Jahrestreffen der VdS Fachgruppe Kometen 2014

DSLR – Fotometrie von Kometen

Thomas Lehmann, Weimar

Übersicht

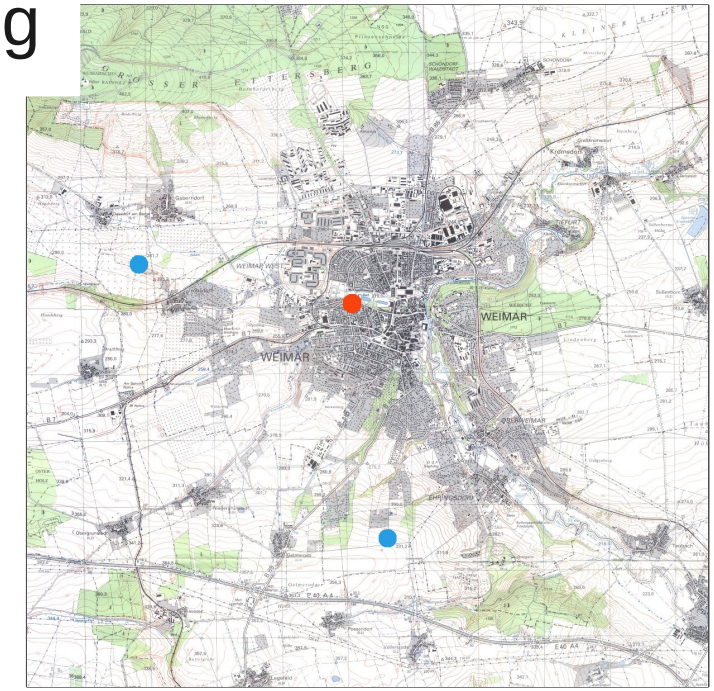
1. Motivation
2. Beobachtung
3. Bildverarbeitung
4. Kometen-Extraktion
5. Fotometrie
6. Ergebnisse
7. Ausblick

1. Motivation

- Alternative zur visuellen Schätzung
  - Erhöhung der Reichweite durch lange Belichtungszeit
  - Erhöhung der Anzahl der Vergleichssterne
  - Reproduzierbarkeit der Ergebnisse
  - Überprüfbarkeit bei Abweichungen/Fehlern
- Übertragung der Erfahrung mit Stern-Fotometrie (visuell, fotografisch, CCD)
- Suche nach Gründen für geringe Verbreitung
- Experimentierfreude

2. Beobachtung

- Instrumentarium
  - Teleskop/Objektiv mit ausreichend großem Gesichtsfeld (Öffnungsverhältnis f/3 bis f/5)
  - Montierung, Nachführung
  - geeignete Kamera (Nikon "star eater")
  - Fokussierhilfe (Bahtinov-Maske)
- Beobachtungsplatz und Bedingungen



2. Beobachtung

- Beispiel für mobiles Setup

Pentax K-5 IIs mit Tele 2.8/200 auf Astrotrac

2. Beobachtung

- Planung der Aufnahmen
  - Wahl von Blende/Belichtungszeit/ISO (Gain)
  - Aufnahmeserie (Dynamik, Dithering, Aufnahmeselektion)

3. Bildverarbeitung

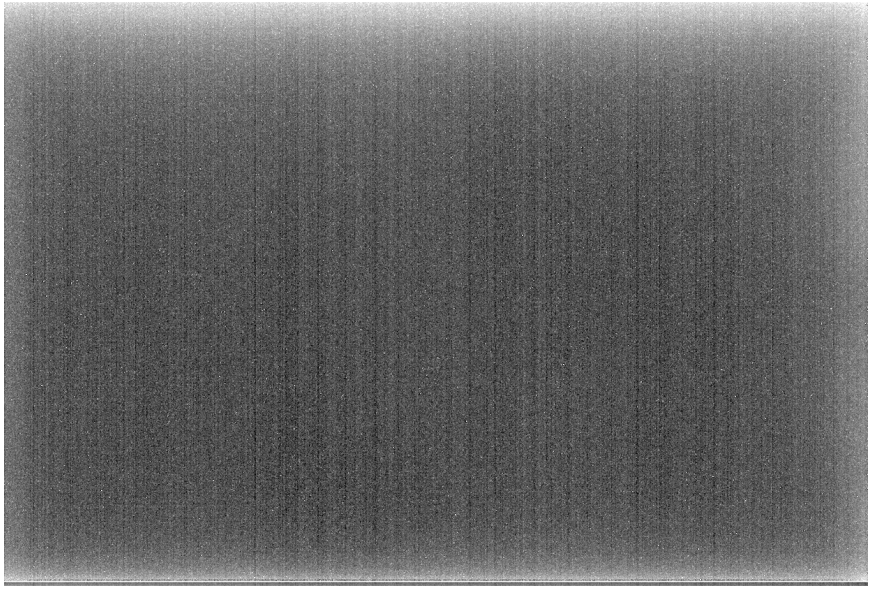
- Software
- RAW-Entwicklung

  dcraw (modded), Linear 16bit PPM
- Analogie zu CCD-Bildverarbeitung

  Grauwert (Counts, ADU) = Bias + Dark + Flat x (Hintergrund + Objekt)

3. Bildverarbeitung

Dunkelbild



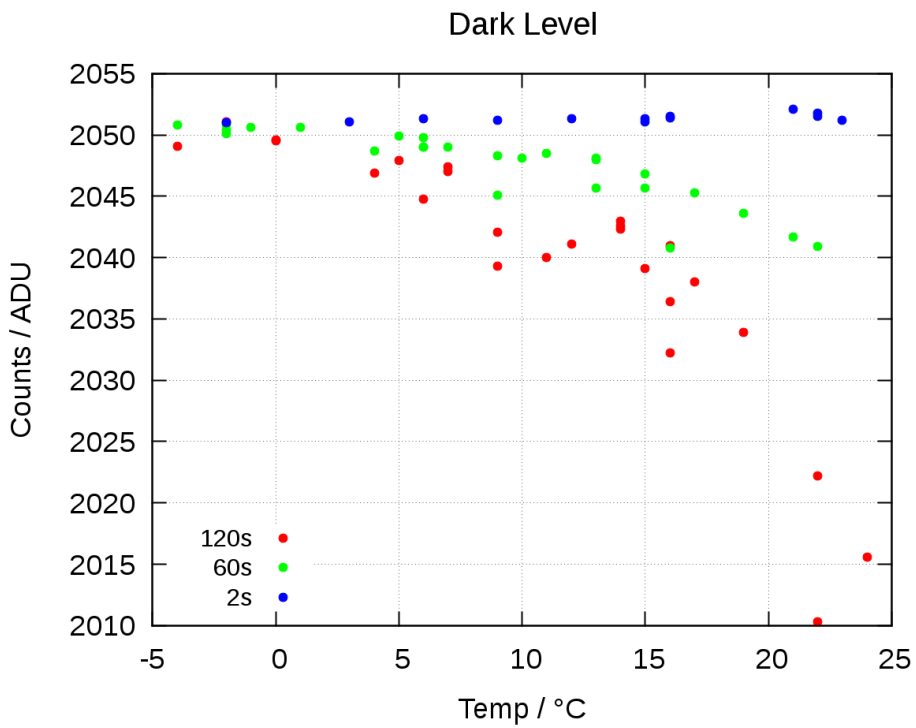
- „Amp-Glow“: 5 ADU
- Linien: 1 ADU

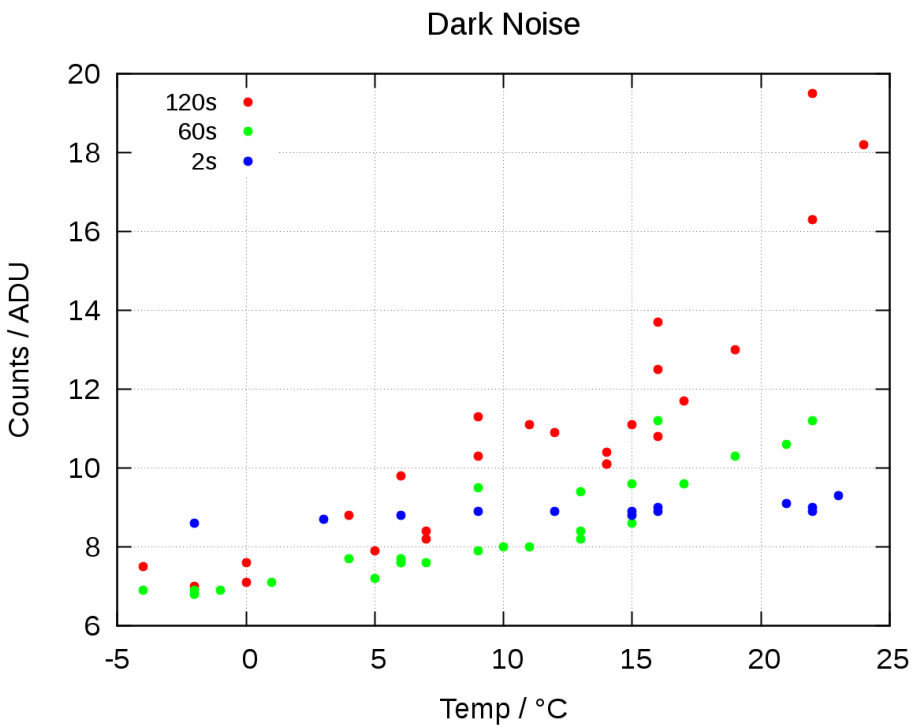
Hellbild (2.8/200@f3.5)

- Vignettierung ~15%
- Pixel-Streuung 0.3%
- Sensor-Strukturen 0.1%

3. Bildverarbeitung

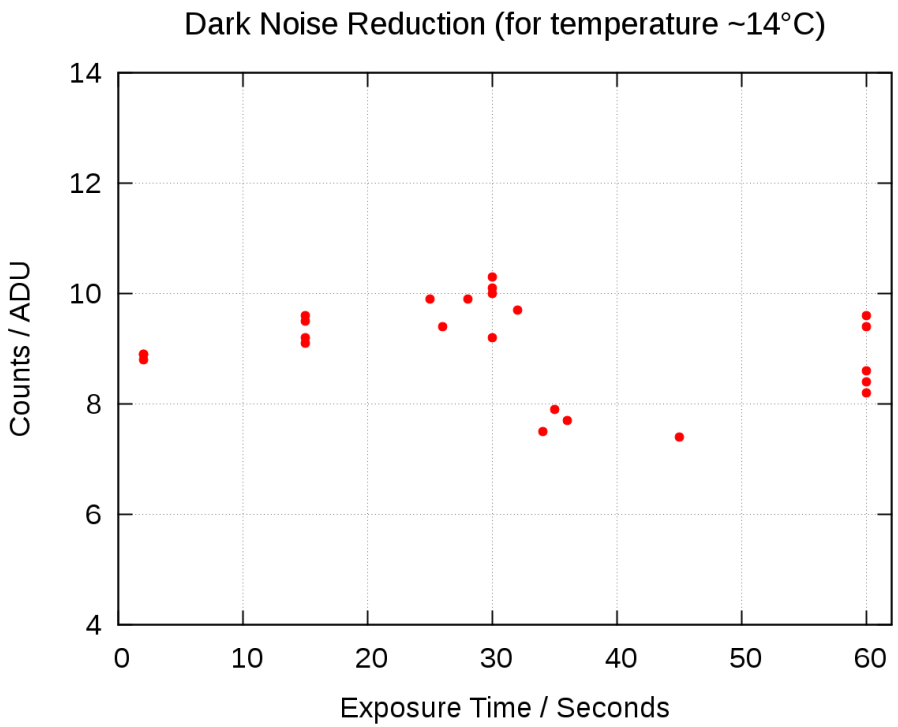
- Dark-Level und Rauschen in Abhängigkeit von der Temperatur (Pentax K-5 IIs, ISO 200)





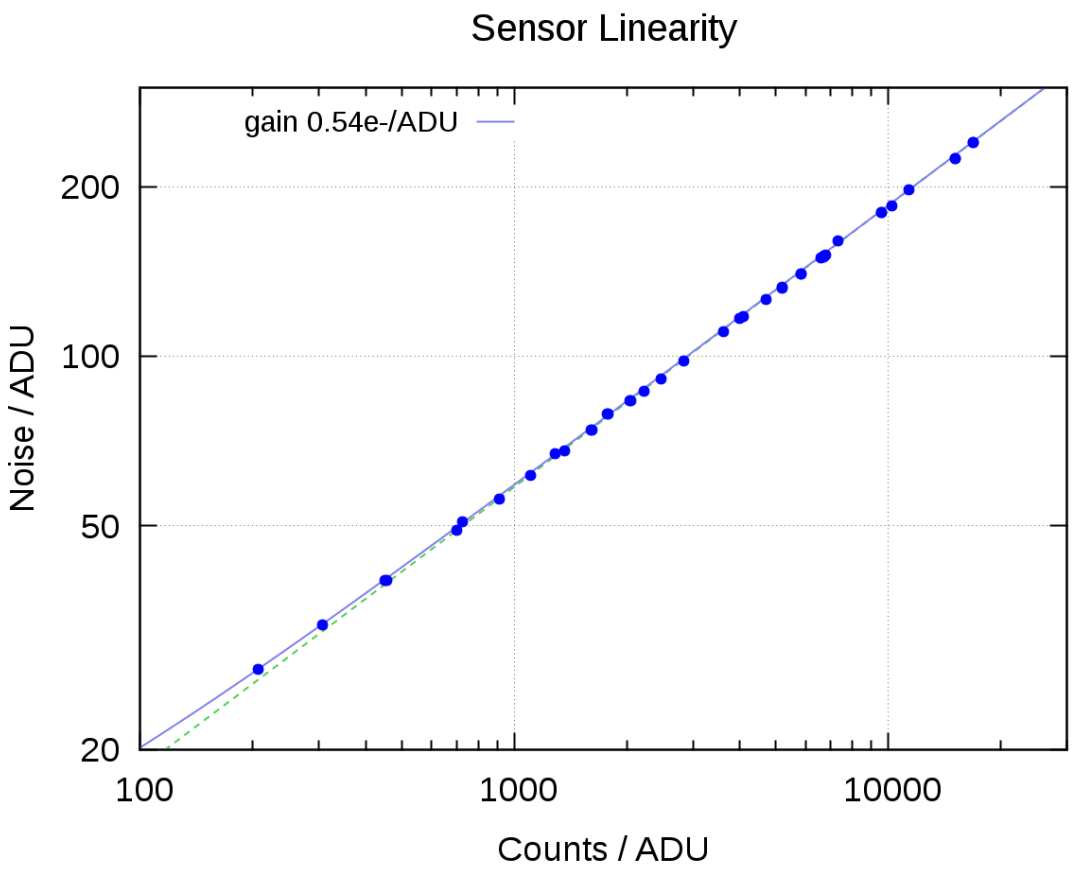
3. Bildverarbeitung

- Interne Rauschverminderung bei Langzeitbelichtung (Pentax K-5 IIs, ISO 200)



3. Bildverarbeitung

- Linearität des Sensors (Pentax K-5 IIs, ISO 200)



3. Bildverarbeitung

- Besonderheiten der DSLR
  - Hot-Pixel, Warm-Pixel, Alterung
  - RGB-Interpolation (Bayer-Matrix, Auflösung, Artefakte)
  - interner Bias+Dark-Abzug (Black-Level)
  - interne Rauschverminderung (Filter)
  - RAW is not raw !!

4. Kometen-Extraktion

- Beispiel: C/2012 K1 (PanSTARRS)

  14.05.2014, 2.8/200@f3.5, 42 x 1min, Ausschnitt 2° x 1.7°

Star-Stack

Comet-Stack

4. Kometen-Extraktion

- Eliminierung der Feldsterne
  - Stern-PSF (13 Sterne, 46 Begleiter)
  - Sternspur-PSF
  - Identifikation der Feldsterne (882)
  - Fotometrie
  - Abzug der Stern-PSF (Doppelsterne)
  - Abzug der Stern-spuren

nach Abzug der Sternspuren

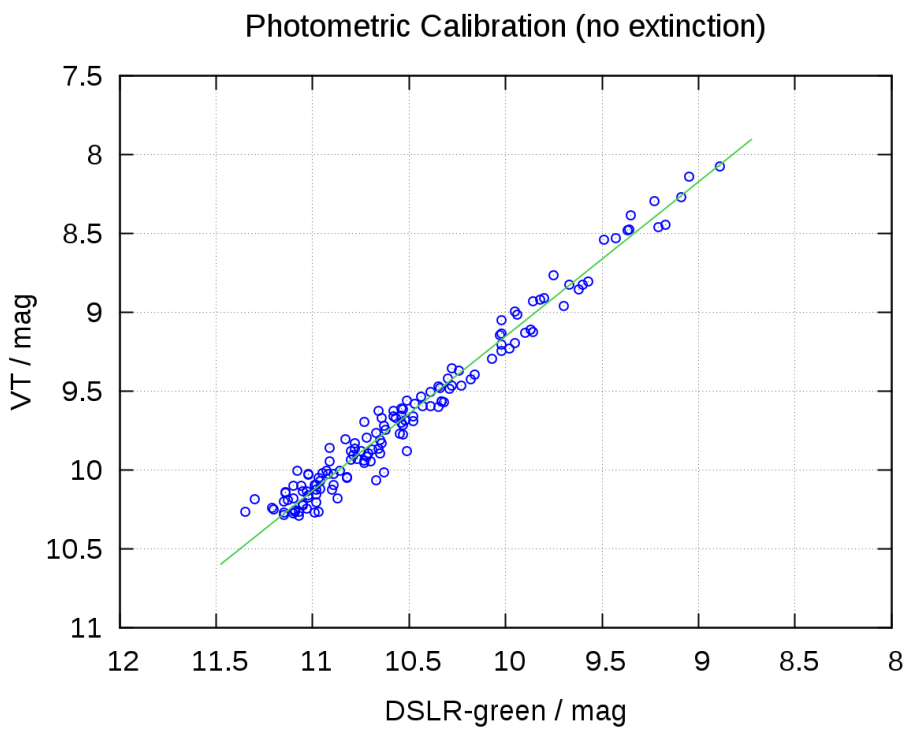
5. Fotometrie

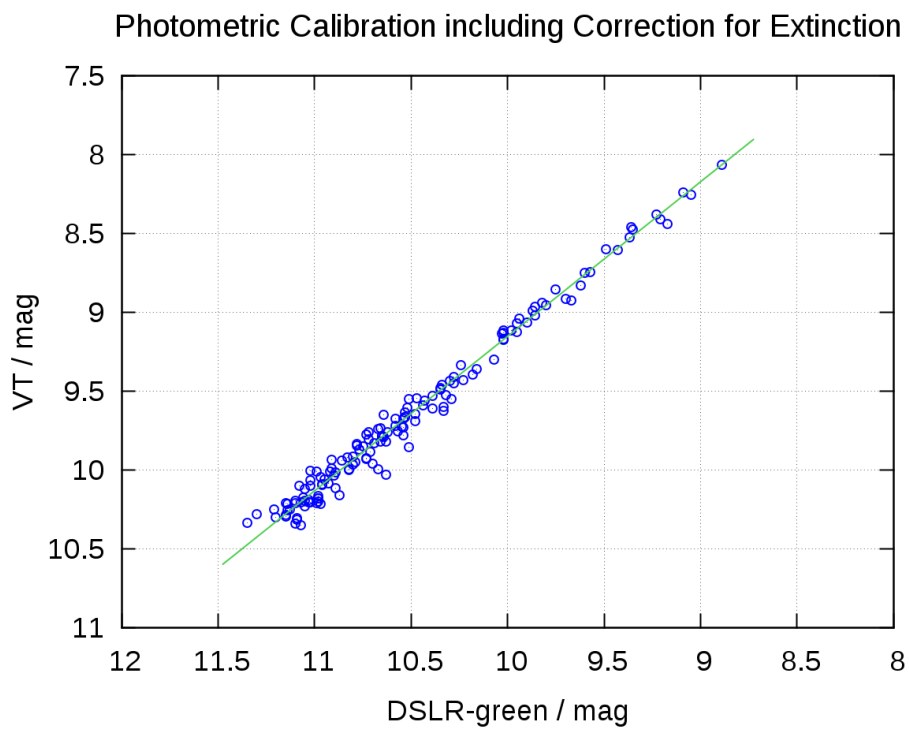
- Vergleichsstern-Katalog
  - Tycho2 Katalog (V<12mag)
  - GSPC2 Katalog (V=13...16mag)
- klassische Aperturfotometrie der Sterne
  - Aperturradien r, r_{bgin}, r_{bgout} abhängig von FWHM
  - Apertur-Korrektion auf r → ∞
  - evtl. Extinktionskorrektur
- Ermittlung des Offsets dm = V - $m_{DSLR\text{-}green}$ über Ausgleichsgerade

- Beispiel: C/2014 E2 (Jacques)

  3.05.2014, , 2.8/200@f3.5, 42 x 1min, Höhe 11 Grad

  144 Vergleichssterne innerhalb 1.4 Grad Radius



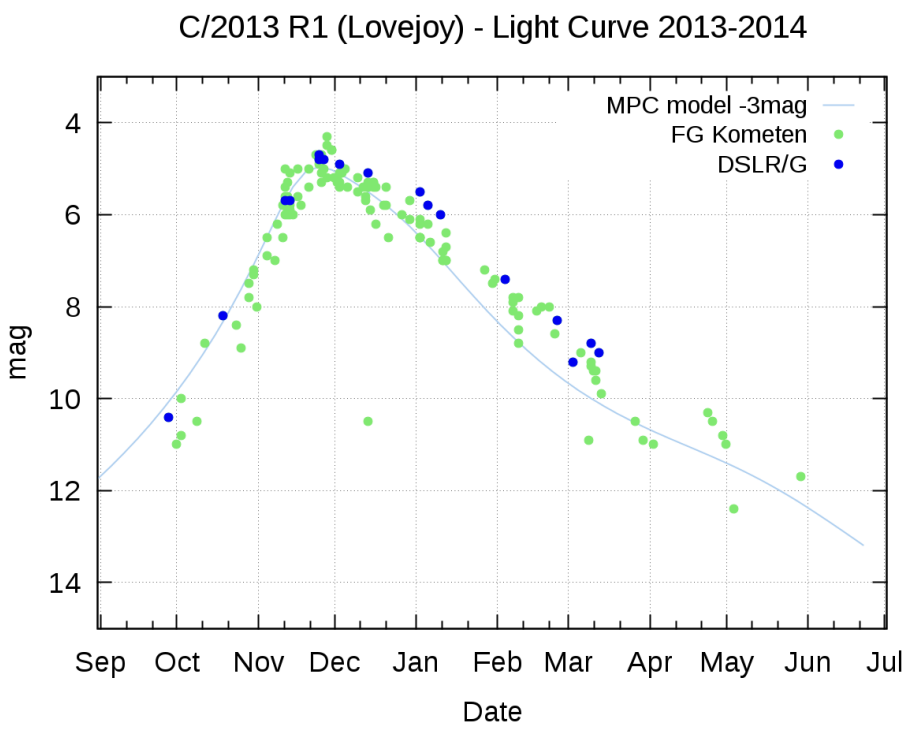


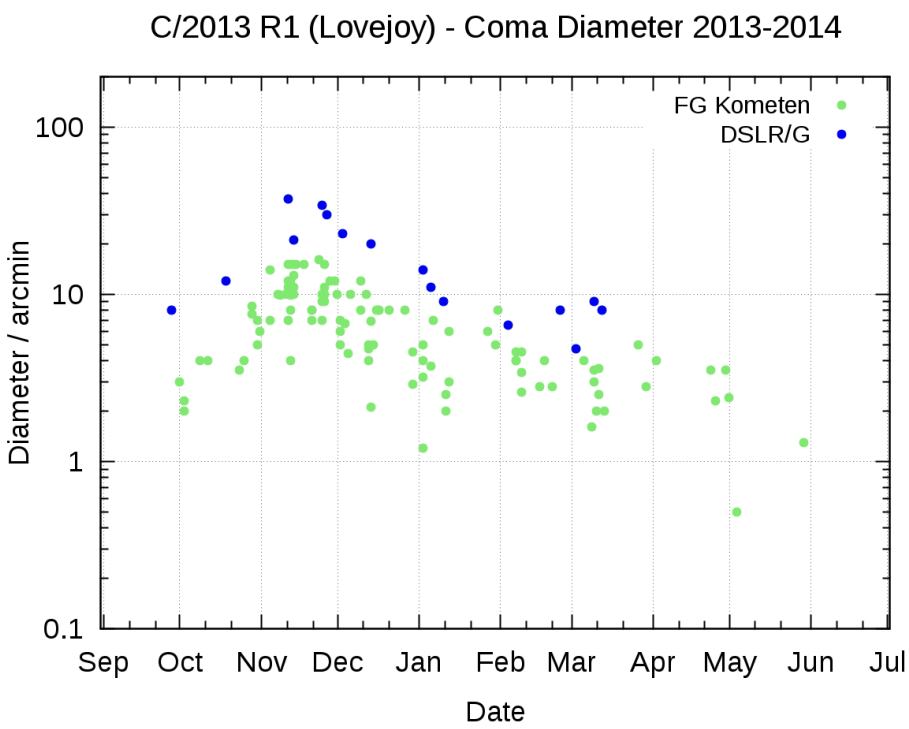
5. Fotometrie

- Kometen-Fotometrie
  - Integral-Messung des Kometen (inclusive Schweif)
  - Messung des umgebenden Hintergrundes
  - Ermittlung der Helligkeit

6. Ergebnisse

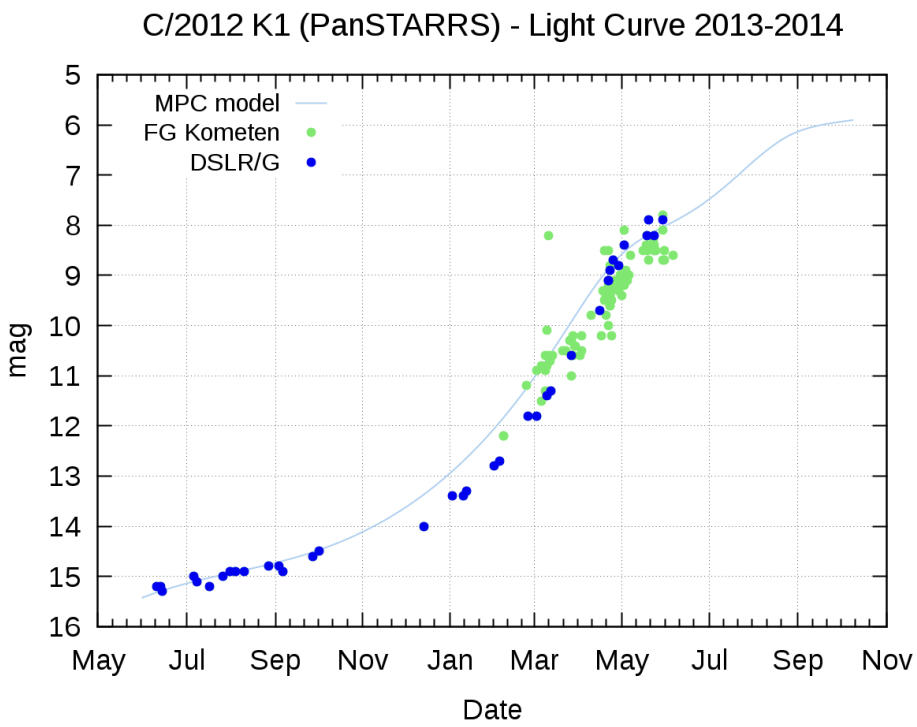
- C/2013 R1 (Lovejoy)

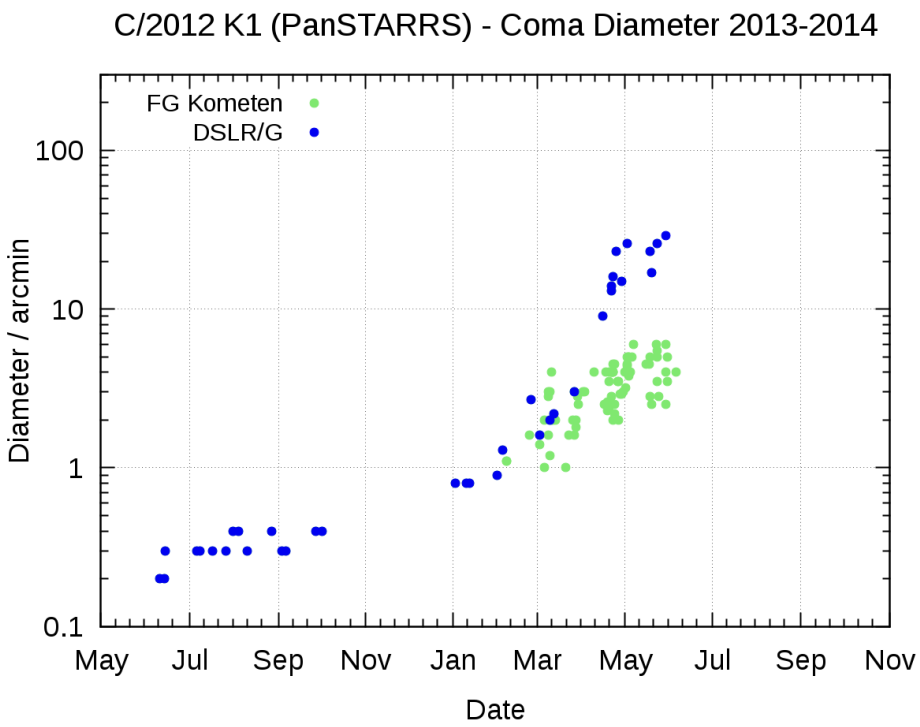




6. Ergebnisse

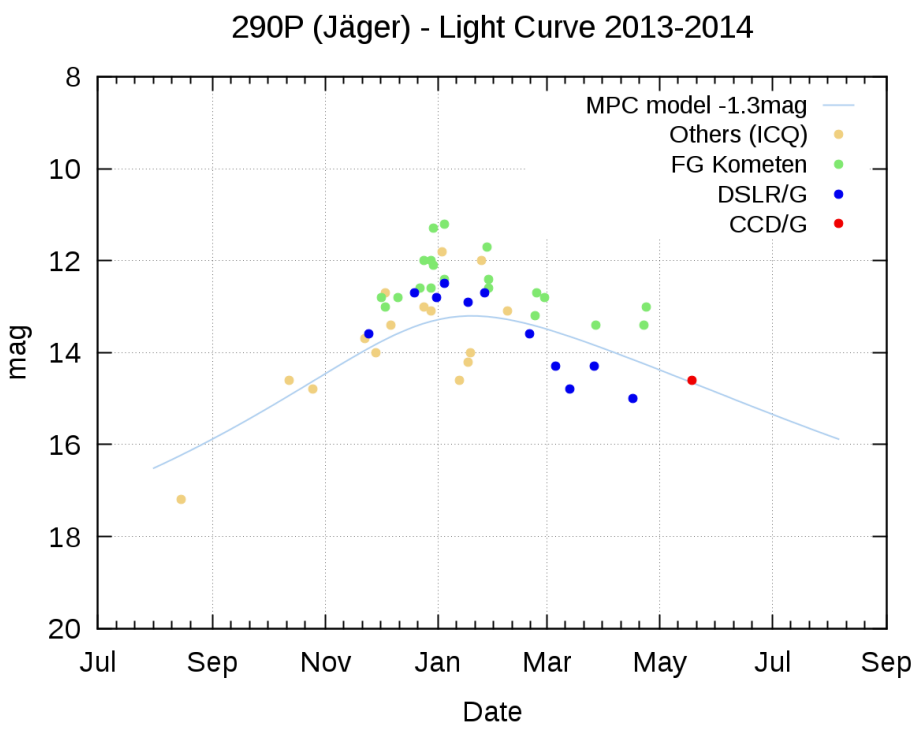
- C/2012 K1 (PanSTARRS)

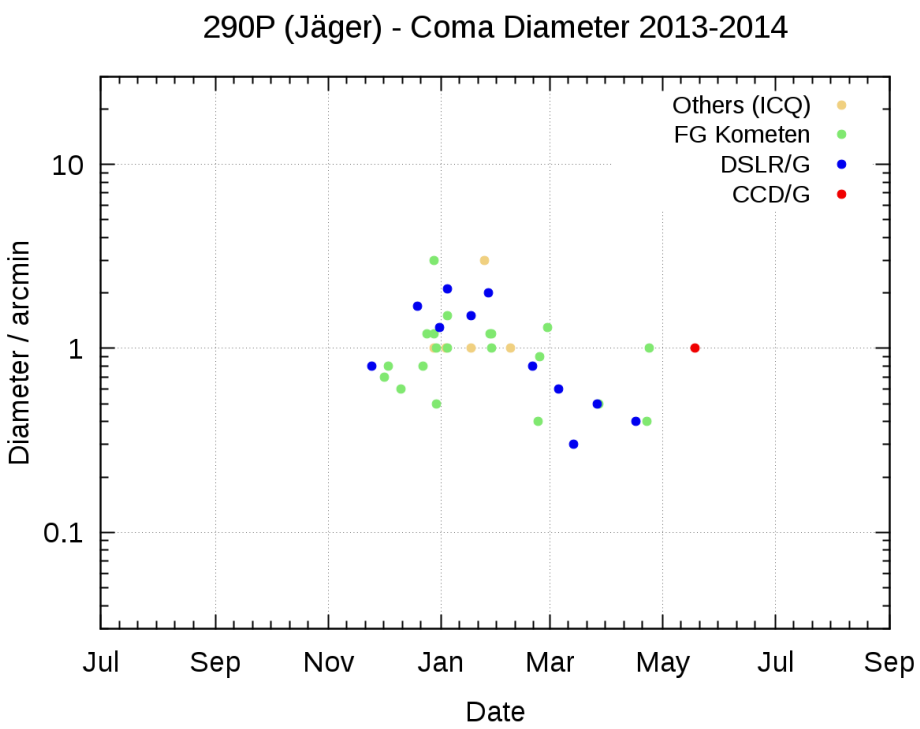




6. Ergebnisse

- 290P (Jäger)





7. Ausblick

- hohe fotometrische Genauigkeit erreichbar
- entscheidender Faktor: Hintergrund-Variation bei großer Apertur (ausgedehnte Koma)
  - Helligkeitsgradient vermeiden (Mond, Stadtlicht, Dämmerung)
  - Wolken (Cirrus) meiden
  - gutes Flat-Field (je heller Hintergrund ist, umso genauer)
  - Reflexion/Streuung verringern

7. Ausblick

- Pro/Kontra im Vergleich zu visueller Schätzung
  - (interne) Genauigkeit ++
  - Reproduzierbarkeit +++
  - zeitlicher Aufwand -
- **Ermutigung zu eigenen Versuchen !**

- Fragen / Hilfe: t_lehmann@freenet.de
- Danksagung