

# Deep-Sky-Fotografie mit azimuthaler Montierung? *Vorgehensweise und Umsetzung für brauchbare Ergebnisse*

von Dr. Kai-Oliver Detken



Gassendi-Formation, kreisförmig mit innenliegenden  
Doppelzentralberg bei 1.600 mm Brennweite

aus der Arbeit der VdS-Fachgruppe „Astrofotografie“





# AVL: Deep-Sky-Gruppe-Historie

- **Jahr 2000** - Gründung Astronomische Vereinigung Lilienthal (AVL)
- **Jahr 2007** - Eigener Eintritt in die AVL  
- Anschaffung des 8“ LX90GPS Teleskops von Meade zur visuellen Beobachtung des Sternenhimmels
- **Jahr 2009** - Gründung einer Astrophotogruppe bei der AVL unter der Leitung von Gerald Willems  
- Anschaffung einer DSLR-Kamera  
- Anschaffung eines Refraktors für 420 mm Brennweite
- **Jahr 2011** - Präsentation der ersten Fotoergebnisse der Arbeitsgruppe  
- Umrüstung der DSLR-Kamera bzgl. des Infrarotfilters
- **Jahr 2013** - Präsentation der aktuellen Fotoergebnisse und Fortschritte der Arbeitsgruppe (2-Jahres-Zyklus)
- **Jahr 2015** - Präsentation der aktuellen Fotoergebnisse und Fortschritte der Arbeitsgruppe (2-Jahres-Zyklus)



# Montierungstypen

- Die Montierung ist eine Einrichtung, die folgende Aufgaben hat:
  1. ein Teleskop zu tragen, um es auf ein astronomisches Objekt zu richten
  2. die Erddrehung zu kompensieren
  3. Objekte, die sich relativ zum Himmelshintergrund bewegen, möglichst genau zu verfolgen
- Verbreitete Thesen:
  1. Eine azimutale Montierung kann vornehmlich für die visuelle Beobachtung eingesetzt werden, da eine Bildfelddrehung erfolgt
  2. Eine parallaktische Montierung ist besonders gut für fotografische Zwecke geeignet, da sie exakt auf die Erdachse ausgerichtet wird

*...nur was macht man, wenn man bereits eine azimutale Montierung besitzt und trotzdem fotografieren möchte?*



# Azimutale Montierungen

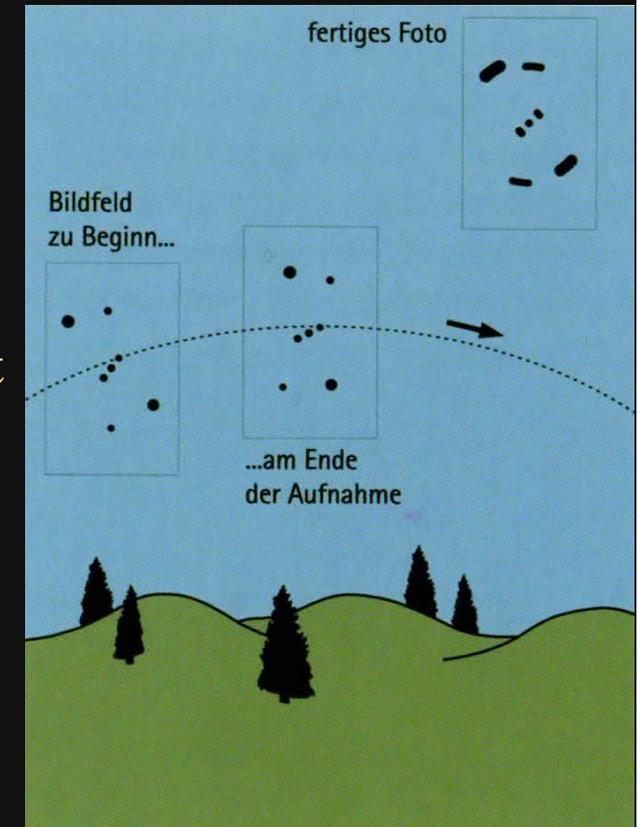
- Die Teleskopoptik wird in zwei Achsen nachgeführt
- Die Gabelmontierung wird speziell für bestimmte Teleskope gefertigt
- Ein Austausch der Teleskopoptik ist nicht vorgesehen
- Stabilität ist für visuelle Beobachtung ausreichend
- Leicht Bauweise ist möglich und dadurch ist leichte Transportfähigkeit gegeben
- Zenit kann nicht angesteuert werden
- Aufbau ist in geringer Zeit möglich
- Visuelle Beobachtung ist als Hauptanwendung vorgesehen



8" SC-Teleskop mit azimuthaler Gabelmontierung und aufgesatteltem ED70-Refraktor

# Azimutale Montierungen

- Es sind daher Einschränkungen in der Astrofotografie hinzunehmen:
  1. Es müssen immer beide Achsen nachgeführt werden (Kreisbogenbewegung eines Objekts)
  2. Ausrichtung des Bildfeldes der Kamera bleibt relativ zum Horizont gleich; dadurch werden alle Sterne zu kleinen Kreisbögen auseinandergezogen
  3. Je länger eine Belichtung dauert, desto größer tritt dieser Fehler zutage
  4. Am Himmelsäquator ist die Bildfelddrehung geringer, an den Himmelspolen extrem



Quelle: Axel Martin, Bernd Koch: Digitale Astrofotografie, OCULUM-Verlag, 2009



# Das Aufnahme-Equipment



LX90GPS 8" Schmidt-Cassegrain-Teleskop von Meade mit ED70-Refraktor

- Teleskop 1: 8" LX90GPS von Meade
  - Montierung: Gabelmontierung
  - Bauart: Schmidt-Cassegrain
  - Brennweite: 2.000 mm
  - Öffnungsverhältnis: 1/10
  - Automatische Ausrichtung: GPS
  - Nettogewicht: 24 kg
  - Autostar Objekt-Datenbank: 30.223 Objekte
  - Goto-Positioniergenauigkeit: 3-5 Bogenminuten
  - Hauptspiegelfixierung: keine
- Teleskop 2: ED70-Refraktor von TS
  - Brennweite: 420 mm
  - Öffnung: 70 mm
  - Öffnungsverhältnis: 1/6



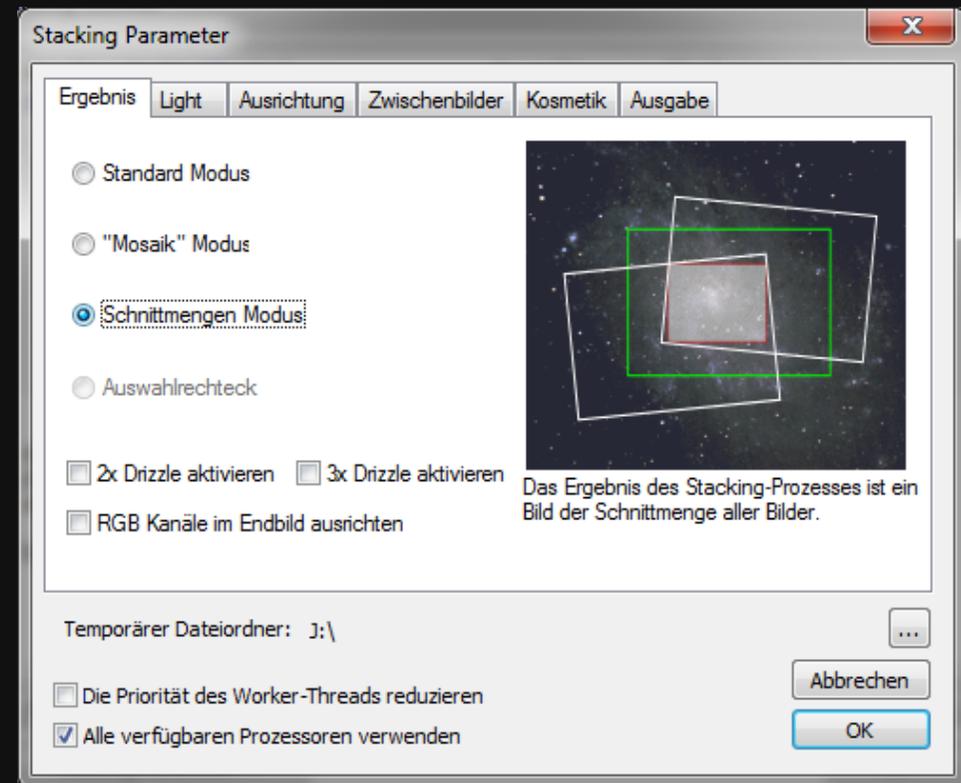
# Vorgehensweise

- Wenn man trotz der genannten Nachteile Deep Sky fotografieren möchte, sollte folgende Vorgehensweise gewählt werden:
  1. Zuerst mit geringer Brennweite (Kamera-Objektiv) und Piggyback-Halterung für die DSLR-Kamera starten
  2. Dann die Brennweite der Piggyback-Halterung erhöhen, durch z.B. den Einsatz eines kleineren Refraktors
  3. Später Fokalfotografie durch das Schmidt-Cassegrain-Teleskop hindurch mit DSLR-Kamera versuchen
  4. Abschließend Fokalfotografie mit einer CCD-Kamera vornehmen
- Problem: Je größer Brennweite und Belichtung, desto mehr Nachteile sind durch die azimutale Montierung zu erwarten
- Lösung: möglichst kurz, aber viel belichten!



# Bildverarbeitung

- Die Bildfelddrehung bleibt auch bei geringer Belichtungszeit erhalten
- Daher muss die Bildverarbeitung dies ausgleichen (Stacking-Parameter)
- Deep-Sky-Stacker (DSS) bietet z.B. an, die Schnittmenge aller Aufnahmen zu verwenden
- So fällt die Bildfelddrehung des zentrierten Objektes geringer aus
- Ein höherer Rauschanteil des Ergebnisses durch hohe ASA-Werte ist allerdings vorhanden
- Die ISO-Empfindlichkeit der DSLR-Kameras wird allerdings immer besser



# Astrofotografie mit geringerer Brennweite



Azimutale Montierung, inkl. Piggyback-Halterung mit ED70-Refraktor



# Near-Sky-Objekt - Kometen



Lovejoy (C/2013 R1),  
periodischer Komet



Piggyback: Fotografie mit  
dem ED70-Refraktor auf  
LX90

Aufnahme mit LX90 mit Refraktor ED70 und TS-Flattner, azimutale Montierung, Brennweite: 420 mm, Öffnungsverhältnis: 1/6, Kamera: Canon 1000Da, Filter: CLS-Filter, Fokussierung: Bahtinov-Maske, Belichtung pro Bild: 60 sec, ISO: 1.600 ASA , Bildanzahl: 60



# Deep-Sky-Objekt - Galaxien



**Whirlpool-Galaxie (M51,  
NGC 5194/5195)**  
**Typ: Spiralgalaxie**  
**Entfernung: 31 Mio.  
Lichtjahre**  
**Helligkeit: 8,4 mag (visuell)**



**Piggyback: Fotografie mit  
dem ED70-Refraktor auf  
LX90**

**Aufnahme mit LX90 und Refraktor ED70 und Flattner, azimutale Montierung,  
Brennweite: 420 mm, Öffnungsverhältnis: 1/6, Kamera: Canon 1000Da, Filter: keiner,  
Belichtung pro Bild: 60 sec, ISO: 1.600 ASA, Bildanzahl: 56**



# Deep-Sky-Objekt - Orionnebel



**M42 - Orionnebel**  
(mit „Running  
Man“ NGC  
1977)  
**Entfernung:**  
**14.000 Lichtjahre**  
**Helligkeit: 4,0**  
**mag (visuell)**



**Piggyback: Fotografie mit  
dem ED70-Refraktor auf  
LX90**

**Aufnahme mit LX90 mit Refraktor ED70 und Flattner, azimutale Montierung, Brennweite: 420  
mm, Öffnungsverhältnis: 1/6, Kamera: 1000Da, Filter: CLS-Filter, Belichtung pro Bild: 60 sec,  
ISO: 800 ASA , Bildanzahl: 44**



# Deep-Sky-Objekt - Hantelnebel



Hantelnebel M27  
(NGC 6853)  
Entfernung: ca.  
1.400 Lichtjahre  
Helligkeit: 7,5  
mag (visuell)



Piggyback: Fotografie mit  
dem ED70-Refraktor auf  
LX90

Aufnahme mit LX90 mit Refraktor ED70 und Flattner, azimutale Montierung, Brennweite: 420 mm, Öffnungsverhältnis: 1/6, Kamera: 1000Da, Filter: CLS-Filter, Belichtung pro Bild: 90 sec, ISO: 1.600 ASA, Bildanzahl: 39



# Deep-Sky-Objekt - Supernova



Cirrusnebel (NGC6992,  
NGC6995, IC1340),  
Supernovaresten vor ca.  
18.000 Jahren)  
Entfernung: ca. 1.500  
Lichtjahre  
Helligkeit: 7,0 mag  
(visuell)



**Piggyback: Fotografie mit  
dem ED70-Refraktor auf  
LX90**

Aufnahme mit LX90 mit Refraktor ED70 und Flattner, azimutale Montierung,  
Brennweite: 420 mm, Öffnungsverhältnis: 1/6, Kamera: Canon 1000Da, Filter: CLS-Filter,  
Belichtung pro Bild: 60 sec, ISO: 1.600 ASA, Bildanzahl: 83



# Deep-Sky-Objekt - Rosettennebel



Diffuser Emissionsnebel  
NGC 2244, NGC 2237,  
NGC 2238, NGC 2239  
und NGC 2246

Entfernung: ca. 4.500

Lichtjahre

Helligkeit: 6,0 mag

(visuell)



**Piggyback: Fotografie mit  
dem ED70-Refraktor auf  
LX90**

Aufnahme mit LX90 mit Refraktor ED70 und Flattner, azimutale Montierung, Brennweite: 420 mm, Öffnungsverhältnis: 1/6, Kamera: 1000Da, Filter: CLS-Filter, Belichtung pro Bild: 60 sec, ISO: 1.600 ASA, Bildanzahl: 91



Fachgruppe Astrofotografie

© Dr. Kai-Oliver Detken

# Deep-Sky-Objekt – M81 und M82



Zwei helle Spiralgalaxien  
im Sternbild Großer Bär  
M81 (NGC 3031) mit M82  
(NGC 3034)

Entfernung: ca. 12 Mio.

Lichtjahre

Helligkeit: 7,0 und 8,6 mag  
(visuell)



Piggyback: Fotografie mit  
dem ED70-Refraktor auf  
LX90

Aufnahme mit LX90 mit Refraktor ED70 und Flattner, azimutale Montierung, Brennweite: 420 mm, Öffnungsverhältnis: 1/6, Kamera: 1000Da, Filter: CLS-Filter, Belichtung pro Bild: 60 sec, ISO: 1.600 ASA, Bildanzahl: 111



Fachgruppe Astrofotografie

© Dr. Kai-Oliver Detken

# ED70-Piggyback-Ergebnisse

- Die geringere Brennweite von 420 mm ermöglicht immerhin Belichtungszeiten von 60-120 sec
- Bei längeren Belichtungszeiten ist die Bildfelddrehung nicht mehr zu kompensieren und zu viele Bilder verwackeln
- Als optimal hat sich eine Einzelbelichtung von 60 sec herausgestellt und ein hoher ISO-Wert von 1.600 ASA (bei der Canon 1000Da)
- Bei der Canon 700D kann auch bereits 3.200 ASA eingesetzt werden!
- Es sollten zwischen 60 und 120 Bilder mindestens aufgenommen sowie aufaddiert werden, um brauchbare Ergebnisse zu bekommen
- Aber: Es können nur Deep-Sky-Objekte aufgenommen werden, die eine bestimmte Horizonthöhe und Helligkeit besitzen!



# Astrofotografie mit größerer Brennweite



Azimutale Montierung mit 8" Schmidt-Cassegrain-Teleskop LX90 und  
Fokalfotografie mittels Canon 1000D-Kamera



# Near-Sky-Objekt – der Mond

Zunehmender Mond,  
Mosaik aus 26 Bildern



Fokalfotografie: Fotografie  
durch das Teleskop mit  
DSLR-Kamera



Schröter-Tal mit  
bemerkenswerter Rille und  
deutlichem Aristarchus-Kratern

Aufnahme mit LX90 ohne SC Flattner/Reducer 0,8, Barlow-Linse: 2fach TeleVue,  
Azimutale Montierung, Brennweite: 4 m, Öffnungsverhältnis: 1/20, Kamera: Canon  
1000Da, Filter: CLS, Belichtung pro Bild: 0,25 sec, ISO: 400 ASA, Bildanzahl: 26



Fachgruppe Astrofotografie

© Dr. Kai-Oliver Detken

# Near-Sky-Objekt – der Mond

Mare Serenitatis,  
6. größtes  
Mondmeer, faltiger  
Bergrücken im  
Osten



Fokalfotografie: Fotografie durch das Teleskop mit DSLR-Kamera

Aufnahme mit LX90 mit SC Flattner/Reducer 0,8, Barlow-Linse: 2fach TeleVue, azimutale Montierung, Brennweite: 3,2 m, Öffnungsverhältnis: 1/16, Kamera: Canon 1000Da, Filter: CLS, Belichtung pro Bild: 1/80 sec, ISO: 800 ASA, Bildanzahl: 1



# Near-Sky-Objekt – der Mond

**Krater  
Ptolemaeus,  
Alphonsus,  
Arzachel (von oben  
nach unten) und  
Albategnius  
(rechts)**



**Fokalfotografie: Fotografie durch das Teleskop mit DSLR-Kamera**

**Aufnahme mit LX90 ohne SC Flattner/Reducer 0,8, Barlow-Linse: 2fach TeleVue, azimutale Montierung, Brennweite: 4,0 m, Öffnungsverhältnis: 1/20, Kamera: Canon 1000Da, Filter: OWB, Belichtung pro Bild: 0,25 sec, ISO: 400 ASA, Bildanzahl: 1**



# Deep-Sky-Objekt – M82

**SN 2014J,  
Supernova  
(Explosion eines  
Weißen Zwerges)  
in der Galaxie  
M82 (NGC 3034)  
Helligkeit: 8,6  
mag (visuell)**



**Fokalfotografie: Fotografie  
durch das Teleskop mit  
DSLR-Kamera**

**Aufnahme mit LX90 mit SC Flattner/Reducer 0,8, azimutale Montierung, Brennweiten:  
1.600 mm, Öffnungsverhältnis: 1/8, Kamera: Canon 1000Da, Filter: CLS-Filter  
Astronomik, Belichtung pro Bild: 60 sec, ISO: 1.600 ASA, Bildanzahl: 97**



# Deep-Sky-Objekt – M27

Hantelnebel M27  
(NGC 6853)  
Entfernung: ca.  
1.400 Lichtjahre  
Helligkeit: 7,5  
mag (visuell)



Fokalfotografie: Fotografie durch das Teleskop mit DSLR-Kamera

Aufnahme mit LX90 mit SC Flattner/Reducer 0,8, azimutale Montierung, Brennweite: 1.600 mm, Öffnungsverhältnis: 1/8, Kamera: Canon 1000Da, Filter: CLS-Filter Astronomik, Belichtung pro Bild: 60 sec, ISO: 1.600 ASA, Bildanzahl: 2



# Fokalfotografie-DSLR-Ergebnisse

- Die Brennweite von 2.000 mm bei einem 8“ Schmidt-Cassegrain-Teleskop lässt sich auf einer azimutalen Gabelmontierung schwer handhaben
- Gerade für Anfänger stellt dies ein unübersehbares Hindernis dar, so dass evtl. schnell wieder die Fotografie eingestellt wird
- Erste gute Ergebnisse lassen sich aber bereits an Near-Sky-Objekten (z.B. Mond, Sonne) relativ einfach erzielen
- Bei Deep-Sky-Objekten hinterlässt die fehlende Stabilität einer Gabelmontierung ihre Spuren – dies beinhaltet einen teilweise sehr hohen Ausschuss an Bildmaterial (siehe Hantelnebel)
- Bei optimaler Höhe des Objekts am Himmel können aber auch gute Ergebnisse erzielt werden (siehe M82)
- Aber: die Nachteile einer azimutalen Montierungen treten hier klarer zutage!



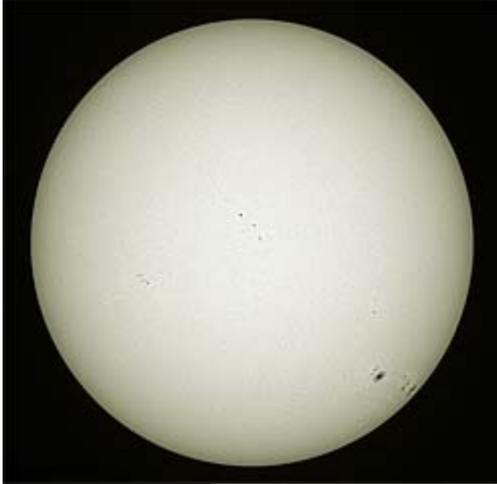
# Astrofotografie mittels CCD-Kamera und unterschiedlicher Brennweite



Fokalfotografie mit CCD-Kamera DMK21AU618.AS  
auf azimuthaler Montierung



# Near-Sky-Objekt – die Sonne



Sonnenfleckengruppen  
im Weißlicht



Fokalfotografie: Fotografie  
mit CCD-Kamera

Aufnahme mit LX90 mit Refraktor ED70 und Flattner, azimutale Montierung, Brennweite: 945 mm, Barlow-Linse: Baader Hyperion - 2,25fach, Öffnungsverhältnis: 1/13,5

Kamera: DMK21AU618.AS, Filter: Baader-Sonnenfilterfolie und R-Filter (Typ II C) von Astronomik, Belichtung pro Bild: ca. 1/182 sec, Bildanzahl: 812



# Near-Sky-Objekt – der Mond

Zunehmender  
Halbmond am späten  
Nachmittag



Fokalfotografie: Fotografie  
mit CCD-Kamera

Aufnahme mit LX90 mit Refraktor ED70 und Flattner, azimutale Montierung, Brennweite: 945 mm, Barlow-Linse: Baader Hyperion - 2,25fach, Öffnungsverhältnis: 1/13,5, Kamera: DMK21AU618.AS, Filter: R-Filter (Typ II C) von Astronomik, Belichtung pro Bild: 1/60 sec, Bildanzahl: 16 x 1.000 Aufnahmen



Fachgruppe Astrofotografie

© Dr. Kai-Oliver Detken

# Near-Sky-Objekt – der Mond



**Krater Copernicus  
mit Krater Fauth  
oberhalb und den  
Kratern  
Gay-Lussac (A)  
unterhalb**



**Fokalfotografie: Fotografie  
mit CCD-Kamera**

**Aufnahme mit LX90 ohne SC Flattner/Reducer 0,8, azimutale Montierung, Brennweite: 2.000 mm, Öffnungsverhältnis: 1/10, Kamera: DMK21AU618.AS, Filter: keiner, Bildanzahl: 2.519**



# Near-Sky-Objekt – Saturn



Saturn mit einem  
seiner Monde  
Entfernung: 1,43 Mrd.  
km zur Sonne



Fokalfotografie: Fotografie  
mit CCD-Kamera

Aufnahme mit LX90 SC-Teleskop, azimutale Montierung, Brennweite: 4 m mit TeleVue-  
Barlowlinse 2x, Öffnungsverhältnis: 1/20, Kamera: DMK21AU618.AS , Filter: L-RGB,  
Belichtung pro Bild: ca. 1/6 sec , Bildanzahl: ca. 900 pro Farbe



# Near-Sky-Objekt – Jupiter

Jupiter,  
Entfernung: 778  
Mio. km zur  
Sonne



Aufnahme bei 2 m Brennweite,  
979 Bilder pro Farbe



Aufnahme mit LX90 SC-Teleskop, azimutale Montierung, Brennweite: 4,5 m  
mit Baader-Hyperion-Barlowlinse 2,25fach, Öffnungsverhältnis: 1/22,5,  
Kamera: DMK21AU618.AS, Filter: L-RGB, Belichtung pro Bild: ca. 1/38 sec ,  
Bildanzahl: ca. 1.000 pro Farbe



Fokalfotografie: Fotografie  
mit CCD-Kamera



# Fokalfotografie-CCD-Ergebnisse

- **Bei der Nutzung einer CCD-Kamera und hellen Near-Sky-Objekten kann auch die azimutale Montierung fast ohne Nachteile verwendet werden**
- **Dies liegt daran, dass sehr kurze Belichtungszeiten gewählt werden können, die neben dem Seeing auch die Montierung „austricksen“**
- **Mond, Sonne und Planeten lassen sich daher gut abbilden**
- **Planeten benötigen allerdings eine sehr hohe Brennweite, die durch eine Barlowlinse künstlich verlängert wird**
- **Dadurch spielt die Stabilität der Montierung auch wieder eine Rolle!**
- **Dies kann sich negativ auf die Bildqualität auswirken**
- **Planeten lassen sich zudem schwerer zentrieren, nachführen und im Fokus halten**



# Zusammenfassung



Azimutale Montierung LX90 mit aufgesatteltem ED70 und Taukappe



# Azimutal versus Parallaktisch

- Bei hauptsächlich visueller Nutzung ist eine azimutale Montierung vorzuziehen
  - Geringeres Gewicht und damit portabler
  - Kostengünstiger
  - Schneller und einfacher auszurichten
  - Erste Fotografien sind möglich, bei geringen Belichtungszeiten (Mond, Planeten, helle Deep-Sky-Objekte)
- Bei hauptsächlich fotografischer Nutzung ist eine parallaktische Montierung vorzuziehen
  - Stabilere Nutzung möglich
  - Nachführung von Sternobjekten mit nur einer Achse, wodurch längere Belichtungen möglich sind
  - Zenit-Beobachtung bzw. -Fotografie ist möglich



# Kompensation des azimutalen Fehlers

1. **Bildserie aufnehmen mit kurzen Belichtungszeiten, um diese anschließend aufzuaddieren und damit eine größere Gesamtbelichtung zu erzielen.**
2. **Verwenden eines Bildfeld-Derotator, der zwischen Okularauszug und Kamera eingebaut wird und dafür sorgt, dass die durch das Teleskop fotografierende Kamera während der Dauer der Belichtung entgegengesetzt zur Bildfeldrotation um die optische Achse rotiert.**
3. **Erweiterung der azimutalen Montierung mittels einer Polhöhenwiege, um parallaktisch nachführen zu können.**
4. **Autoguiding mit Hilfe eines zweiten Hilfsrohrs und einer zweiten Kamera, um durch zusätzliche Autoguiding-Software einen Leitstern ständig im zentralen Fokus und den azimutalen Fehler gering zu halten.**

*Lösung 2 und 3 sind nicht praktikabel bei nicht-stationärer Nutzung!*



# Fazit

- **Man sollte erst einmal mit möglichst kleiner Brennweite anfangen:**
  - a. **Eine Kamera auf einem Stativ, ohne Montierung und Nachführung, kann der erste Schritt in die Astrofotographie sein**
  - b. **Anschließend können Piggyback-Varianten (DSLR, Refraktor bei geringerer Brennweite) ausprobiert werden**
  - c. **Die direkte Fokalfotografie durch das Teleskop hindurch stellt die größte Herausforderung dar und wächst mit der Brennweite**
- **Auch eine azimutale Montierung kann allerdings bereits zur Fotografie verwendet werden, wenn man kurze Belichtungszeiten berücksichtigt und möglichst viele Bilder aufaddiert**
- **Je Lichtempfindlicher die Kameras und Teleskope werden, umso weniger machen sich die Nachteile der azimutalen Montierung bemerkbar**

*Man sollte den Spaß in den Vordergrund stellen und auch einmal Dinge ausprobieren, die laut Foren-Aussagen eigentlich nicht funktionieren!*



**Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!!**



**Andromedagalaxie (M31), Stern Mirach und Dreiecksgalaxie (M33) mit AstroTrac TT320X-AG und Sigma 17-50 mm F2,8 EX DC Objektiv mit Canon 700D (nicht modifiziert)**

