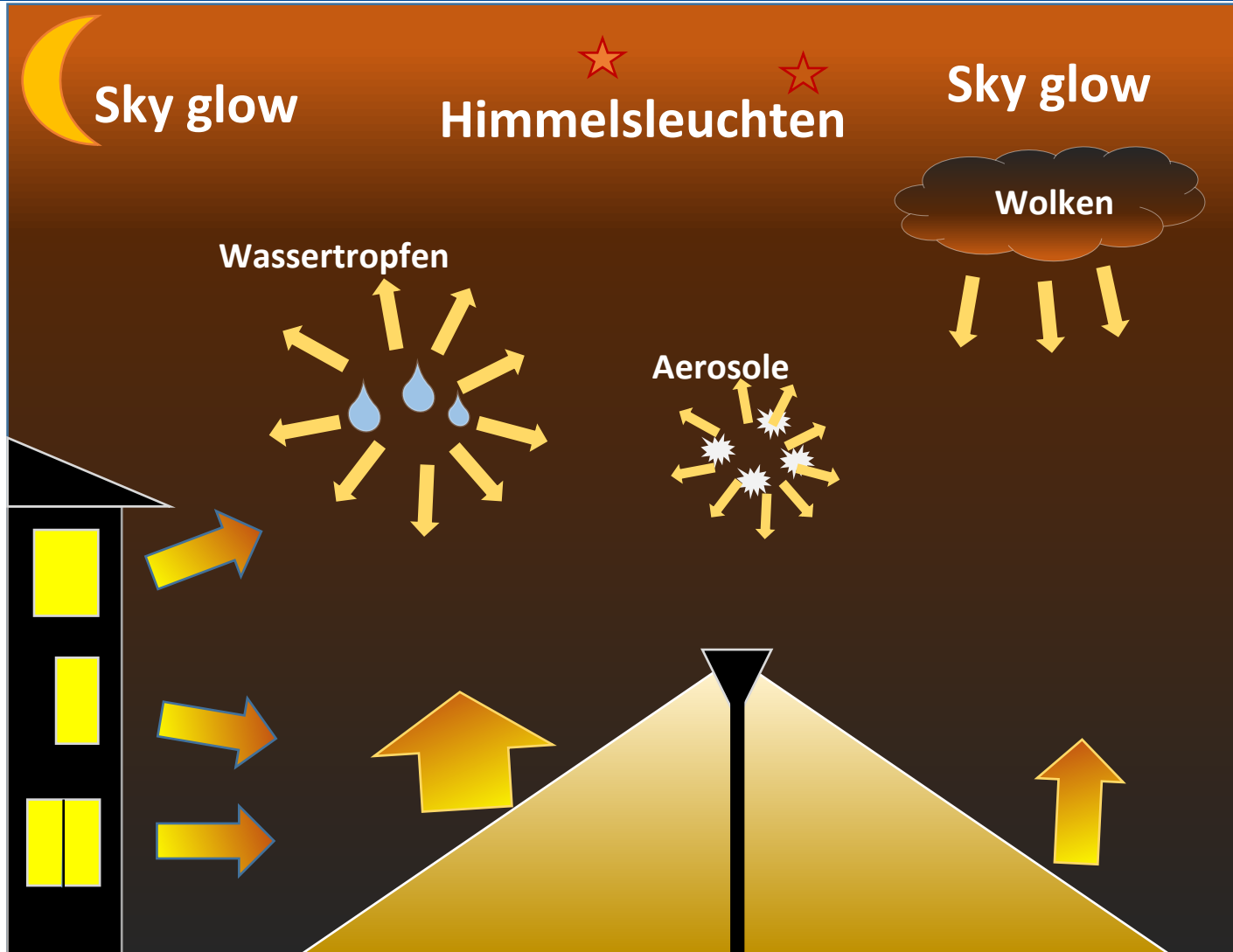


An aerial night photograph of a city, likely Rostock, Germany. The image shows a dense urban area with numerous buildings, streets, and a river. The city lights are visible, creating a warm, yellowish glow. The river is illuminated by streetlights, and the surrounding area is dark, suggesting it is nighttime. The text is overlaid on the image.

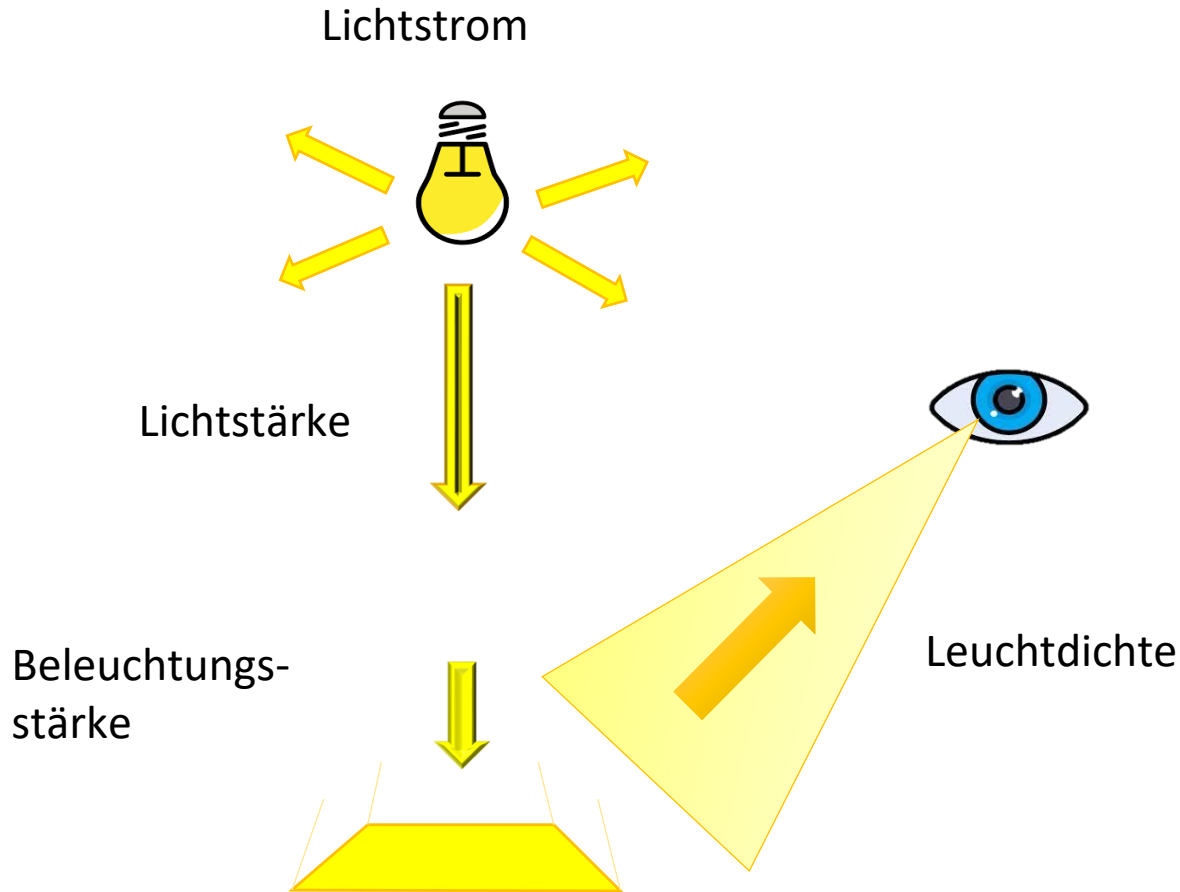
Drohngestützte Erfassung der nächtlichen Lichtbelastung

**Dr.-Ing Görres Grenzdörffer
Thomas Wernike
Universität Rostock
Professur für Geodäsie und
Geoinformatik**

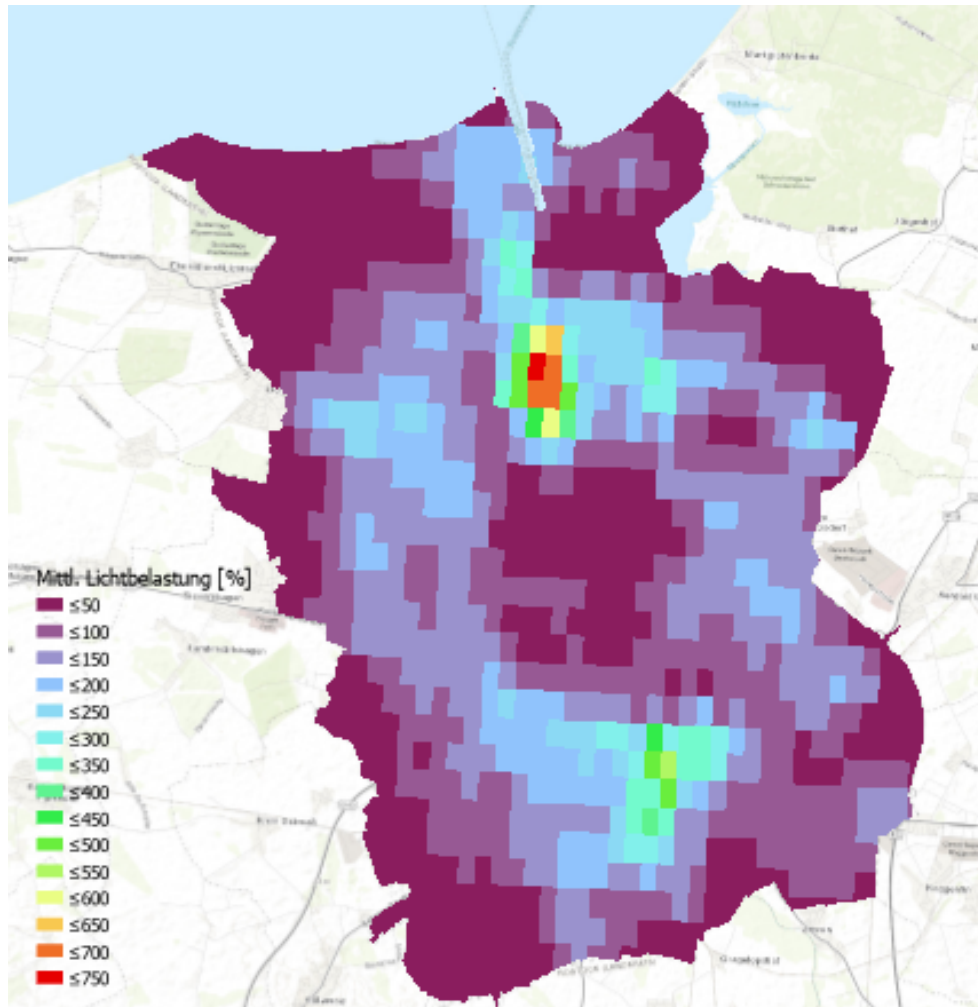
- Lichtverschmutzung (englisch light pollution), Lichtsmog oder Lichtverunreinigung
- Der Begriff Lichtverschmutzung sehr negativ konnotiert, deshalb neutral = (nächtliche) Lichtbelastung
- Lichtbelastung wird durch künstliches Licht verursacht, das in den Nachtstunden nach oben hin abstrahlt
- Der Mangel an Dunkelheit hat zahlreiche störende Einflüsse:
 - auf Flora auf Fauna (Insektensterben).
 - auf die biologischen Tag-Nacht-Zyklen vieler Tiere,
 - zunehmende Schlaflosigkeit beim Menschen.
 - Astronomische Beobachtungen des Nachthimmels
- Nächtliches Licht ermöglicht
 - Urbanes Leben
 - Bietet Sicherheit
 - Stiftet Identität



Wichtige Begriffe der Lichtmessung

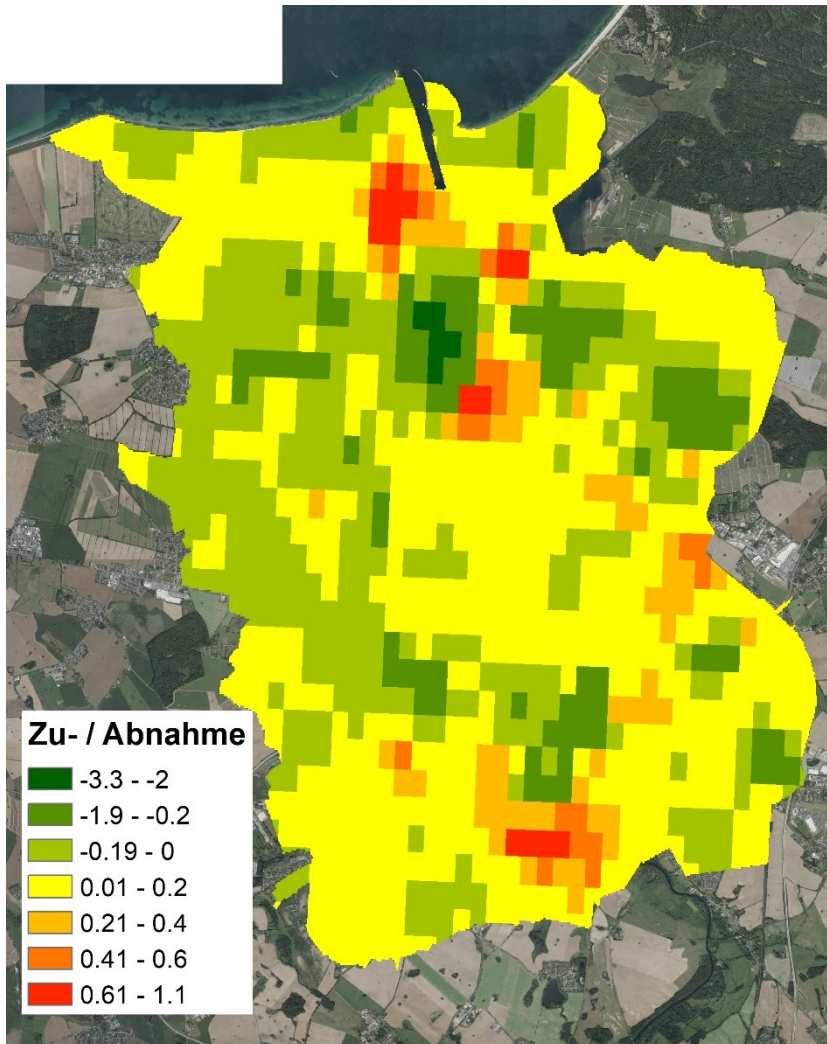


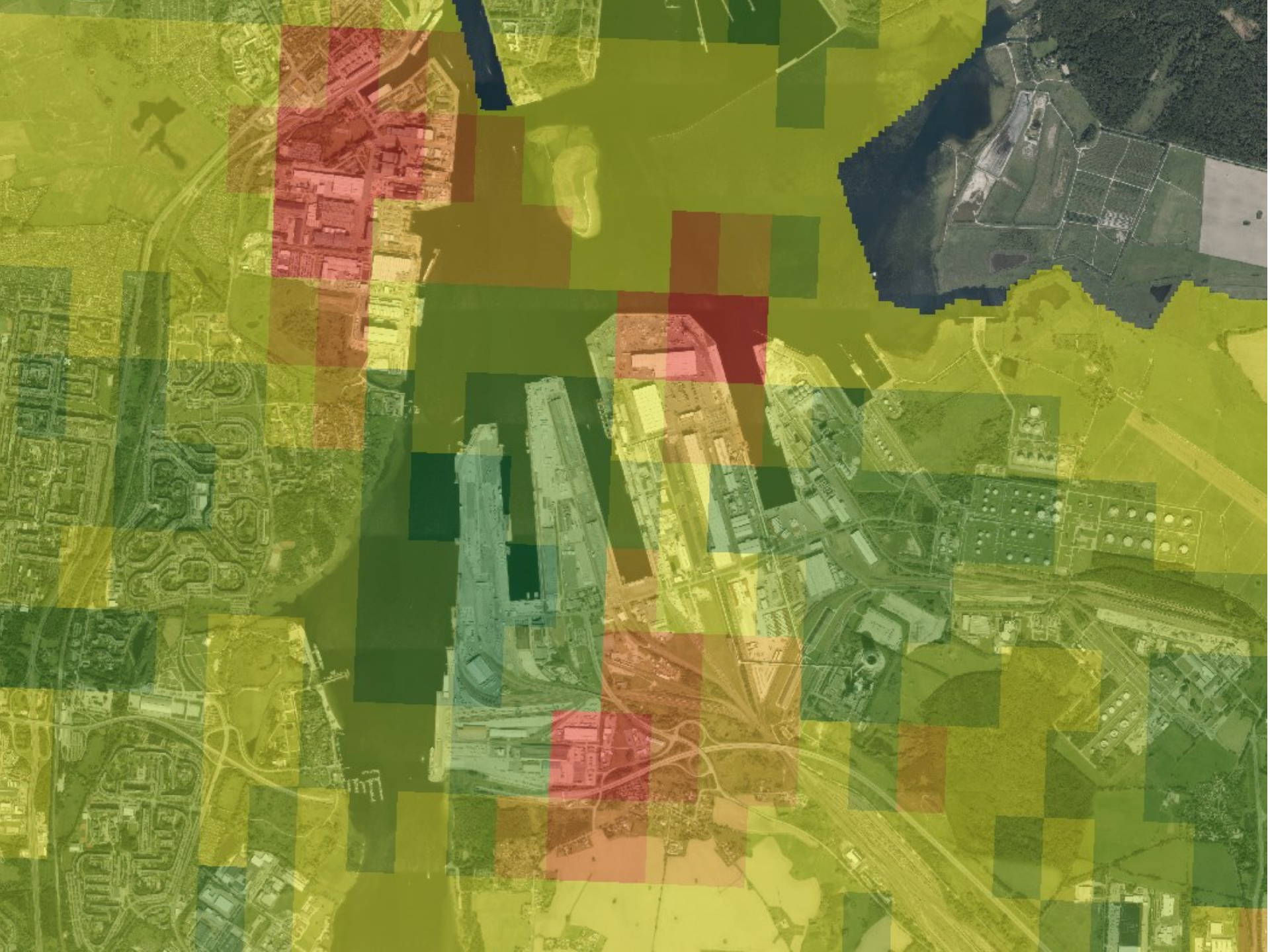
- **Lichtstrom** = von einer Lichtquelle abgegebene Lichtleistung
- **Lichtstärke** = Lichtstromanteil pro Raumwinkel (= gerichteter Lichtstrom)
- **Beleuchtungsstärke** = Maß für Helligkeit / Ausleuchtung eines Objekts
- **Leuchtdichte** = abgestrahlte Flächenhelligkeit in eine Richtung



Veränderung der Lichtbelastung Rostock 2014 - 2020

- Zu- und Abnahme der Lichtbelastung ungleichmäßig über die Stadt verteilt
- Hotspots zu beobachten





Standorte nächtliche Drohnenflüge am 28.2./1.3./6.3./20.3.2024



- Drohne: DJI Mavic 3 E
- Flughöhe 120 m
- Bodenauflösung (GSD) ca. 3 cm
- ca. 5 – 10 Minuten Flugzeit pro Standort
- Rundumaufnahmen
- Orthomosaik AUF, Ulmen-campus, KTV
- Videoaufnahmen















WARNOHWERFT

- *Nachtflüge sind laut EU-DrohnenVO mit C0-C2 Drohnen in der Stadt erlaubt*
- Angepasste, lange Belichtungszeit. Risiko von unscharfen Aufnahmen.
- ISO-Werte von 200 – 400 optimal
- Kein / wenig böiger Wind für scharfe Aufnahmen bei Belichtungszeiten von 1 – 3 s.
- RAW-Format = max. Datenqualität
- Systematische Drohnenflüge entweder per Hand oder speziell programmieren, damit die Drohne für eine Aufnahme kurz in der Luft stehen bleiben kann.
- Generell: viel geringere Flächenleistung als tagsüber.
- Max. Flughöhe von 120 m nutzen → Flächenleistung. Gleichzeitig minimaler Geräuschpegel.
- Ausnahme der LuftVO, § 21h zum Überflug über Wohngebieten in einer Höhe von 100 – 120 m nutzen, d.h. nicht private Zwecke, vor 22:00 Uhr ...
- Drohnen mit RTK-Option, ermöglichen Orthomosaik, anderenfalls beleuchtete Passpunkte zur Georeferenzierung erforderlich.

Orthophotomosaik AUF 28.2.2024 aus 42 Aufnahmen (20:20-20:32)



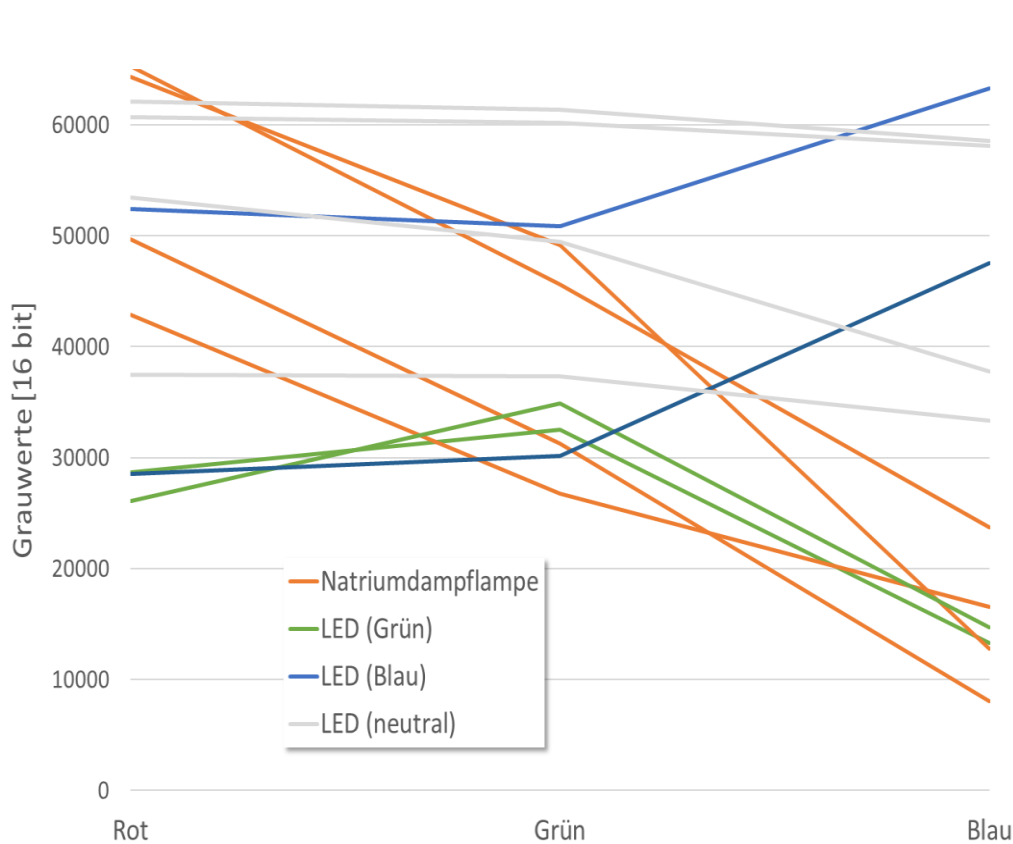
Orthophotomosaik AUF 20.3.2024 aus 32 Aufnahmen (21:16-21:26)



Verringerung der
Belichtungszeit

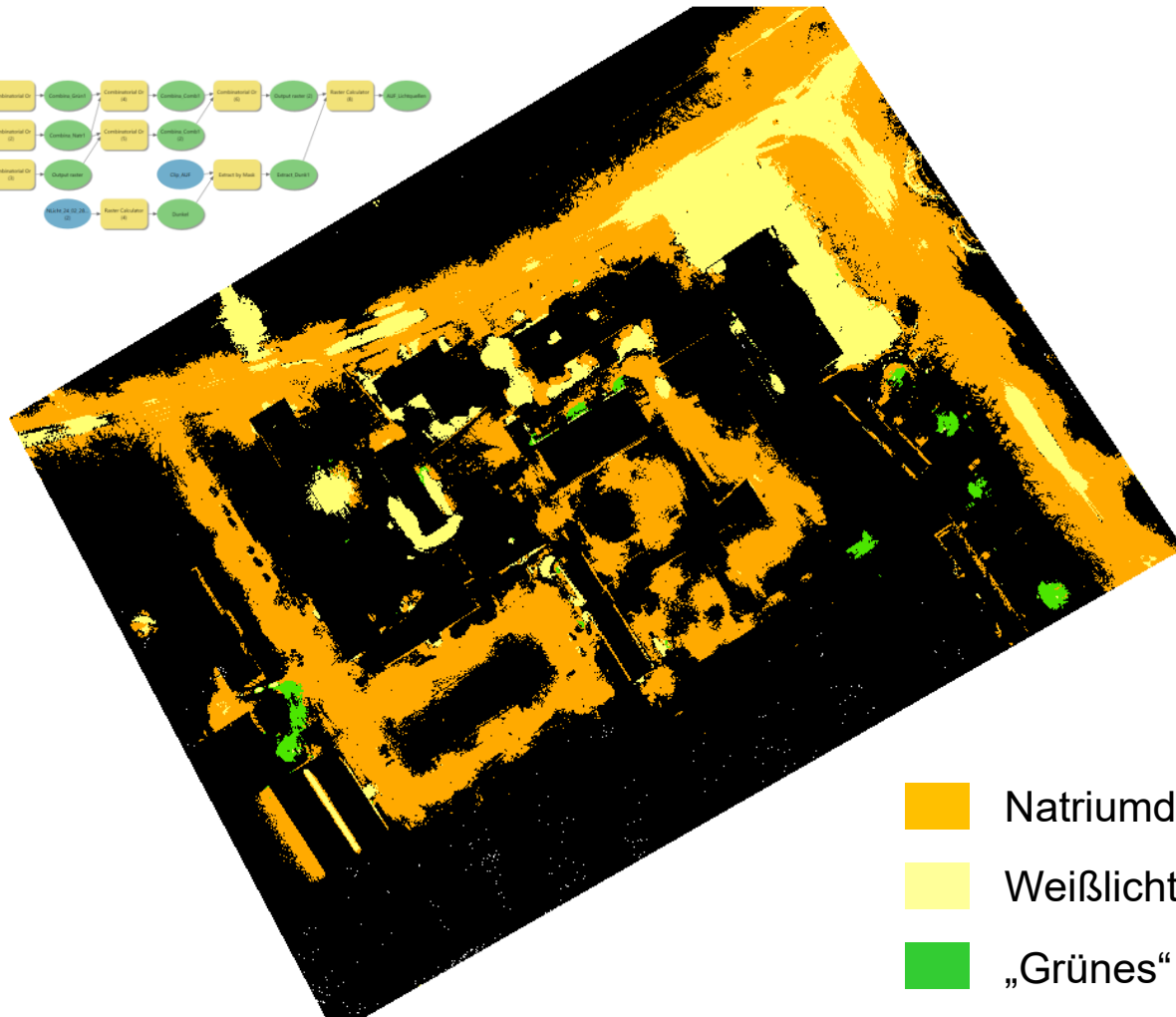
- Keine Überbelichtung
- dunkleres Bild




- Nachbearbeitung
RAW-Daten
erforderlich



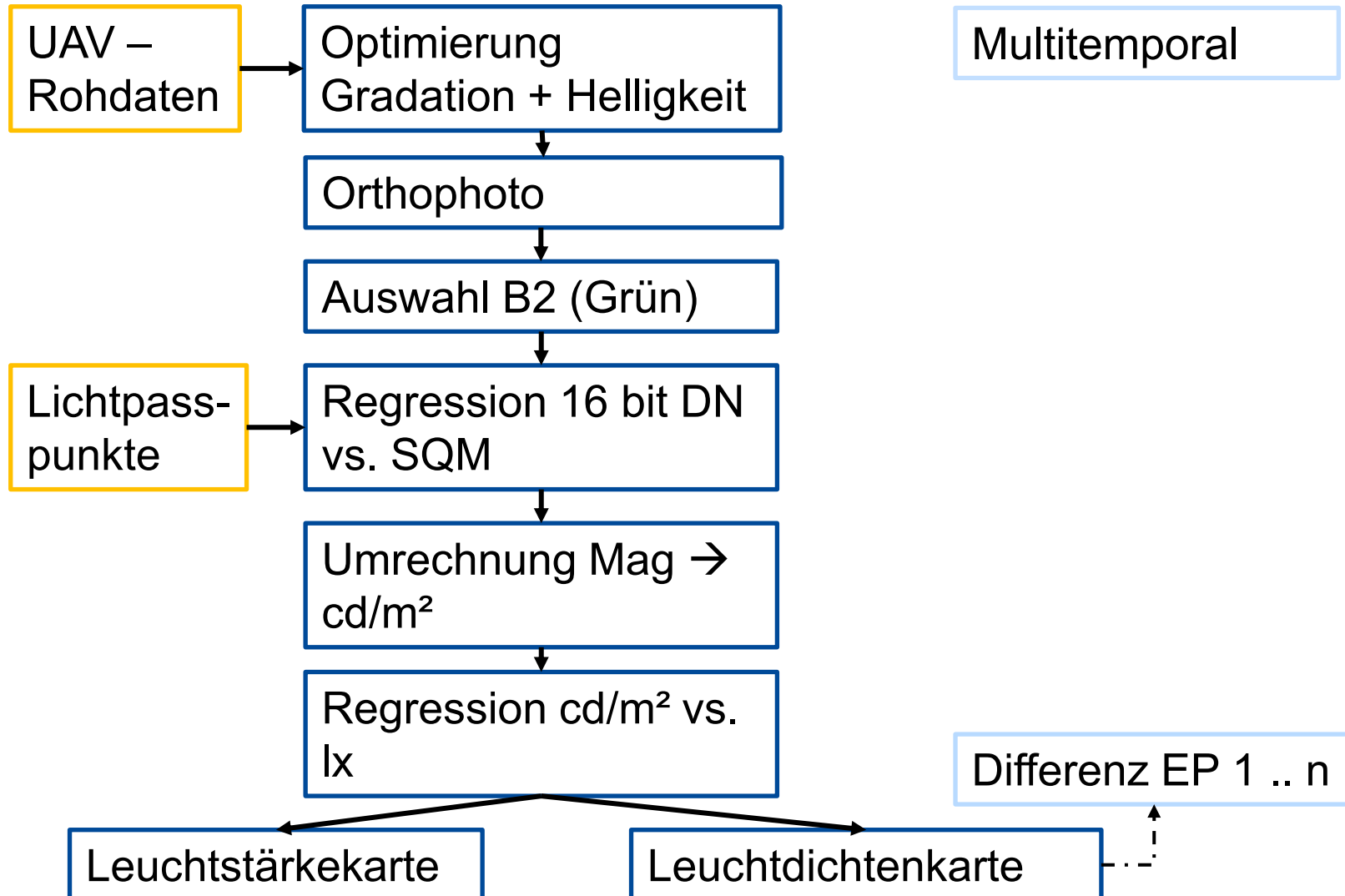
- Natriumdampflampe
- LED - Neutral
- LED - „Grün“
- LED - „Blau“

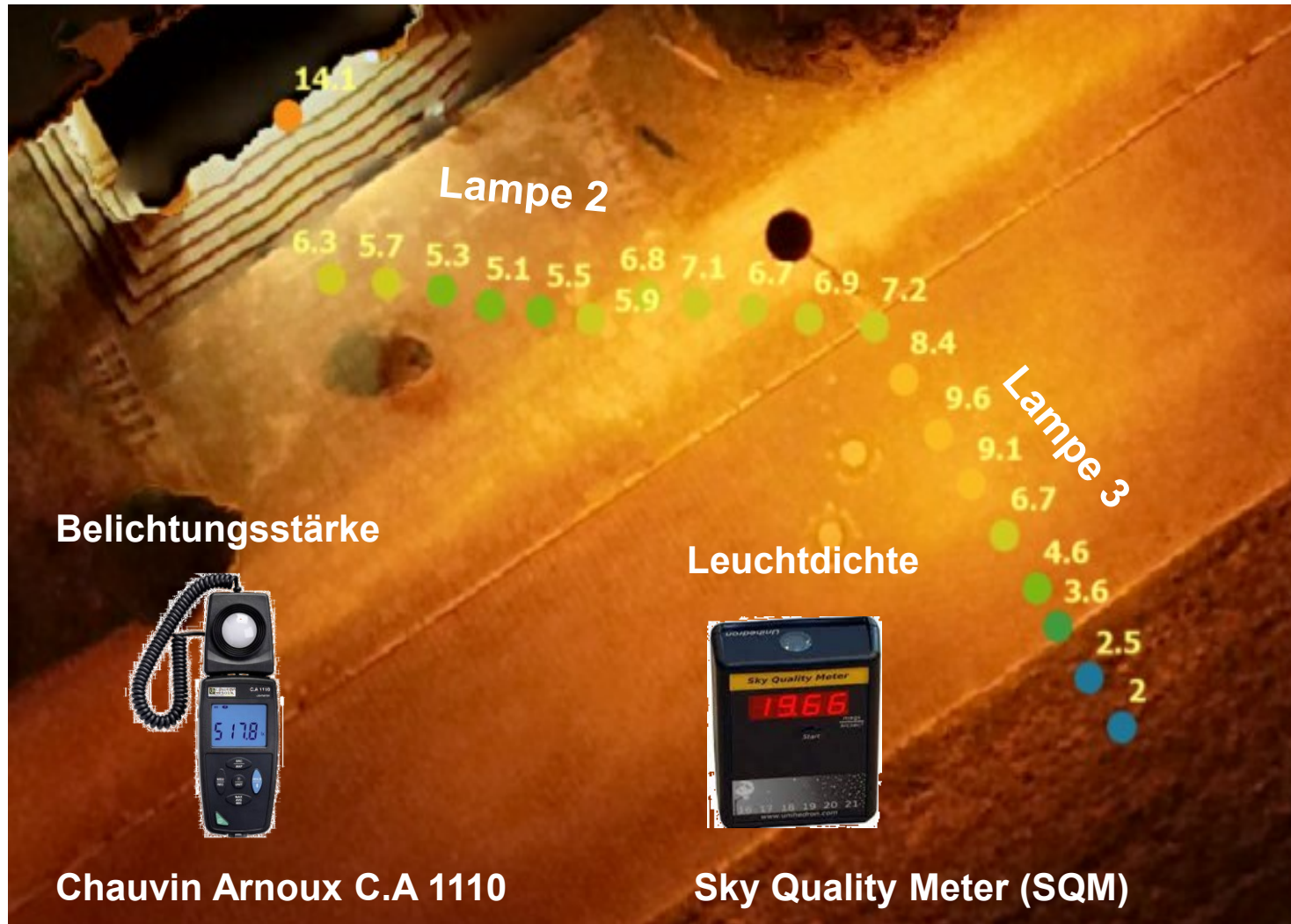
Eigen- schaft	Natriumdamp- f-lampen	Grüne-LED	Blaue-LED	Taglicht- LED
	$R < G < B$	$G > R$ und $G > B$	$B > G$ und $B > R$	$B \approx G \approx R$
Ratios	Stark positives Verhältnis R/B bzw. G/B	Positives Verhältnis G/R und G/B	Positives Verhältnis B/G und B/R	$B/R \approx 0$
Grauwerte	B Sehr niedrige Werte	G mittlere Werte	B hohe bis sehr hohe Werte	Alle Werte hoch bis sehr hoch



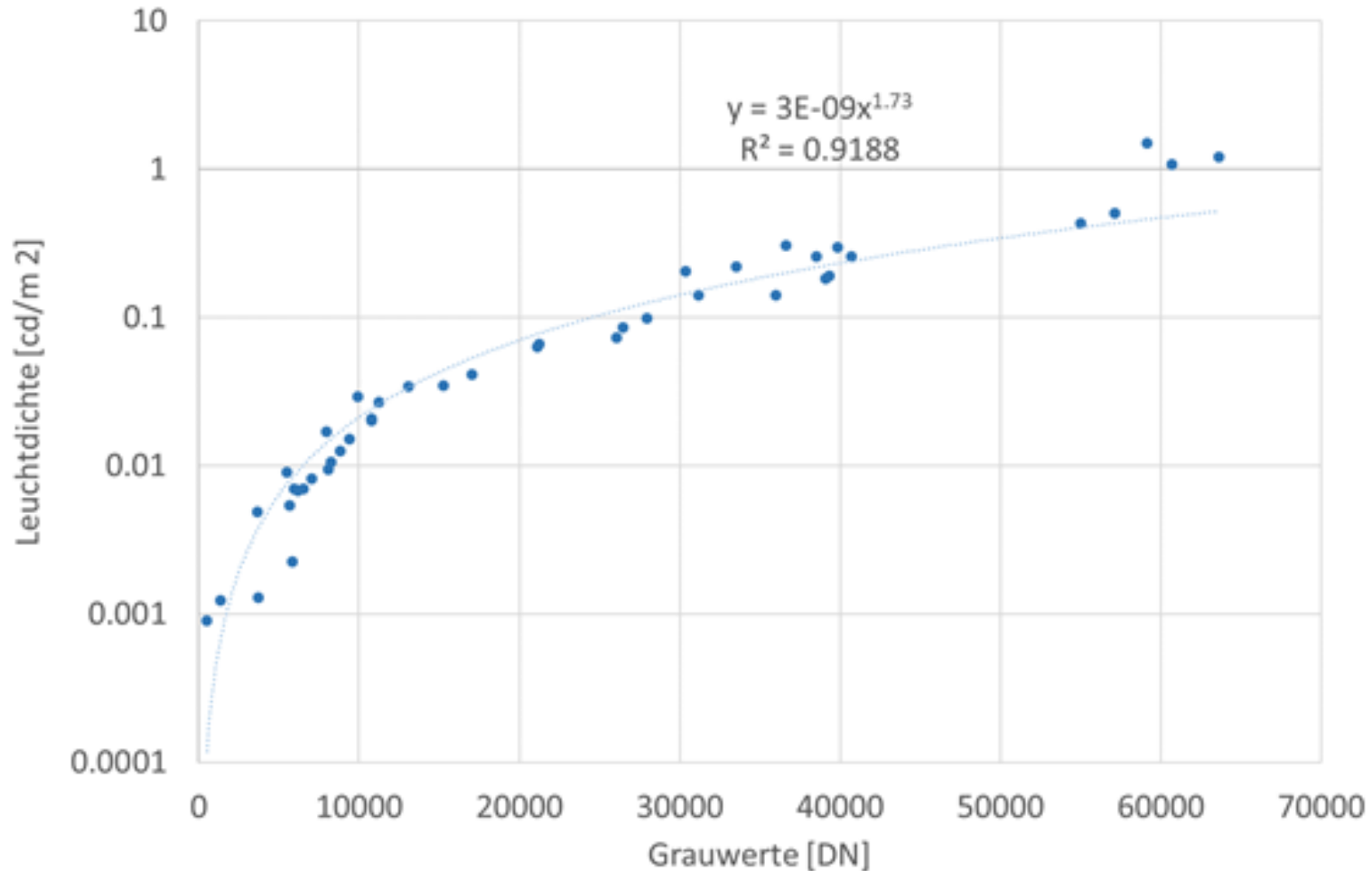
-  Natriumdampf lampen
-  Weißlicht LED
-  „Grünes“ LED

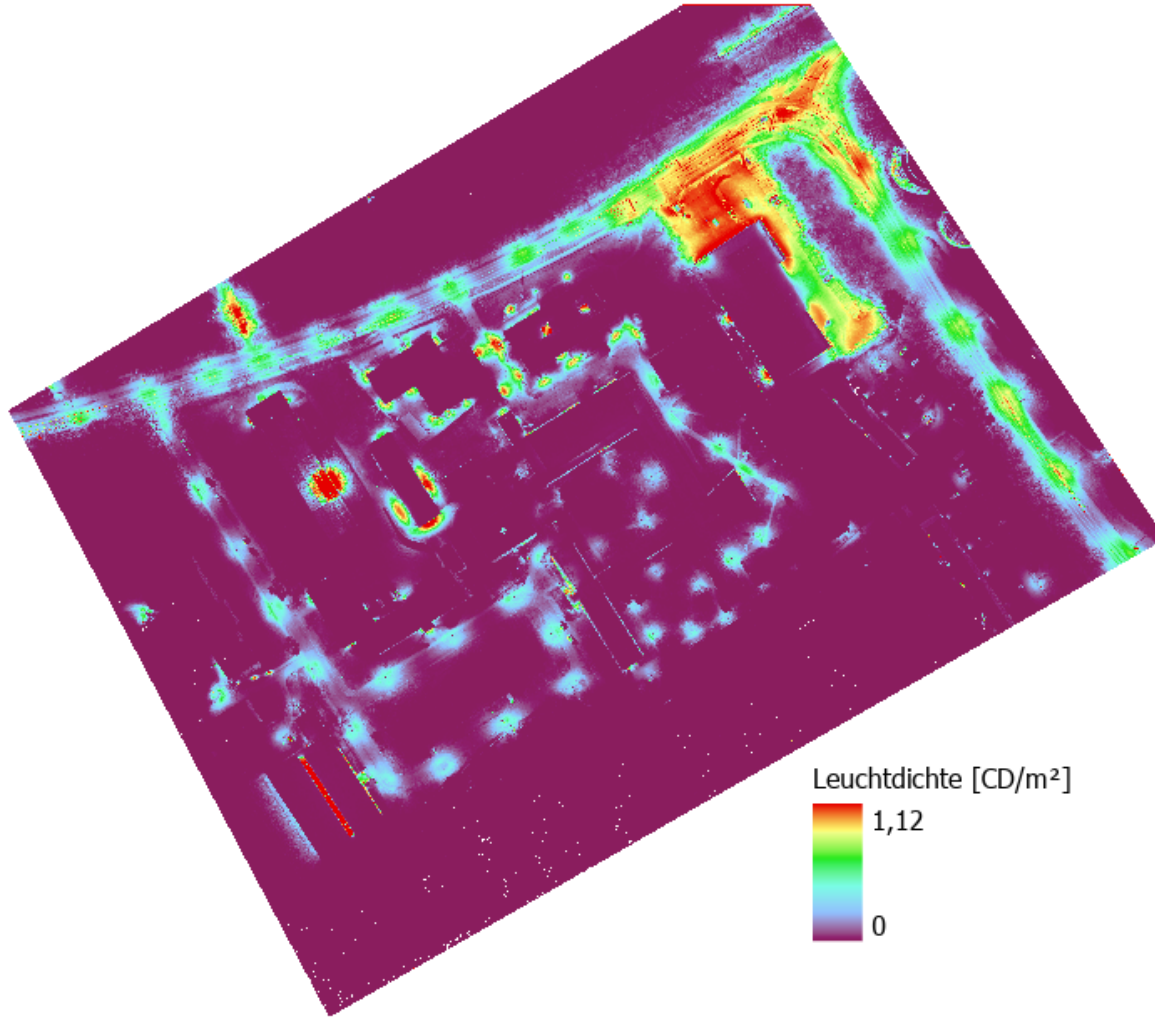
Workflow - Datenauswertung Drohne → Leuchtdichte + Leuchtstärkekarte



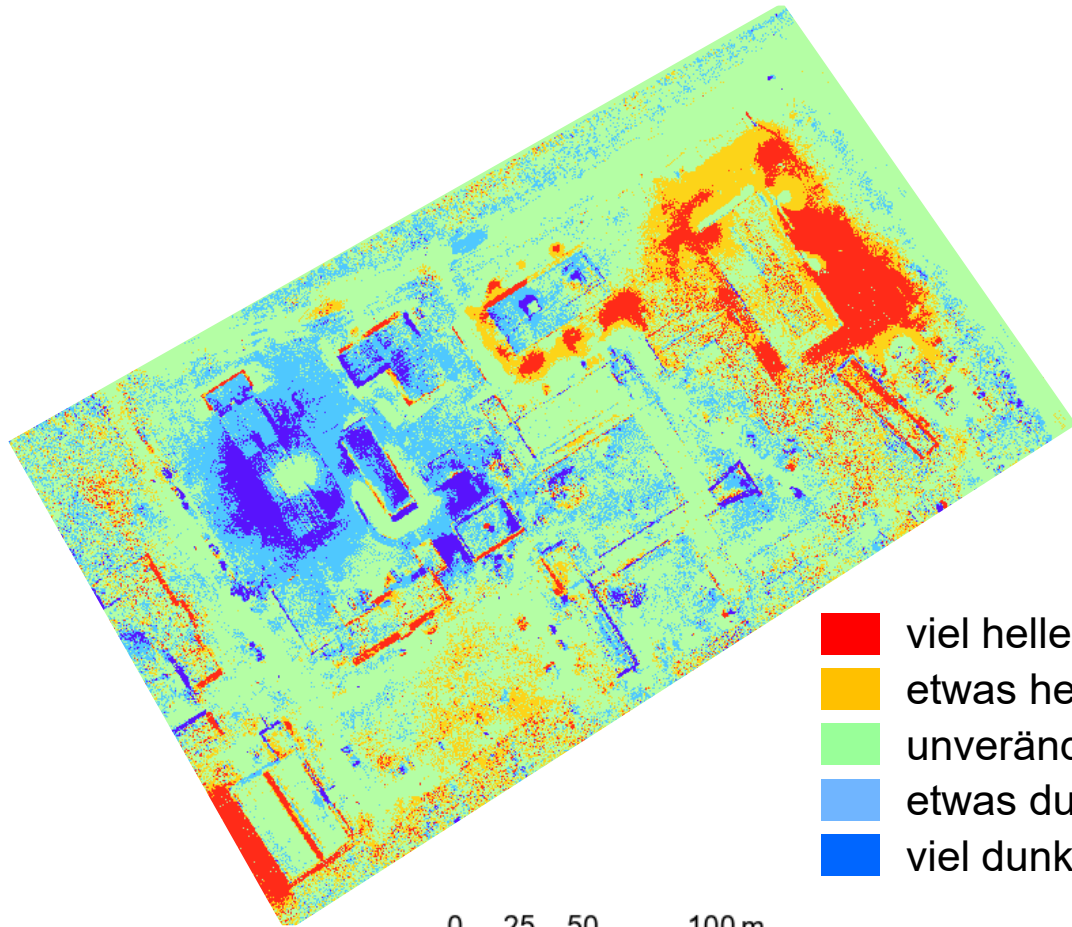


Gemessene Leuchtdichte vs. Grauwerte Grüner Kanal



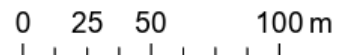
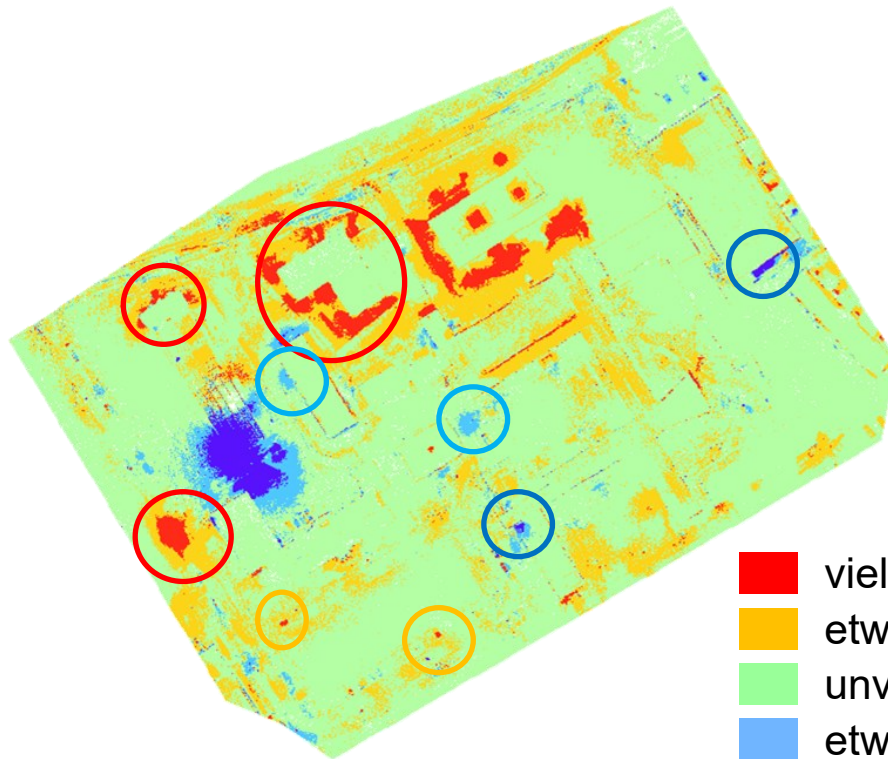


Uhrzeitbedingte Änderungen der Lichtbelastung



- Vor Ladenschluss (20:30) und danach (21:20) und
 - Lidl
 - Sportgruppen in der Sporthalle
 - Licht um J.-v.-Liebig Weg 2
 - Neue Bewohner im J.-v.-Liebig Weg 6
 - Anderes Experiment im „Fischglashaus“

Änderungen der Lichtbelastung 21.03.2022 – 28.02.2024



- Neues Gebäude →
Neue Lampen
- Straßenlaterne
leuchtet wieder
- Leuchtmittel
erneuert
- Leuchtkraft
zurückgegangen,
Lampe verschmutzt
- Lampe leuchtet
nicht

- Natriumdampflampen dominante Lichtquellen der Straßenbeleuchtung in HRO – Oranges Licht
- Neue Straßen + private Parkplätze werden LED-Technik ausgestattet. Optisch heller
- Gezielte Einzelaufnahmen / Videos aus der Perspektive der Bürger ermöglichen eine objektive Beurteilung der Lichtbelastung
- Beleuchtung ändert sich im Laufe der Zeit (Neue Gebäude, Leuchtmittel altern ..)
- georeferenzierte Drohnenaufnahmen können mit Referenzmessungen zu Beleuchtungskarten (Leuchtdichte) umgerechnet werden
- *Spektrale Kalibration der Kamera ist in Arbeit, d.h. keine Lichtpasspunkte mehr erforderlich*



DANKE

☺ Always Happy Landings ☺