



Streuung



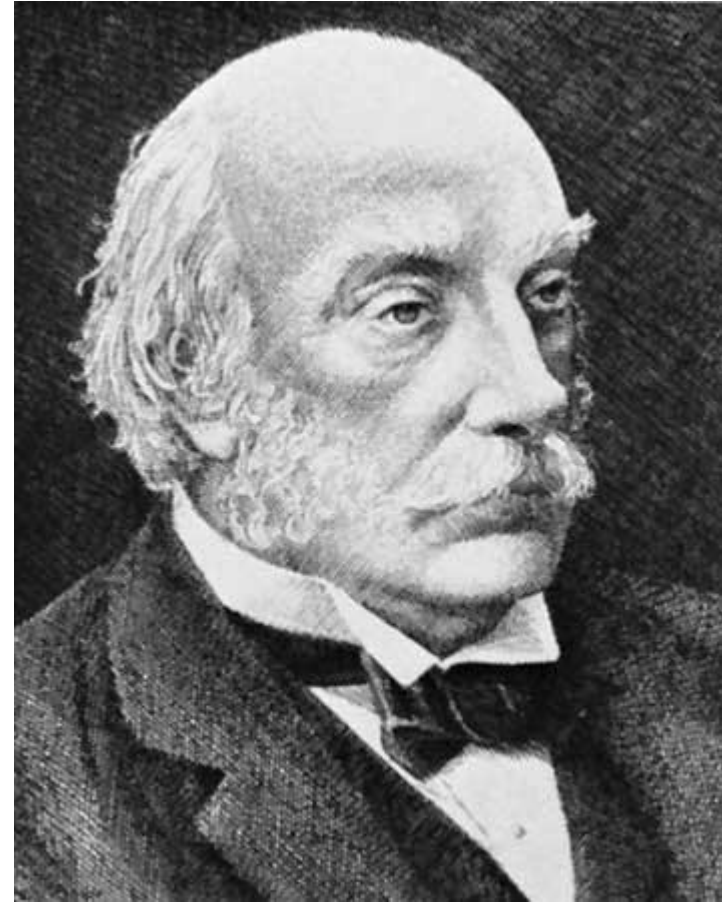
Photonen sind Lichtpakete, also Wellenzüge

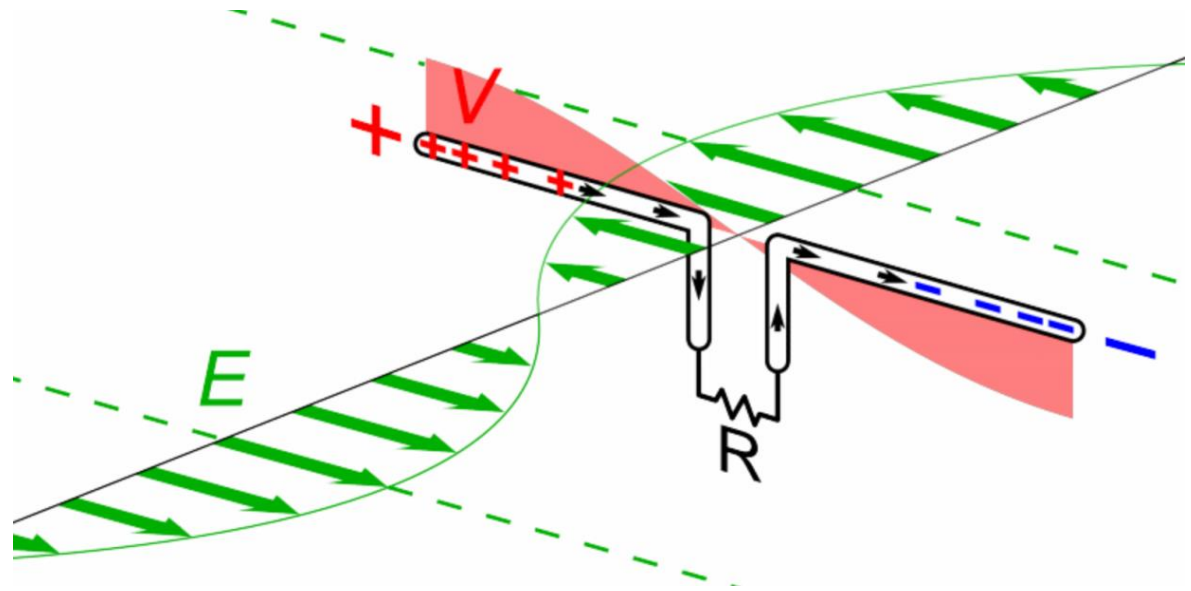
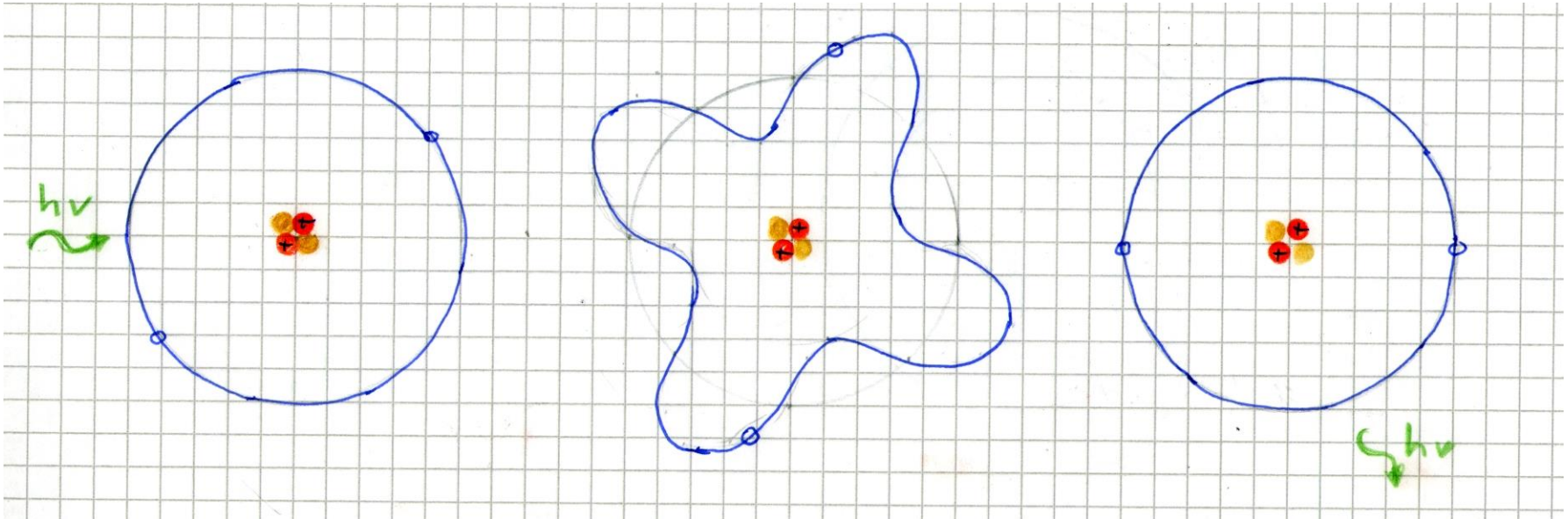
John William Strutt, s

3. Baron Rayleigh

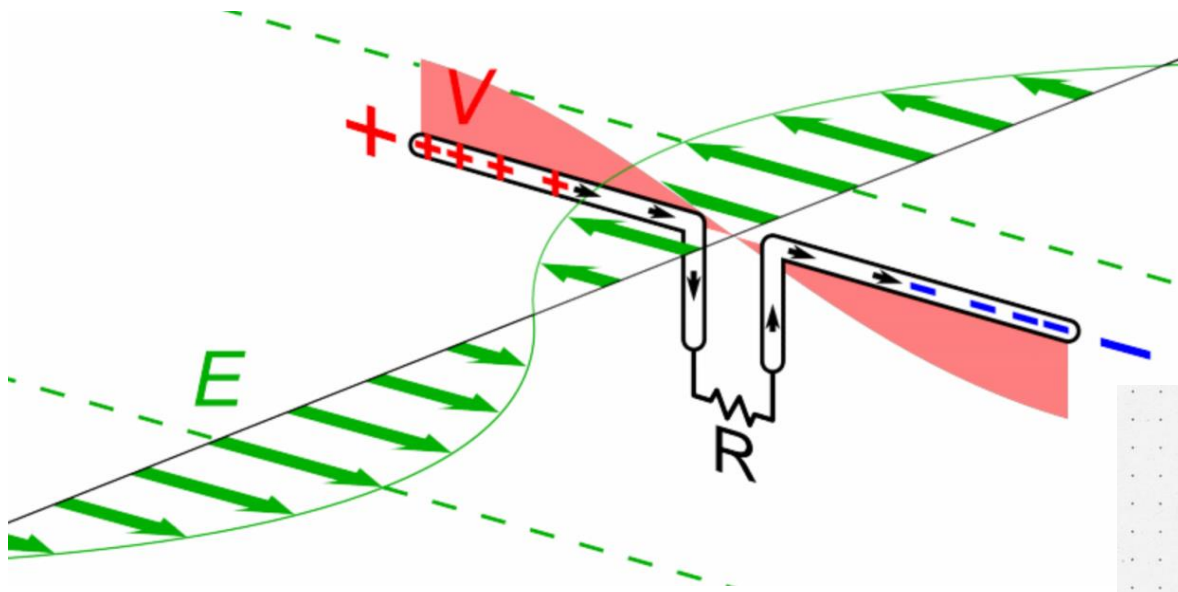
* 12. November 1842 in
Langford Grove, Maldon,
England

† 30. Juni 1919 in Terlins
Place bei Witham,
England)

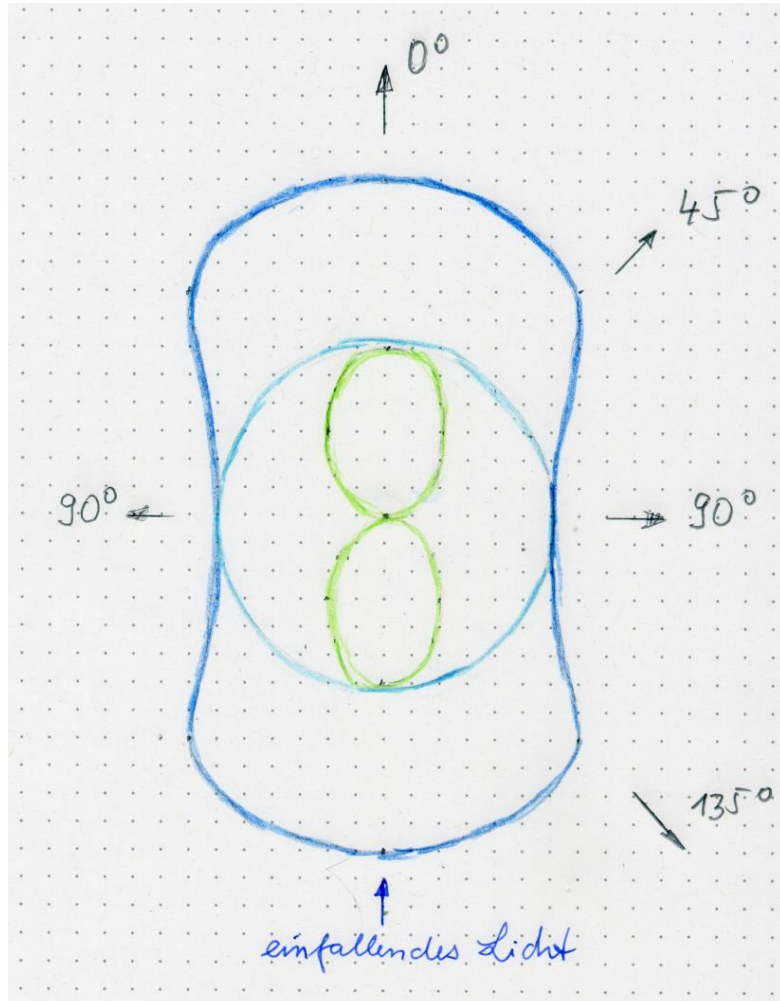




Anregung der Moleküle: Ein generelles Prinzip!



Die Leistung der Dipolstrahlung ist richtungsabhängig und entsteht durch die Überlagerung der zweier senkrecht aufeinander stehender Komponenten

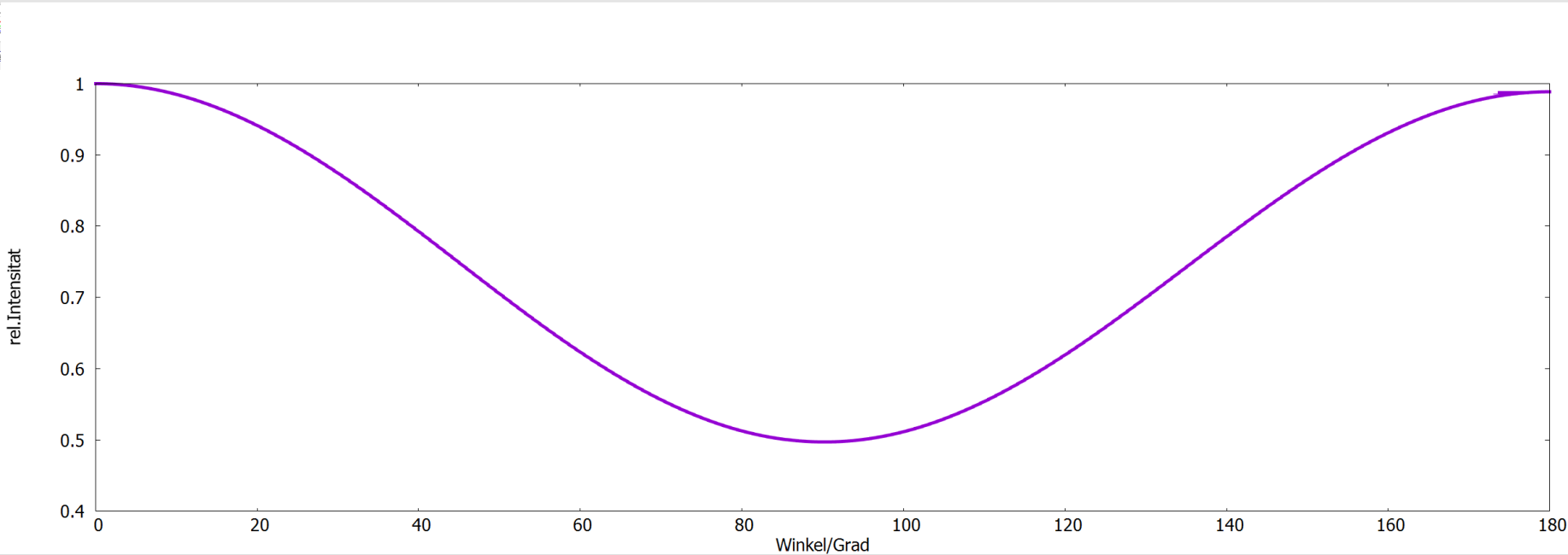
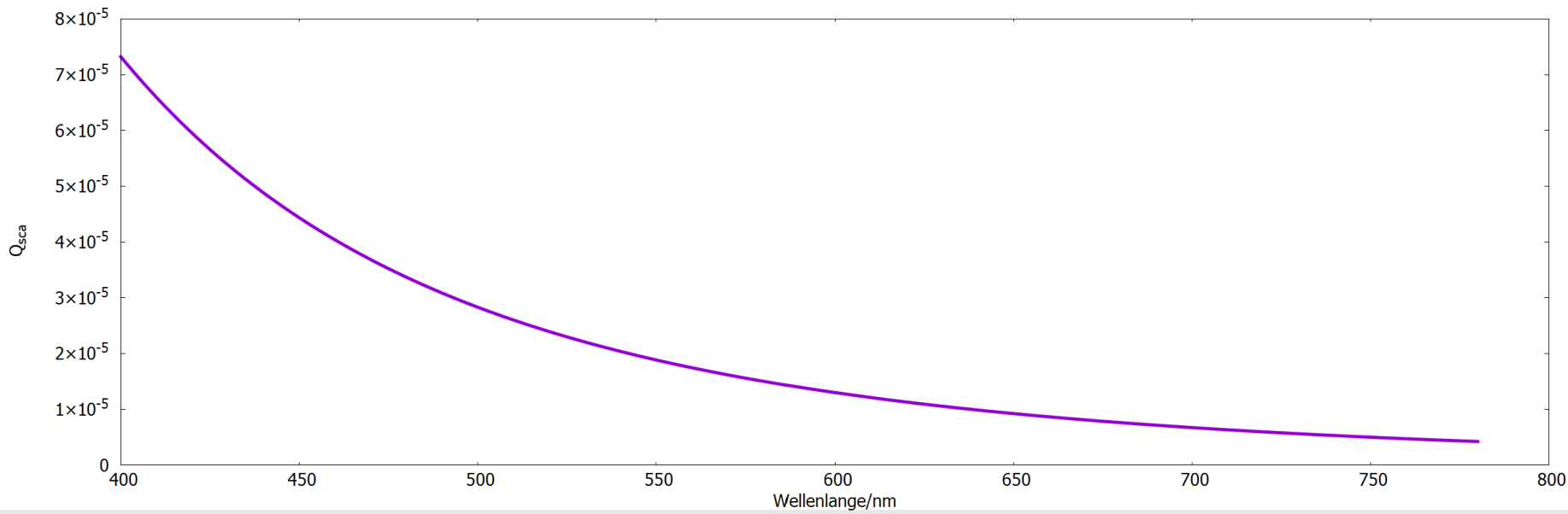


Rayleigh-
Streuung,

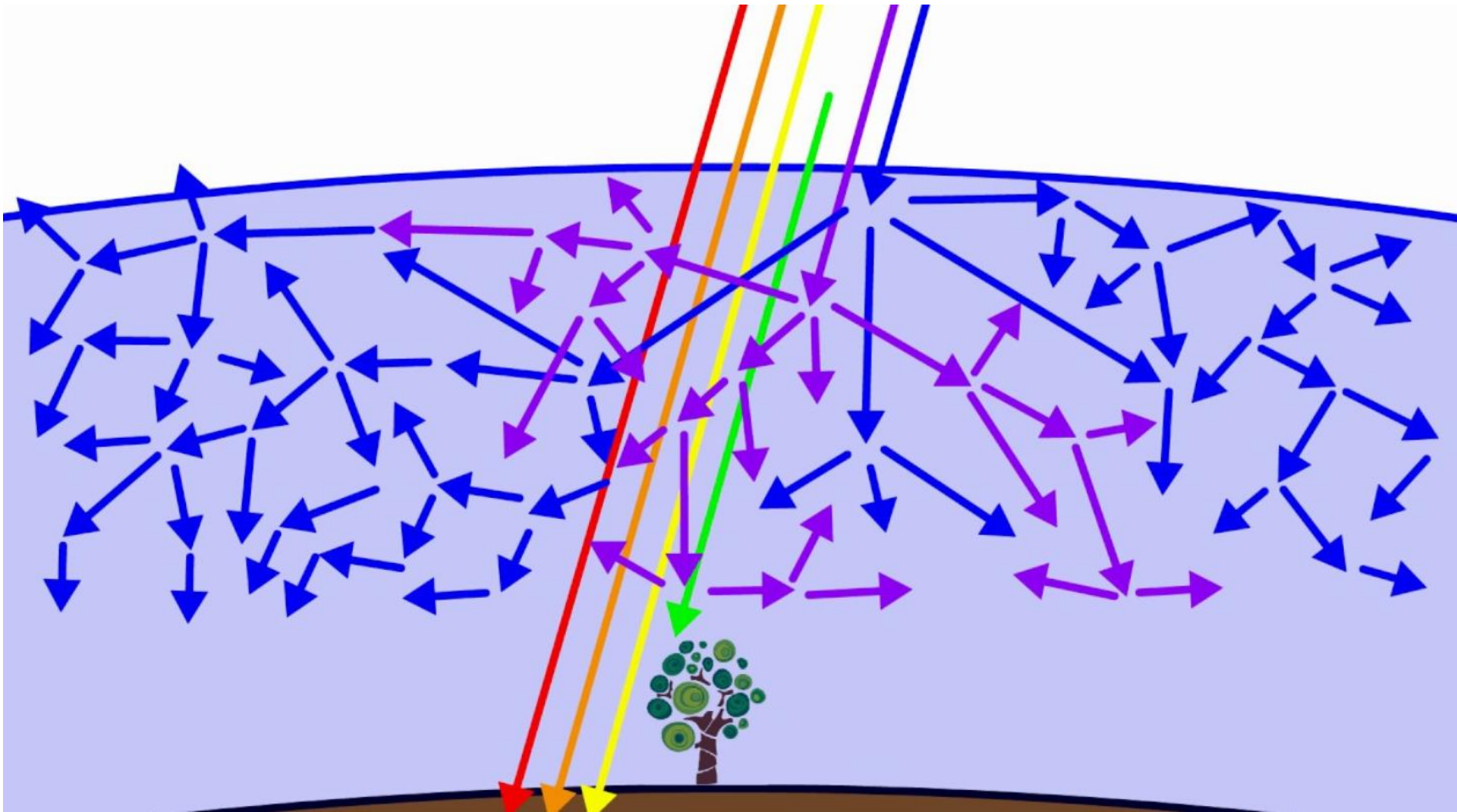
Kleine Teilchen:

- Blau = stark von λ abhängig
- Polarisiert
- (schwach) richtungsabhängig





Streukoeffizient und Winkelabhängigkeit für winzige Partikel



Kleine Partikel (Rayleigh-Streuung) im Detail:
Stark wellenlängenabhängig. Blau 8x stärker als rot



Rot bleibt übrig

ohne Polfilter

mit Polfilter



Polarisationsfilter wirkt nicht in allen Himmelsrichtungen

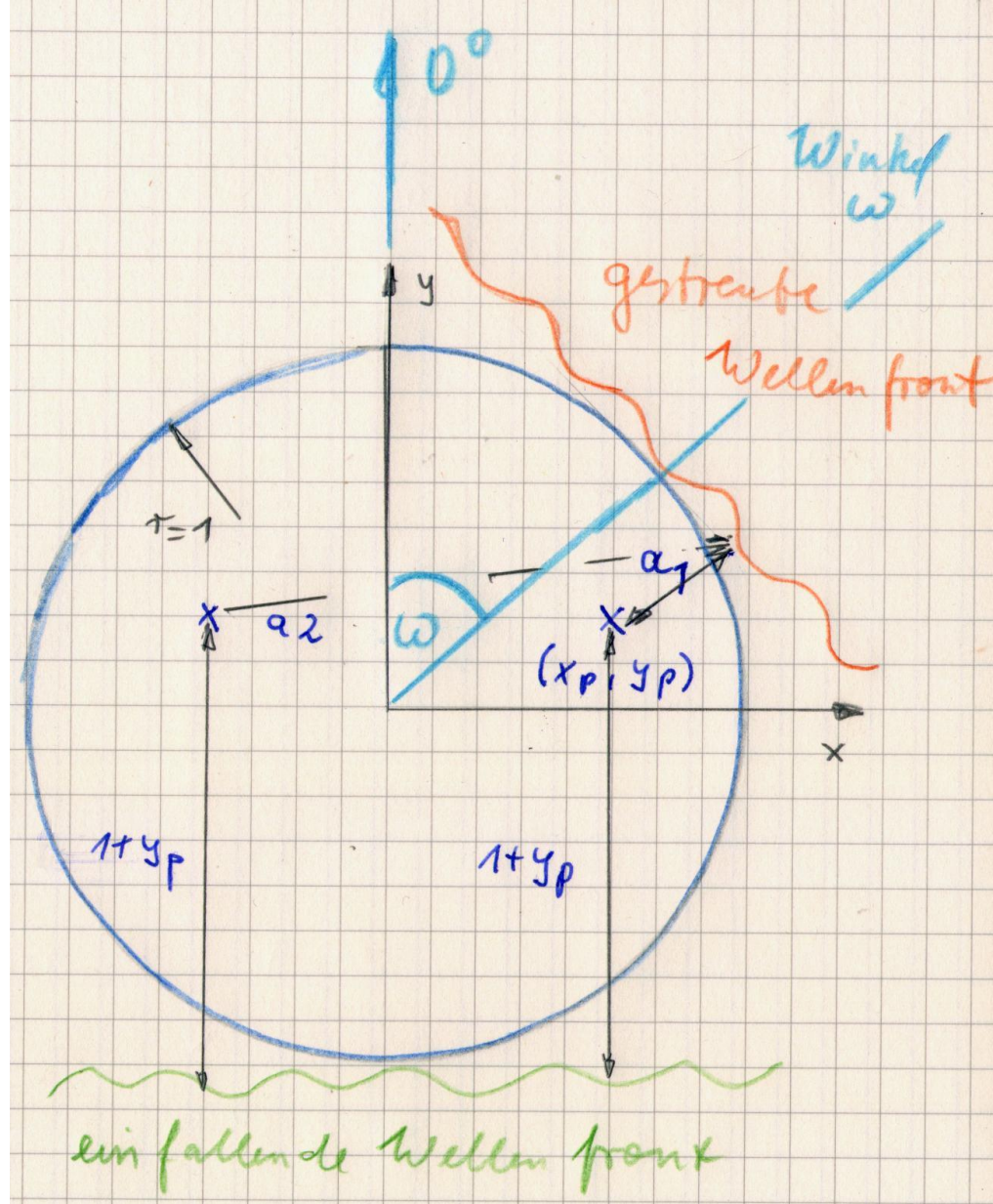
Gustav Mie:

*1868 (Rostock)

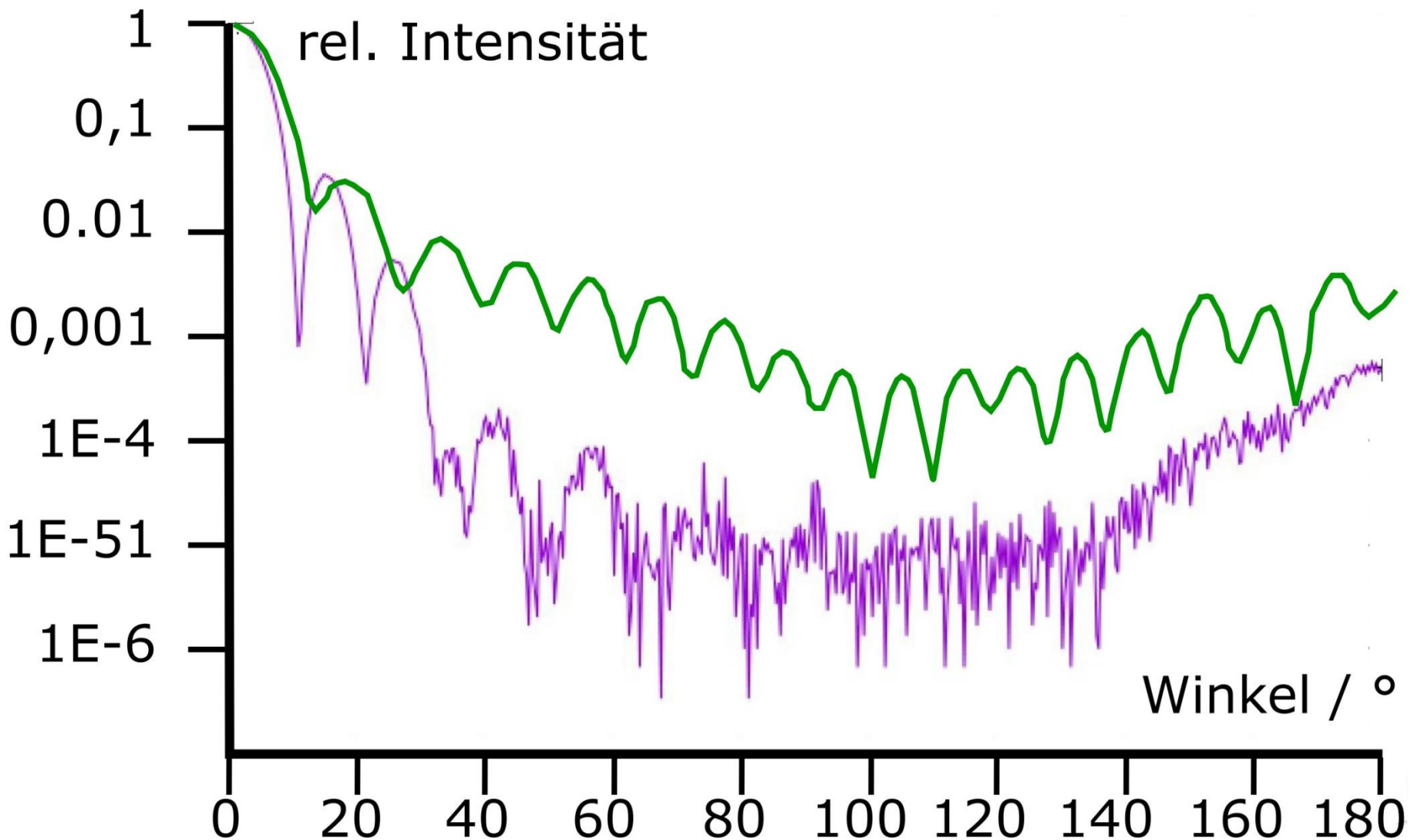
1908: Theorie der Streuung

† 1957 Passing bei Freiburg



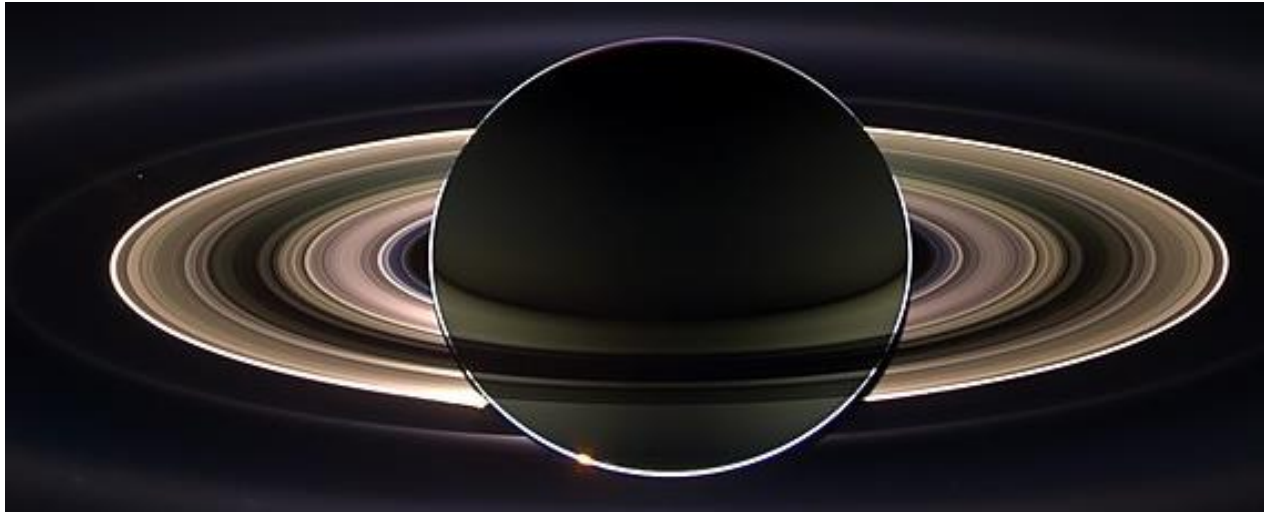


Zweidimensionales Tropfenmodell: Prinzip der Mie-Theorie (vereinfacht)

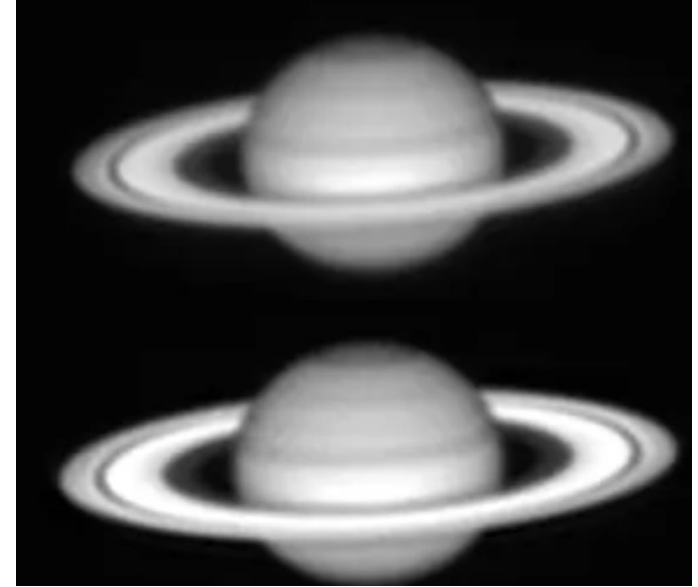


Vergleich für Wassertropfen $3 \mu\text{m}$, $\lambda=550 \text{ nm}$: 2D gegen Mie-Theorie:

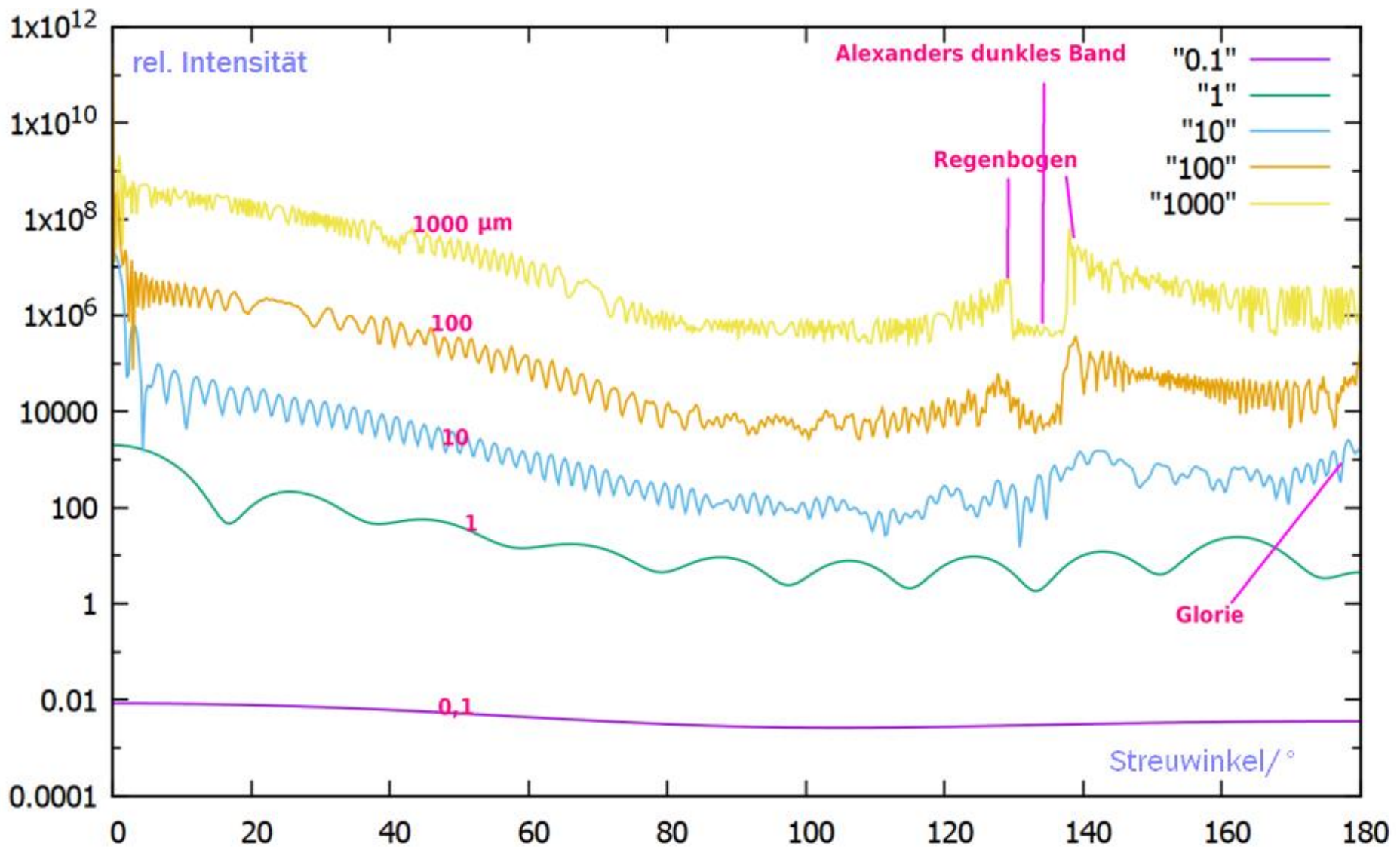
- Intensität stark Richtungsabhängig, mehrere Größenordnungen
- „Nullstellen“ bei monochromatischem Licht und einheitlicher Tropfengröße
- Vorwärts- und Rückwärtsstreuung erkennbar



Vorwärtsstreuung – Blick Richtung Lichtquelle



Rückstreuung: Erhöhte Intensität
mit dem Licht



Unterschiedliche Tropfengrößen, auch jenseits Rayleigh:
 Jeweils Tropfen einer Größe, korrekt berechnet (Mie)



Beide Regenbögen und Alexanders dunkles Band



Glorie von einem Flugzeug aus
Stark richtungsabhängig. Hier: Richtung 180°

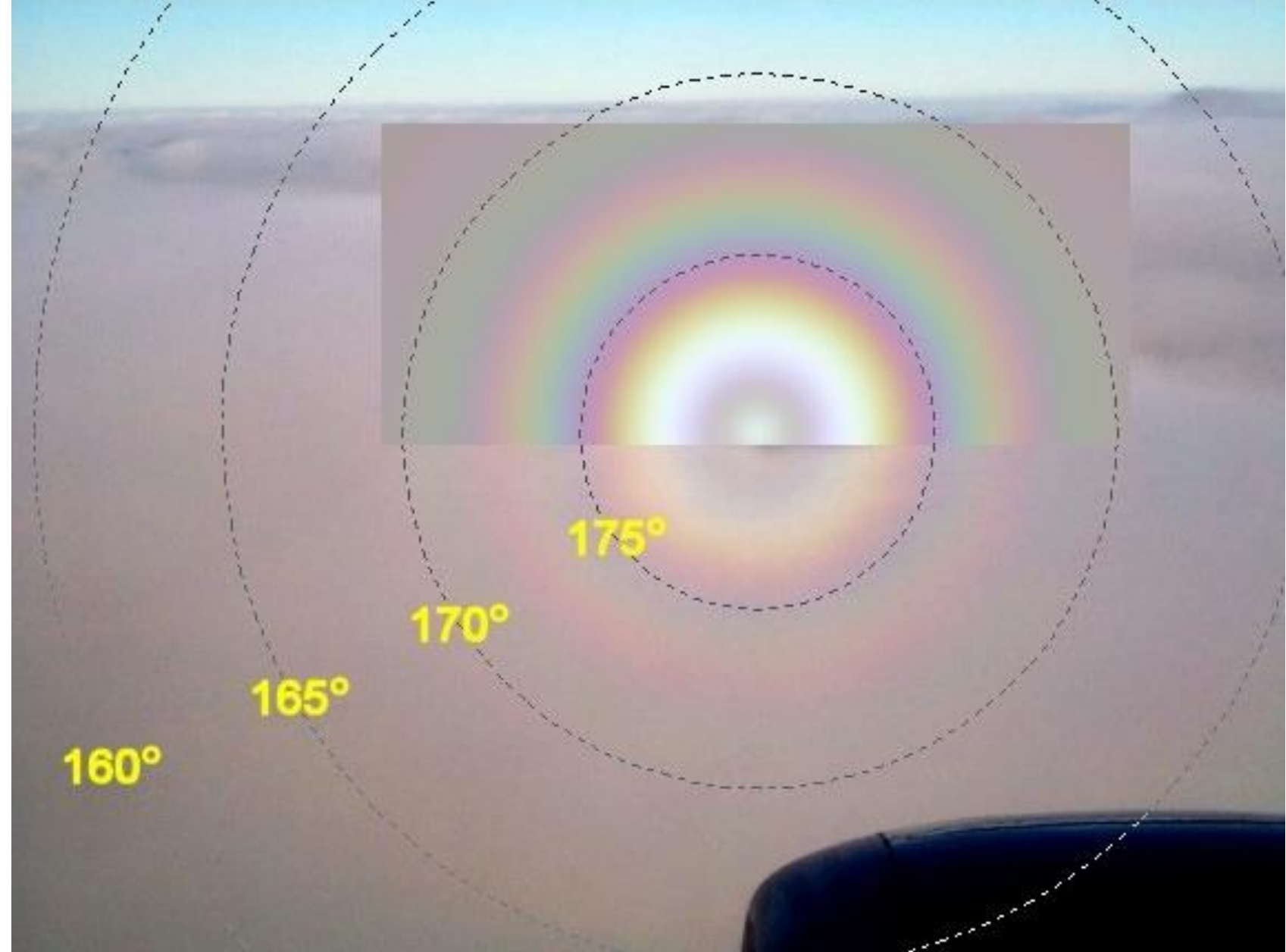
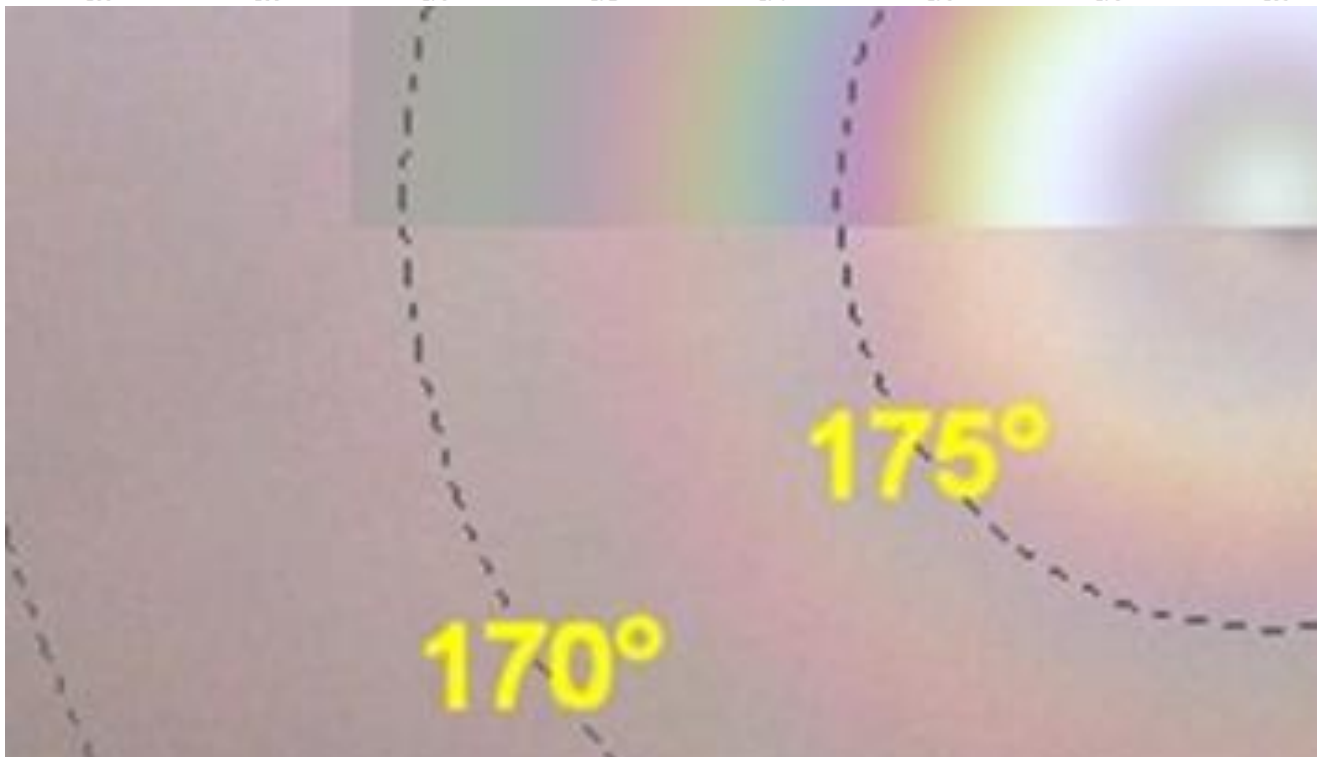
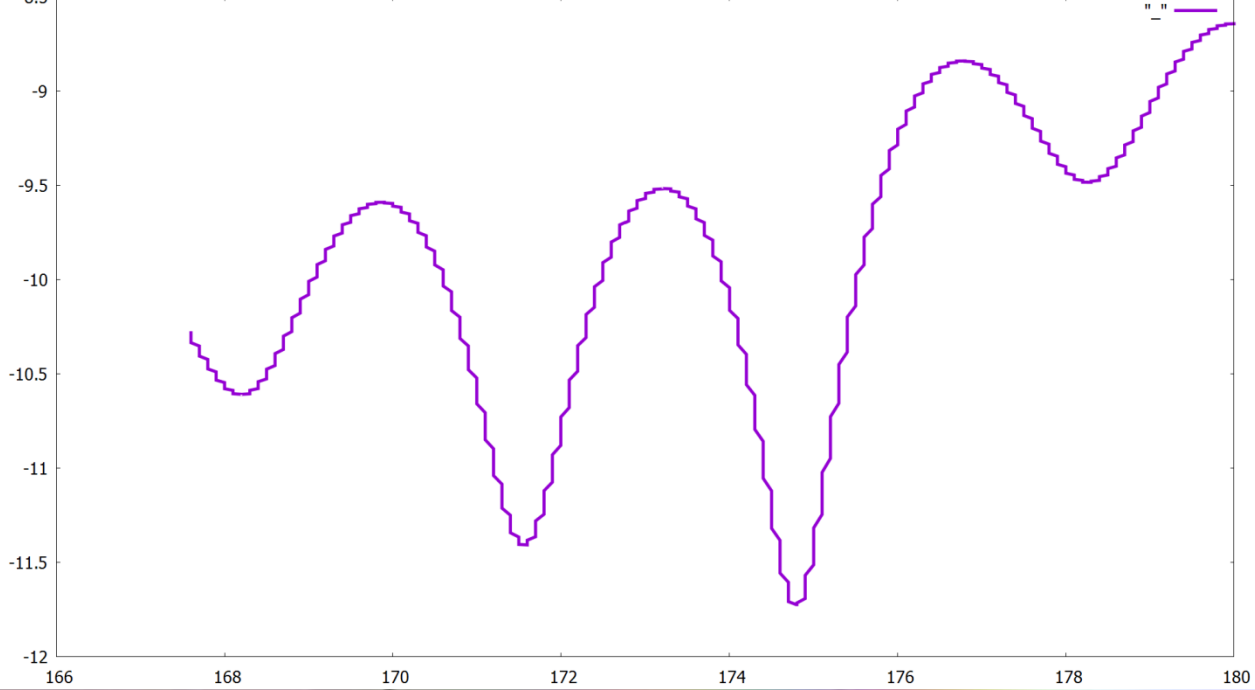
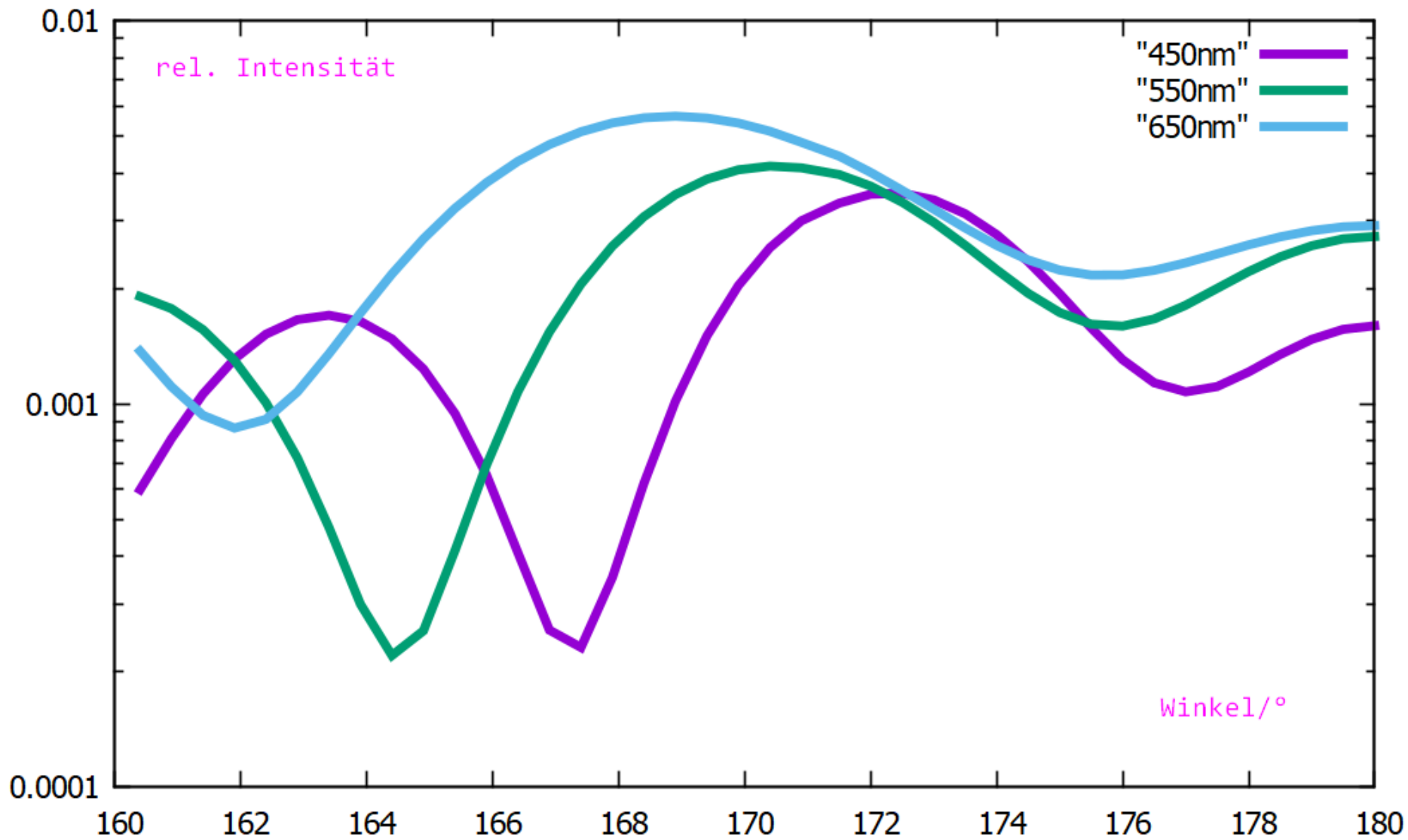


Foto + Rechnung $4,8 \mu\text{m}$





Abhängigkeit von λ = Farbaufspaltung



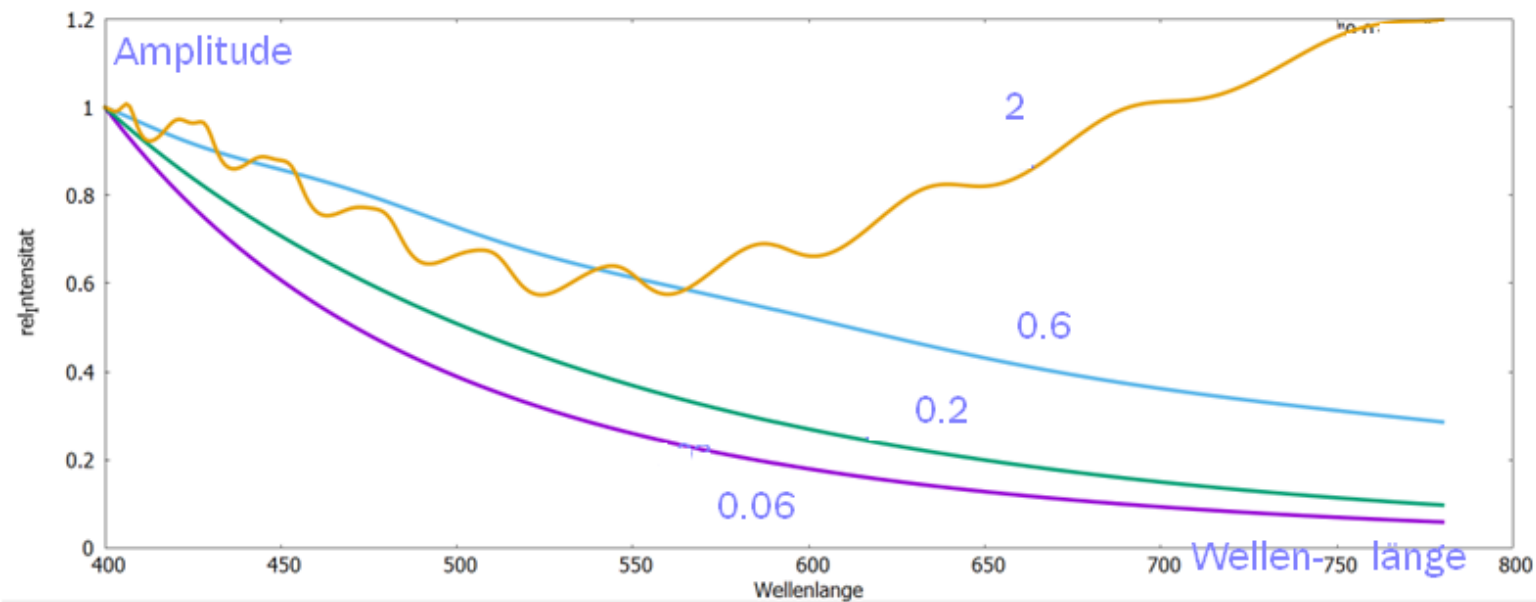
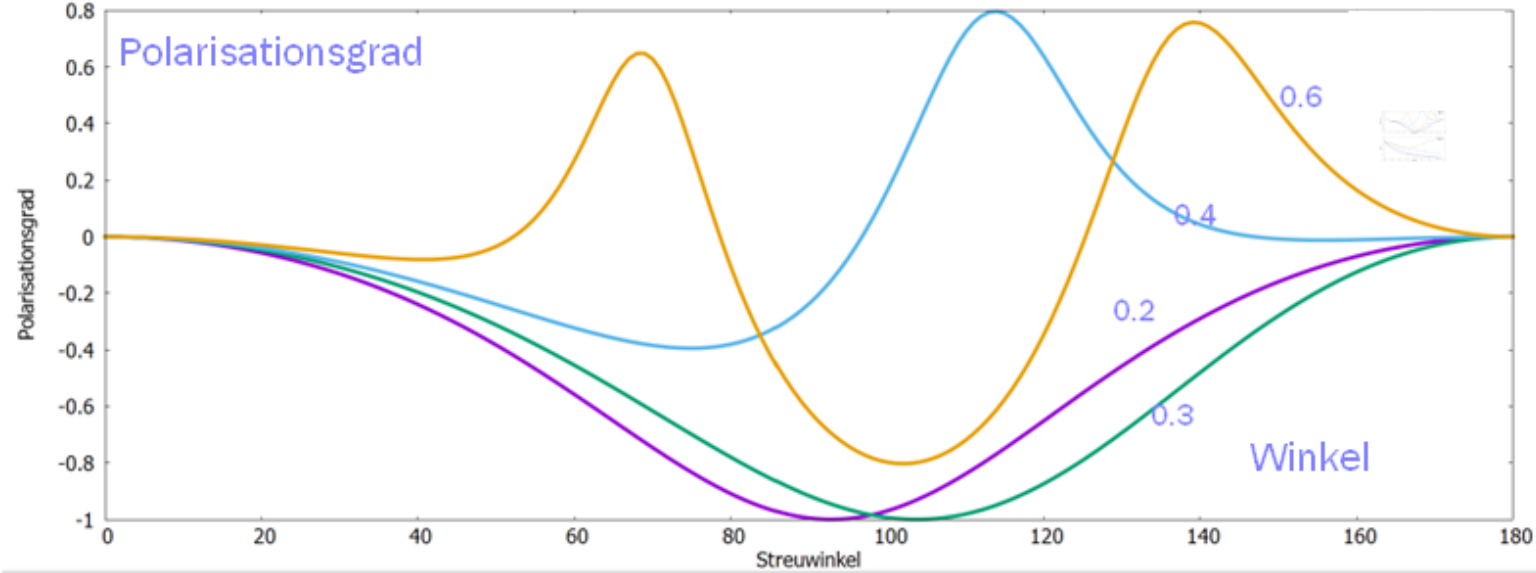
Beispiel 1: Leuchtende Nachtwolken

Schwer zu erkunden: Für die Luftfahrt zu hoch,
für die Raumfahrt zu niedrig

Praktikabel: Analyse des gestreuten Sonnenlichts



Dinosaurier-Problem



Stark polarisiert leicht bläulich, aber nicht blau genug für kleine Partikel: Durchmesser ca. 0,3 μm

2020



12 March



20 March



27 April



5 May



17 May



4 June



8 June



18 June



5 July



17 July



21 July
Opposition+1d



22 July



23 July



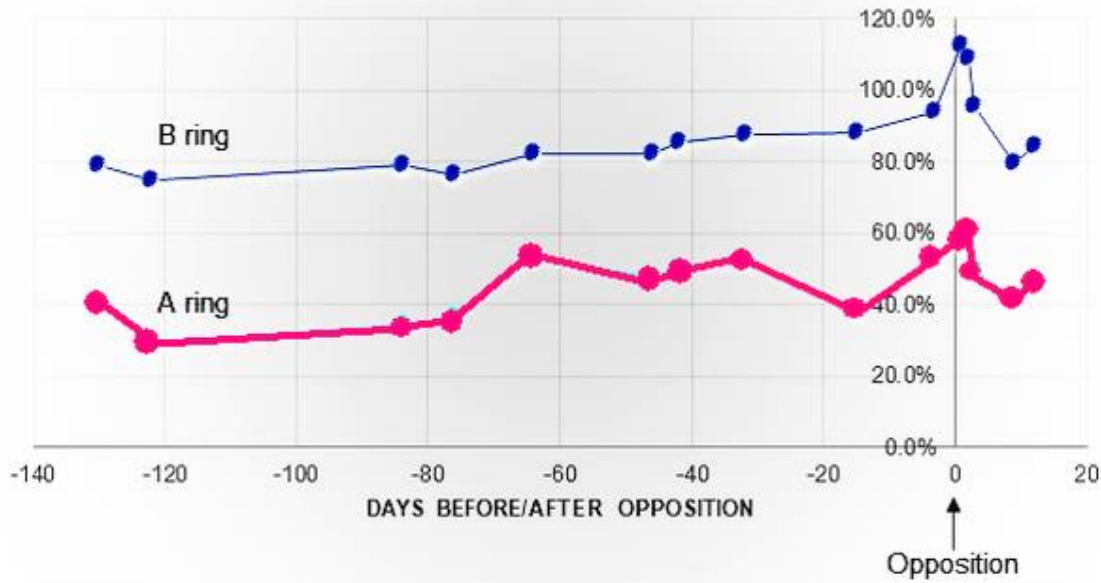
29 July



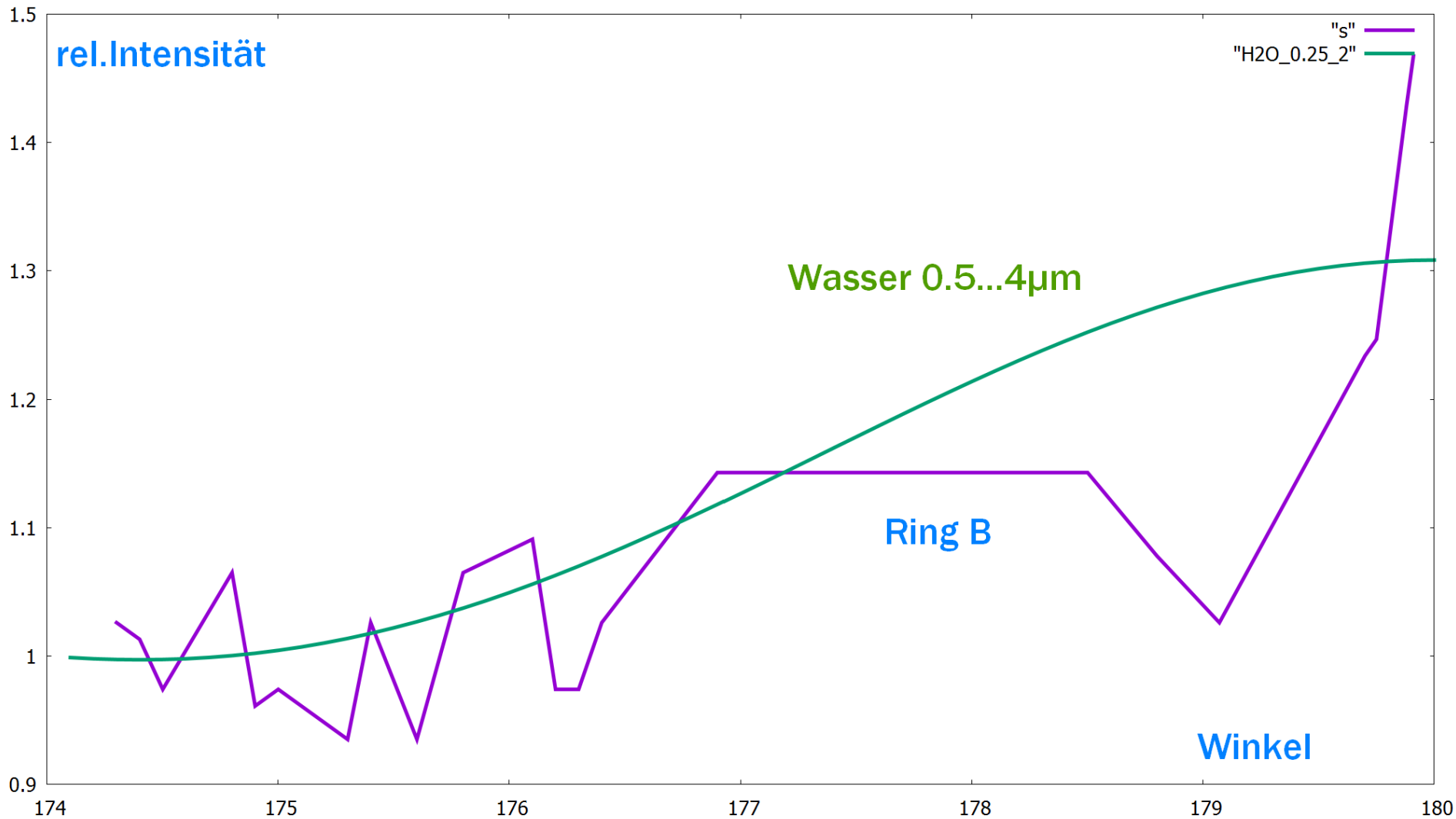
1 Aug

Beispiel 2: Seeliger-Effekt [Mark Lacaille]

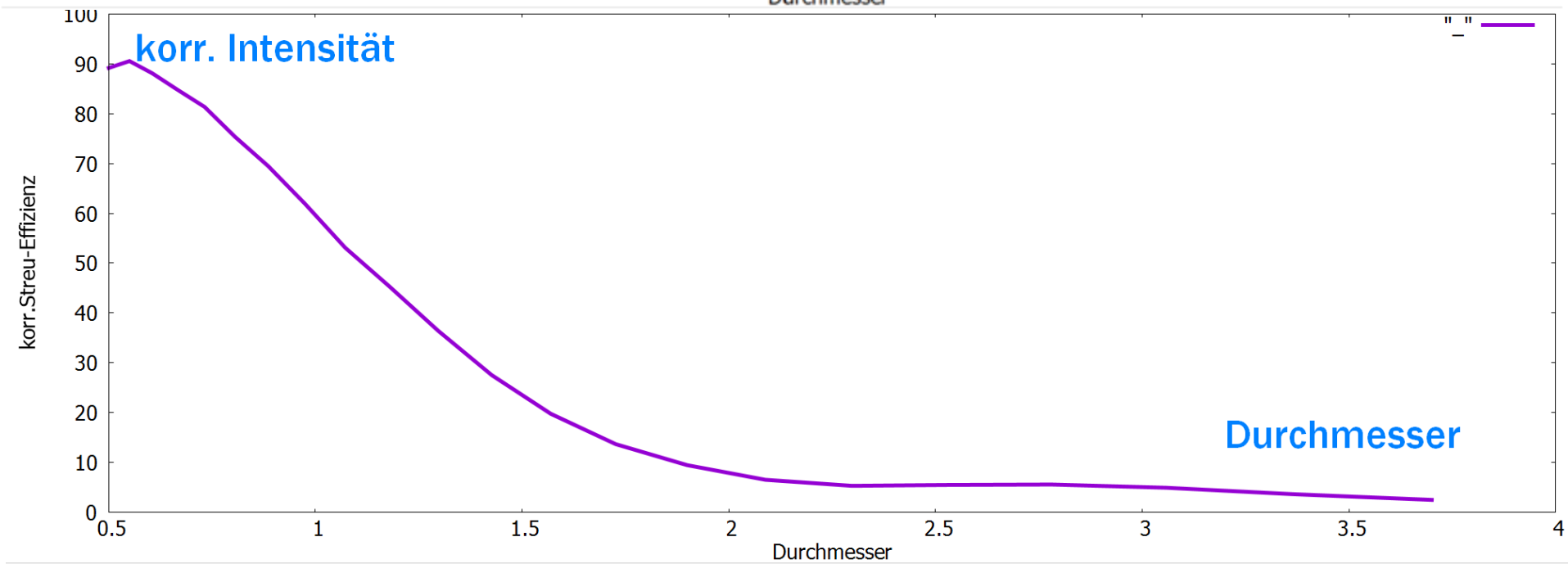
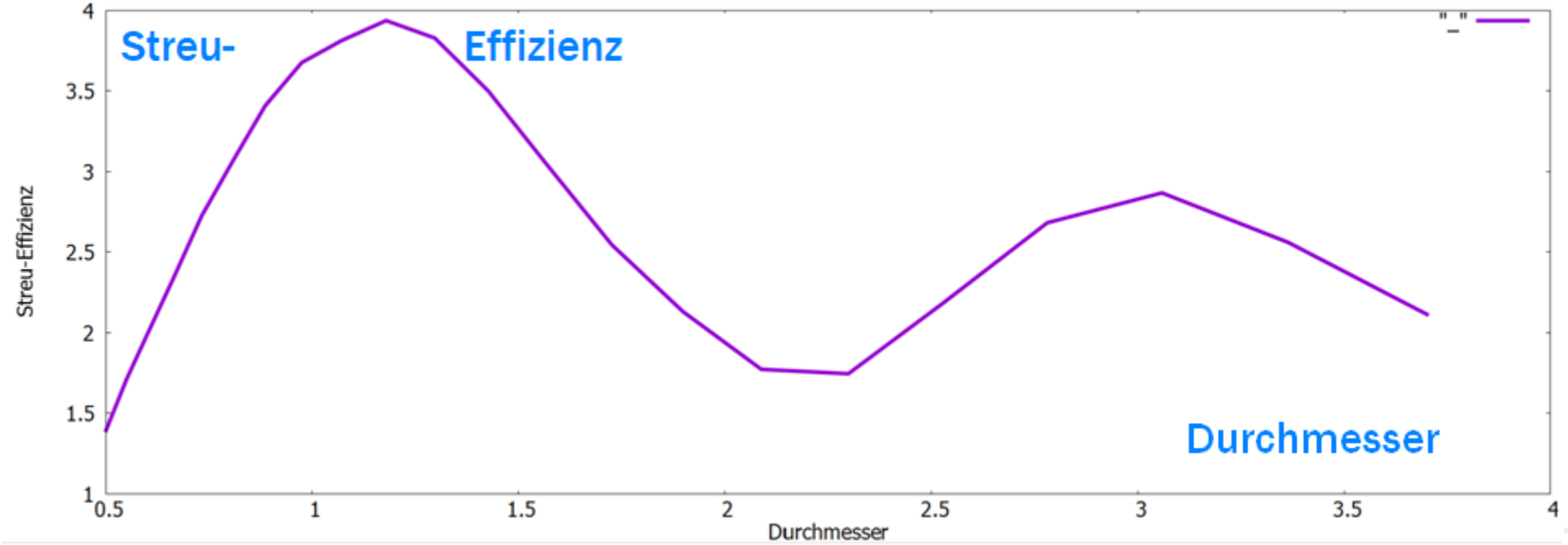
Relative brightness



[LacailleOz]



Vielleicht sah der Dinosaurier auch etwas anders aus ...



Wirkungsquerschnitt und Partikelspektrum bei Mittelung beachten!

C/2021 A1 (Leonard). Perihel 3. Januar 2023

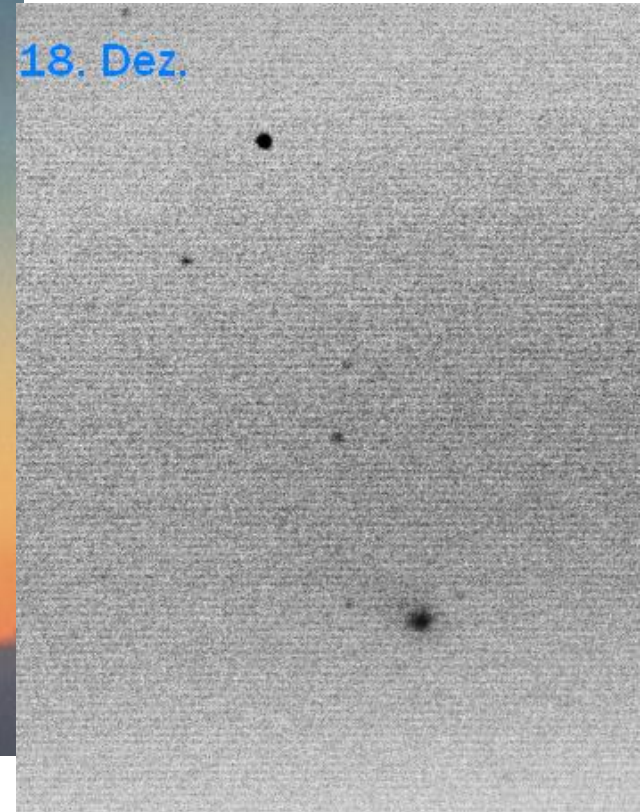
11. Dez.



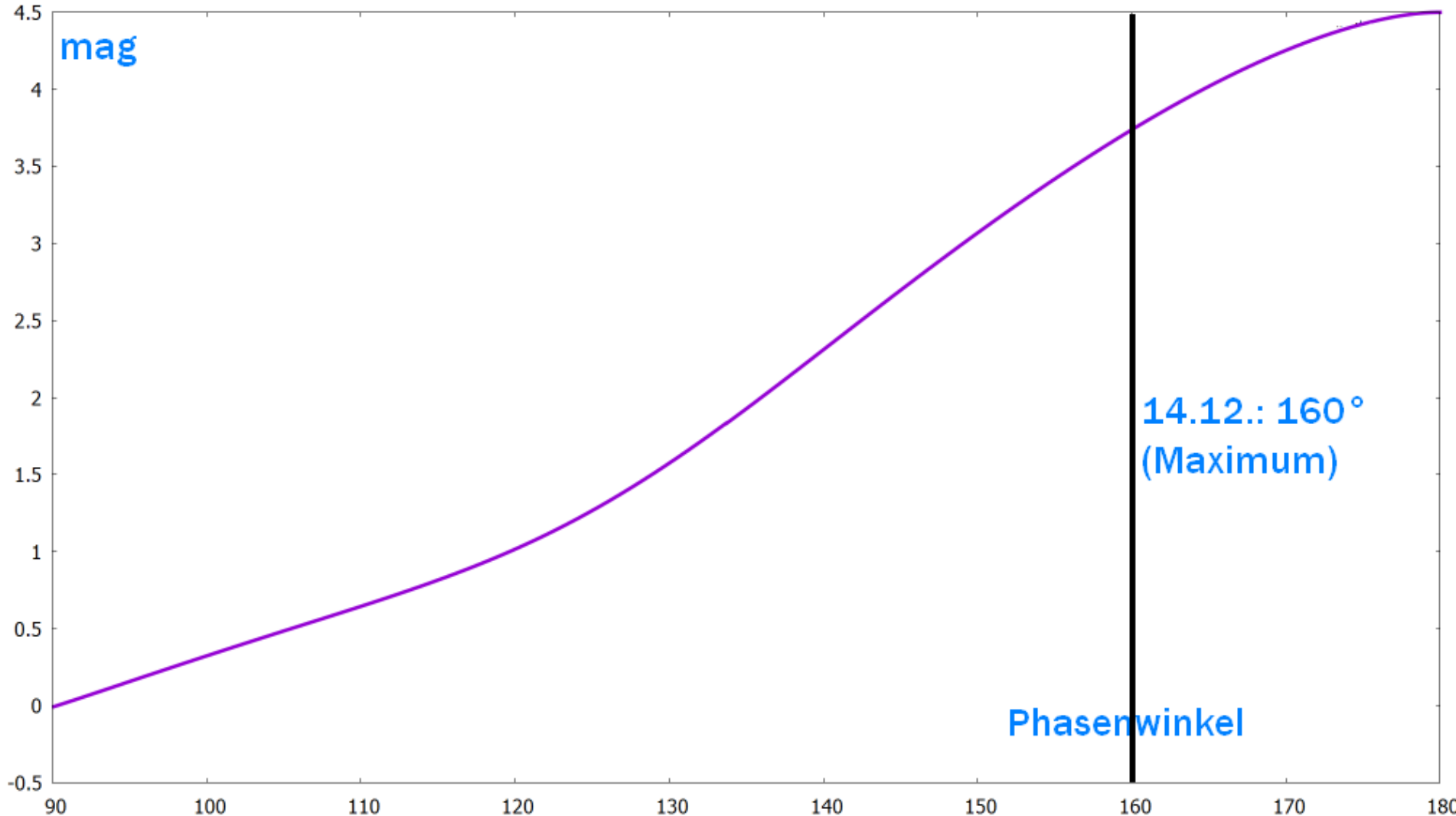
15. Dez.



18. Dez.



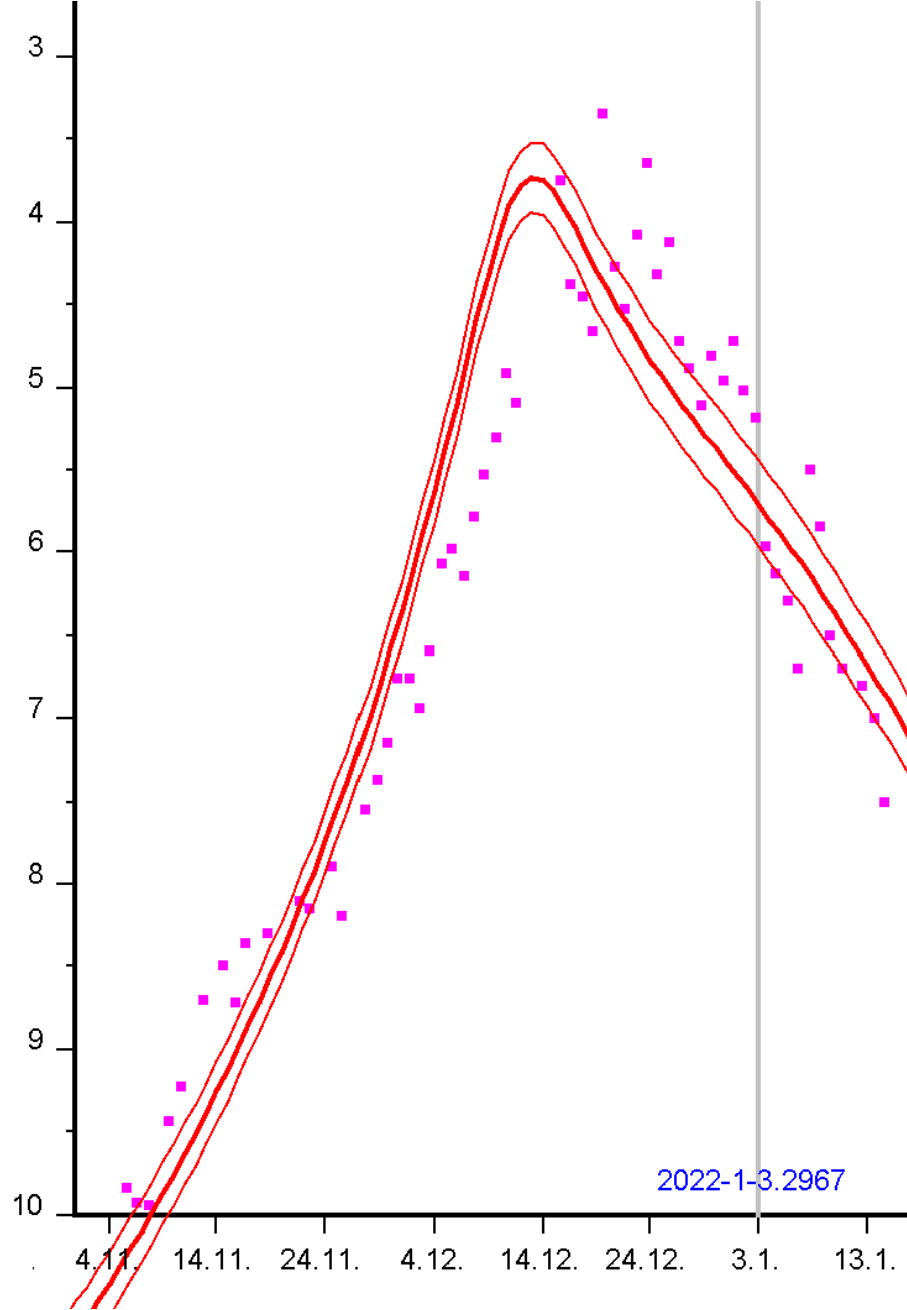
Beispiel 4: Kometen, Vorwärts- und Rückstreuung



Referenz: Phasenwinkel 90 Grad, Partikel 0,5 – 10 μm

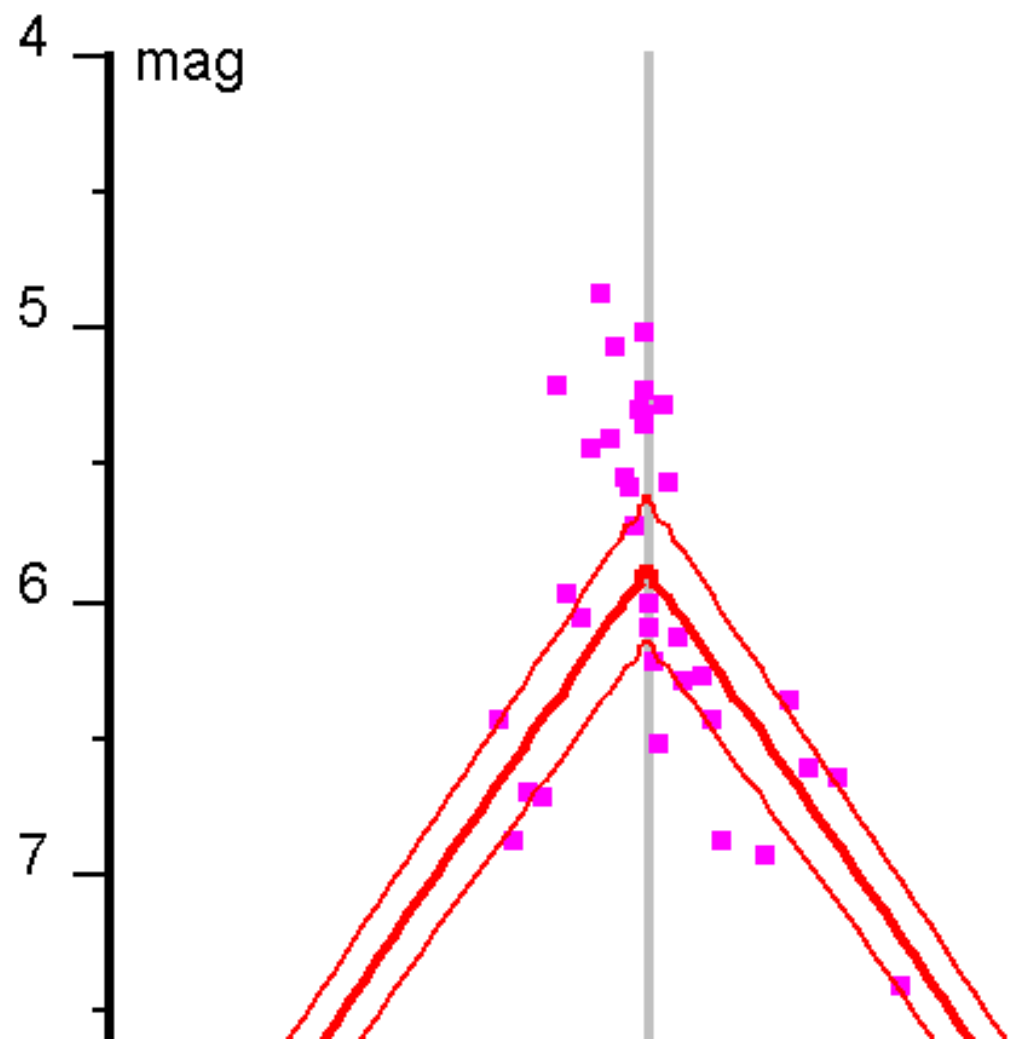
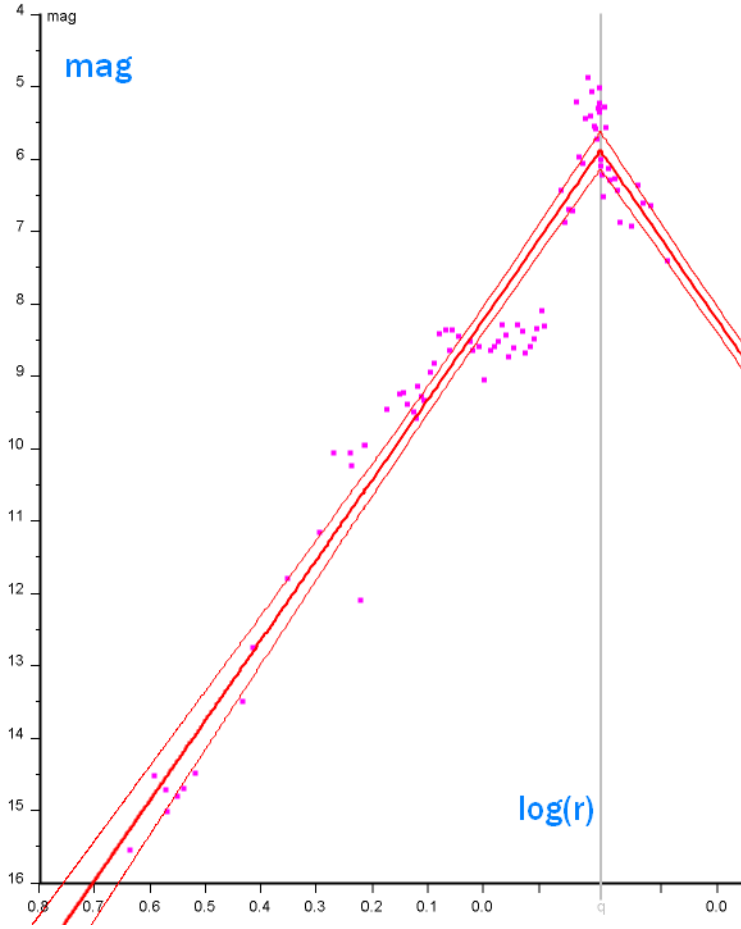
Streu-Effekt: 3,6 mag bei 100% Staub

50%: 2,8mag 33%: 2,4 mag 25%: 2,1 mag

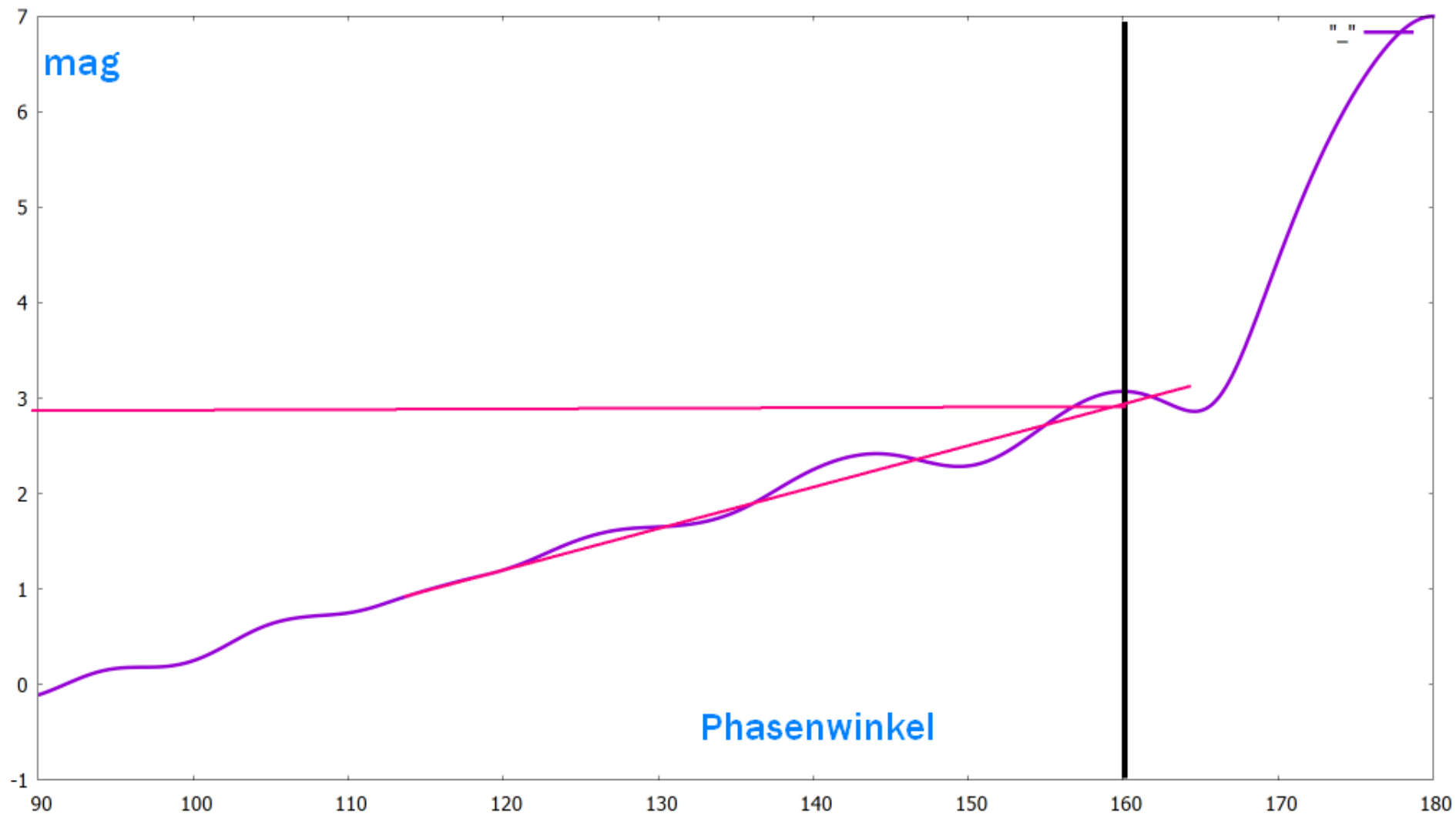


2022-1-3.2967

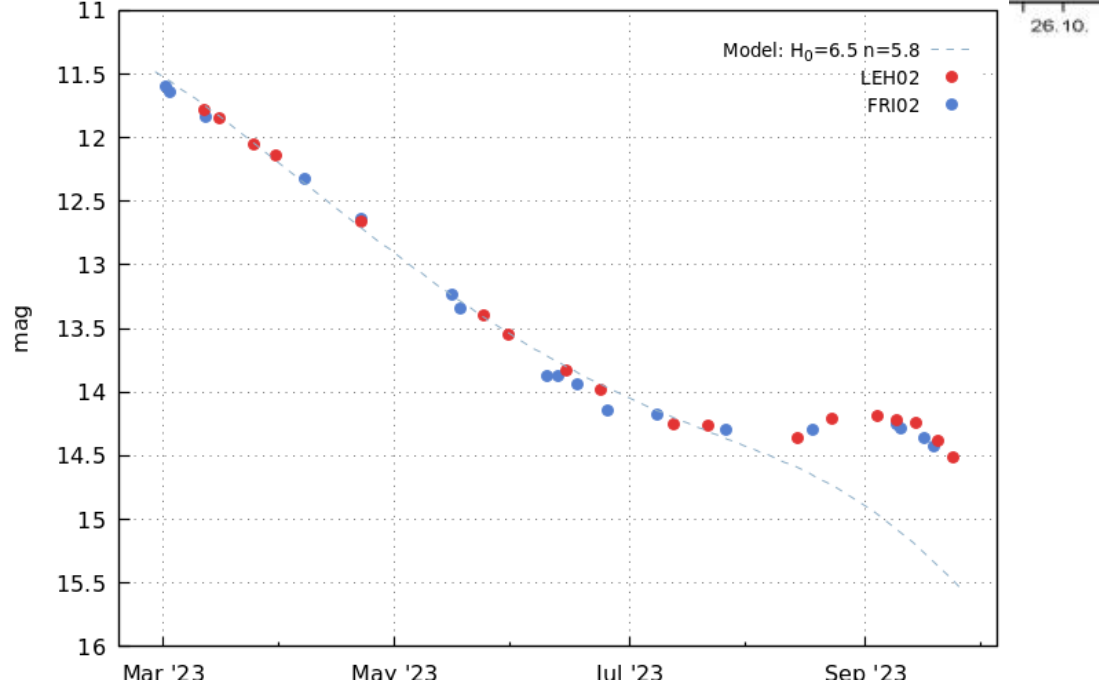
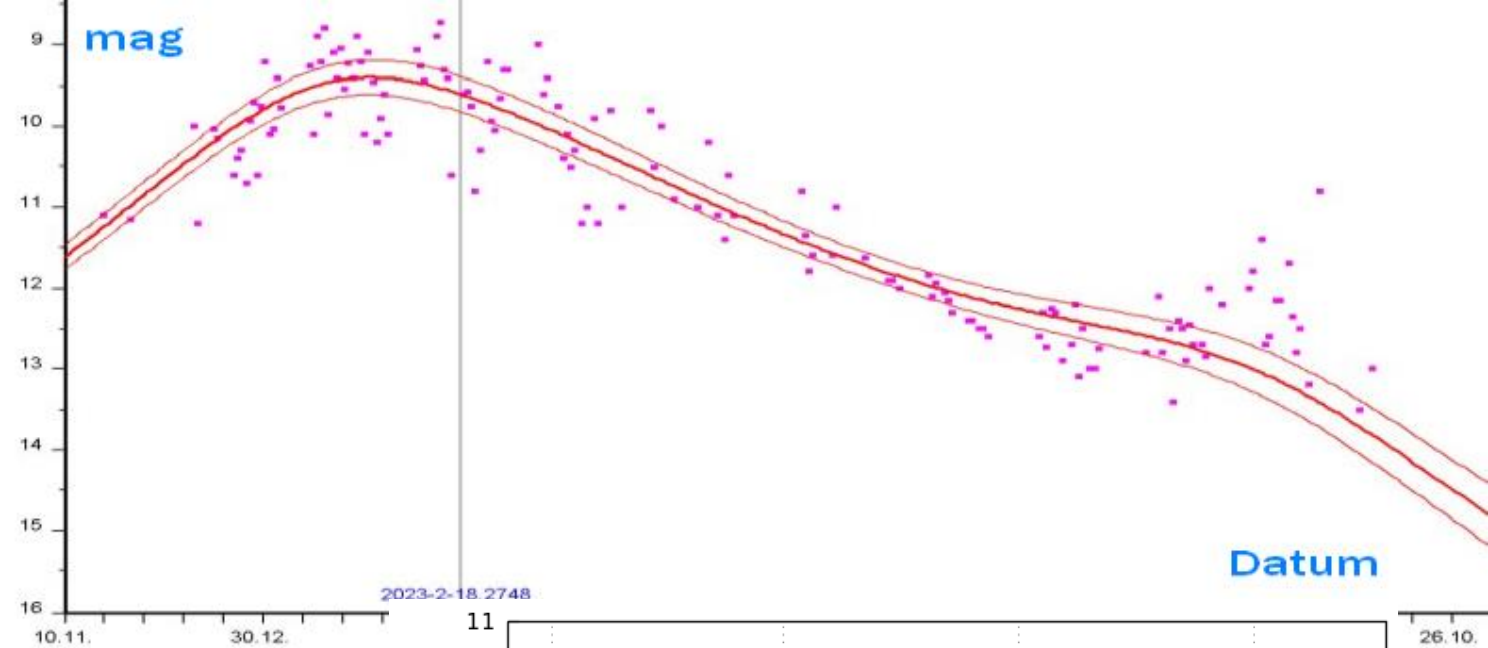
Maximum zwischen 17.12. – 3m7 und 21. 12. – 3m4



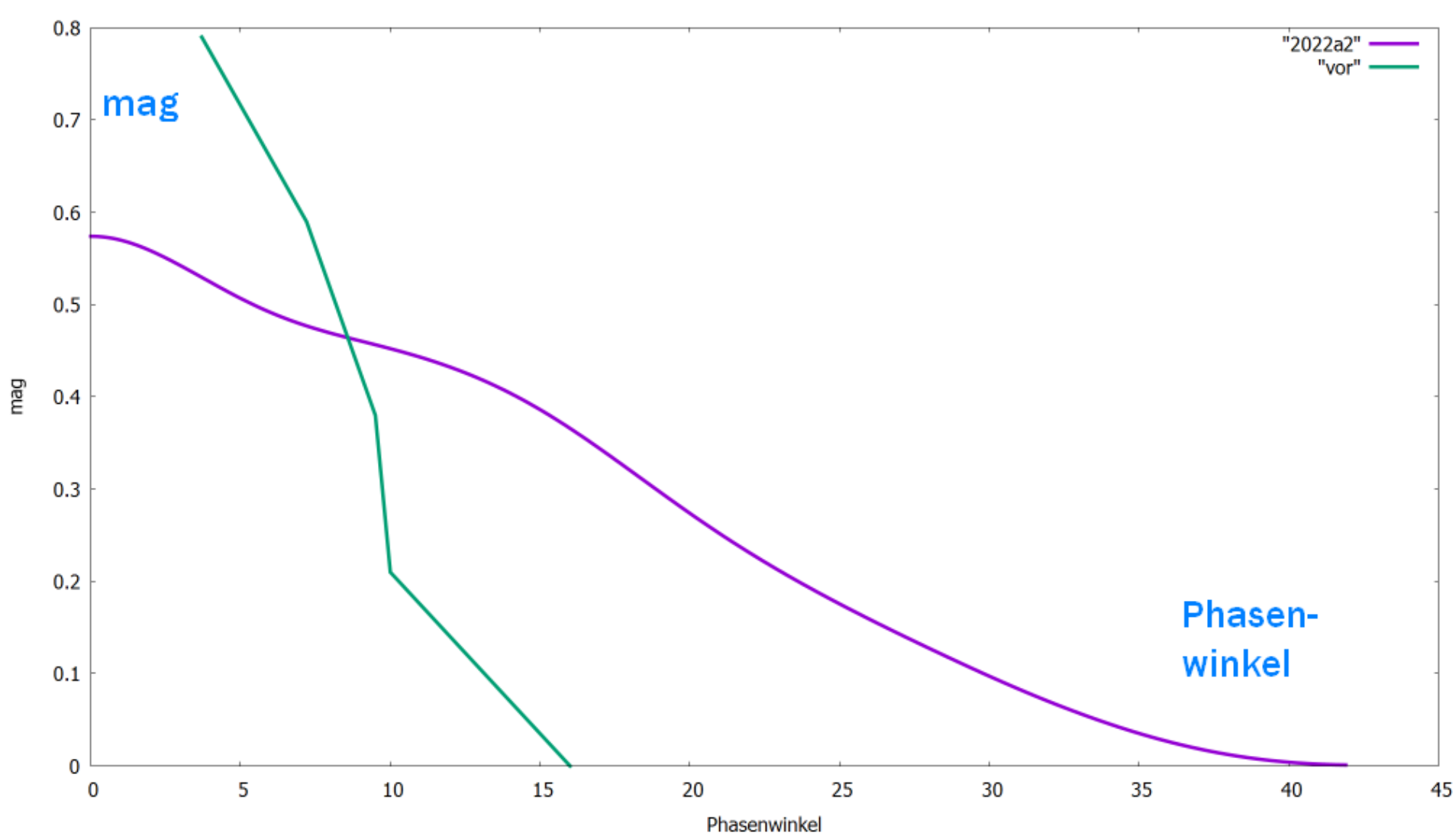
Beobachtet: Helligkeitssprung um ca. 1.3 mag



Retrospektiv:
 Keine kleinen Partikel: nur 2,9 mag bei 100 % Staub
 50%: 2,1 mag 33%: 1,7 mag 25%: 1,4 mag



Lichtkurven für C/2022 A2 (PANSTARRS): Rückstreuung?



Rückstreuung an C/2022 A2 ? Wohl nicht.

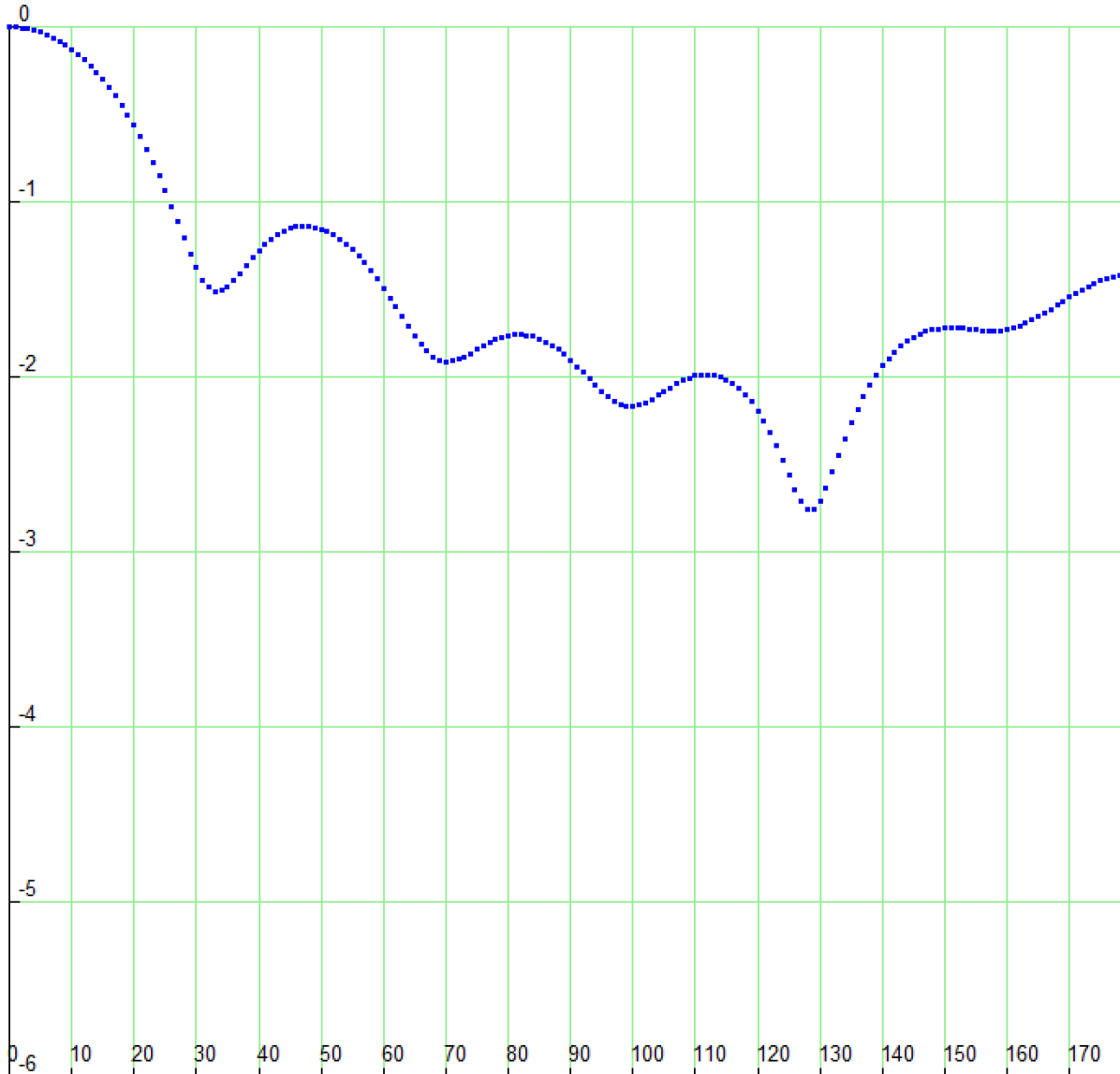
```

#
# mie.py
# piu@221226 - bhmie gemäß Bohre

# Eingabewerte
# =====
# Brechungsindex und Absorptions
# Wasser: refre = 1.31; refim =
# Eis:     refre = 1.31; refim =
# Si:     refre = 3.98; refim =
# amorpher Kohlenstoff
#         refre = 1.76; refim =
# Fe:     refre = 2.93; refim =
refre = 1.55; refim = 0.0
# Radius der streuenden Partikel
# für reale Anwendungen mehrere
rad = 0.525
# Wellenlänge des anregenden Lichts
Lambda = 632.8
# Anzahl der Winkel zwischen 0 und
nang = 90
# nur gelegentlich benötigt
refmed = 1 # Brechungsindex des

```

Python Turtle Graphics



Demnächst im Journal.



Streut bei Schnee- und Eisglätte! ~

#