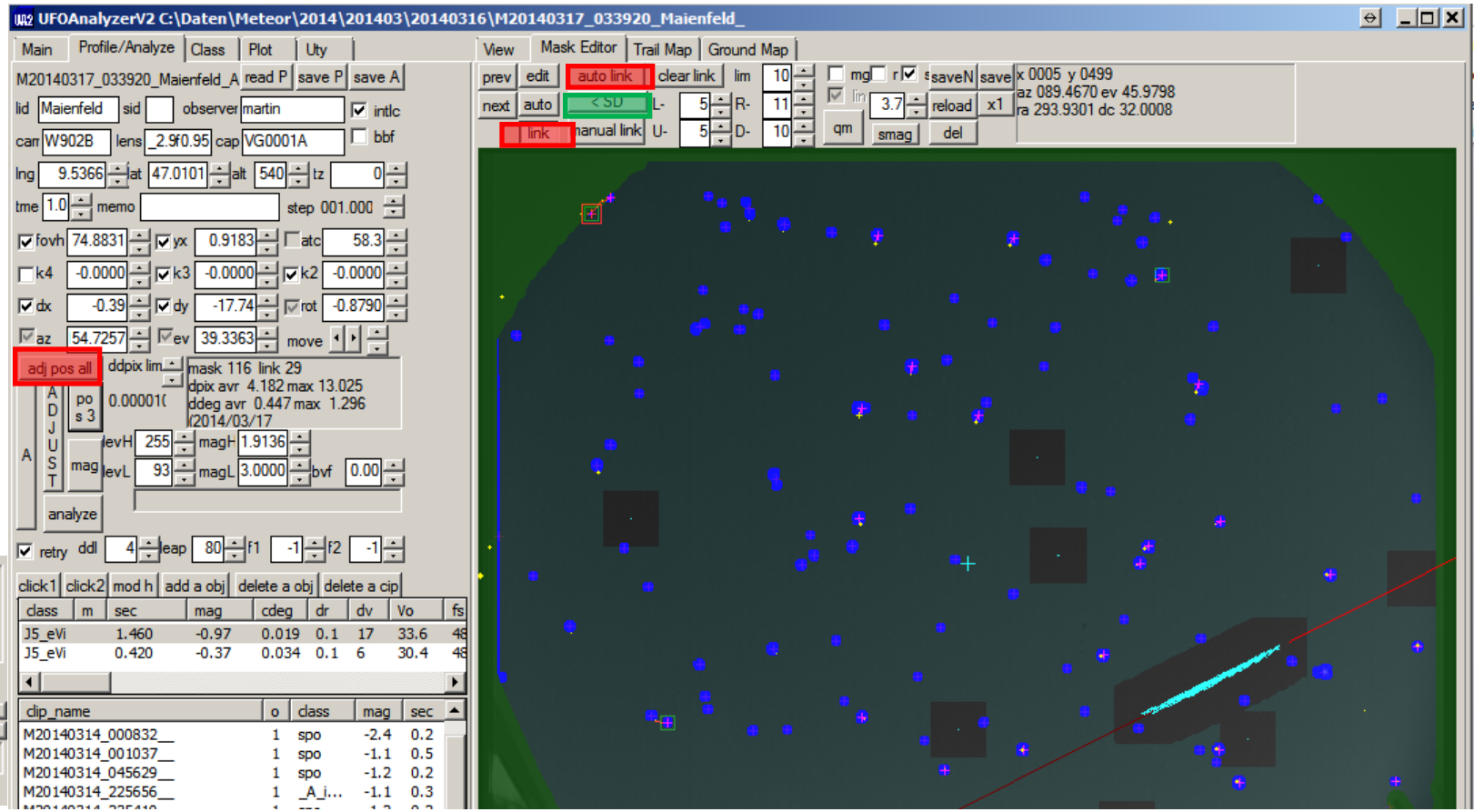
Profil erstellen, Kameraparameter 3

- auto link
- adj pos 3 … 3 Pixel rms



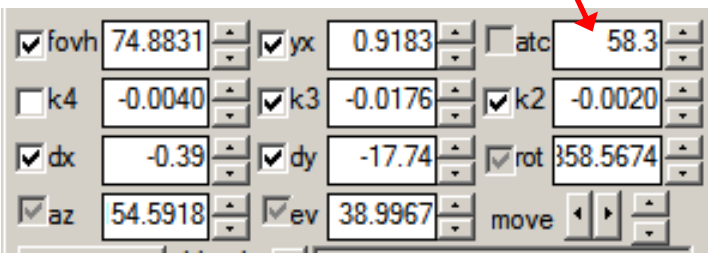
- auto link
- adj pos all … 0.3 Pixel rms

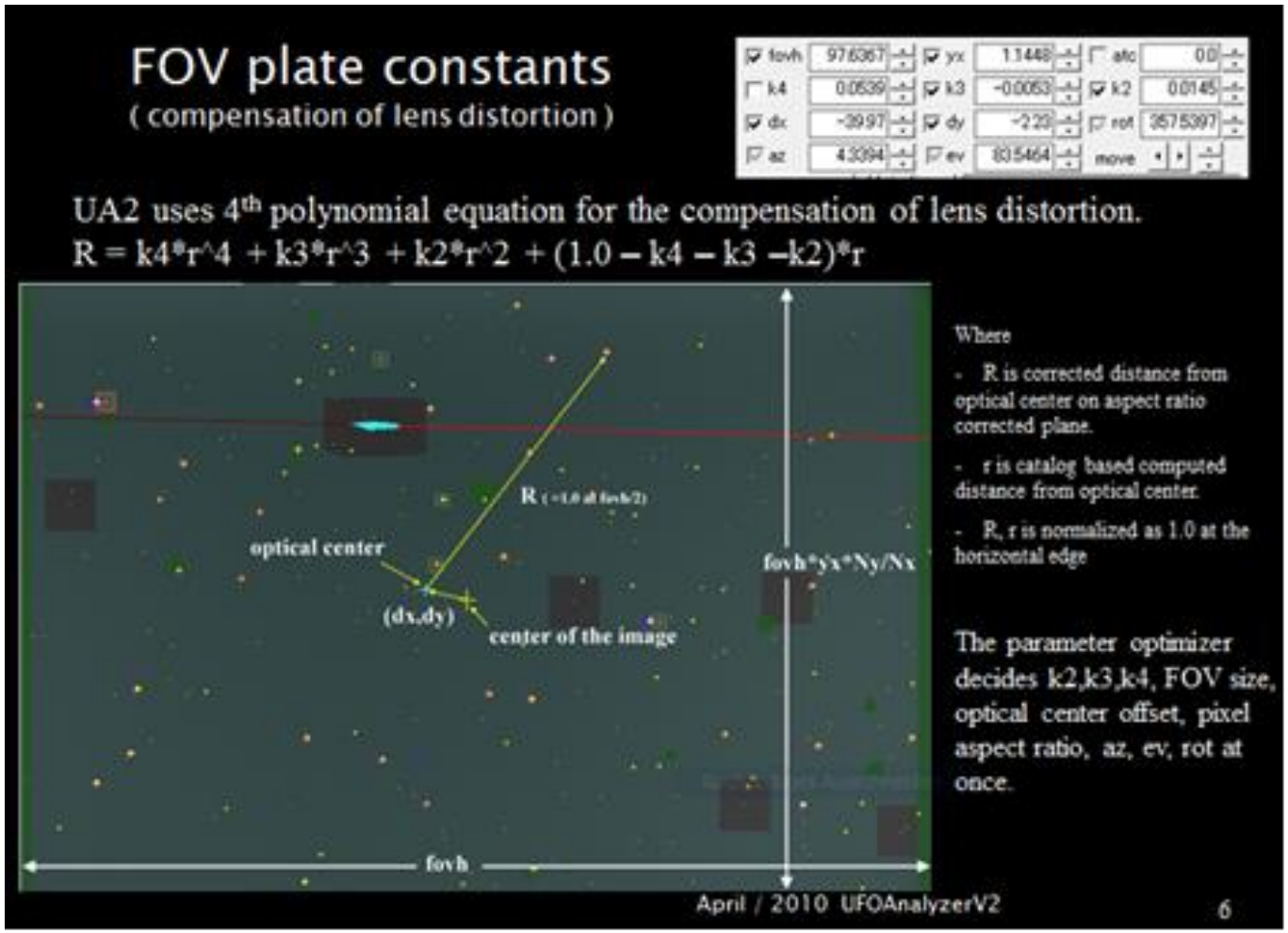




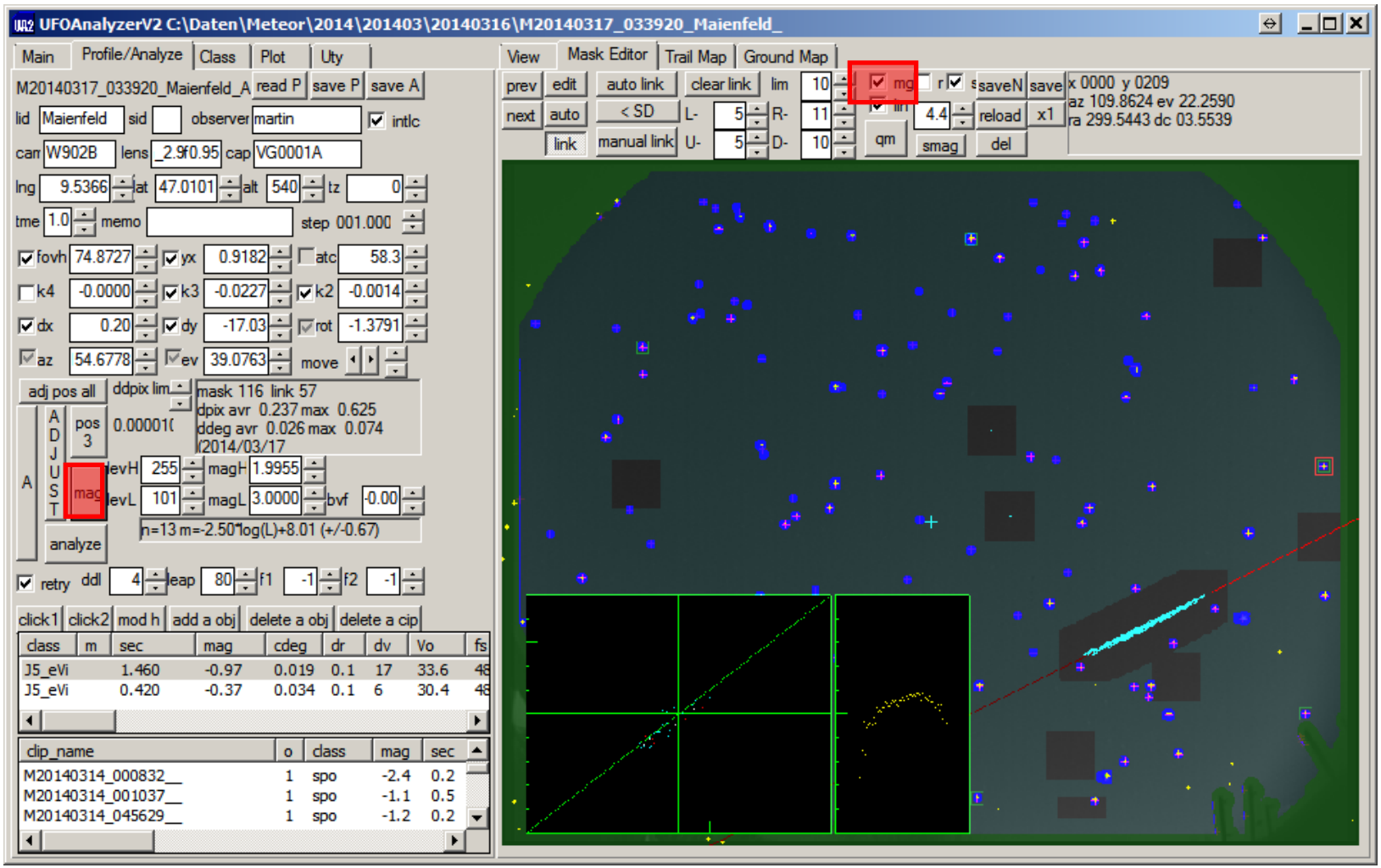
Profil erstellen, Kameraparameter

- Bildmassstab
- Verzerrung
- Refraktion

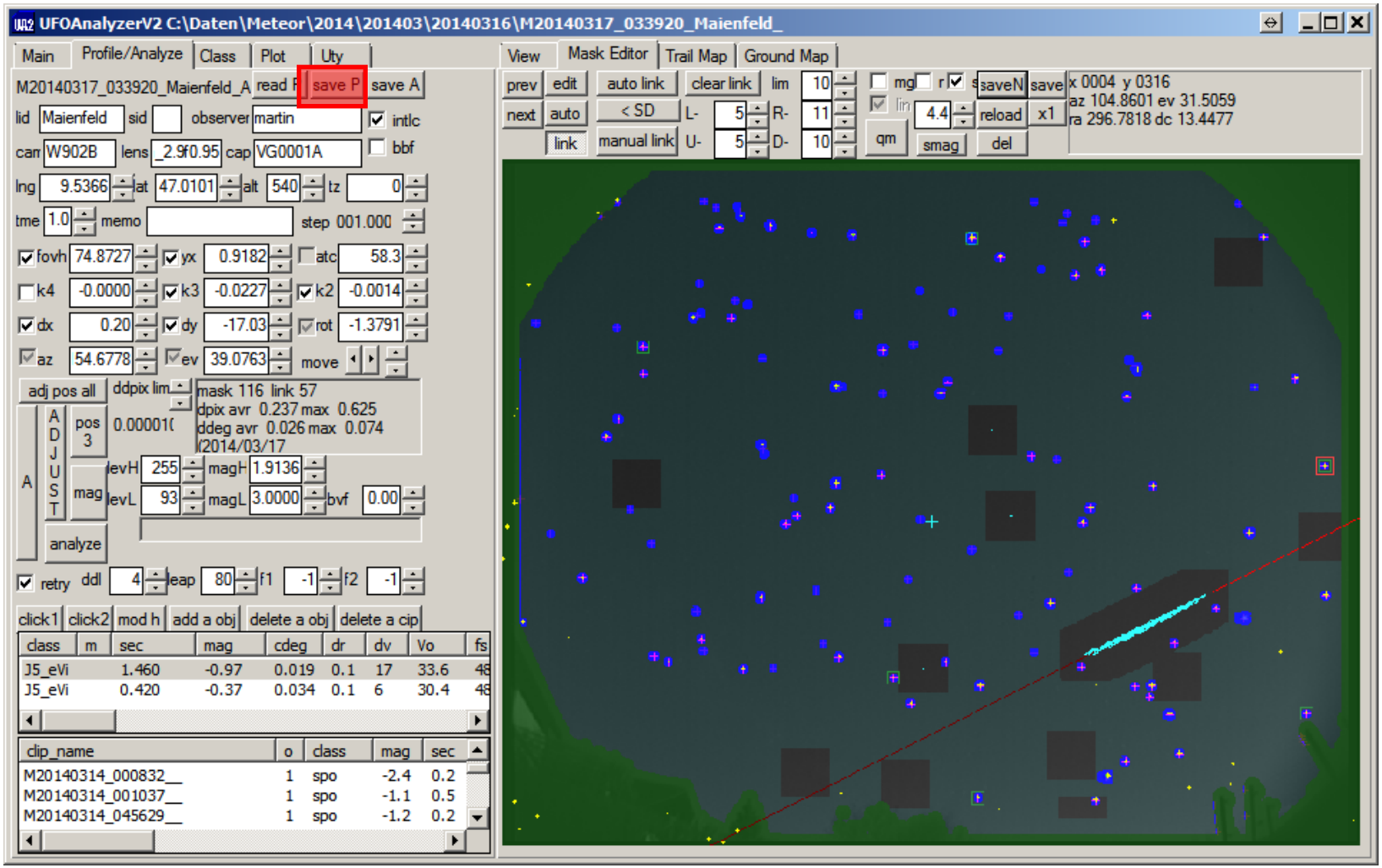




Bestimmung Magnitude



Profil speichern, Read Dir (in Main)

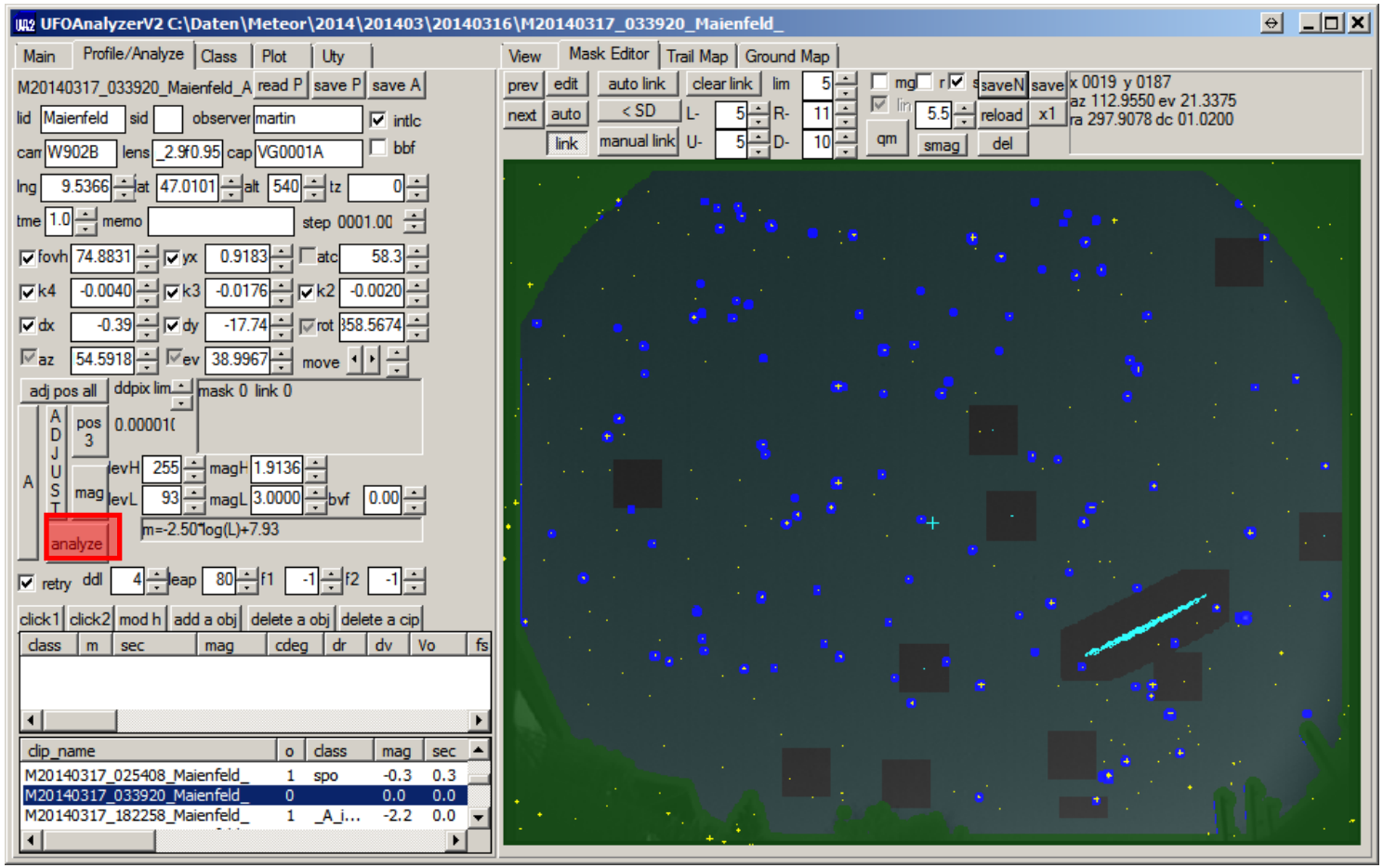


Analyze Clips

- Analyze
- Folgende Clips:
  - pos3
  - Mag
  - analyze

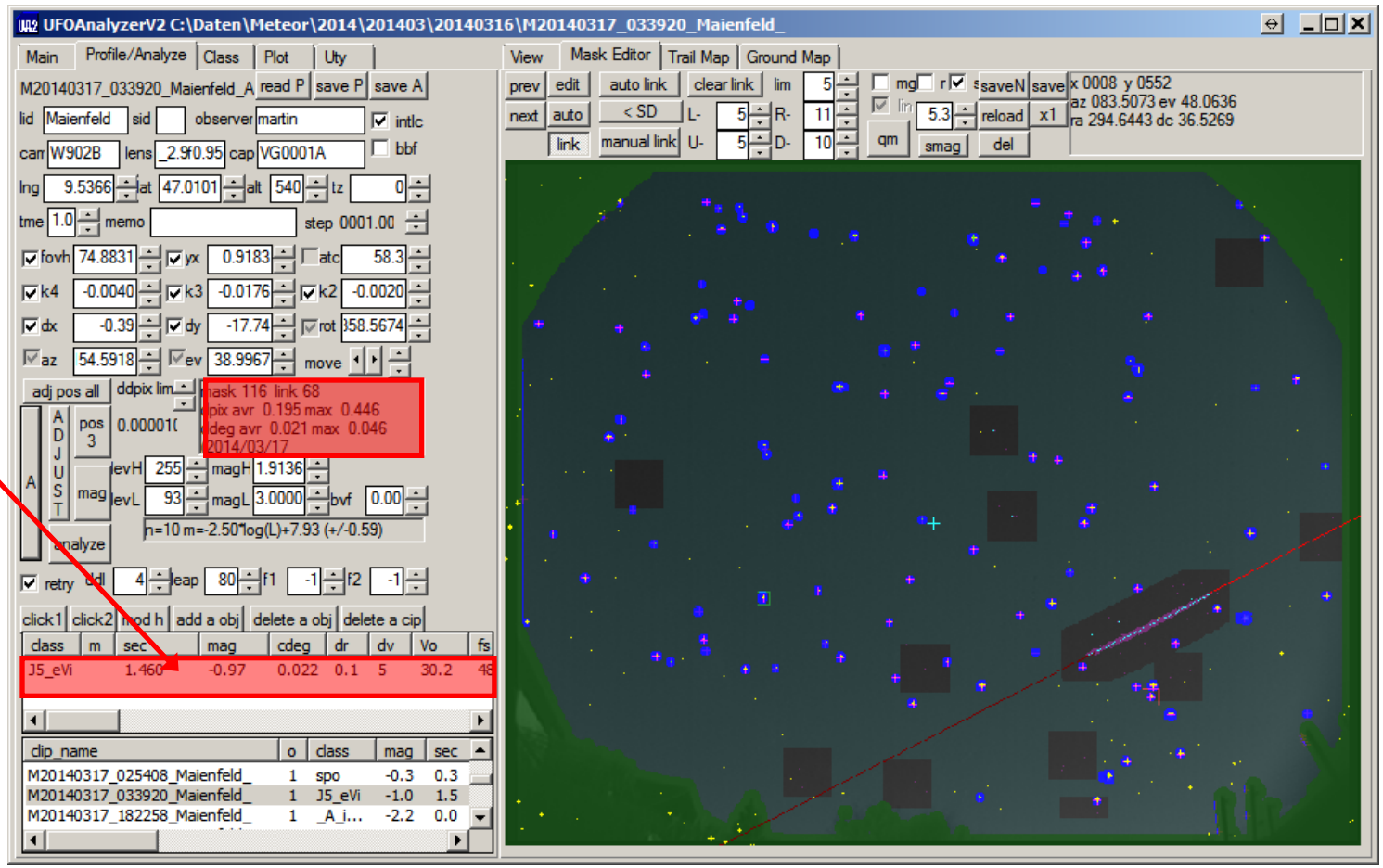
A

ADJUST



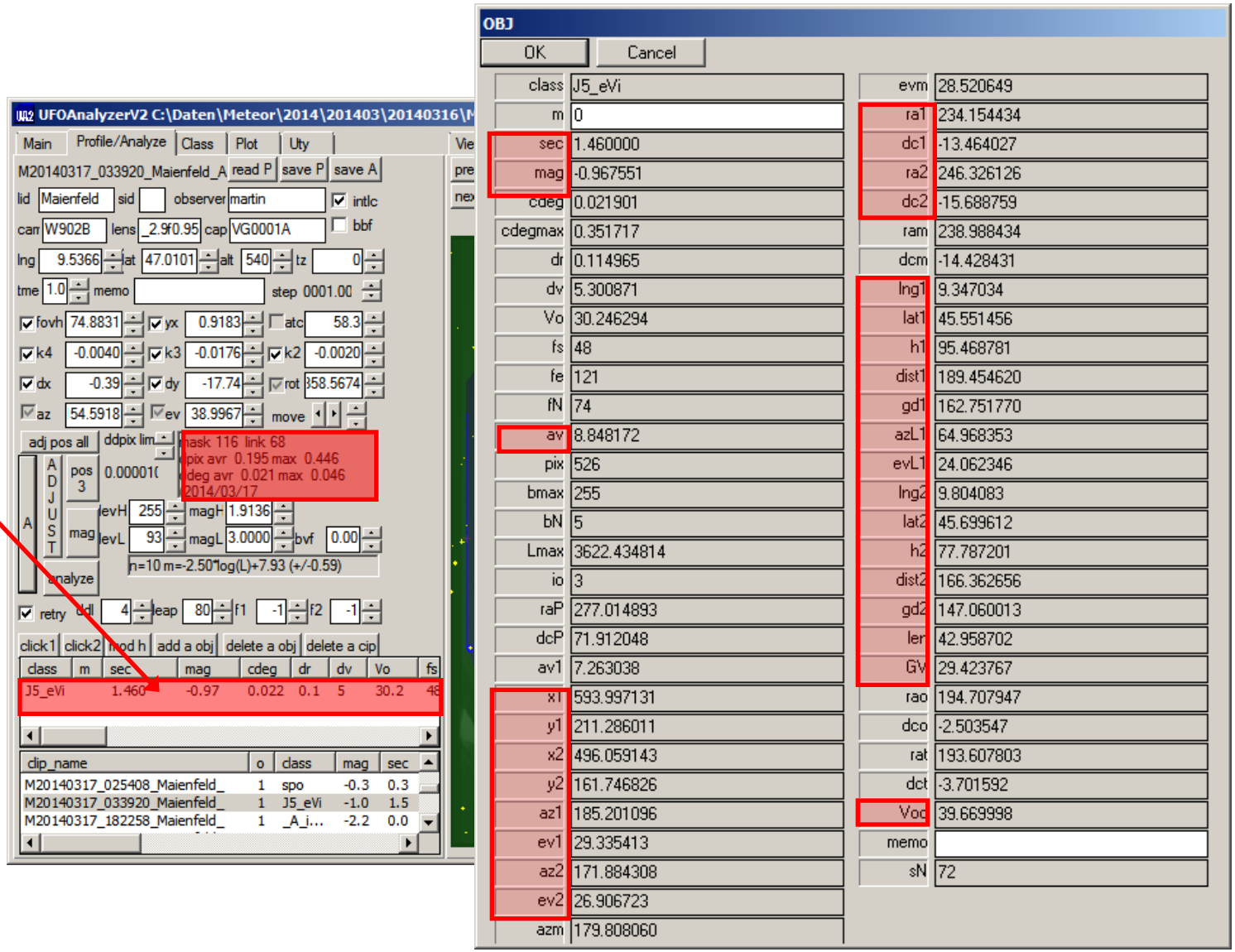
Resultat

- 68 links
- Rms 0.2 pixel
- eVi Meteor
- Rechtsclick:



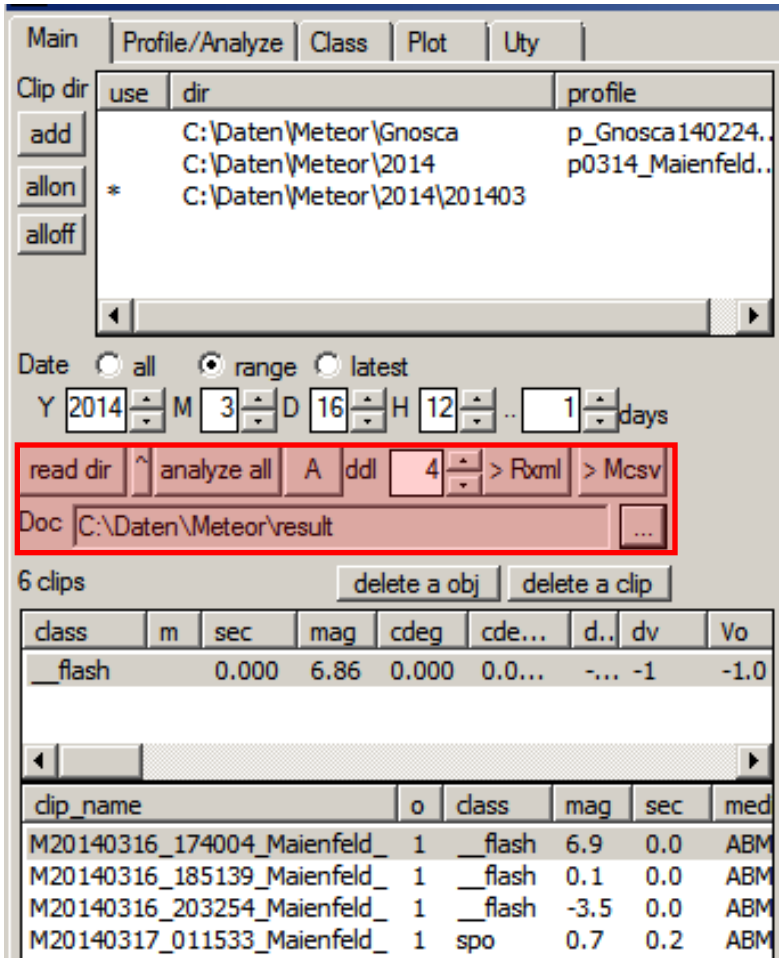
Resultat 2

- 68 links
- Rms 0.2 pixel
- eVi Meteor
- Rechtsclick: Resultat



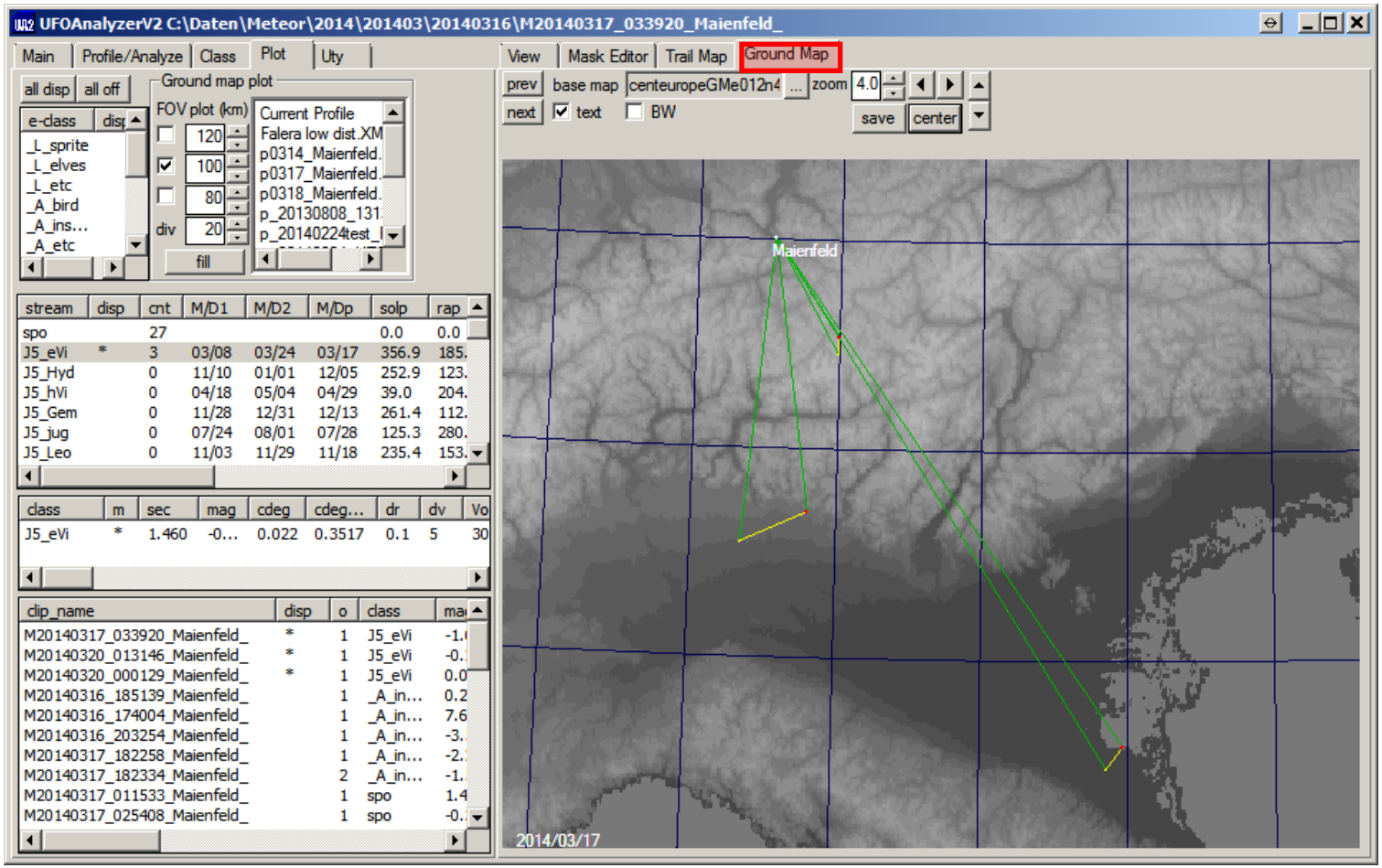
Resultat speichern

- Weitere Clips auswerten mit A
- Alle auswerten mit analyze all
- Einstellen Empfindlichkeit mit ddl
- …
- Sortieren, von Hand
- Resultate komplett speichern
  - Z.B. ganzer Monat
  - > M*.CSV
  - > M*R.XML



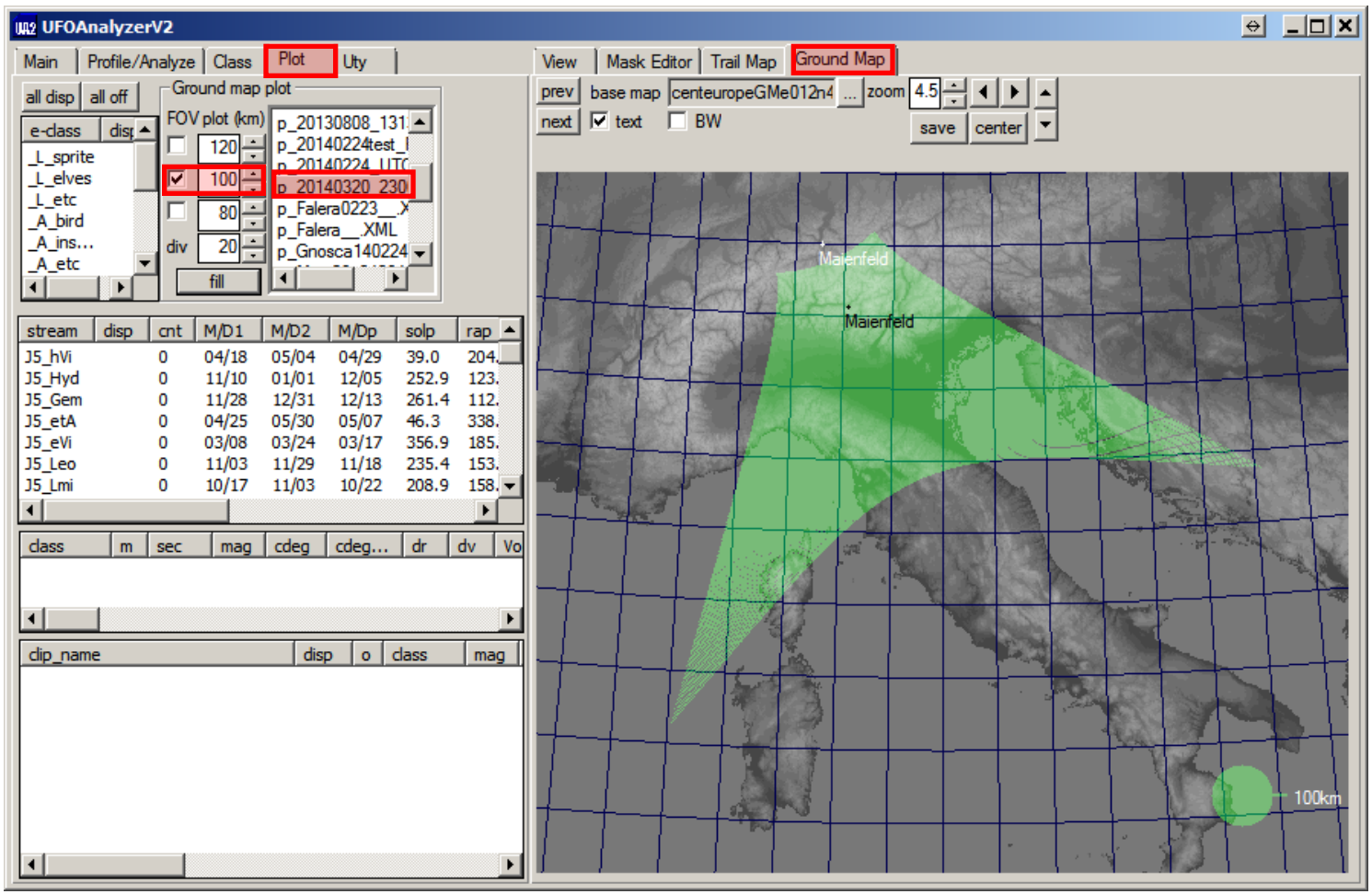
Resultate darstellen

- Ground Map falls Klasse bekannt
- Shower names: _Eta Virginids
- Trail map ergibt Radiant



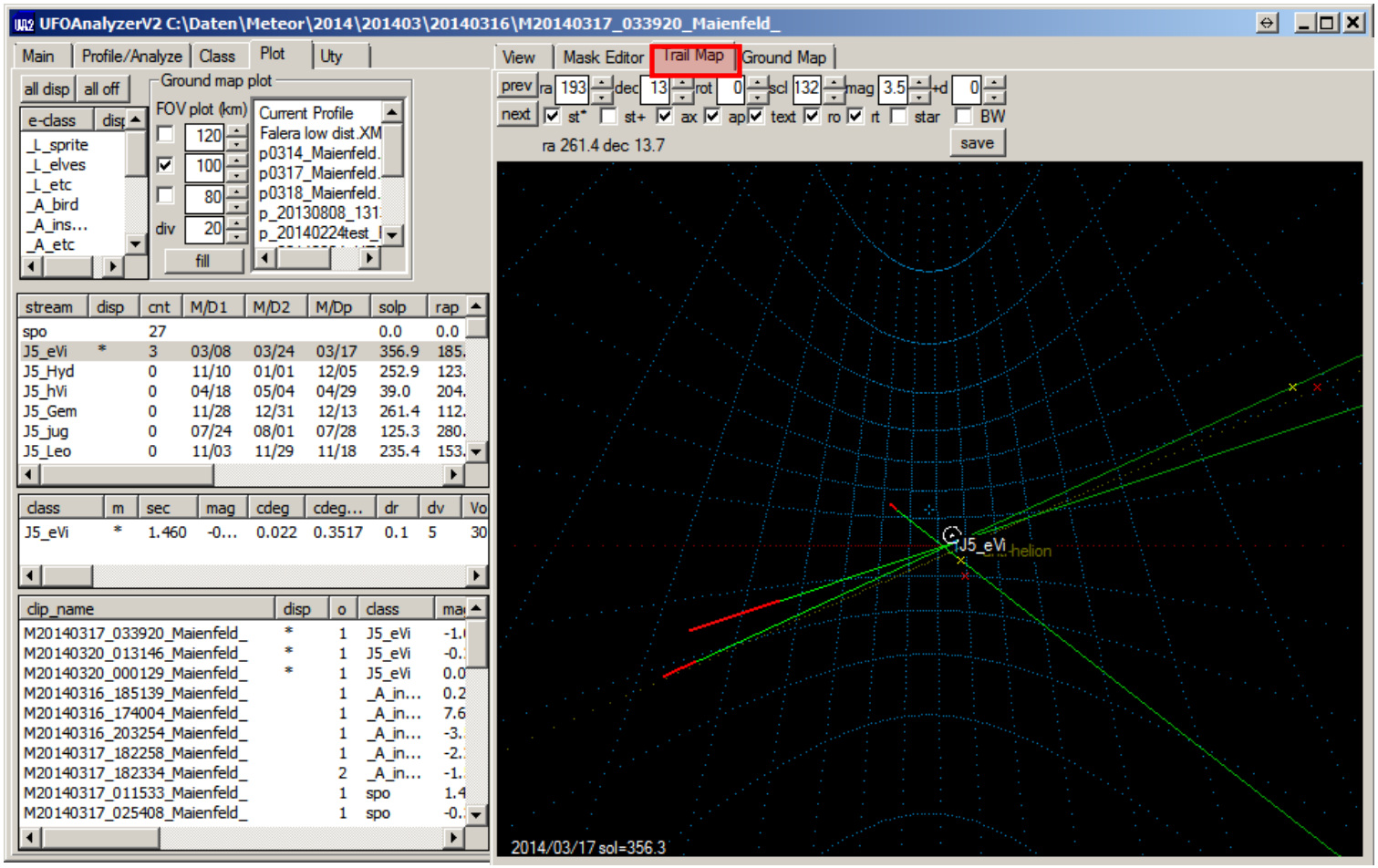
Sichtbereich Kamera

- Typische Höhe Meteor 100 km
- Berechnet für f = 4.2 mm



Resultate darstellen

- Ground Map falls Klasse bekannt
- Shower names: _Eta Virginids
- Trail map ergibt Radiant



Report

- Eigene Messungen März –April 2014

UFOAnalyzer Report - Windows Internet Explorer

C:\Daten\Meteor\result\M20140314-0413_Mai_R.xml

Datei Bearbeiten Ansicht Favoriten Extras ?

UFOAnalyzer Report

UFOAnalyzer Report

start date	2014/3/14-0	days	29
system	**meteor**	**e-class**	**total**
(null)_(null)	5	1	6
Maienfeld_(null)	22	8	30
Mai_(null)	6	1	7

Time Table

class	count	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
spo	30										3	2	8	2	4	4	3	4							
J5_eVi	3													1	1		1								
Meteor total	33										3	2	8	3	5	4	4	4							
_A_insect	5							3			1	1													
__flash	3						1	1		1															
__slow	1															1									
_A_bird	1																		1						
E-class total	10						1	4		1	1	1				1			1						
Total	43						1	4		1	4	3	8	3	5	5	4	4	1						

Magnitude Table

class	count	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
spo	30									5	9	10	5	1								
J5_eVi	3										1	2										
Meteor total	33									5	10	12	5	1								
Total	43								1	8	11	13	6	2	1				1			

Fertig | Computer | Geschützter Modus: Inaktiv | 100%

Bestimmung der Koordinaten (J2000)

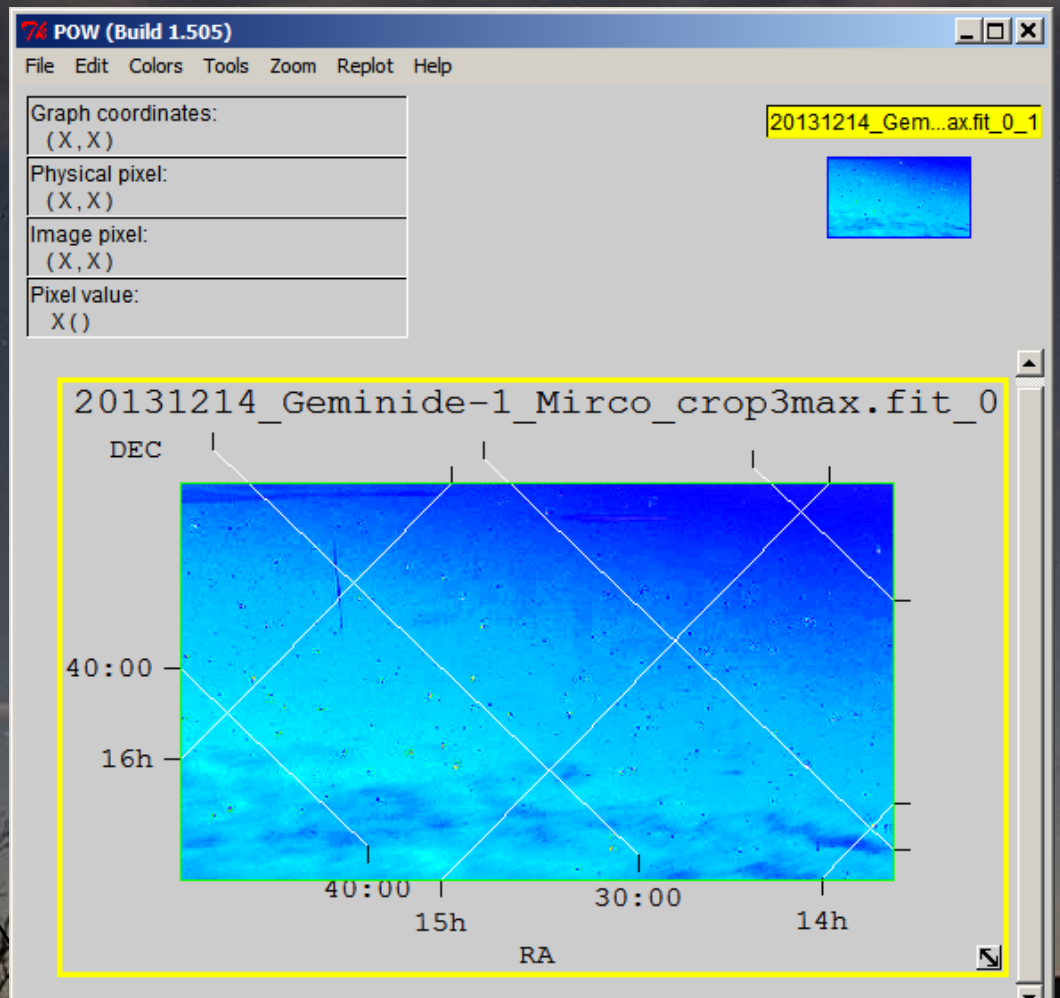
- Astrometrie der Aufnahme, speichern als *.fit
  - http://nova.astrometry.net/
  - http://astrosurf.com/jpgodard/download/
  - Maxim
- Bestimmung des Anfangs- und Endpunkts, z.B. mit Fitsview

Bestimmung der Koordinaten (J2000)

- Astrometrie der Aufname, z.B. mit Astrometry.net oder Maxim, speichern als *.fit
- Bestimmung des Anfangs- und Endpunkts, z.B. mit Fitsview

Bestimmung der Koordinaten (J2000)

- Bestimmung des Anfangs- und Endpunkts, z.B. mit Fitsview



Bahnbestimmung mit EXCEL

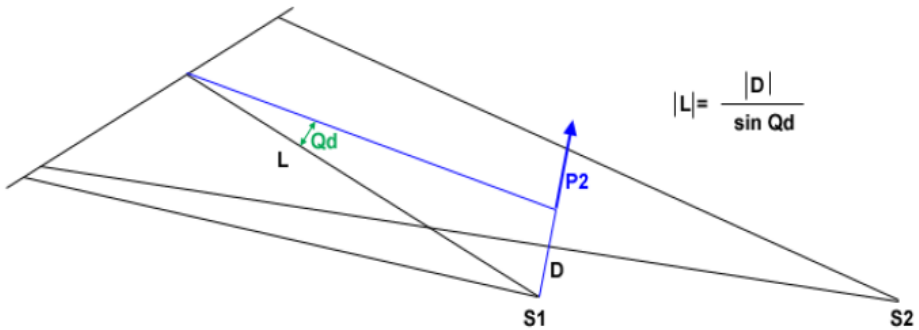
- Position Anfangs- und Endpunkt,
  Zeitpunkt und Koordinaten Standorte in EXCEL Vorlage übertragen
- Geographische Koordinaten und Höhe Anfangs- und Endpunkt,
  Einschlagpunkt (für geradlinige Bahn) wird gerechnet
- Datenzeilen für Input in UFO Orbit werden erzeugt (Format R91!),
  (Achtung: Azimut S = 0°!), neuste Version verwenden V2.34!
  Bahnberechnung sphaerisch-kartesisch V3.xls:

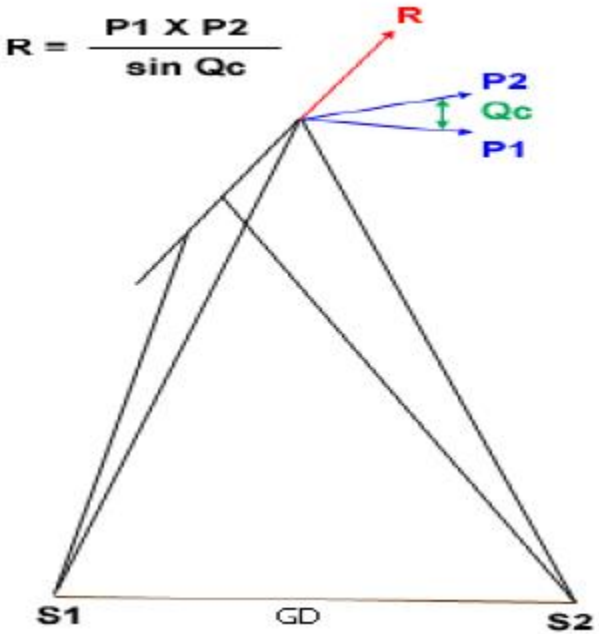
Ver	Y	M	D	h	m	s	Mag	Dur	Az1	Alt1
R91	2014	3	13	21	0	0	0	3	16.83	8.33
R91	2014	3	13	21	0	0	0	3	9.00	13.00

Az2	Alt2	Ra1	Dec1	Ra2	Dec2	ID	Long	Lat	Alt	Tz
27.3533333	5.91666667	999.9	999.9	999.9	999.9	Sternwarte Bi	8.57078333	47.5197528	548.00	0.00
21	6	999.9	999.9	999.9	999.9	Sonnenturm U	7.45294444	46.8535278	255.00	0.00

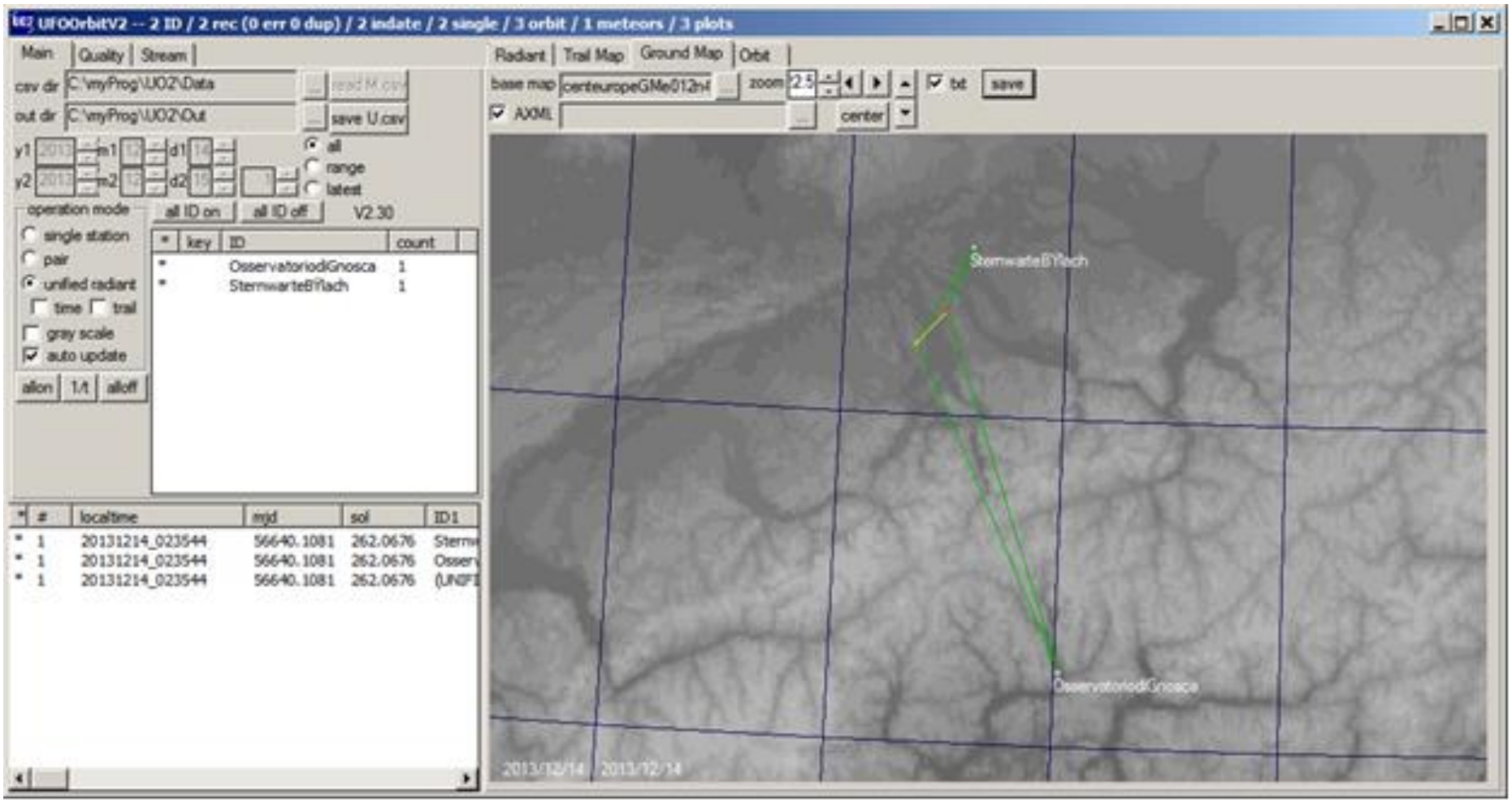
Bahnberechnung mit UFO Orbit 1

- Terrestrisch
  - Schnittgerade von zwei Ebenen durch Standort, Anfangs- und Endpunkt
  - Radiant, Geschwindigkeit
  - Anfangs- und Endpunkt müssen nicht übereinstimmen!



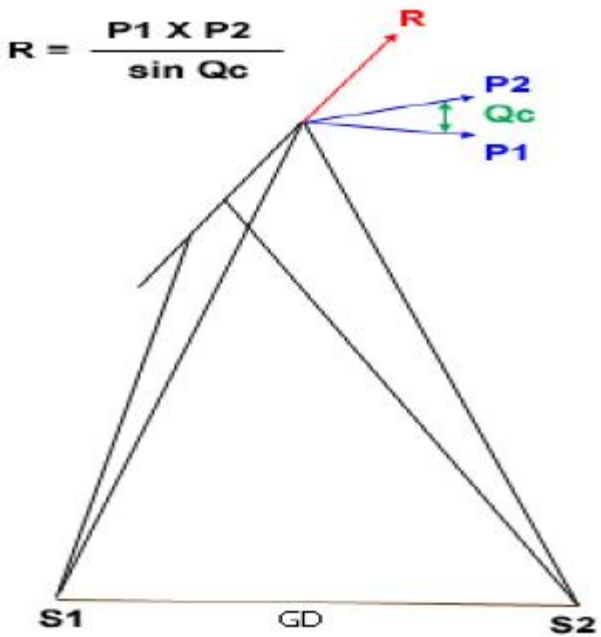


Beispiel Bülach – Gnosca, 14. 12. 2013



Bahnberechnung mit UFO Orbit 2

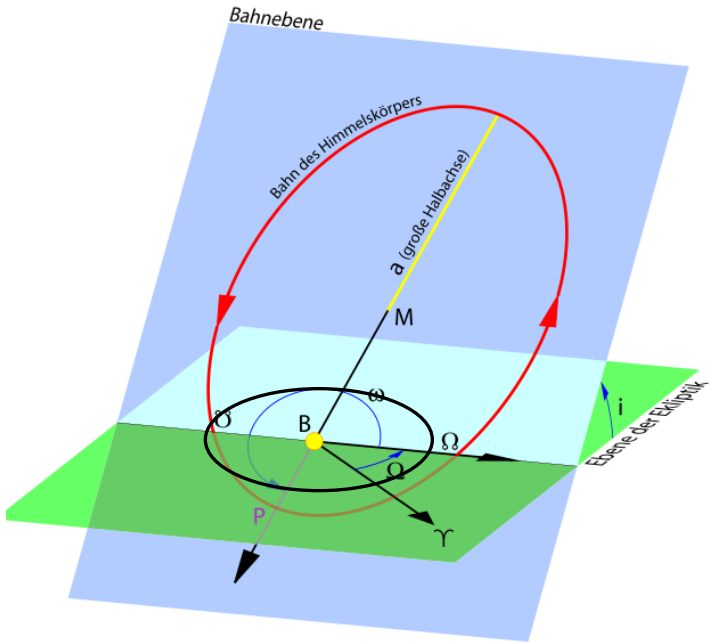
- Beobachter auf der Erde
  - Radiant und Geschwindigkeit beobachtet
  - Korrektur der Abbremsung in Atmosphäre
  - Korrektur für Erddrehung:
    0.456*cos(φ) km/sec, rund 300 m/sec → v_g
  - Korrektur der Geschwindigkeit für Gravitationspotential der Erde:
    $v_0^2 = v_g^2 - 125.4$
    (v in km/sec)
  - Korrektur Zenitattraktion
    $\Delta z=2*ARCTAN((v_g-v_0)/(v_g+v_0)*TAN(z/2))$



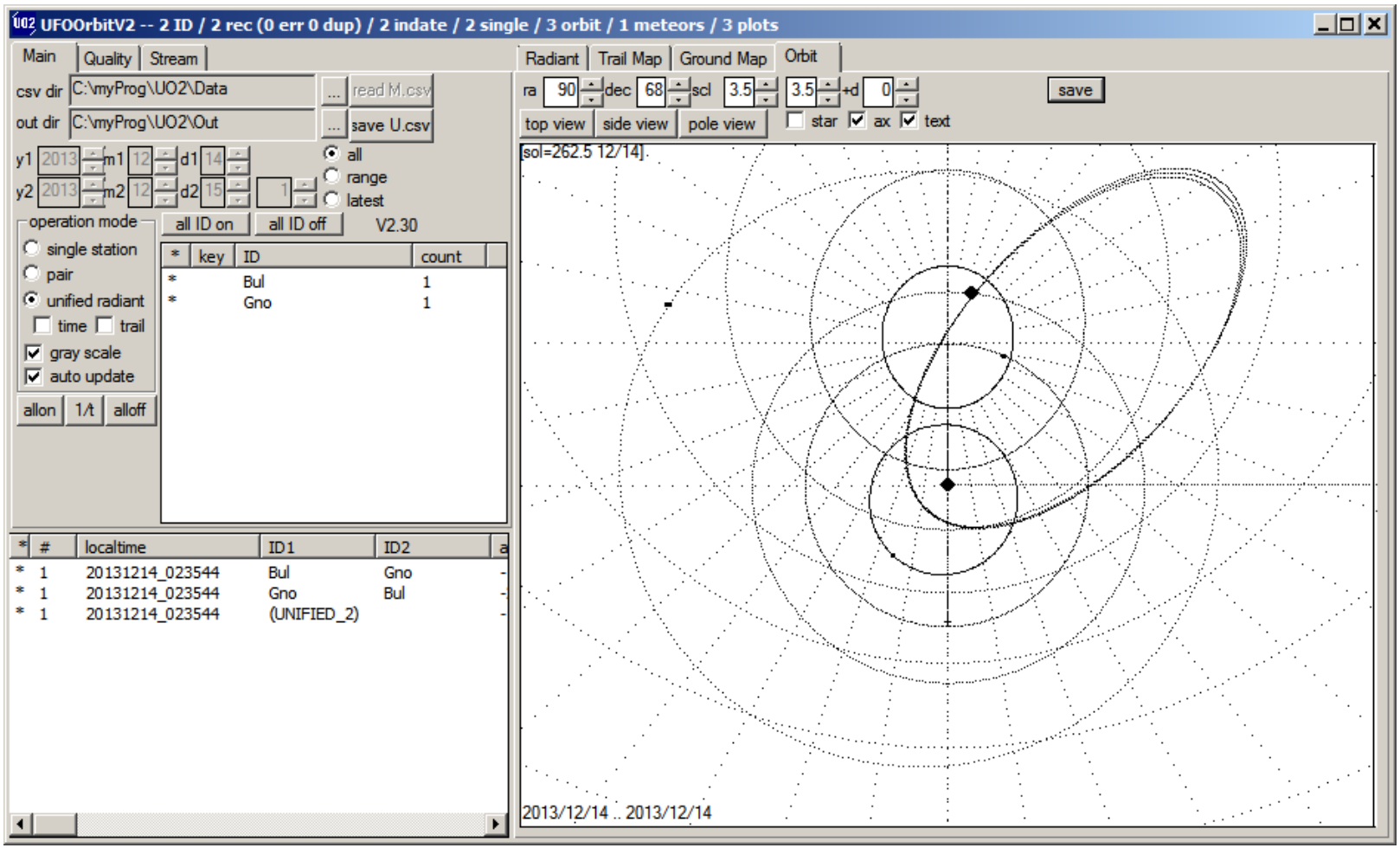
- → Geschwindigkeit relativ zu bewegter Erde aussserhalb Grav. feld

Bahnberechnung mit UFO Orbit 3

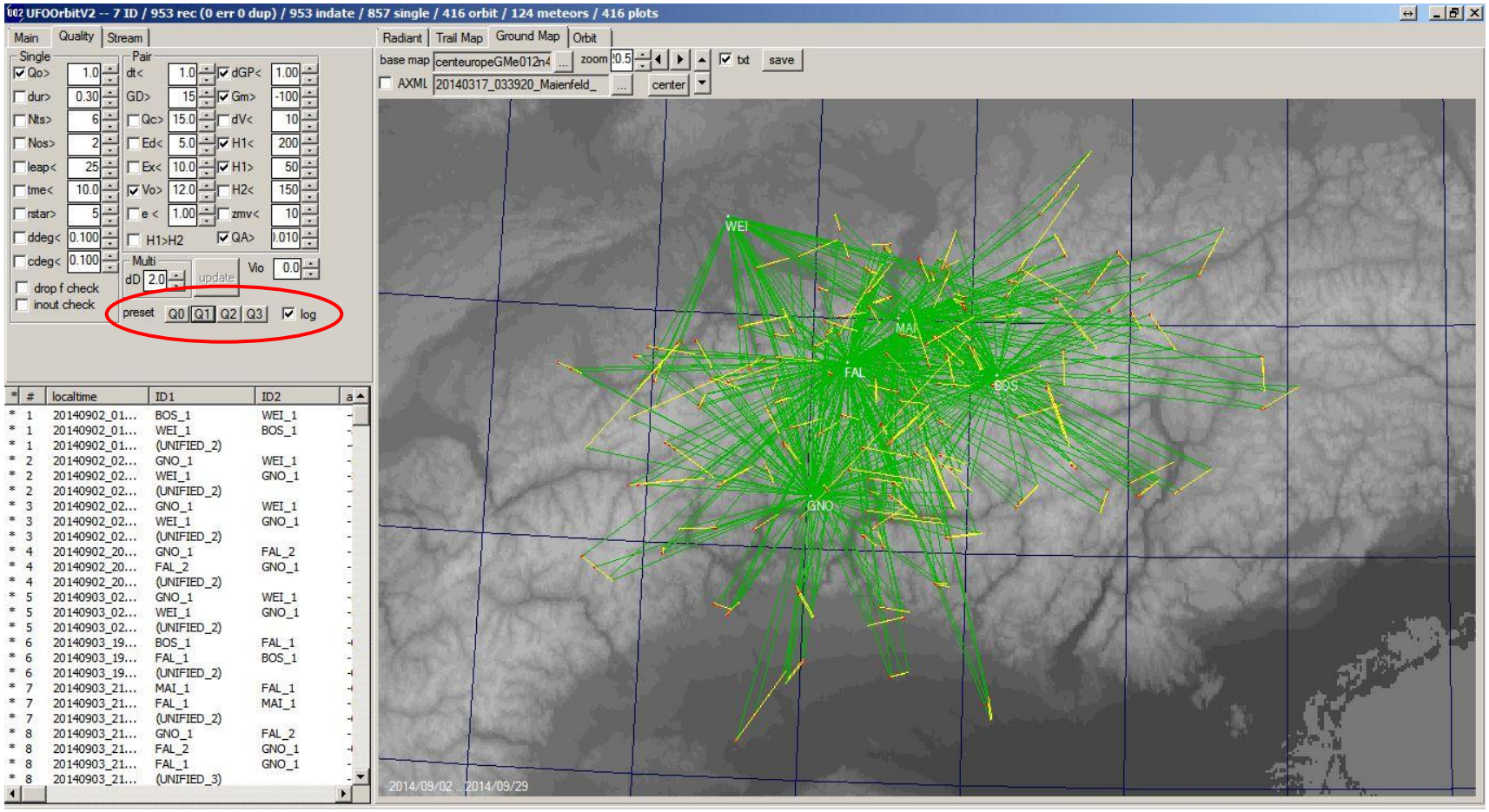
- Geschwindigkeit relativ zu Erde
  - (Vektor-) Addition Umlaufgeschwindigkeit Erde um Sonne (ca. 30 km/sec) →
  - Geschwindigkeit des Meteors im Sonnensystem (x, y, z, v_x, v_y, v_z)
  - Aus Abstand (1AE) und Geschwindigkeit → grosse Halbachse a
    → Umlaufzeit um Sonne (3. Keplergesetz)
  - Vektor v und r (Vektor Sonne – Meteor) → Drehimpuls (→ Exzentrizität e),
  - Bahnebene (Bahnneigung i, Knotenlänge Ω)
  - → Richtung zum Perihel ω, T Perihel



Beispiel Bülach – Gnosca, 14. 12. 2013

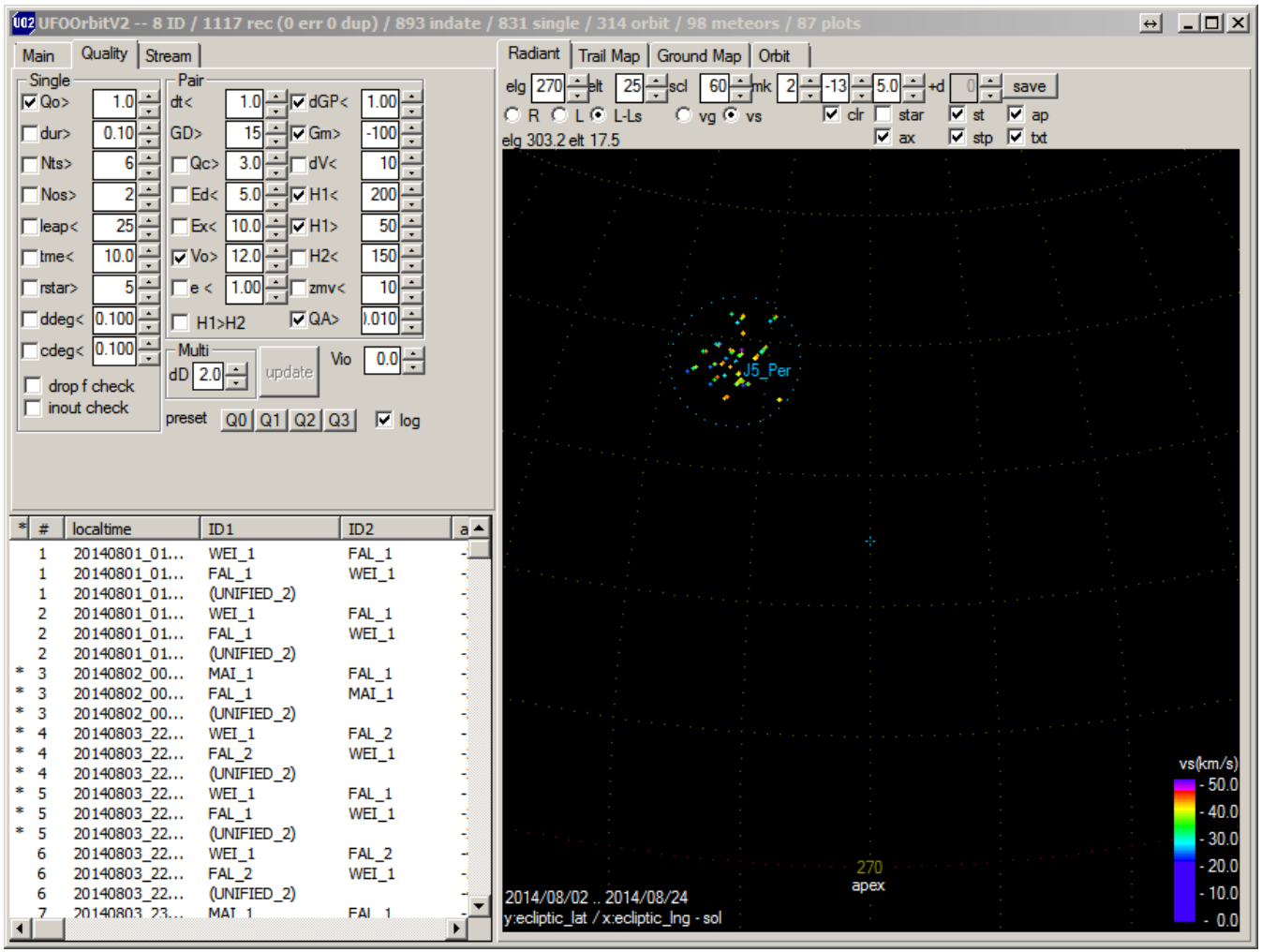


Mit grösserer Datenbasis, FMA Sept. 14, Q1



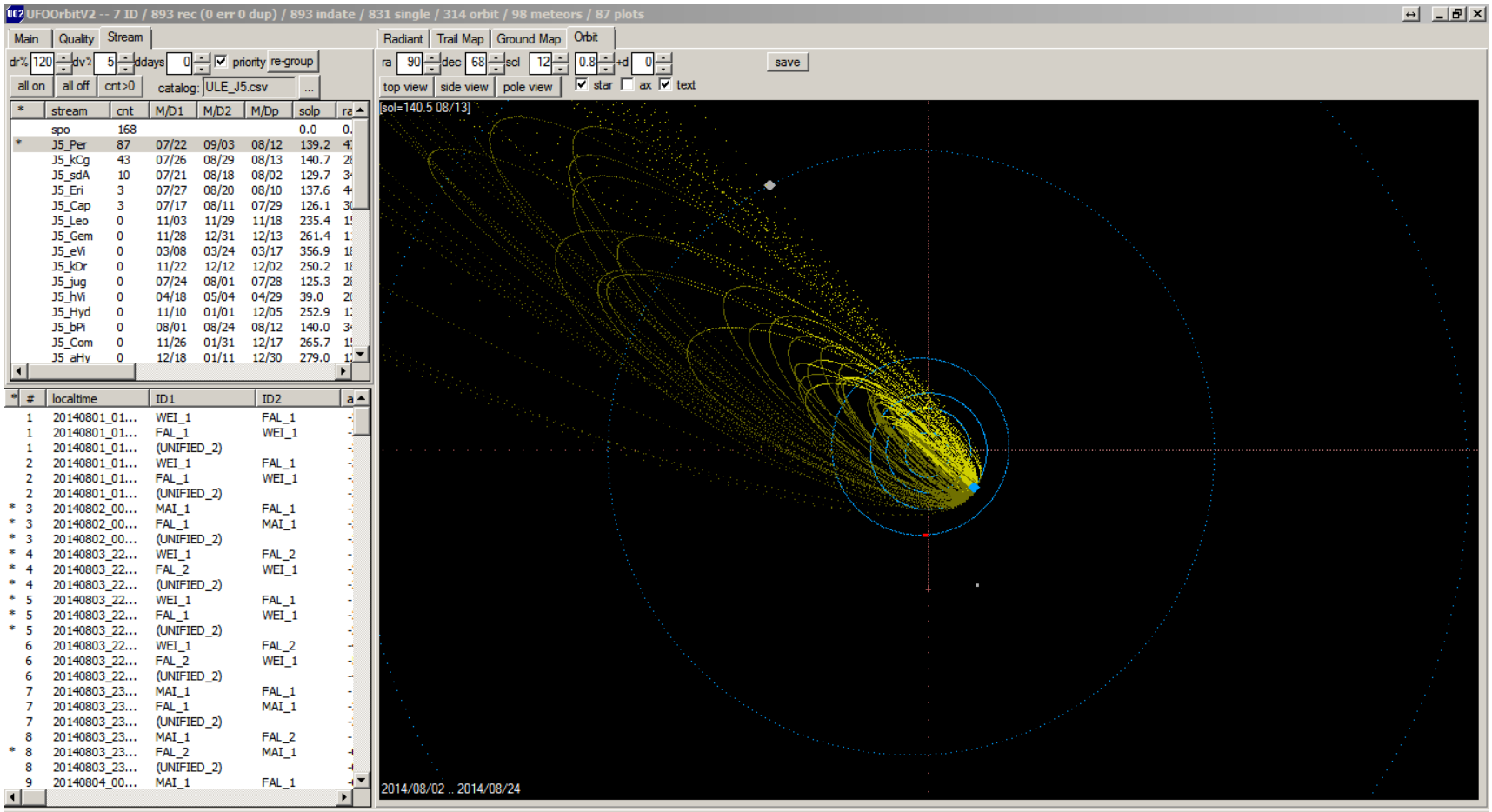
Perseiden, FMA August 2014

- Radiant,
- Geschwindigkeit



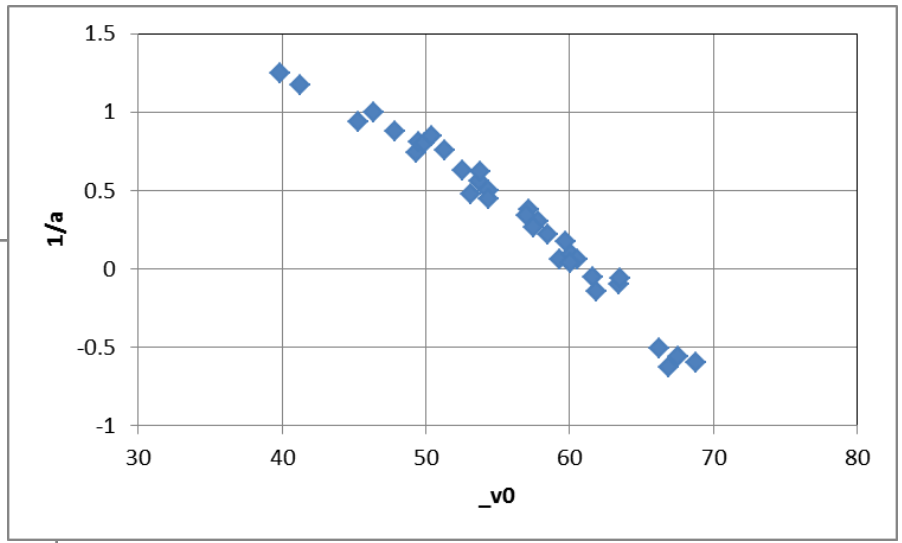
Meteororbits, FMA

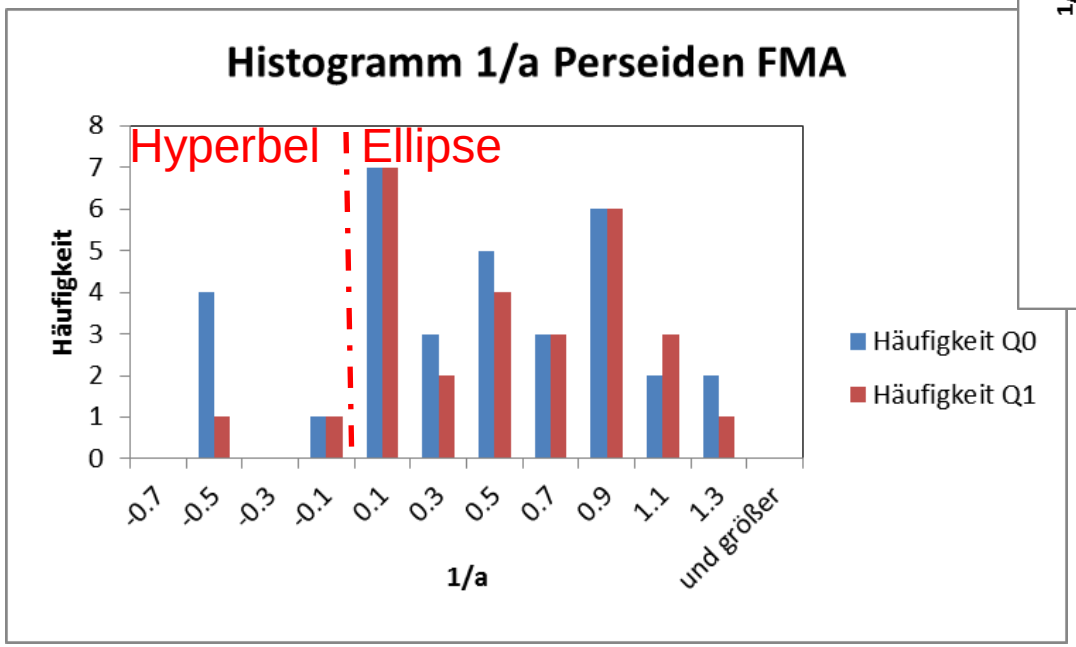
- Perseiden, 2. – 24. 8. 2014, Streuung der Halbachsen



Statistik

- Zusammenhang zwischen v0 und a: $1/a = 2/r_0 - (v_h/30)^2$
- Vergleichbar mit EDMOND Daten
- Kurze Brennweite → Messfehler



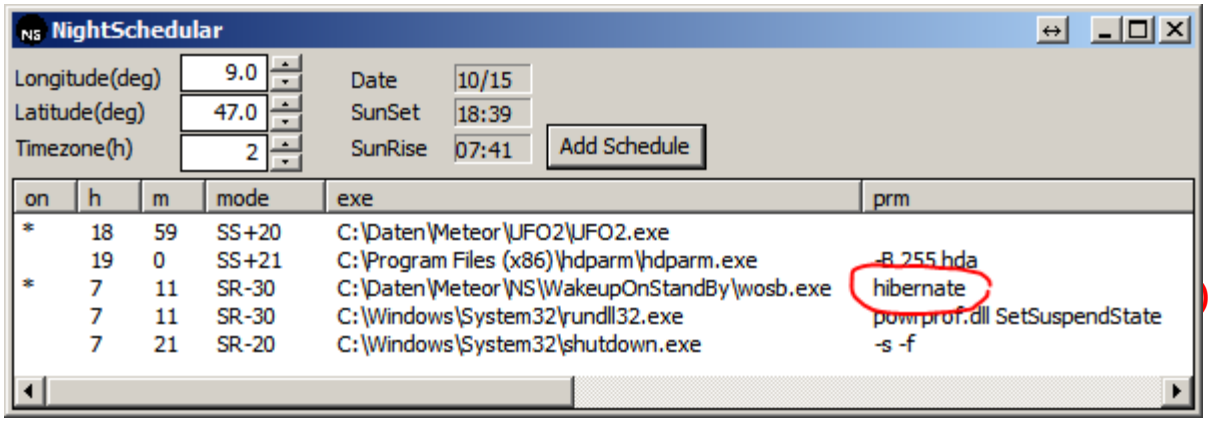


1/a: Swift Tuttle 1/a =0.04

	Q0	Q1
Mittelwert	0.343	0.435
Standardabw	0.509	0.428
Hyperbolic	23.5%	13.8%

Diverses

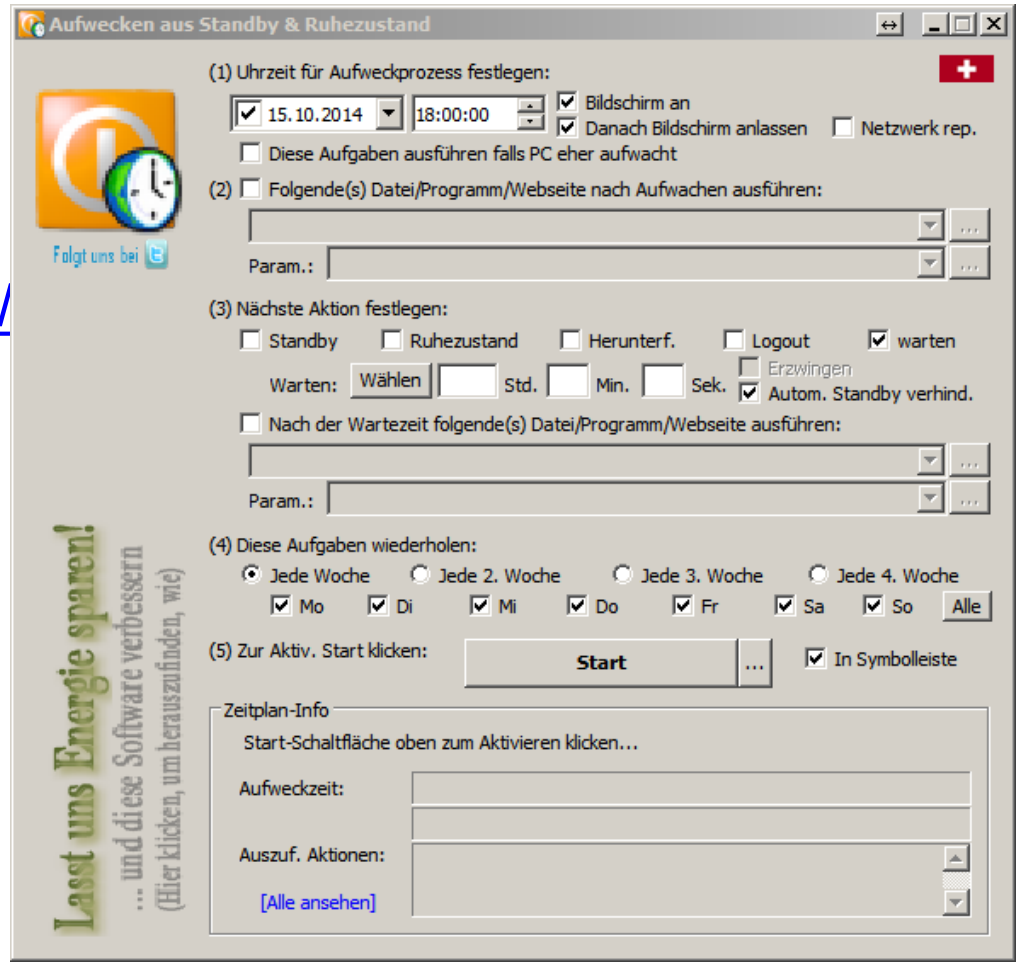
- Night Scheduler http://sonotaco.com/soft/download/NS001.ZIP



- Mehr Möglichkeiten, z.B. sleep, hibernate (Ruhezustand), andere Programme starten

WOSB

- Für Sleep oder Hibernate besser als rundll geeignet: Wakeuponstandby (WOSB.exe)
- http://www.dennisbabkin.com/wosb/
- Funktioniert auf (fast) allen Computern auf Anhieb



Bildmassstab

- Bildmassstab 1Pixel = 180*60/Pi*d/f =3.44' *d/f d in μm, f in mm
  z.B. d = 8μm, f = 4mm, 1 Pixel → 6.88'
- Bildfeld: aus Linsenspezifikation oder
  - mit Formel Bf = 2*arctg(B/2f), (B: Bildfeld horizontal ½": 6.4 mm)
  - Näherung Bf ≅ B/f *180°/π für grosse Brennweite oder Fisheye