

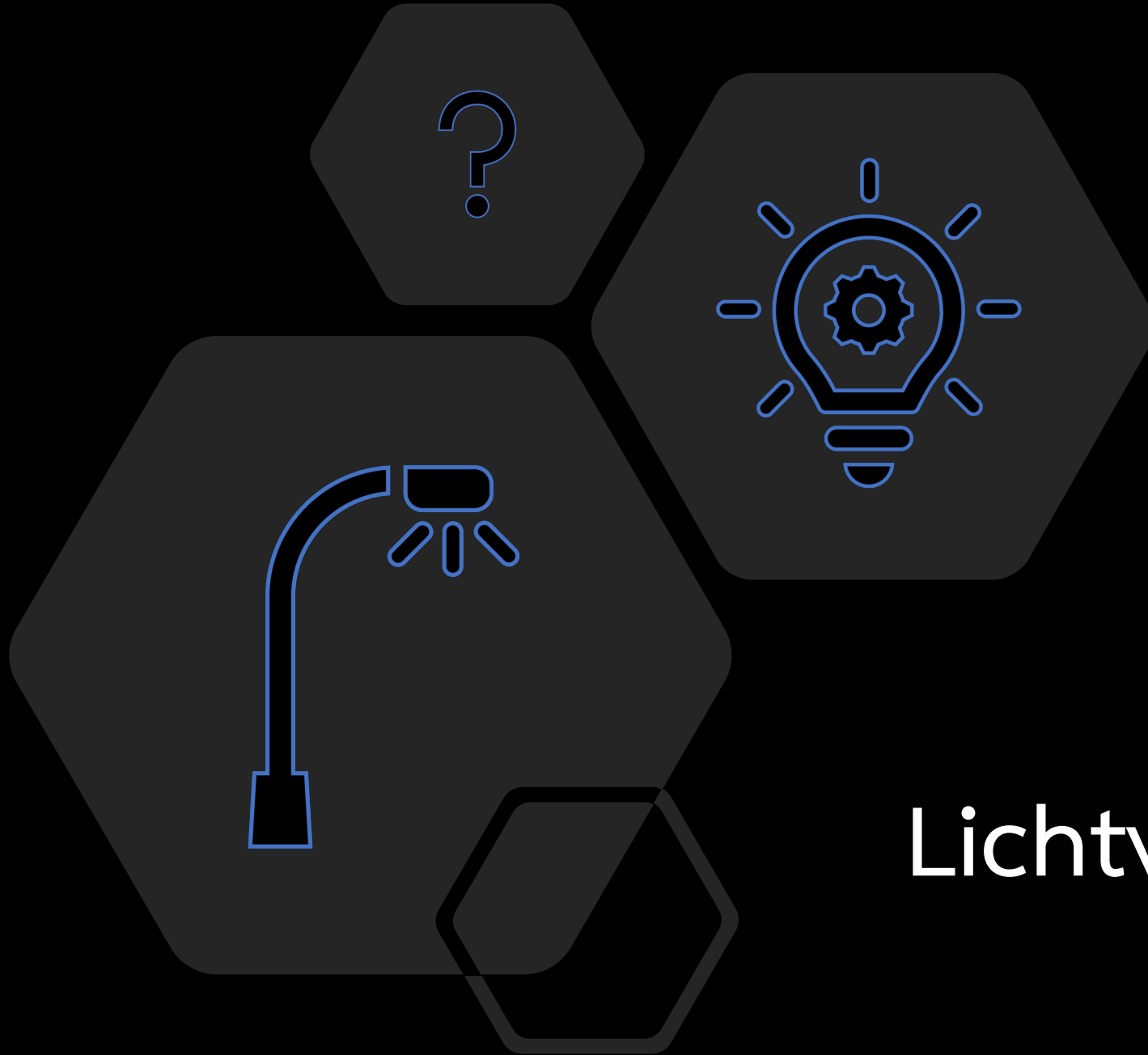
# Lichtanalyse

## LEADER-Region Sterngartl Gusental

Dr. Stefan Wallner

Institut für Astrophysik, Universität Wien





Was ist  
Lichtverschmutzung?



Zu viel Licht



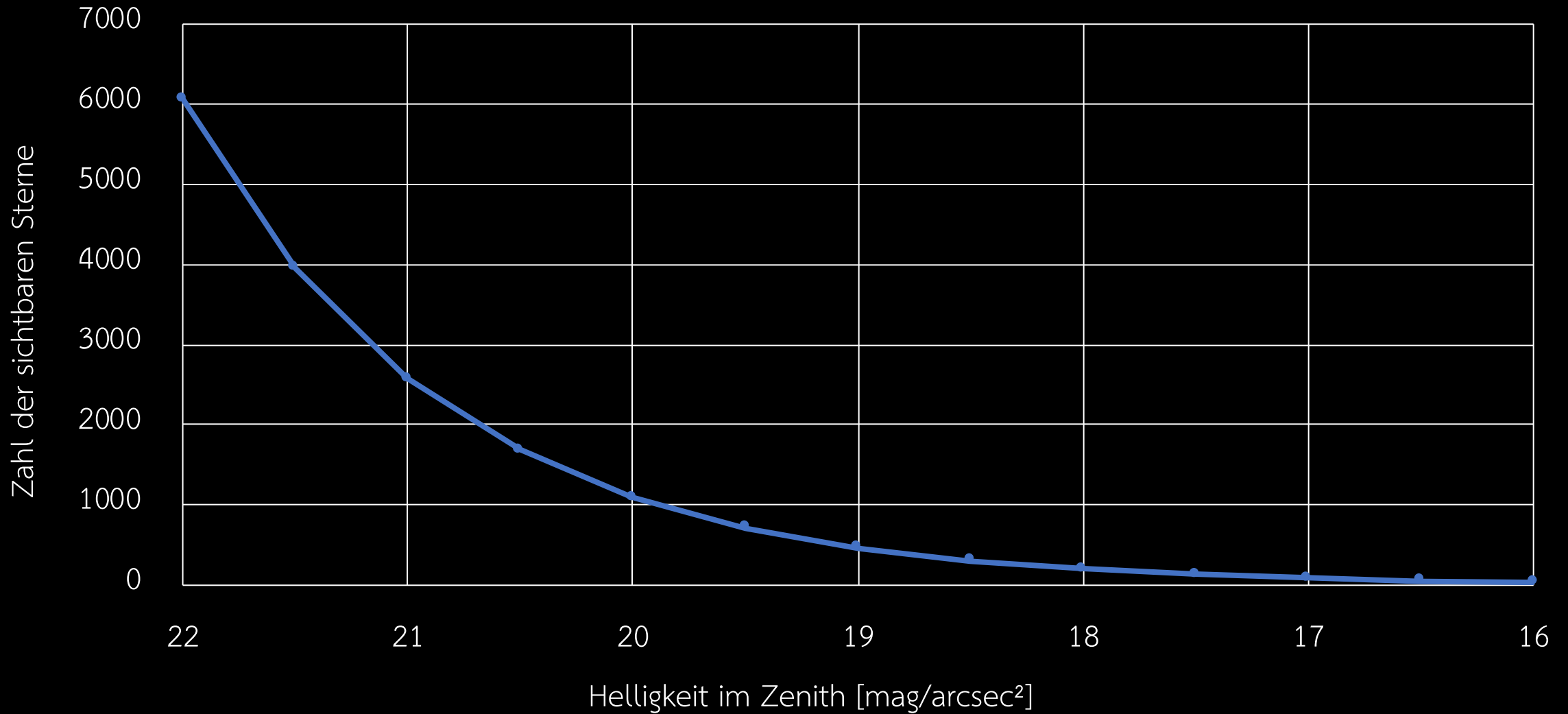
Schädliche  
Farbe / Spektrum

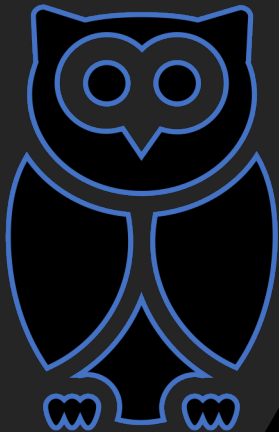


Streulicht



# Sichtbare Sterne für das menschliche Auge...





Einfluss auf  
Tierwelt



“Tausende der recht großen Insekten bevölkerten den Rasen. Vor allem das Schiedrichter-Team um Mark Clattenburg hatte beim Begehen des Platzes große Mühe, sich die Kleintiere vom Hals zu halten.”

Grund für die Insekten-Invasion:

Aus Sicherheitsgründen hatte die ganze Nacht zuvor im Stadion das Licht gebrannt.“

Sport1 online, 10.07.2016

Säugetiere:

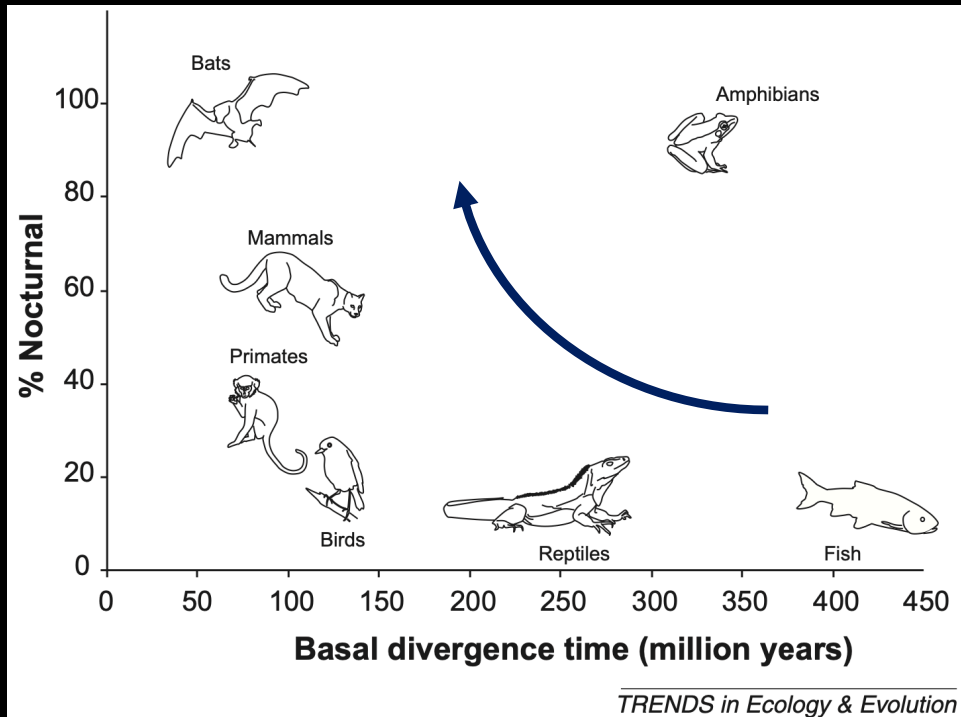
69% nachtaktiv, nur 20% tagaktiv

Nachtaktivität war ein wichtiger Schritt in der Entwicklung von Wirbeltieren!

Verdrängung von natürlichem Licht verursacht:

- Verlust von Habitaten und lebensfreundlichen Flächen
- Orientierungsverluste
- Änderungen im Bewegungsverhalten und bei Nahrungssuche
- Verlust von Biomasse

Hölker et al. (2010)





# Einfluss auf Umwelt & Natur



## Starke Sensibilität der Umwelt...

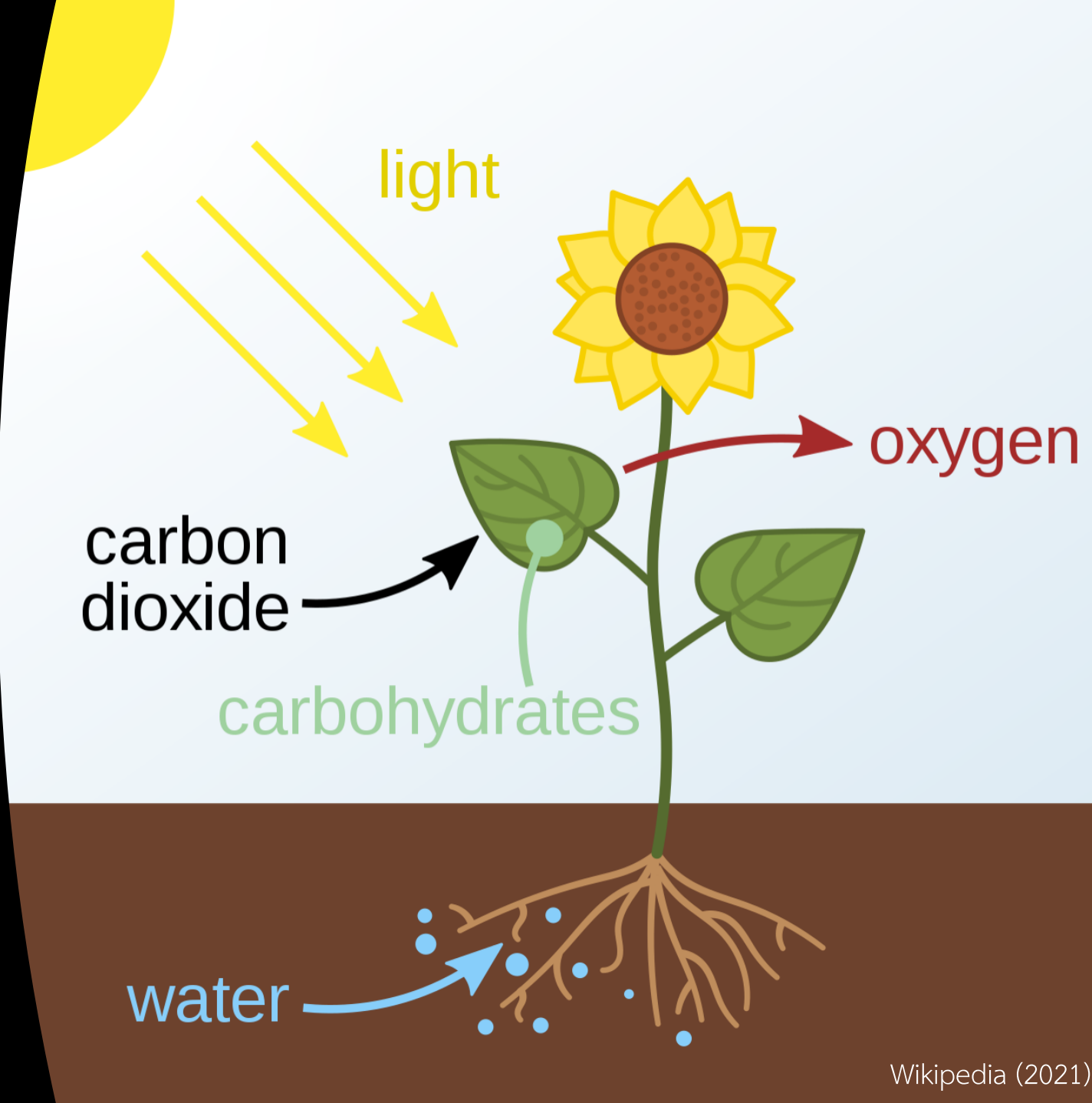
### Photosynthese

-> Tagsüber: Sauerstoff wird emittiert,  
Karbondioxid wird absorbiert -> induziert  
durch Sonnenlicht

-> Nachts: Gegenteiliger Ablauf

-> Größte Sensibilität zwischen 420 – 460nm

-> BLAUES LICHT!





International Dark Sky Association (2019)

Lebensdauer von Bäumen und Pflanzen reduziert sich dramatisch!

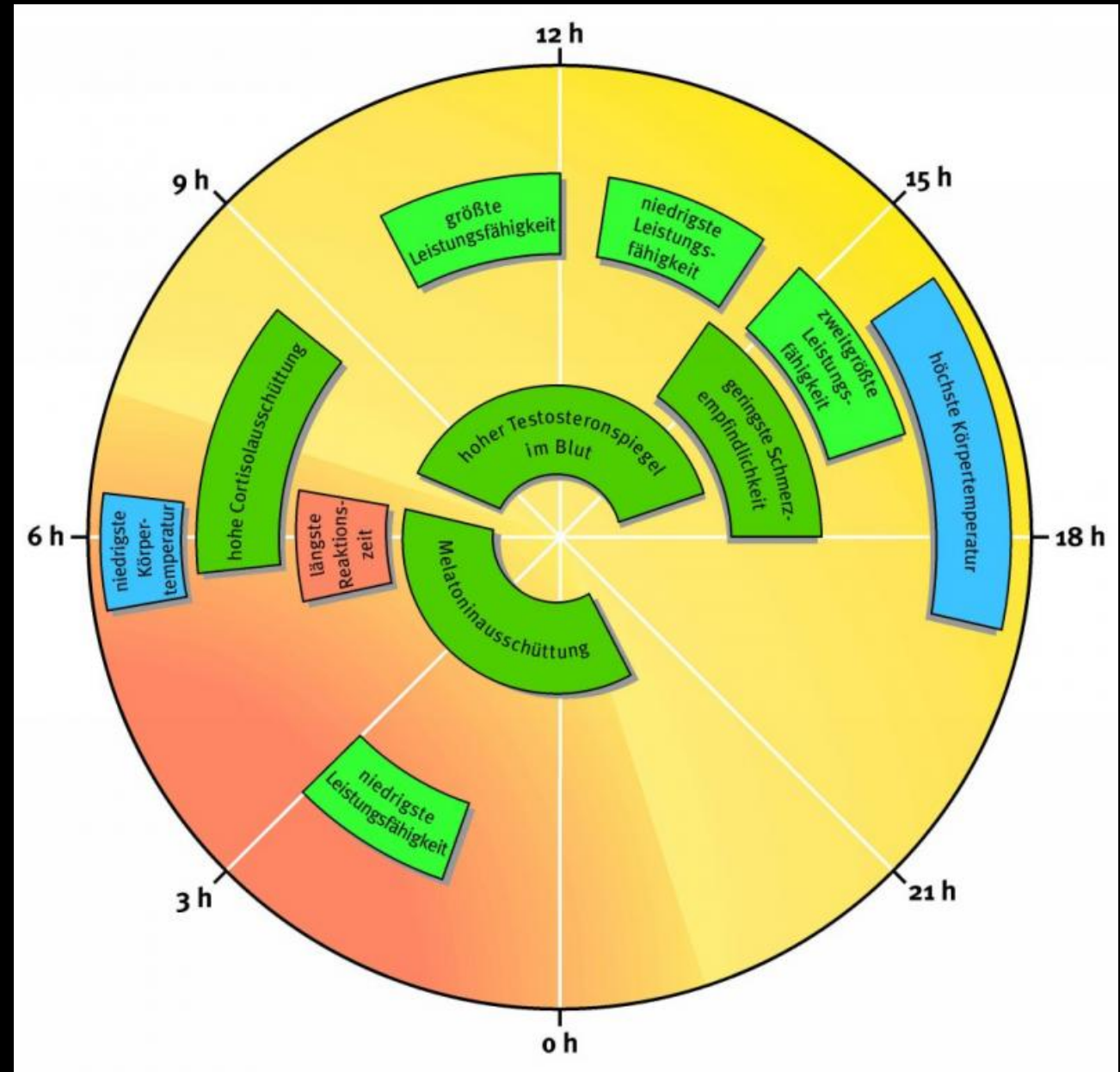
# Einfluss auf Mensch & Gesundheit

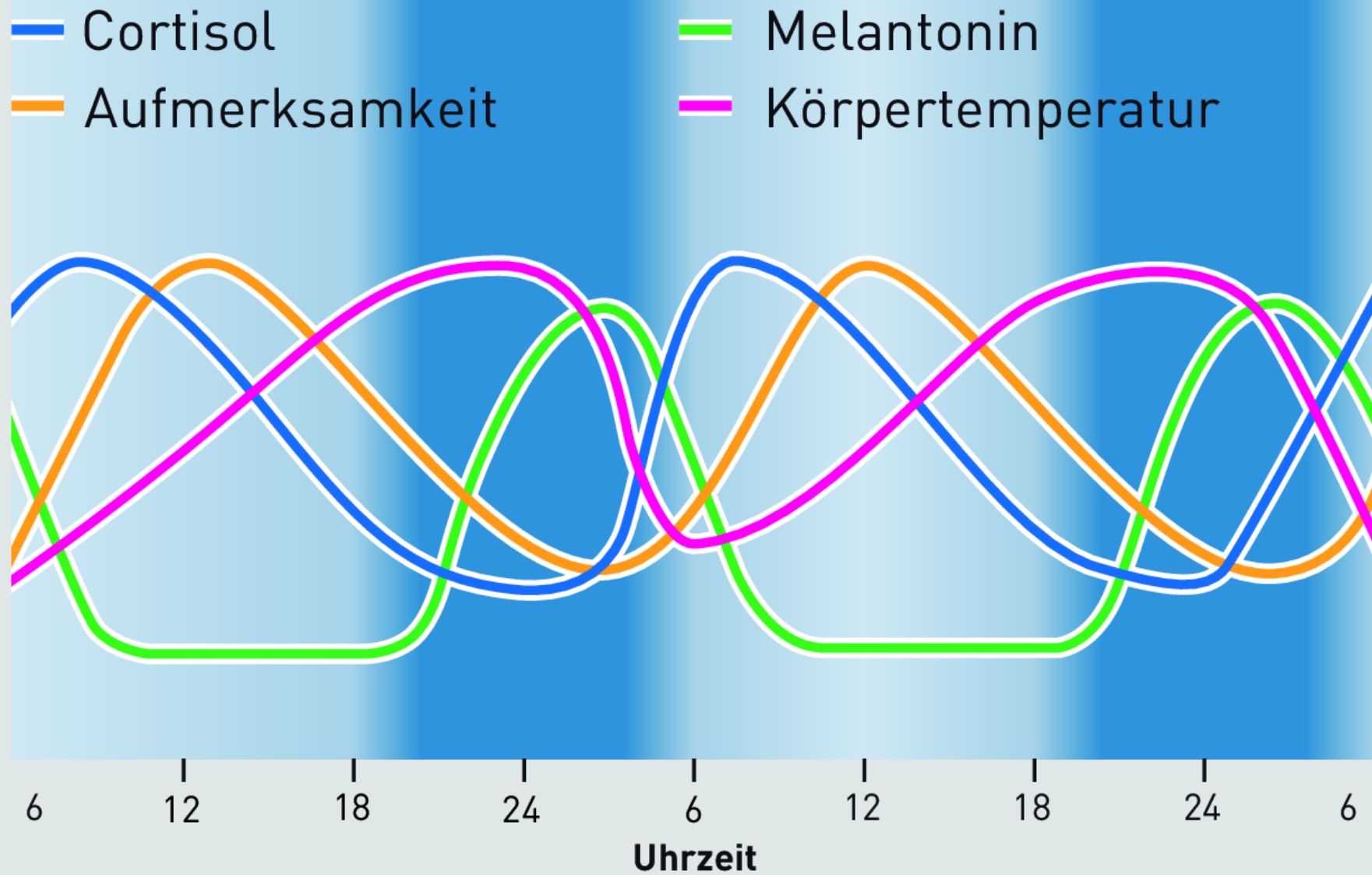


# Zirkadianer Rhythmus



hogrefe (2021)



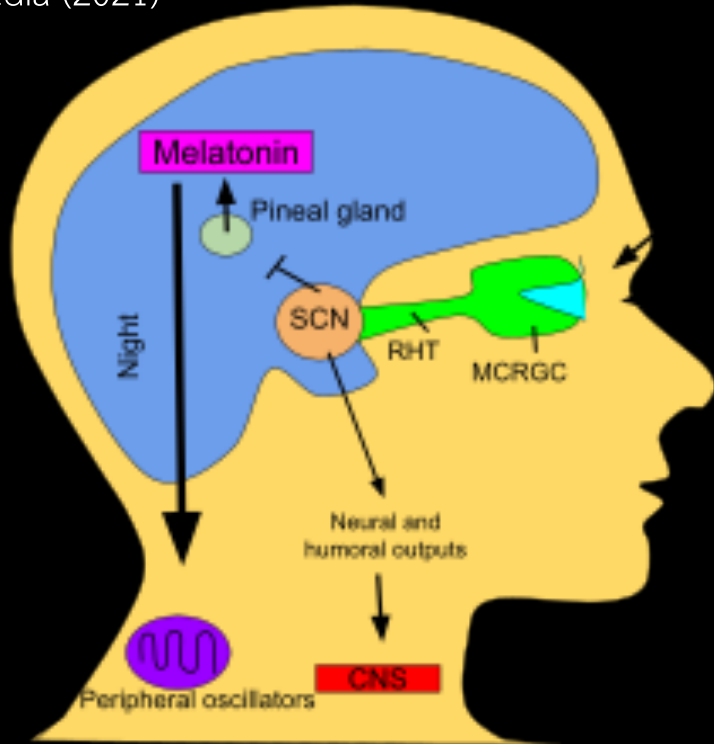


# Ohne Melatonin, kein zirkadianer Rhythmus...

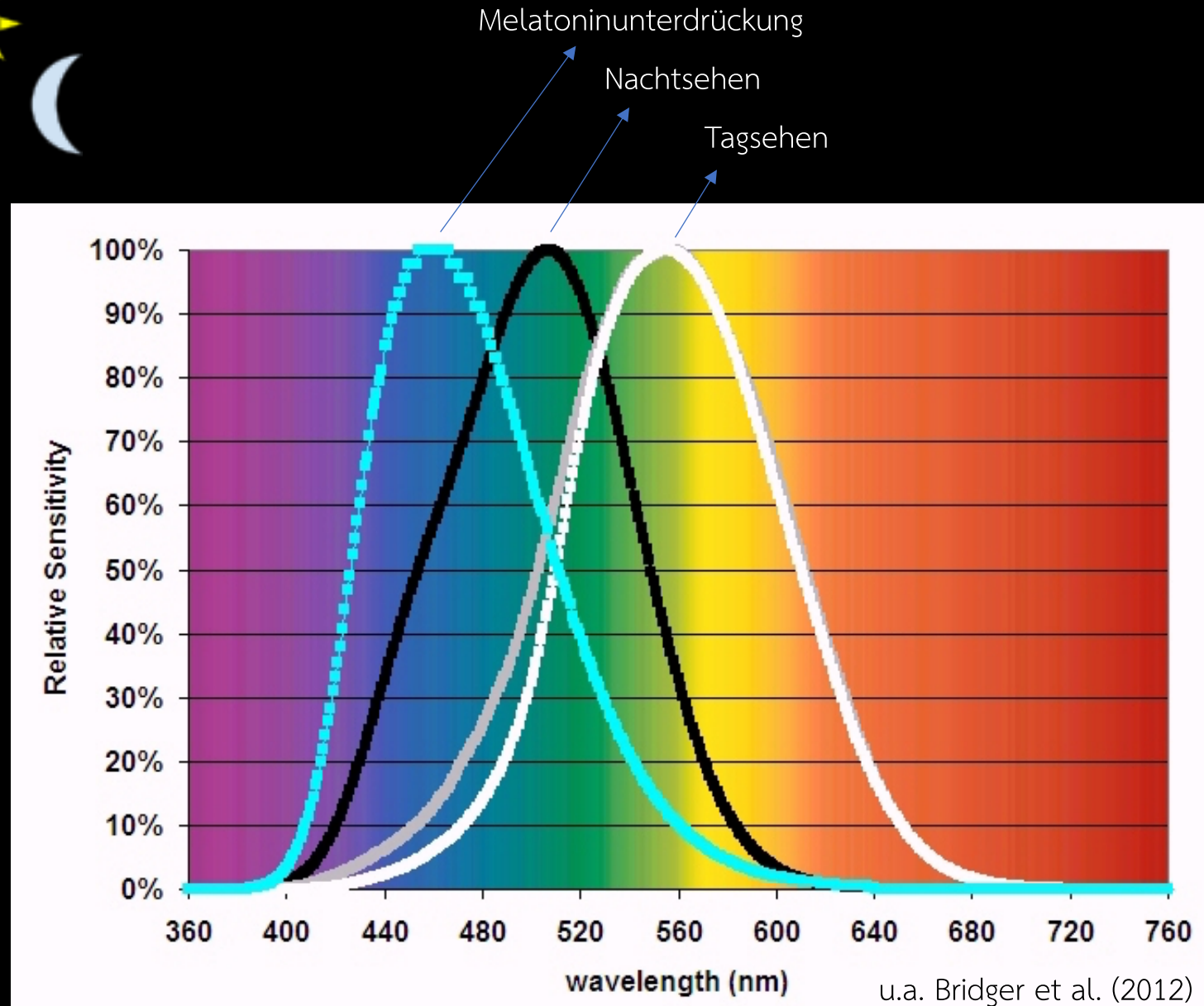
Direkte Konsequenz: Schlafstörungen

Resultierend: Stoffwechselerkrankungen  
Müdigkeit und Leistungsschwierigkeiten  
Förderung eines niedrigen Blutspiegels  
=> Brust-, Prostata-, Gebärmutter- und  
Dickdarmkrebserkrankungen  
Übergewicht, Diabetes und Depressionen verbunden mit Störung des Tag-  
Nacht-Rhythmus

Primärer Faktor: Melatoninunterdrückung



Vor allem Licht bei kurzen Wellenlängen (400-500nm) fördert die Melatoninunterdrückung!





# Zusammenfassung: Was wir wissen...

Die Verdrängung der natürlichen Dunkelheit (be)trifft alle Lebewesen unseres Planeten.

Speziell Licht bei kurzen Wellenlängen (= blaues Licht) bei Nacht kann gefährlich für alle Organismen sein.

Empfehlungen für LEDs:

Farbtemperatur von max. **3000 Kelvin (städtisch)!**

**2400 Kelvin (Naturraum)!**



INTERNATIONAL  
DARK-SKY  
ASSOCIATION

---

Die International Dark Sky Association wurde 1988 mit dem Ziel des Schutzes der natürlichen Nachthimmel für gegenwärtige und zukünftige Generationen gegründet. Sie ist weltweit für ihre Kampagnen gegen Lichtverschmutzung federführend und steht daher stetig in engem Kontakt mit der Öffentlichkeit, Stadtplanern, Legislativen, Beleuchtungsherstellern, Parks und vielen mehr.



# Nachtlandschaftsschutzgebiete

---

Ziele von “International Dark Sky Places”:

- Identifizierung, Wiederherstellung und Schutz von Gebieten mit außergewöhnlichem Engagement und Erfolg bei der Umsetzung der Ideale der Erhaltung des dunklen Nachthimmels und dessen herausragender Qualität.
- Förderung des Öko- und Astrotourismus
- Nationale und internationale Anerkennung solcher Gebiete
- Vorbild bei der Sensibilisierung über die Bedeutung von dunklen Nachthimmeln und Aufzeigen von nachhaltigen Möglichkeiten hinsichtlich Außenbeleuchtung
- Steigerung der Lebensqualität

Zertifizierungsmöglichkeiten

---

International Dark Sky Communities

---

International Dark Sky Parks

---

International Dark Sky Reserves

---

International Dark Sky Sanctuaries

---

Urban Night Sky Places

# “Dark Sky Park”

---



„Parks“ sind unter Naturschutz stehende öffentliche oder private Landflächen, die eine optimale Außenbeleuchtung garantieren und Öffentlichkeitsarbeit für BesucherInnen anbieten.

Grundbestimmungen:

- Alle unter Naturschutz stehende (z.B. Naturpark) öffentliche und privaten Flächen bzw. Grundstücke sind zertifizierbar.
- Es gibt keine Mindestgröße.
- Eine exzellente Nachthimmelsqualität ist vorhanden.

# Mindestanforderungen

---

Bekennen die Wichtigkeit von dunklen, natürlichen Nachthimmeln und die positiven Folgen im Zuge von kontinuierlicher, jährlicher Öffentlichkeitsarbeit und Bildung zu vermitteln.

---

Auf typischen Nachthimmeln ist die Milchstraße für das bloße Auge leicht sichtbar, was einer ungefähren visuellen Zenithelligkeit von  $21.2 \text{ mag/arcsec}^2$  entspricht.

---

Einrichtung eines Leuchten-Management-Plans (LMP). Zwei Drittel der Außenbeleuchtung haben beim Ansuchen diesem zu entsprechen, innerhalb von fünf Jahren nach Anerkennung 90% und innerhalb von zehn Jahren 100%.

---

Ein kontinuierliches Messprogramm sowie ein Leuchteninventar sind zu führen.

---

Kennzeichnung bei diversen Ein- und Zufahrten sowie Verfassen eines jährlichen Reports an die IDA.

# Kriterien für Außenbeleuchtung

---



Licht, das mehr nützt als stört

- Außenbeleuchtung in der Nacht wird nur eingesetzt, wenn es tatsächlich nötig ist, nur dort wo es nötig ist und auch nur in der notwendigen Menge. Die öffentliche Sicherheit muss zu jedem Zeitpunkt gewährleistet bleiben.
- Sämtliche Leuchten im Außenbereich mit mehr als 500 Lumen (ca. alte 40W-Glühbirne) müssen dem österreichischem Leitfaden „Außenbeleuchtung“ folgen.
- Beleuchtungen mit Bewegungssensoren, die die Beleuchtung auf maximal fünf Minuten nach Aktivierung beschränken, sind von weiteren Kriterien des LMP befreit.
- Lichtfarbe muss dem österreichischen Leitfaden „Außenbeleuchtung“ entsprechen.
- Beleuchtete Schilder unterliegen einer Regelung (z.B. außerhalb der Geschäftszeiten, Farbgebung, Helligkeit und Größe).

# Schritte für das Ansuchen



Festsetzung der Art und Grenzen des Nachtlandschaftsschutzgebiets



Wissenschaftliche Analyse der Himmelsqualität über dem Schutzgebiet



Aufzeichnung von künstlichem Lichtinventar im Lichtschutzgebiet (Leuchten/Werbebeleuchtung/etc.)



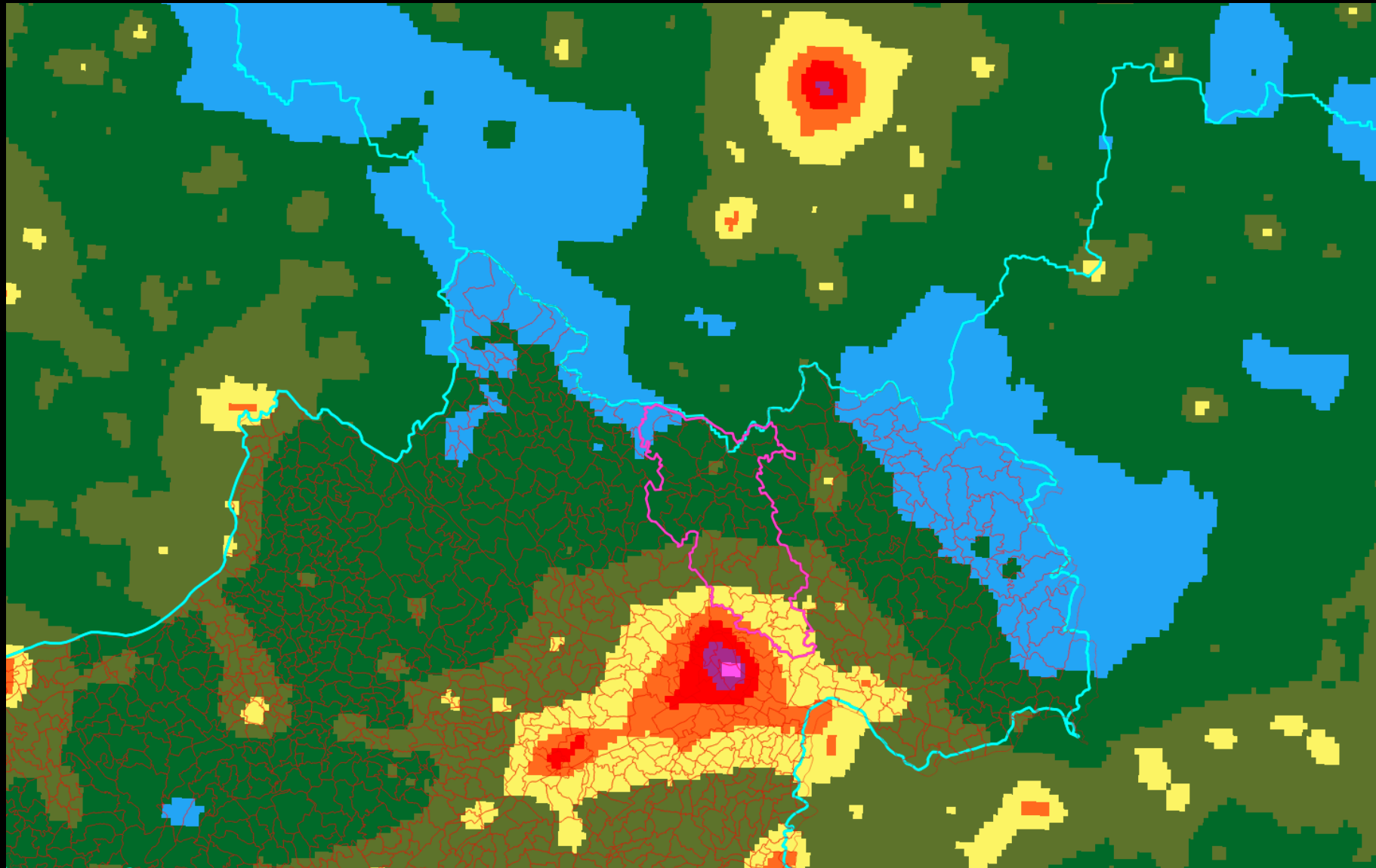
Unterstützungserklärungen/Gemeinderatsbeschlüsse von Gemeinden



Planung von Öffentlichkeitsarbeit (Vereine, etc.)



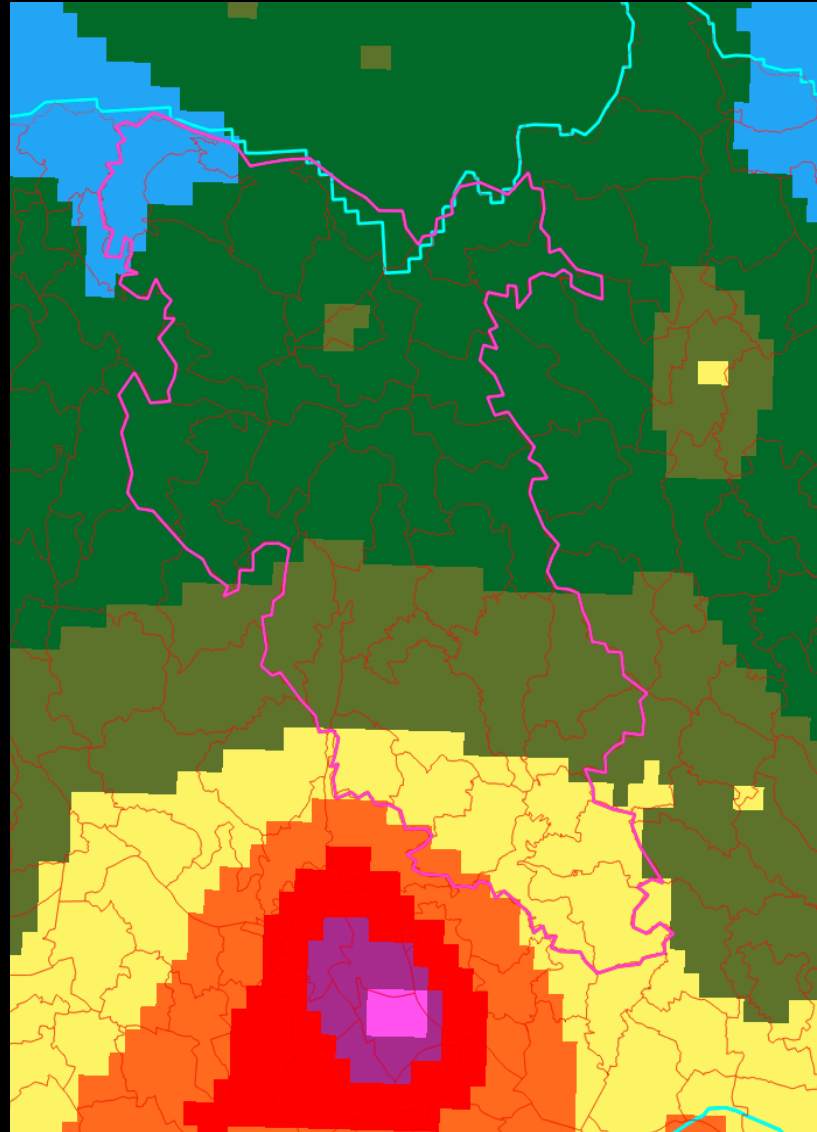
# Analyse Satellitendaten



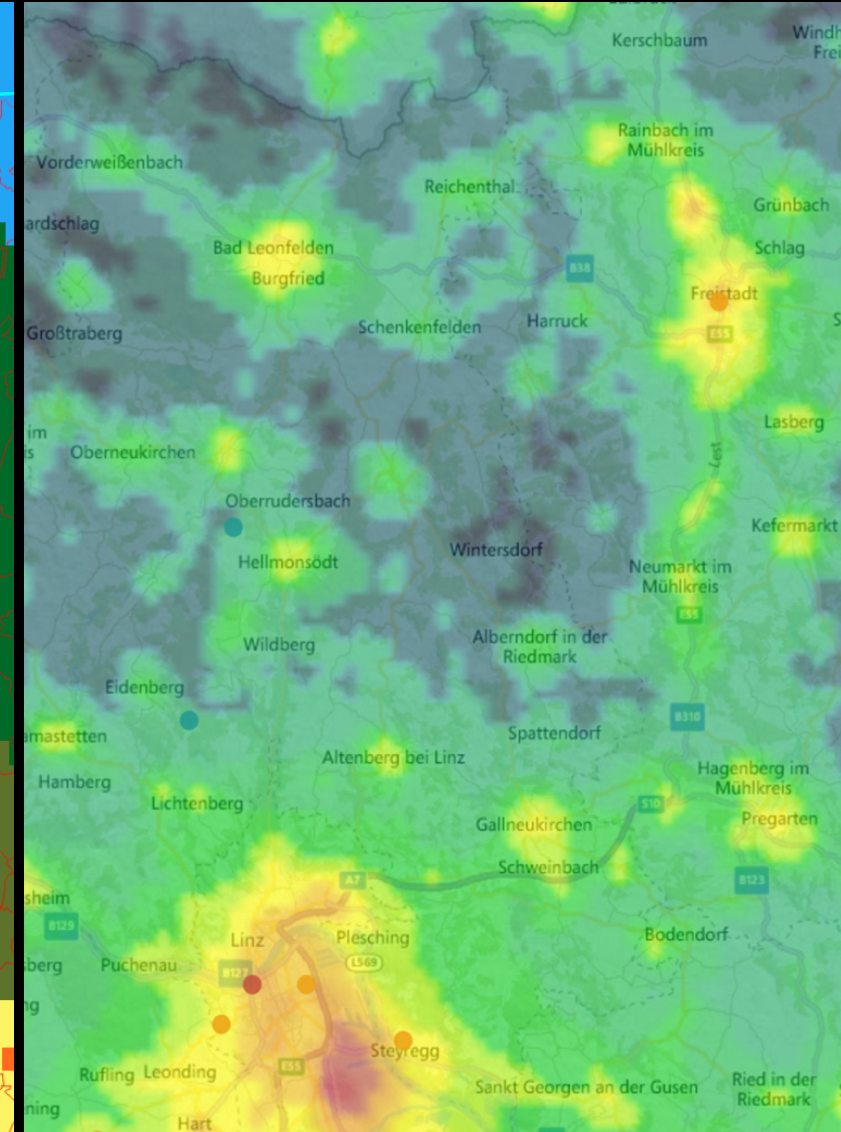
Wallner (2020),  
Falchi et al. (2016)

# Sterngartl Gusental

Stare (2021),  
Wallner (2020),  
Falchi et al. (2016)



2015



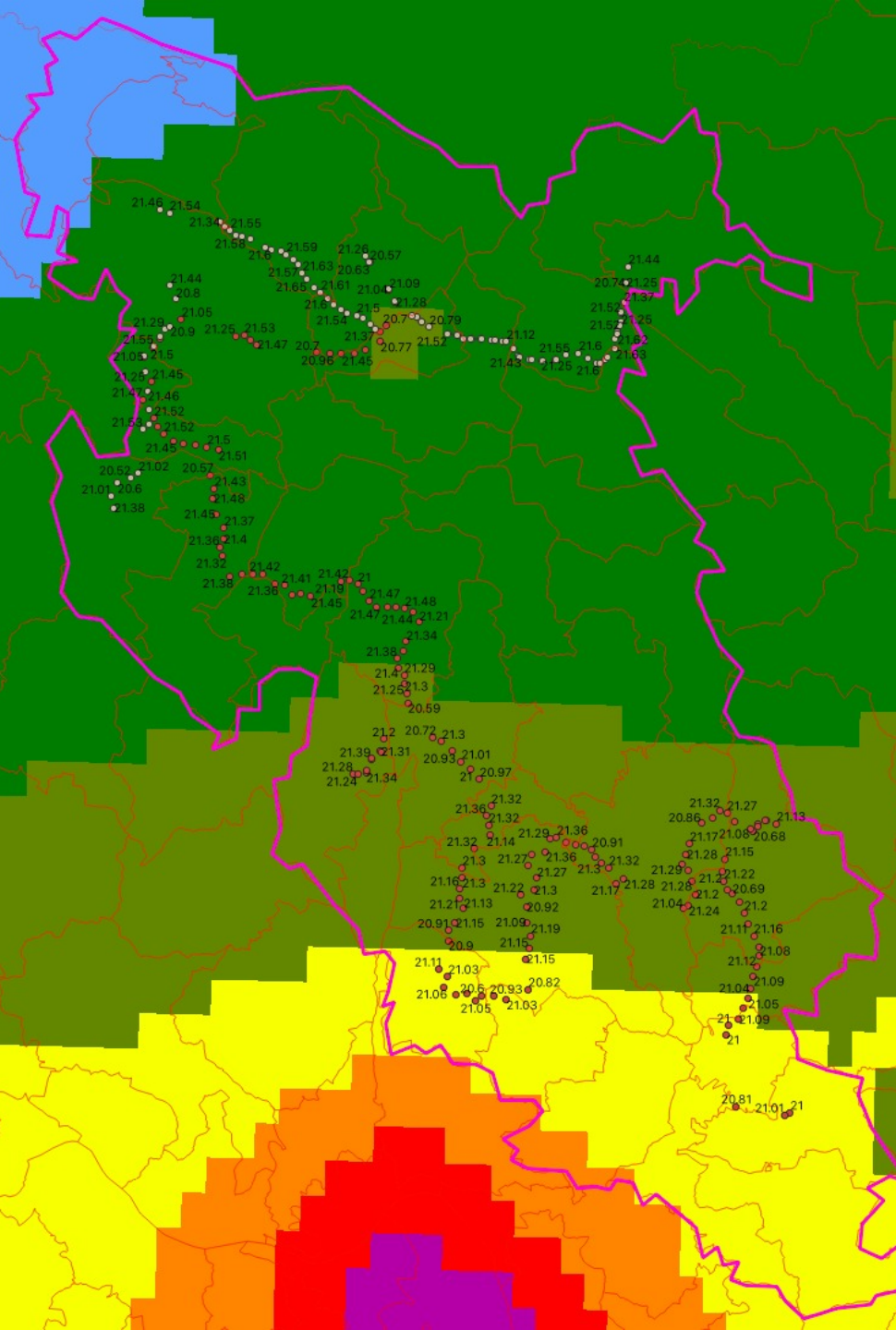
2019

# Messanalyse

Mobile, kontinuierliche Messungen des Gebietes sollen detailliert Aufschluss über Nachthimmelshelligkeit bringen

Sammlung von über 800 Messwerten





# Erste Resultate


---

Detaillierte Messungen bestätigen im Großen und Ganzen Satellitendaten

Die notwendige Nachthimmelshelligkeit von 21.2 mag/arcsec<sup>2</sup> wird in einem Großteil des Gebietes erreicht, nicht in Gemeinden nahe Linz.

# Resultate auf Gemeindeebene

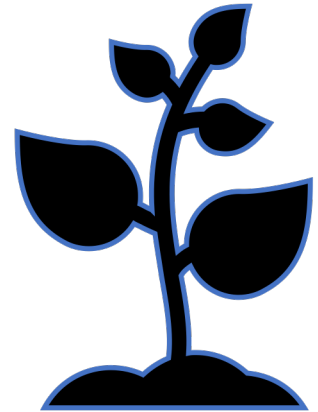
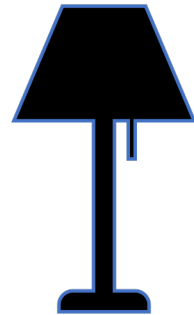
Vorderweißenbach, Bad Leonfelden, Schenkenfelden, Reichenthal, Oberneukirchen, Zwettl an der Rodl, Reichenau im Mkr., Ottenschlag im Mkr., Haibach im Mkr. und Alberndorf an der Riedmark (nördlicher Teil)



Kirchschlag bei Linz, Hellmonsödt, Alberndorf an der Riedmark (südlicher Teil)



Altenberg bei Linz, Engerwitzdorf und Gallneukirchen



Was kann getan werden?

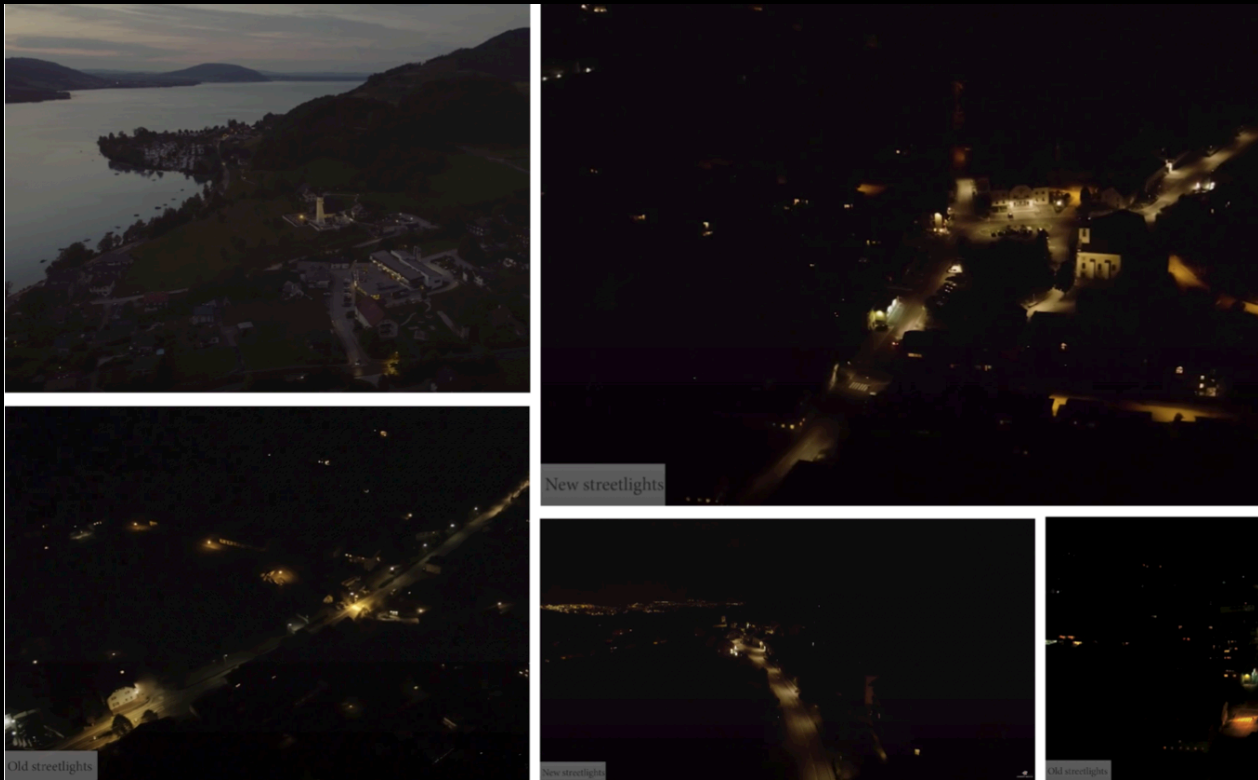
- Nutzung von Light Emitting Diodes (LEDs)
- Abschirmen von Lichtquellen (optimaler Emissionswinkel ist unter 70°) -> “Full-Cutoff”
- Ausrichtung von Lichtquellen von oben (abgeschirmt)
- Umweltfreundliches Licht
  - > kein Licht unter 500nm und über 680nm
  - > LEDs: Farbtemperatur zwischen 1800 – 3000K
- Dimmungen und/oder Abschaltungen in späten Nachtstunden
  - > Speziell für Industrie und Werbung
  - > Energie- und Kostenersparnis!
- Innenbeleuchtung innen belassen
- Sensibilisierung und Schutz von “natürlichen” Nachthimmeln



Licht, das mehr nützt als stört

# “Modellgemeinden”

## Kirchschlag bei Linz und Steinbach am Attersee



Licht im Einklang mit Mensch und Natur –  
Zukunftsweisende Außenbeleuchtung statt  
Lichtverschmutzung

<https://www.youtube.com/watch?v=30kyLMOsFEQ>

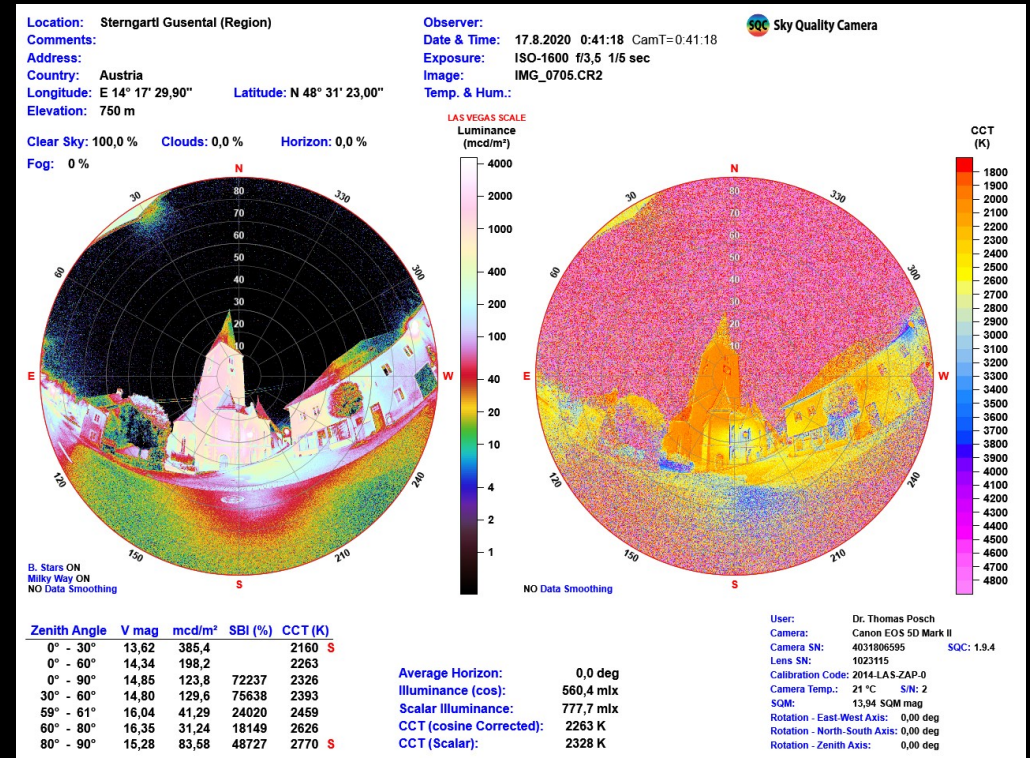


# Analyse von Denkmälern und Kirchen

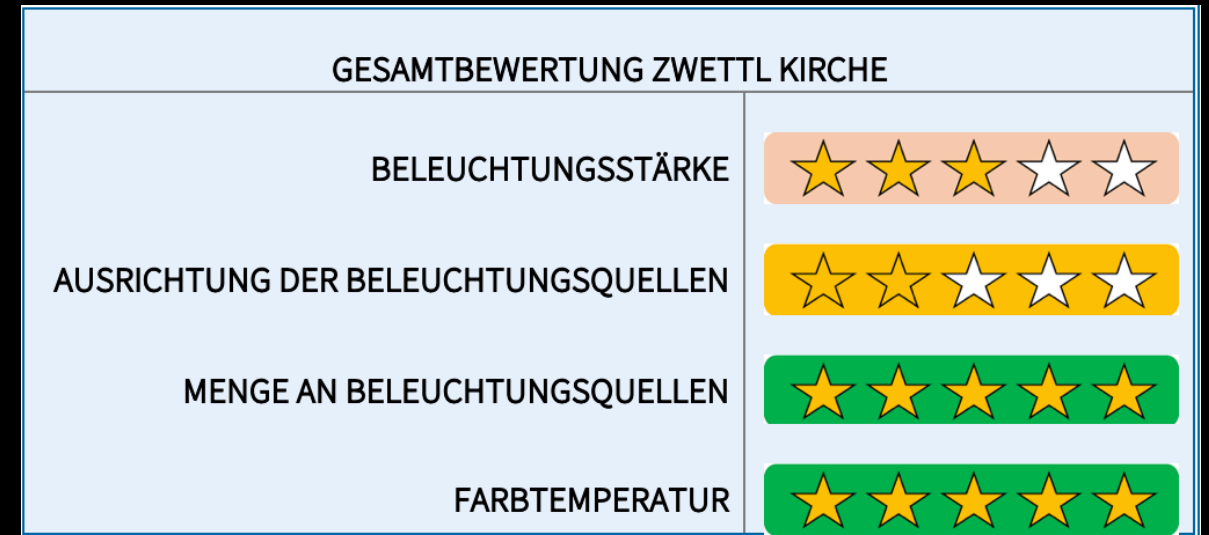
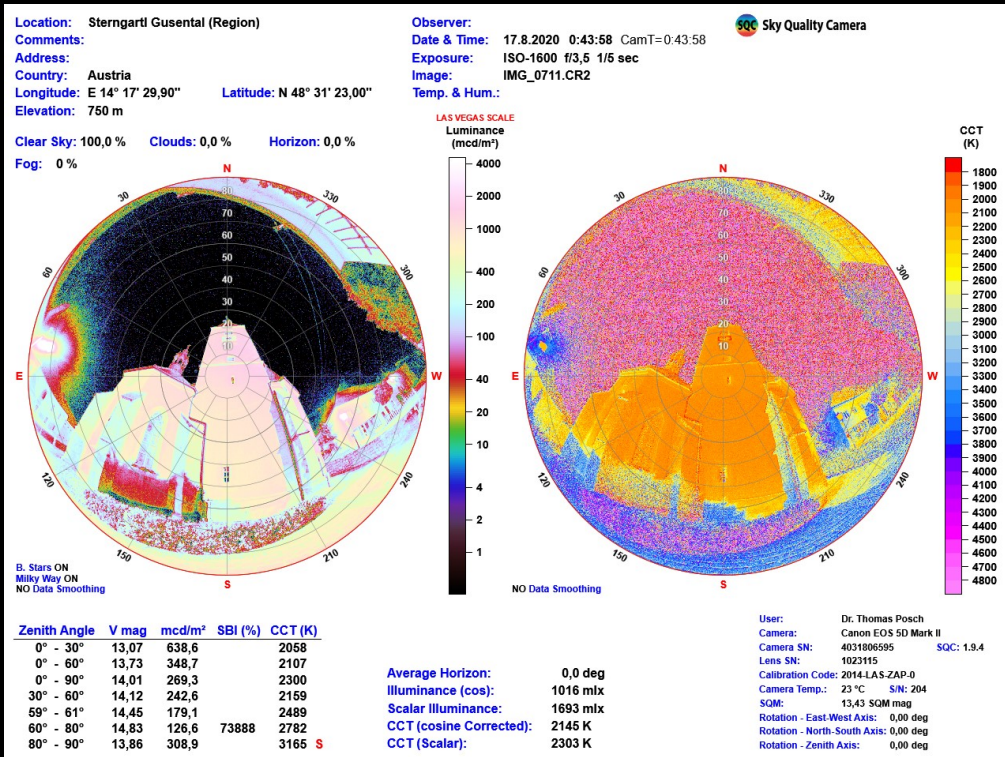
---



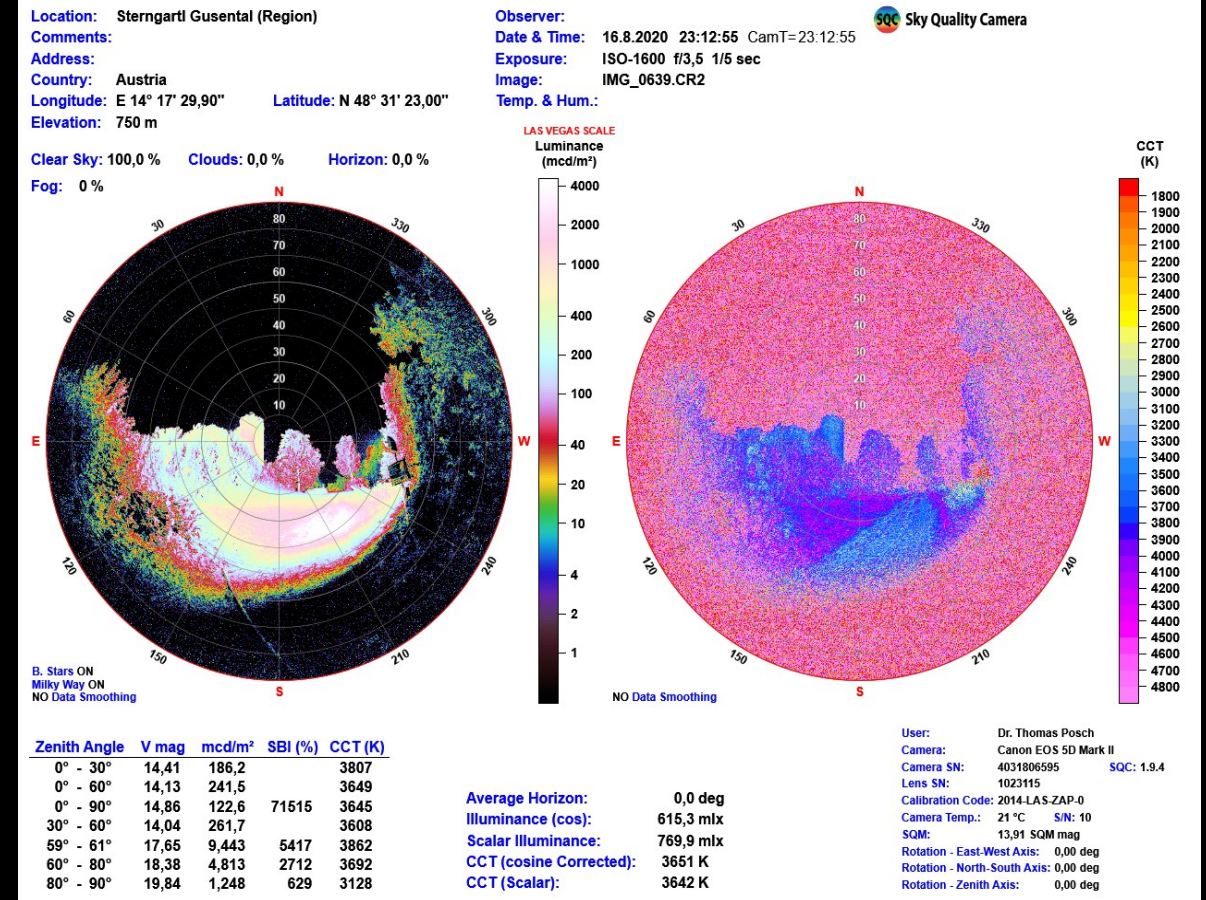
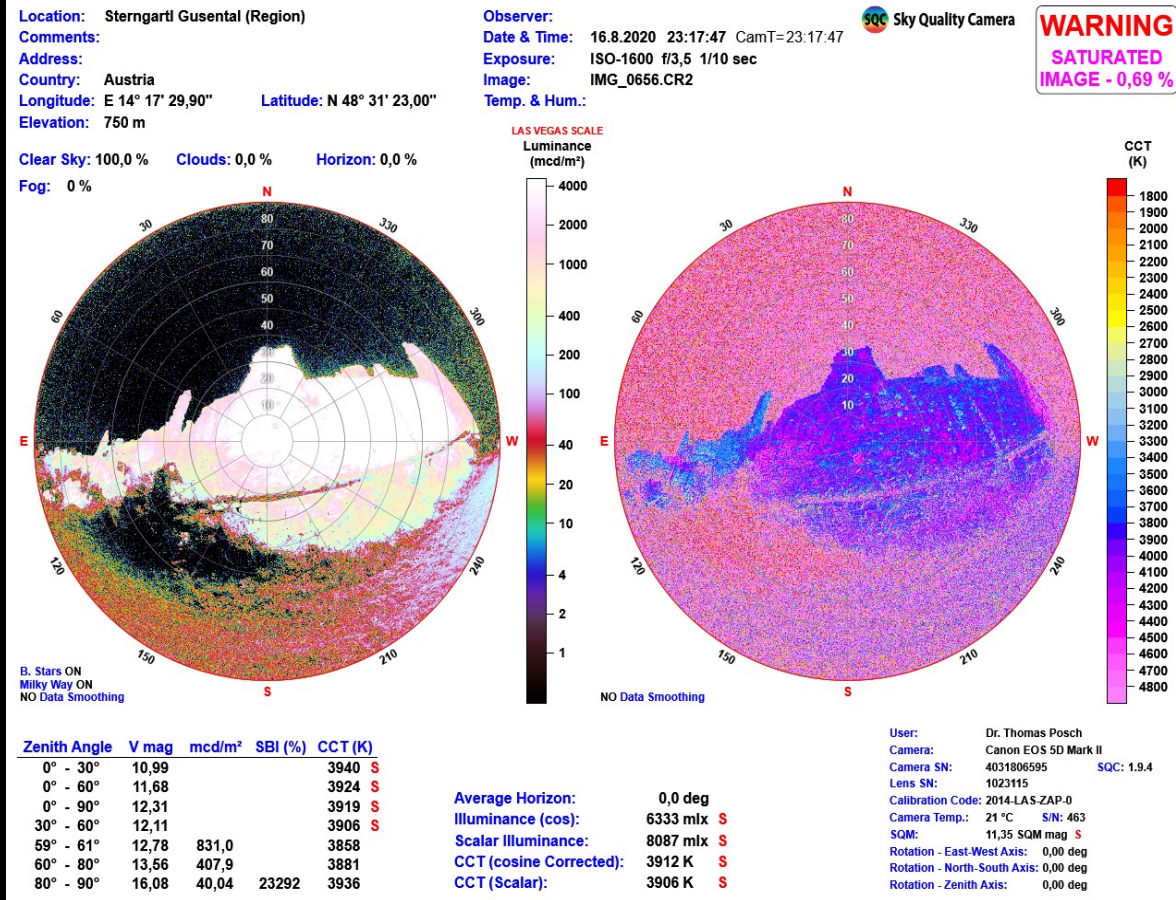
# Beispiel Zwettl an der Rodl



# Beispiel Zwettl an der Rodl



# Beispiel Burg Waxenberg



# Beispiel Burg Waxenberg

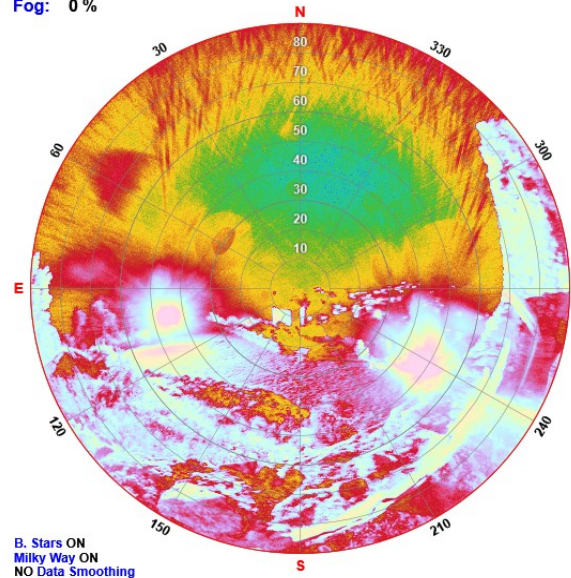
**Location:** Sterngartl Gusental (Region)  
**Comments:**  
**Address:**  
**Country:** Austria  
**Longitude:** E 14° 17' 29,90"    **Latitude:** N 48° 31' 23,00"  
**Elevation:** 750 m

**Observer:**  
**Date & Time:** 16.8.2020 23:22:58 CamT=23:22:58  
**Exposure:** ISO-1600 f/3,5 1 sec  
**Image:** IMG\_0665.CR2  
**Temp. & Hum.:**

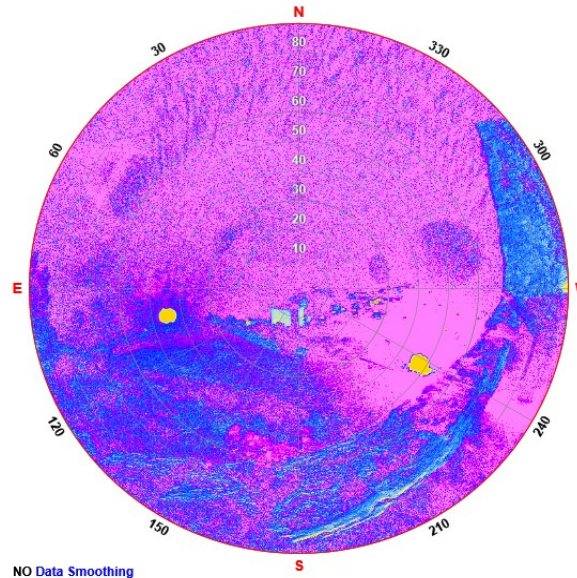
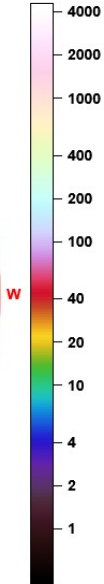


**WARNING**  
**SATURATED**  
**IMAGE - 0,48 %**

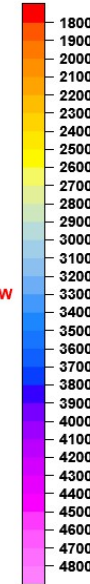
**Clear Sky:** 100,0 %    **Clouds:** 0,0 %    **Horizon:** 0,0 %  
**Fog:** 0 %



**LAS VEGAS SCALE**  
**Luminance**  
**(mcd/m²)**



**CCT**  
**(K)**



B. Stars ON  
 Milky Way ON  
 NO Data Smoothing

NO Data Smoothing

Zenith Angle	V mag	mcd/m²	SBI (%)	CCT (K)	
0° - 30°	15,90	47,03	27378	4090	S
0° - 60°	15,00	108,3	63163	4412	S
0° - 90°	15,05	103,5	60359	4143	S
30° - 60°	14,79	130,7	76263	4463	S
59° - 61°	15,22	88,47	51584	4112	
60° - 80°	15,07	101,1	58947	3889	
80° - 90°	15,15	94,18	54924	3974	

**Average Horizon:** 0,0 deg  
**Illuminance (cos):** 314,4 mix S  
**Scalar Illuminance:** 650,2 mix S  
**CCT (cosine Corrected):** 4066 K S  
**CCT (Scalar):** 4020 K S

**User:** Dr. Thomas Posch  
**Camera:** Canon EOS 5D Mark II  
**Camera SN:** 4031806595    **SQC:** 1.9.4  
**Lens SN:** 1023115  
**Calibration Code:** 2014-LAS-ZAP-0  
**Camera Temp.:** 23 °C    **S/N:** 2  
**SQM:** 15,30 SQM mag S  
**Rotation - East-West Axis:** 0,00 deg  
**Rotation - North-South Axis:** 0,00 deg  
**Rotation - Zenith Axis:** 0,00 deg

## GESAMTBEWERTUNG BURGRUINE WAXENBERG

RESULTIERENDE BELEUCHTUNGSSTÄRKEN



AUSRICHTUNG DER BELEUCHTUNGSQUELLEN



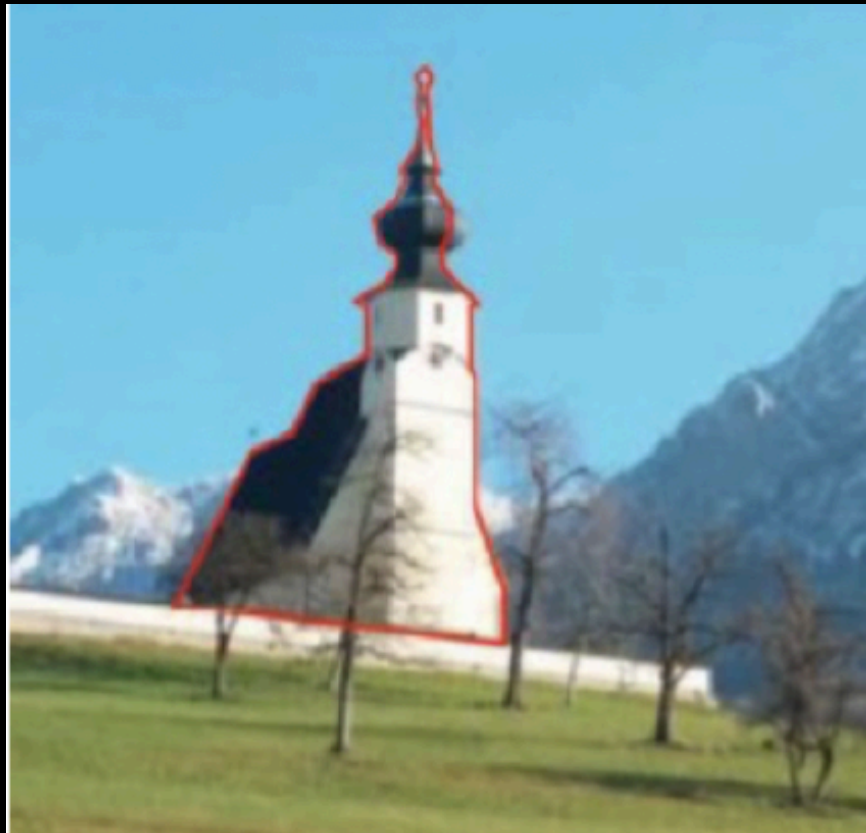
MENGE AN BELEUCHTUNGSQUELLEN



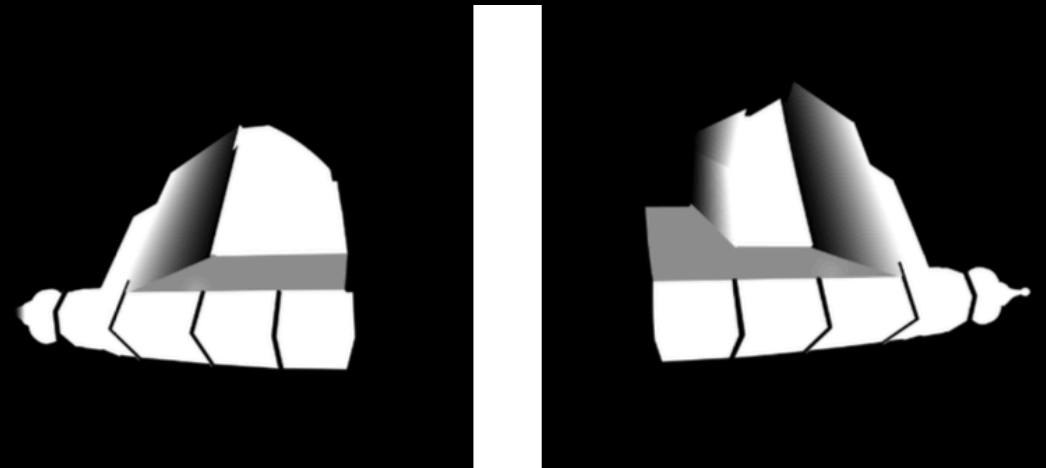
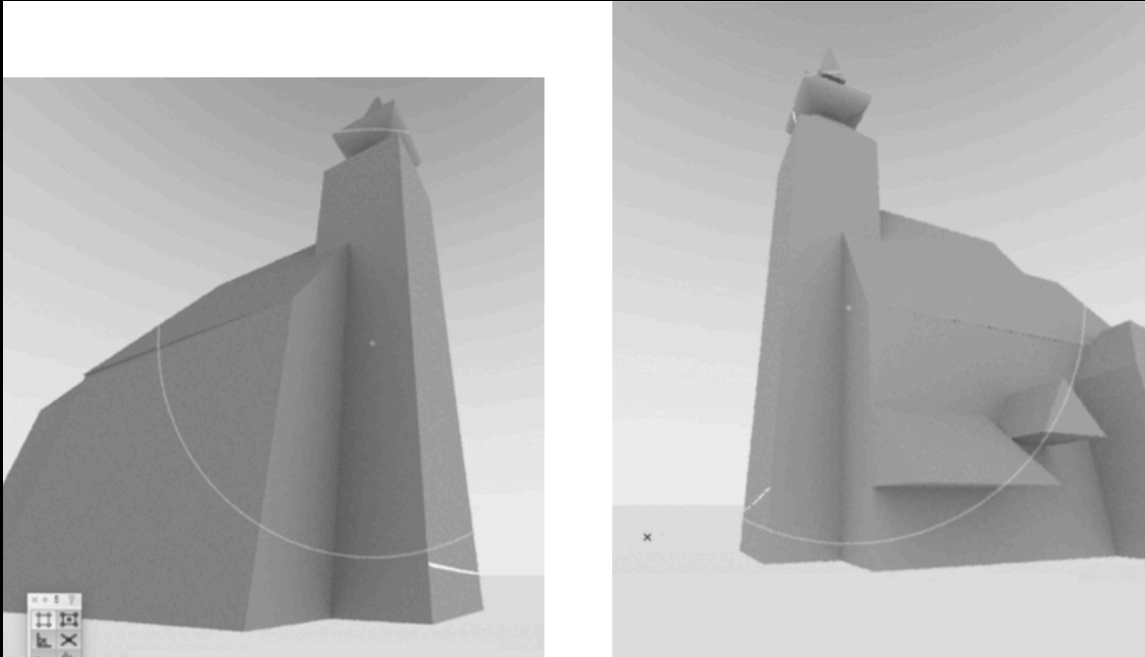
FARBTEMPERATUR



# Möglichkeit 1: Projektionstechnik



# Möglichkeit 1: Projektionstechnik





Möglichkeit 1:  
Projektionstechnik



Möglichkeit 2:  
Beleuchtung von  
Innen

---

