

# Astrophotographie / Magnituden / Lichtverschmutzung

*Einfache Methoden zur Bewertung der örtlichen Lichtverschmutzung*



Kurt Niel

## Die FH Astronomen – der gemeinsame Schreibtisch

Wir bewohnen den Elfenbeinturm zu unserer gedankenverlorenen Erbauung.

[STARTSEITE](#)

[NEUES](#)

[ÜBER](#)

[IMPRESSUM](#)



**FHAstros.blog**

# Lichtverschmutzung

1. Streuende Partikel ( $> 400 \text{ nm}$ ) in Luft  $\rightarrow$  Wolken, Nebel, Feinstaub
2. Lichtstrahlen, die auf diese Partikel treffen  $\rightarrow$  Haus- und Straßenbeleuchtung
  - aktuell Umrüstungsphase auf LED-Beleuchtungen
  - zwar wird elektrische Energie eingespart
  - aber gleichzeitig wird Lichtstärke gegenüber herkömmlichen Leuchten erhöht (insbesondere UV/Blau-Anteil stört Insekten)

Daten der IAU (Internationale Astronomische Union):

- 80% der Menschheit haben lichtverschmutzten Himmel über sich
- 33% der Menschen können Milchstraße nicht sehen

$\rightarrow$  Weltweite Karten der Lichtverschmutzung:

- [www.nightsky.at/Obs/LP/](http://www.nightsky.at/Obs/LP/)
- [www.lightpollutionmap.info](http://www.lightpollutionmap.info)

# Magnitude mag

- wurde bereits vor 3000 Jahren eingeführt
- umfasst mit Auge sichtbare Fixsterne – etwa 4000 Sterne
- Größenklasse 1 .. hellste Fixsterne (bis auf wenige Ausnahmen)
- Größenklasse 6 .. gerade noch sichtbare Fixsterne
- später wurde durch genauere Messungen *Wega* mit 0,0 mag definiert
- ist logarithmisches Maß für (scheinbare) Helligkeit
- 5 Größenklassen Abstand = 1/100 der Helligkeit  
→ je Größenklasse Faktor 2,51 heller/dunkler

## Vergleich Auge – Binokular – Teleskop

### Auge

Öffnungsdurchmesser 5 mm  
damit (optimal) erreichbare **Grenzgröße 6,0 mag**

### Binokular

Öffnungsdurchmesser 50 mm  
Fläche 100fach = Helligkeit 100fach  
→ 5,0 mag empfindlicher abzüglich Linsenverlust 20 % (0,3 mag)  
damit (optimal) erreichbare **Grenzgröße 10,7 mag**

### Teleskop

Öffnungsdurchmesser 120 mm mit 40 mm Zentralspiegel  
Fläche 512fach = Helligkeit 512fach  
→ 6,8 mag empfindlicher abzüglich Linsenverlust 20 % (0,3 mag)  
damit (optimal) erreichbare **Grenzgröße 12,5 mag**

# Winkelauflösung

1. Winkelauflösung  $\delta$  aus Sensorgröße  $x_s$  vs. Brennweite  $f$

$$\delta = \arctan( x_s / f )$$

2. Minimalwinkel  $\alpha_{\min}$  als Beugungseffekt - Wellenlänge  $\lambda$  und Öffnungsdurchmesser  $D$

$$\alpha_{\min} = 1,22 \times \arcsin( \lambda / D )$$

**Auge**

$x_s$  3  $\mu\text{m}$ ,  $f$  20 mm,  $D$  5 mm,  $\lambda$  550 nm (Grün)

**praktisch 1' (1 mm aus 3 m)**      (1. ergäbe 0,5'; 2. ergäbe 0,5')

**Binokular**

$D$  50 mm

2. ergibt  $\alpha_{\min}$  **2,8"**

Sensorgröße wird mit 1. angepasst

**Teleskop**

$D$  120 mm

2. ergibt  $\alpha_{\min}$  **1,2"**

Sensorgröße wird mit 1. angepasst

# Magnitude mag

Beispiel Aufnahmevergleich *Wega* (0,0 mag) mit Stern 5,0 mag – Ziel: gleiche Helligkeit

- Belichtungszeit 100 fach länger (statt 1/100 s > 1 s)      oder
- Blende 10 Stufen öffnen (statt F32,0 > F1,0)      oder
- Empfindlichkeit 100 fach (statt ISO100 > ISO 10.000)

Berechnungstabelle für Blendenzahl *F* bei Grenzmagnitude *M*  
(entwickelt/justiert auf Grund Eigenbeobachtungen):

F		ISO [1]			
M	6.0	100	800	6400	51200
T [s]	0.001	0.2	0.5	1.4	4.0
	0.008	0.5	1.4	4.0	11.3
	0.067	1.4	4.1	11.6	32.7
	1	5.6	15.8	44.7	126.5
	8	15.8	44.7	126.5	357.8
	15	21.7	61.2	173.2	490.0

$$F = \sqrt{\frac{T[s]ISO}{M_0 2.51^M}}$$

mit  $M_0 = 0.0128s$

F    Blendenzahl  
ISO    Empfindlichkeit  
M    Grenz-  
      magnitude  
T    Belichtungszeit



Kurt.Niel@fh-wels.at

7.1.2019

T 8 s, F 2.0, ISO 8000

M<sub>min</sub> 15.3

Milky Way, M31

Canon M5, 12 mm  
Feb.18, Mendocino CA





Kurt.Niel@fh-wels.at

T 13 s, F 2.0, ISO 6400

M<sub>min</sub> 15.5

Milky Way, M31

Canon M5, 12 mm  
Feb.18, Mendocino CA





Kurt.Niel@fh-wels.at

T 10 s, F 2.0, ISO 6400

$M_{\min}$  15.3

Milky Way, M31

Canon M5, 12 mm  
Feb.18, Mendocino CA











T 1/1600 s, F 4.0, ISO 3200  
 $M_{\min} 2.5$   
 Moon, Saturn  
 Canon M5, 300 mm  
 Nov.18, Grieskirchen



T 1/640 s, F 4.0, ISO 3200  
 $M_{\min} 3.5$   
 Moon, Saturn  
 Canon M5, 300 mm  
 Nov.18, Grieskirchen



T 1/100 s, F 4.0, ISO 3200  
 $M_{\min} 5.5$   
 Moon, Saturn  
 Canon M5, 300 mm  
 Nov.18, Grieskirchen



T 1 s, F 4.0, ISO 25600  
 $M_{\min}$  12.8  
46P/Wirtanen  
Canon M5, 300 mm  
Dez.18, Grieskirchen

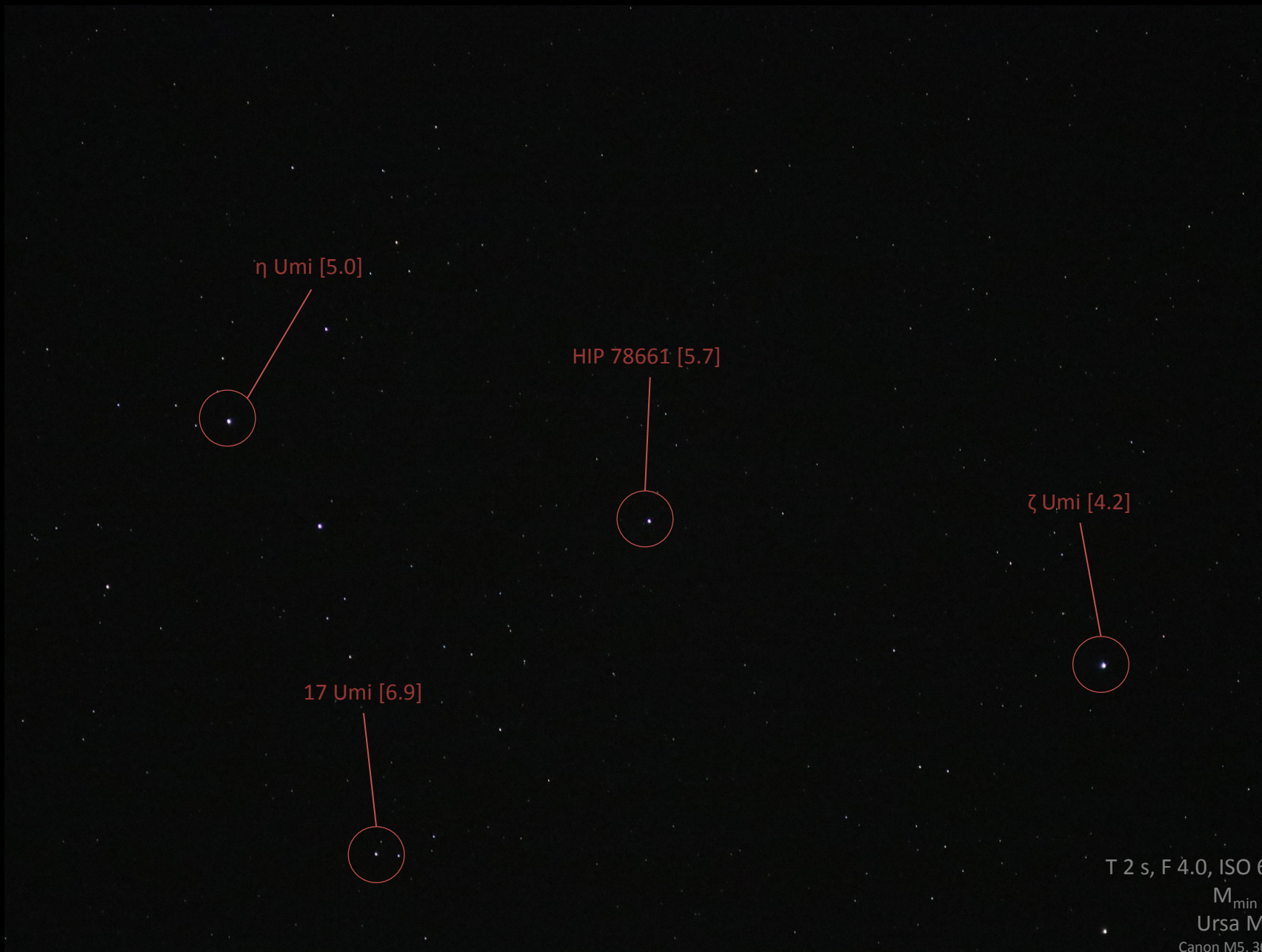


T 2 s, F 4.0, ISO 12800  
 $M_{\min}$  12.8  
46P/Wirtanen  
Canon M5, 300 mm  
Dez.18, Grieskirchen









η Umi [5.0]

HIP 78661 [5.7]

ζ Umi [4.2]

17 Umi [6.9]

T 2 s, F 4.0, ISO 6400

M<sub>min</sub> 12.0

Ursa Minor

Canon M5, 300 mm  
Okt.18, Grieskirchen





T 2 s, F 4.0, ISO 6400

M<sub>min</sub> 12.0

Ursa Minor

Canon M5, 300 mm  
Okt.18, Grieskirchen







Einfache Objekte für visuelle Kontrolle

[mag] {Rect./Decl.}

## Kontrolle Grenzhelligkeit

**Ursa Minor**       **$\beta$  Umi** [2,1] /  **$\gamma$  Umi** [3,0] /  **$\zeta$  Umi** [4,3] /  **$\eta$  Umi** [5,0]  
*Kleine Bär*      **HIP 78661** [5,7] (mittig zwischen  **$\zeta$  Umi** und  **$\eta$  Umi**)  
                    **Polaris** [1,9 – 2,1]

## Kontrolle Winkelauflösung

**Ursa Major**      **Mizar** [2,2] ~ **Alcor** [4,0] – Abstand 13'  
*Große Bär*      medizinische Augentests „Arab Eye Test“ seit ca. 1000 Jahren

**Dragon**      Doppelstern  **$\gamma$  Dra** [4,9], [4,9] - Abstand 62"  
*Drache*      {17h32m/+55°11'}

**Lyra**      Doppel/Doppelstern  **$\epsilon$  Lyr** [5,0], [5,2] – Abstand 3'28"  
*Leier*      {18h44m/+39°40'} (Nahe **Vega** [0,0] +/- 1,4°)



# Polarstern $\alpha$ UMi - 1 UMi - HIP 11767 - SAO 308 - HD 8890

Typ: Pulsierender Veränderlicher (DCEPS)  
Helligkeit: 1.95 (durch Extinktion: 2.12)  
Absolute Helligkeit: -3.66  
Farbindex (B-V): 0.63  
Größenklassenbereich: 1.86+2.13 (Photometrisches System: V)  
Rekt/Dekl (J2000.0): 2h31m50.81s/+89°15'51.4"  
Rekt/Dekl (zum Datum): 2h56m4.31s/+89°20'37.6"  
Stundenwinkel/DE: 18h56m38.70s/+89°20'25.8" (scheinbar)  
Azimut/Höhe: +0°57'42.4"/+48°19'29.5" (scheinbar)  
Ekliptikale Länge/Breite (J2000.0): +88°34'05.0"/+66°06'05.4"  
Ekliptikale Länge/Breite (zum Datum): +88°50'06.1"/+66°06'10.0"  
Schiefe der Ekliptik (zum Datum): +23°26'13"  
Galaktische Länge/Breite: +123°16'50.0"/+26°27'41.7"  
Mittlere Sternzeit: 21h47m41.2s  
Scheinbare Sternzeit: 21h47m40.2s  
Entfernung: 432.57 LJ  
Spektraltyp: F7: Ib- IIv\_S8  
Parallaxe: 0.00754"  
Periode: 3.9696 Tage  
Nächstes Maximum: 2018-10-10 06:16:59 UTC  
Anstiegszeit: 50%



# Mizar

## ζ UMa • 79 UMa - HIP 65378 A - SAO 28737 - HD 116656

Typ: **Doppelstern**  
Helligkeit: **2.20** (durch Extinktion: **2.54**)  
Absolute Helligkeit: 0.30  
Farbindex (B-V): **0.07**  
Rekt/Dekl (J2000.0): 13h23m55.83s/+54°55'31.5"  
Rekt/Dekl (zum Datum): 13h24m41.10s/+54°49'36.2"  
Stundenwinkel/DE: 8h22m49.49s/+54°51'31.4" (scheinbar)  
Azimut/Höhe: +329°34'11.6"/+22°39'31.1" (scheinbar)  
Eklptikale Länge/Breite (J2000.0): +165°42'03.6"/+56°22'45.9"  
Eklptikale Länge/Breite (zum Datum): +165°58'10.1"/+56°22'46.3"  
Schiefe der Ekliptik (zum Datum): +23°26'13"  
Galaktische Länge/Breite: +113°06'33.0"/+61°34'43.8"  
Mittlere Sternzeit: 21h47m41.2s  
Scheinbare Sternzeit: 21h47m40.2s  
Entfernung: 78.16 LJ  
Spektraltyp: A2V  
Parallaxe: 0.04173"



Erde, +48°10'02", +14°01'25"

FOV 2.89°

69.8 FPS

2018-10-08

21:42:02 UTC+02:00