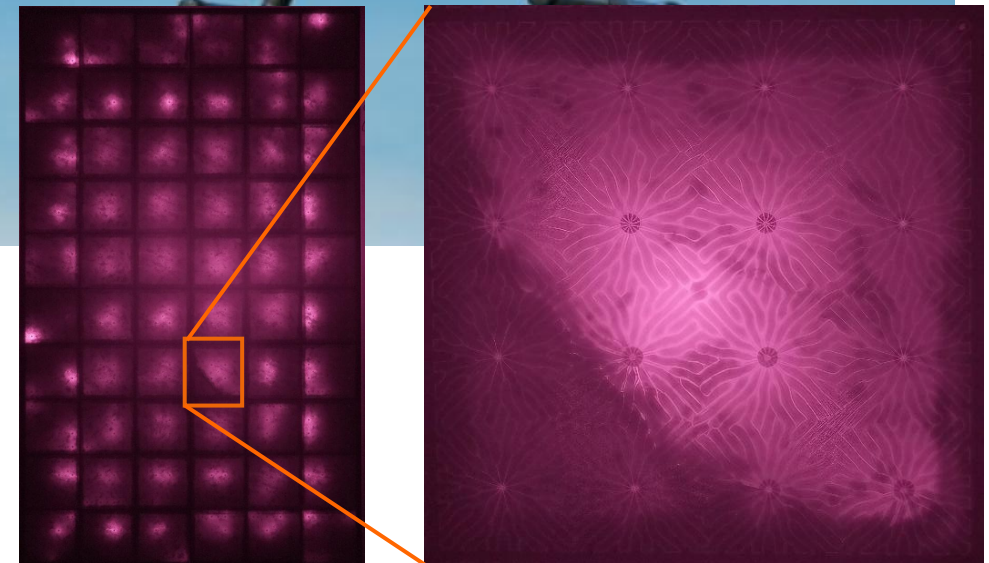
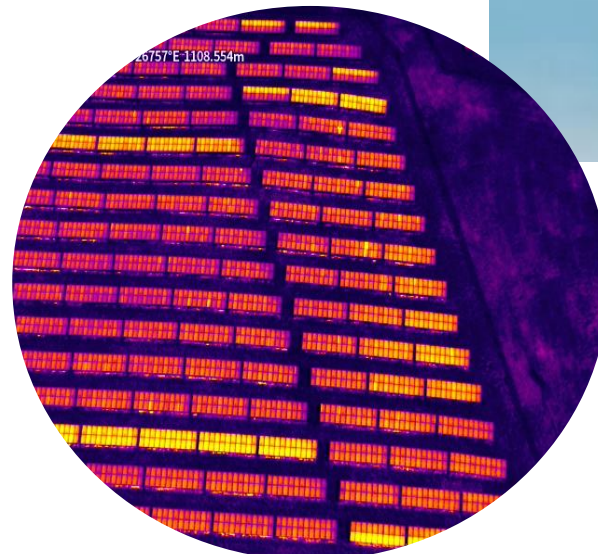


# ELEKTROLUMINESZENZ ZUR DIAGNOSE AN PV MODULEN

Christof Sumereder, FH Joanneum

Graz, am 12.02.2026



# Agenda

- Vorstellung des Projekts DiKlaWi
- IR-Inspektion von PV-Anlagen mit Drohne
- Bau einer Elektrolumineszenzkamera
- EL-Messungen im Labor und mittels Drohne
- Fehlererkennung und Fehlerklassifikation mittels KI
- Ausblick

# Status PV-Ausbau Ö und Steiermark, Motivation für Projekt

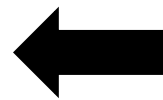
- Um die Energiewende bis 2030 zu schaffen, sieht der „**Integrierte Österreichische Netzinfrstrukturplan ÖNIP**“ eine PV-Produktion von **3,3TWh in der Steiermark** vor, was einer installierten PV-Leistung von **3.300MWp** entspricht.
- Dies erfordert eine **Gesamtfläche von etwa 40km<sup>2</sup>** bzw. 0,25% der Fläche der Steiermark oder etwa **1/3 von Graz**.
- Für PV-Module rechnet man mit einer Lebensdauer von etwa 20-30 Jahren. Das bedeutet, dass zukünftig mit dem **jährlichen Tausch von etwa 200.000 Modulen** zu rechnen ist.
- Unser Projekt möchte verhindern, dass noch intakte Module getauscht werden, bzw. die funktionstüchtigen weiter Strom produzieren. PV-Module können zwar zu **80% recycelt** werden, jedoch soll die Ressourcenverschwendung verhindert werden. Es gibt bereits Modulrecycling in Österreich. Um die Kreislaufwirtschaft nicht unnötig zu belasten, beschäftigen wir uns mit der Diagnose von gealterten Modulen.

# Projekttablauf

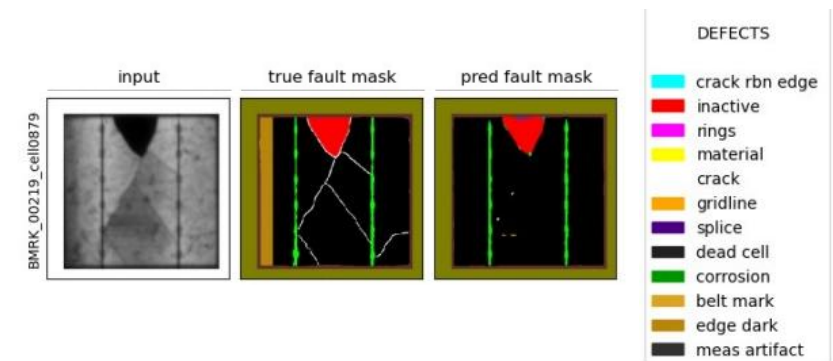
1) Befliegung von PV-Systemen mit Drohne  
Detektion von Fehlerstellen aufgrund  
Wärmebild: Grobdiagnose



2) Auffällige Module werden mit  
Elektrolumineszenzmethode genauer  
untersucht: Zellschädigung



3) Automatische Auswertung der  
Schadensbilder mittels Deep Learning (KI)



# Drohnenbefliegung

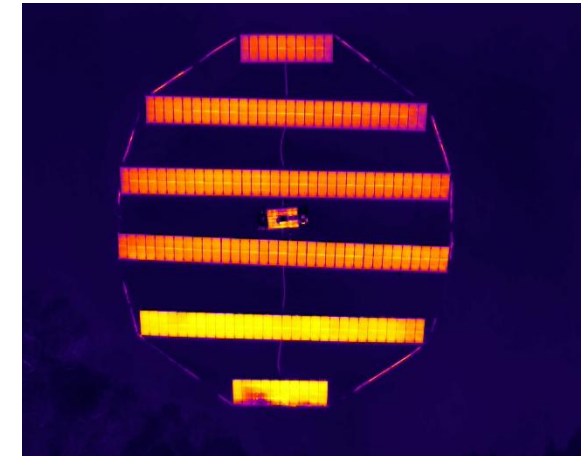
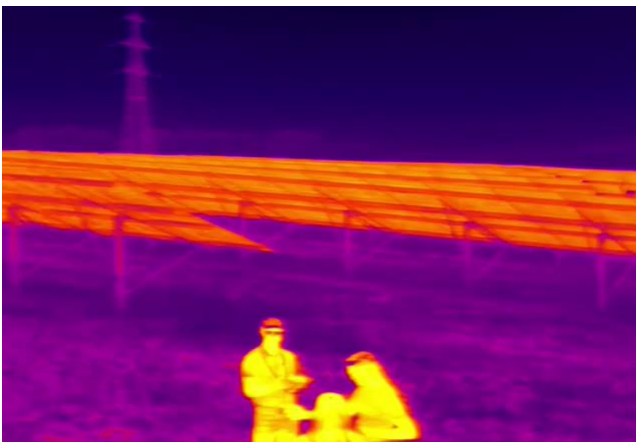
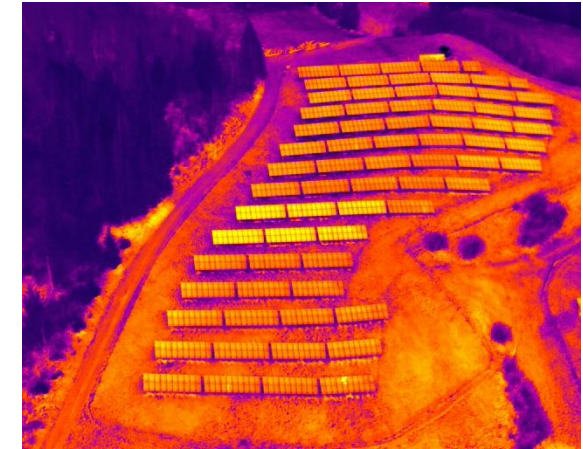
Aufbau



Drohnenaufnahme

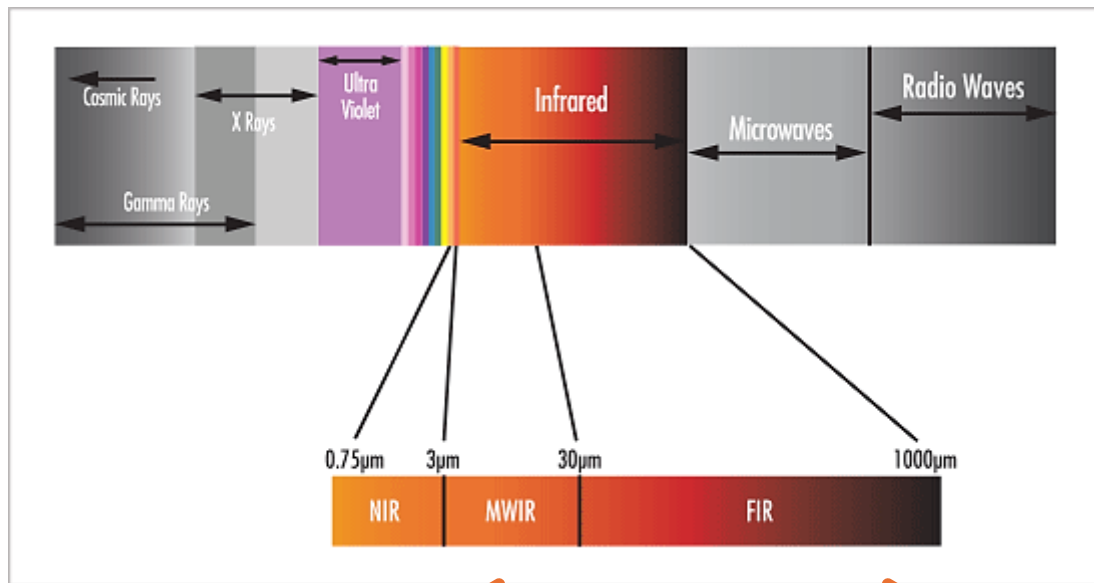


Infrarotaufnahme

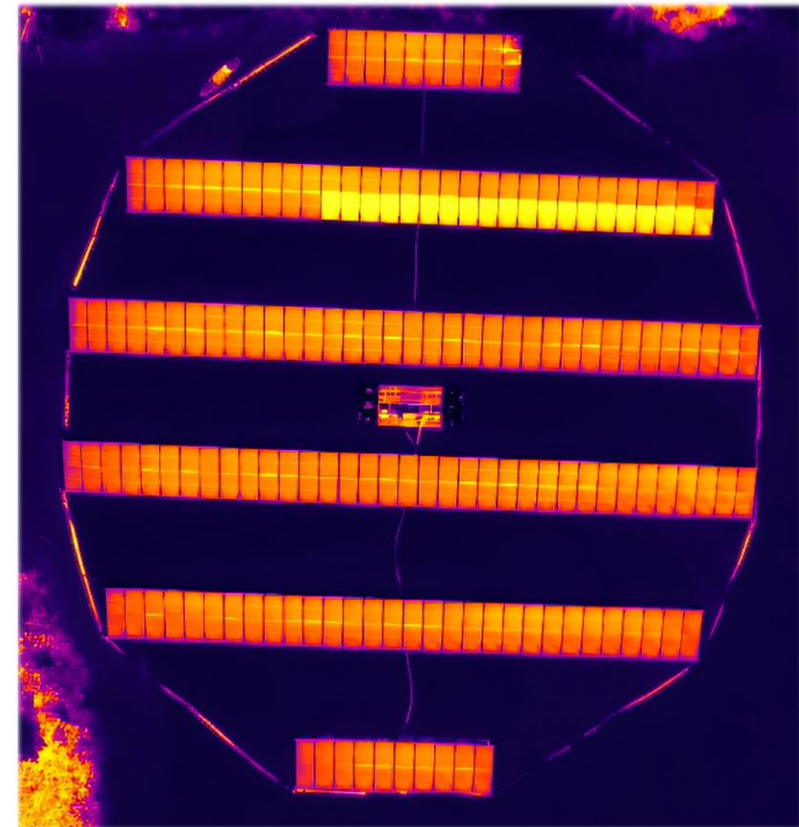


# Infrarot: Wärmestrahlung

IR-Aufnahmen funktionieren so bald Strom durch PV-Modul fließt und Wärme abgibt

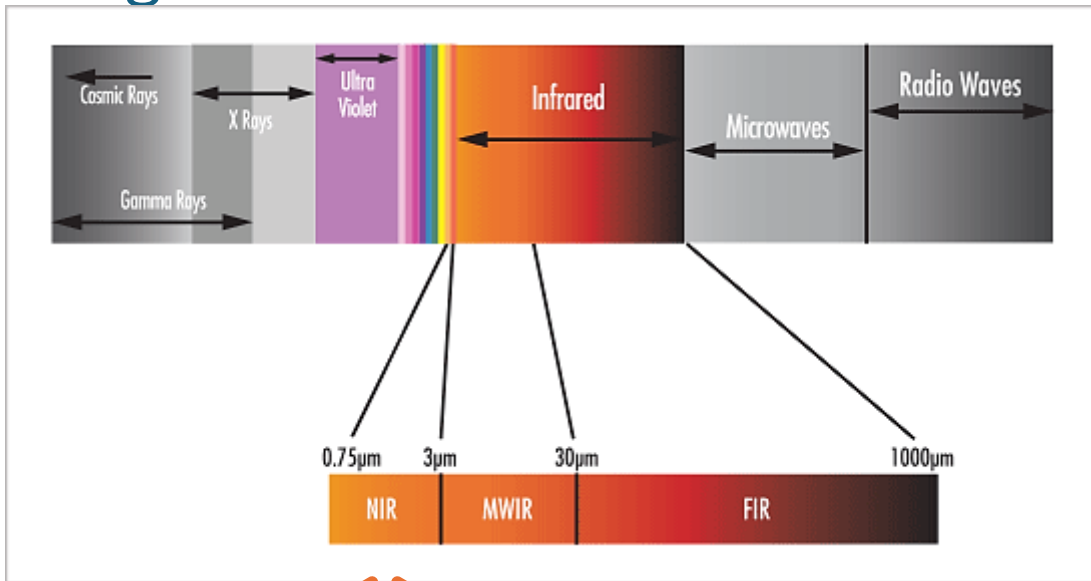


**Wellenlänge 3 – 14µm**

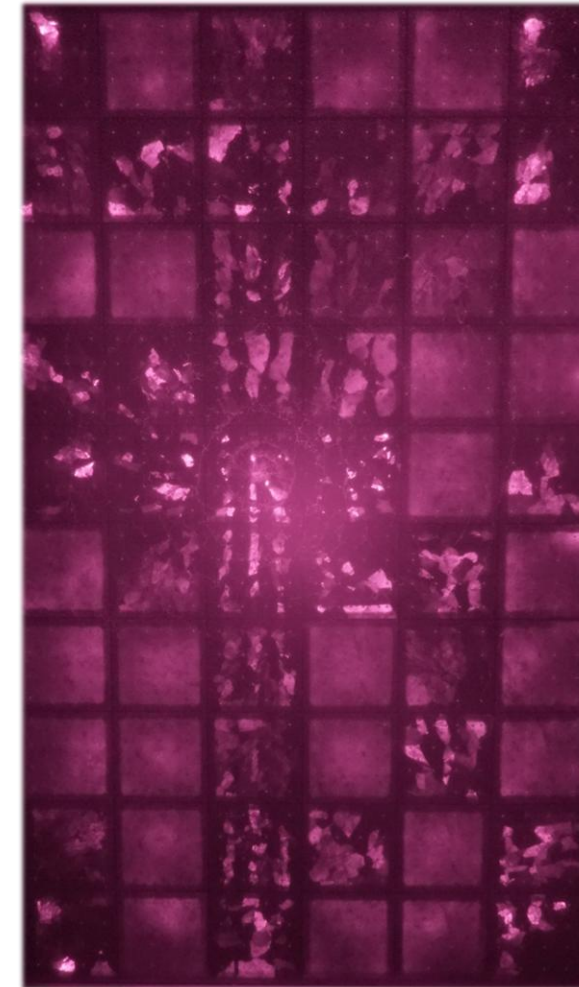


# Elektrolumineszenz: schwaches el. Feld

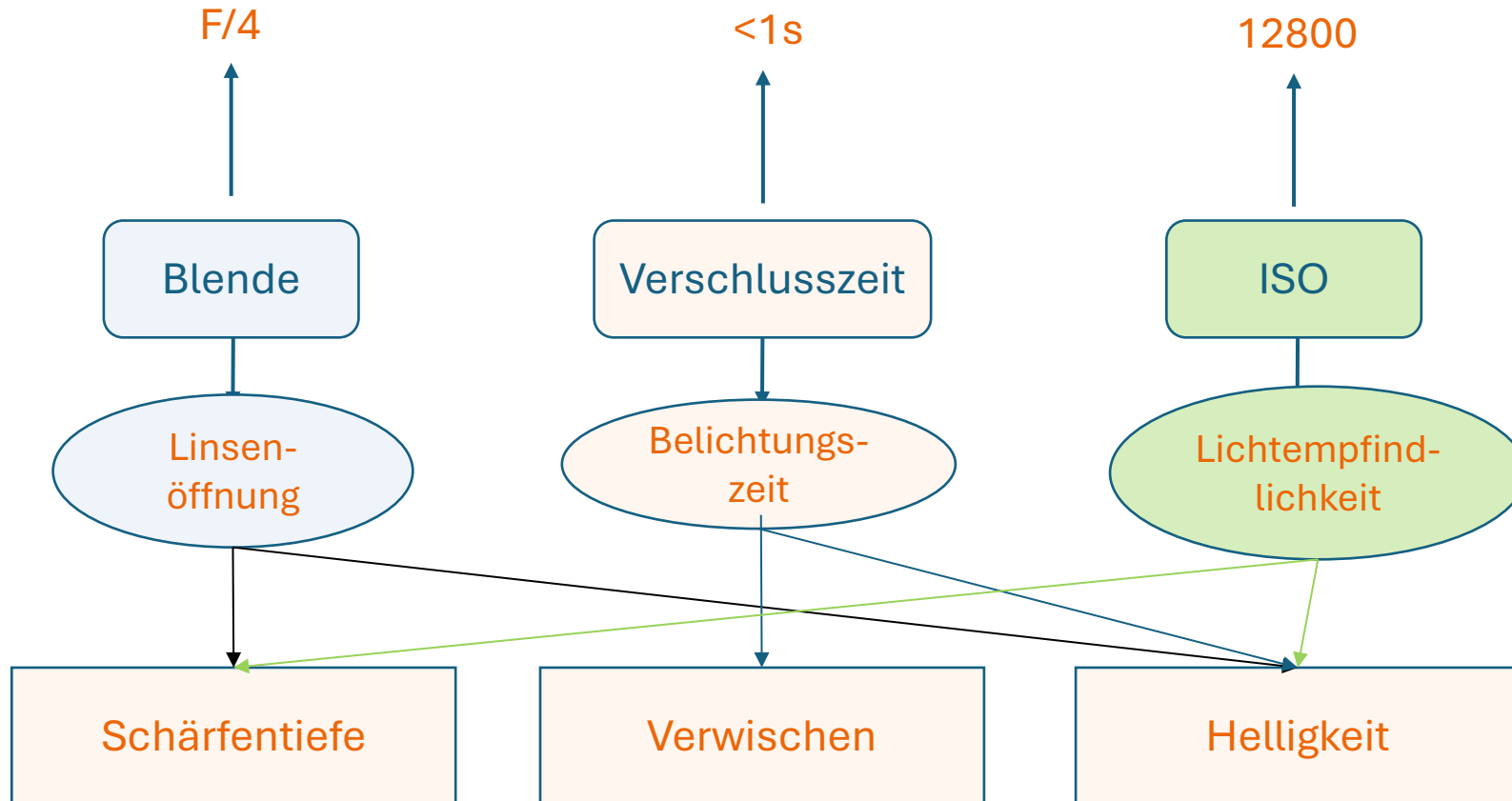
Bestromung von PV-Modul: schwaches elektrisches Feld, daher funktioniert EL-Fotografie nur bei Dunkelheit



**Wellenlänge 0,8 – 1,1 μm**

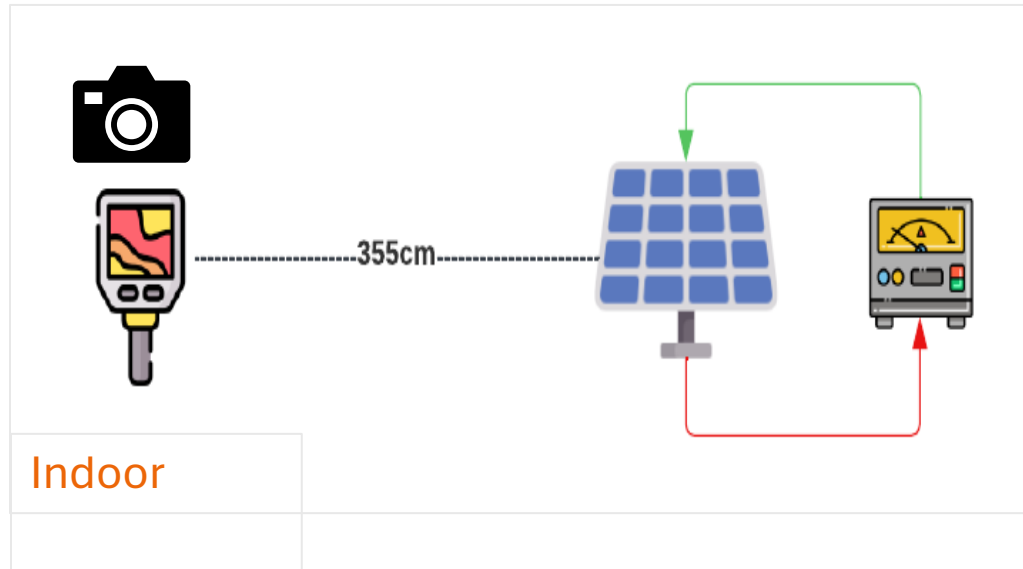


# Umbau einer Kamera für EL-Fotografie: Anforderungen

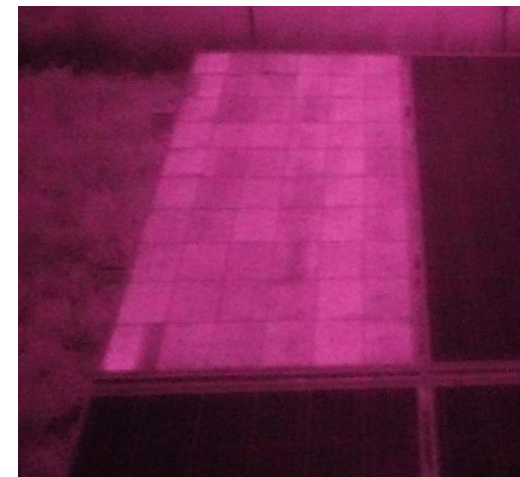
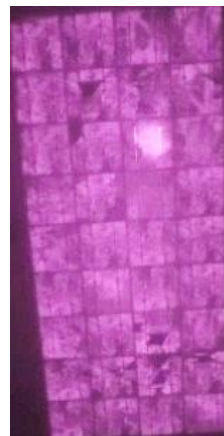
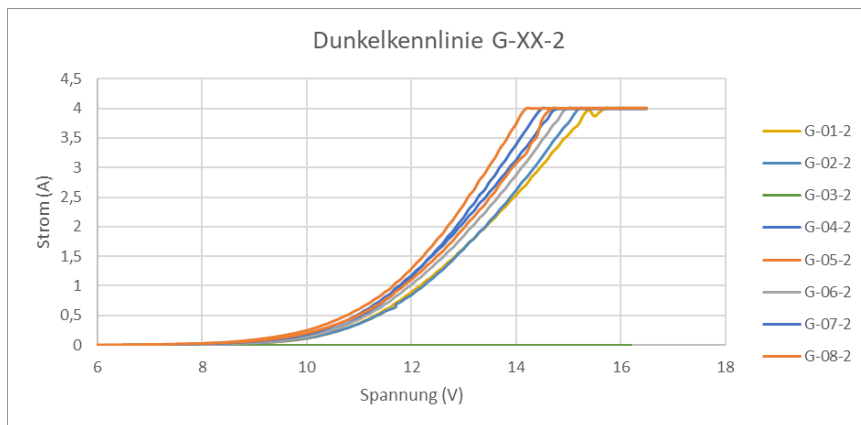
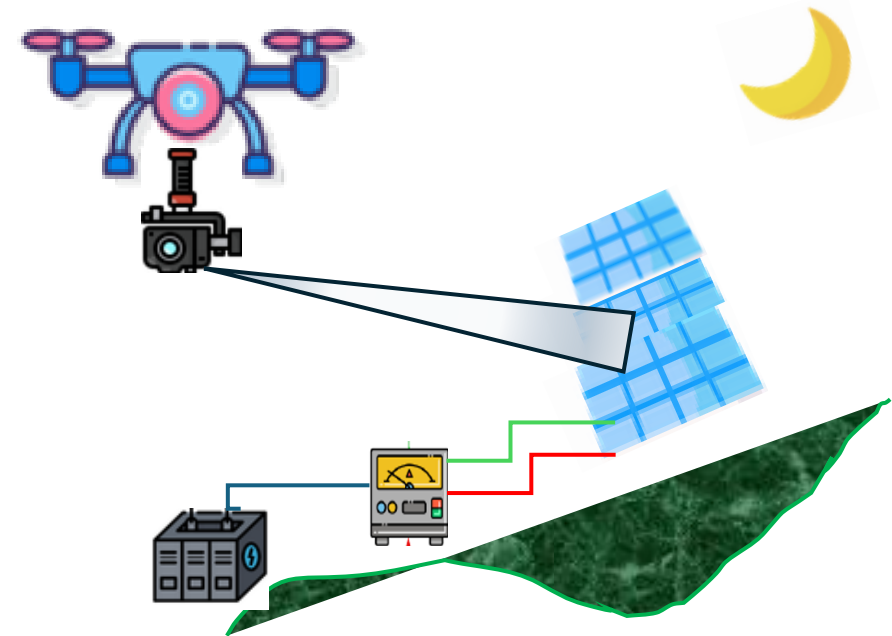


- Sensortyp
- Pixelgröße
- Brennweite Objektiv
- Lichtstärke Objektiv
- ISO-Empfindlichkeit
  
- Umbau optische Filter: UVI-Filter
- LP-850nm (NIR) Filter

# Laboraufbau

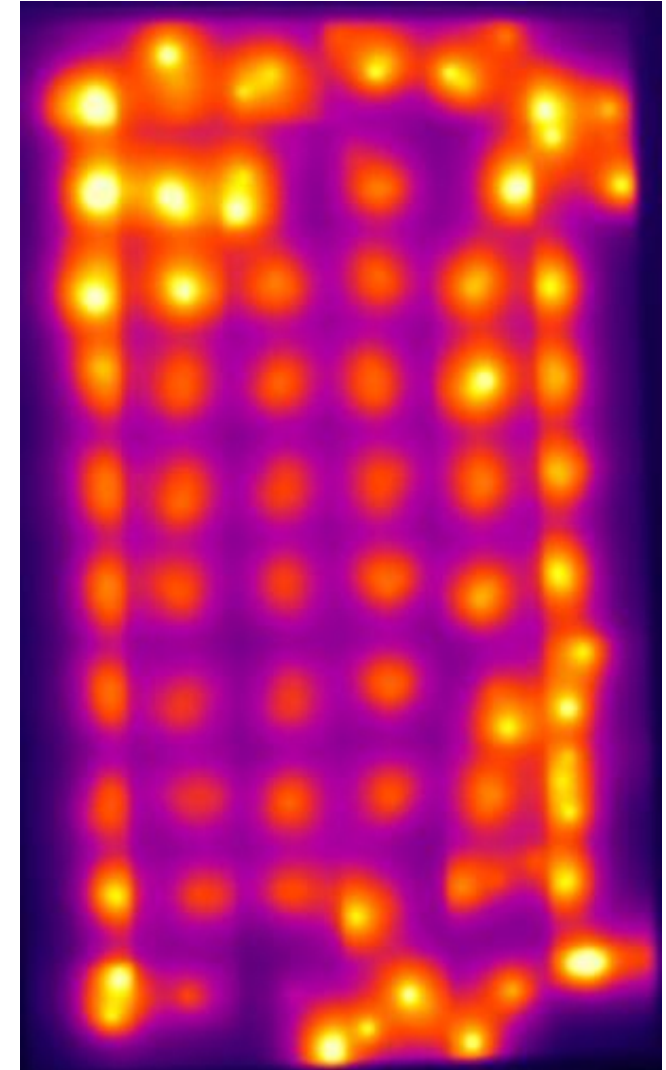
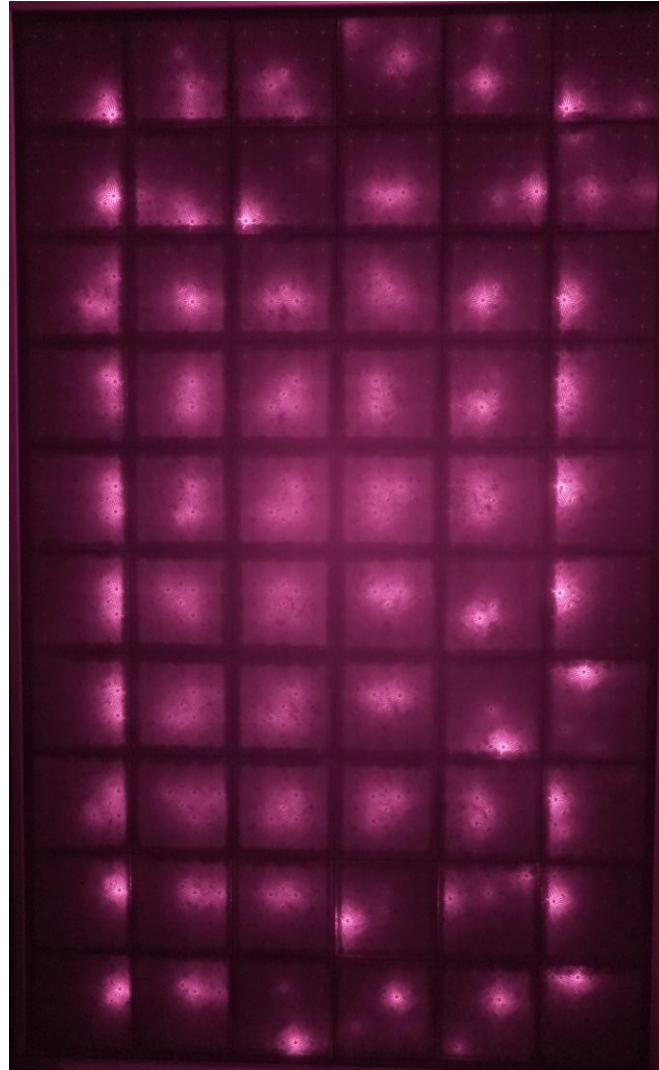


# Vor-Ort-Messung

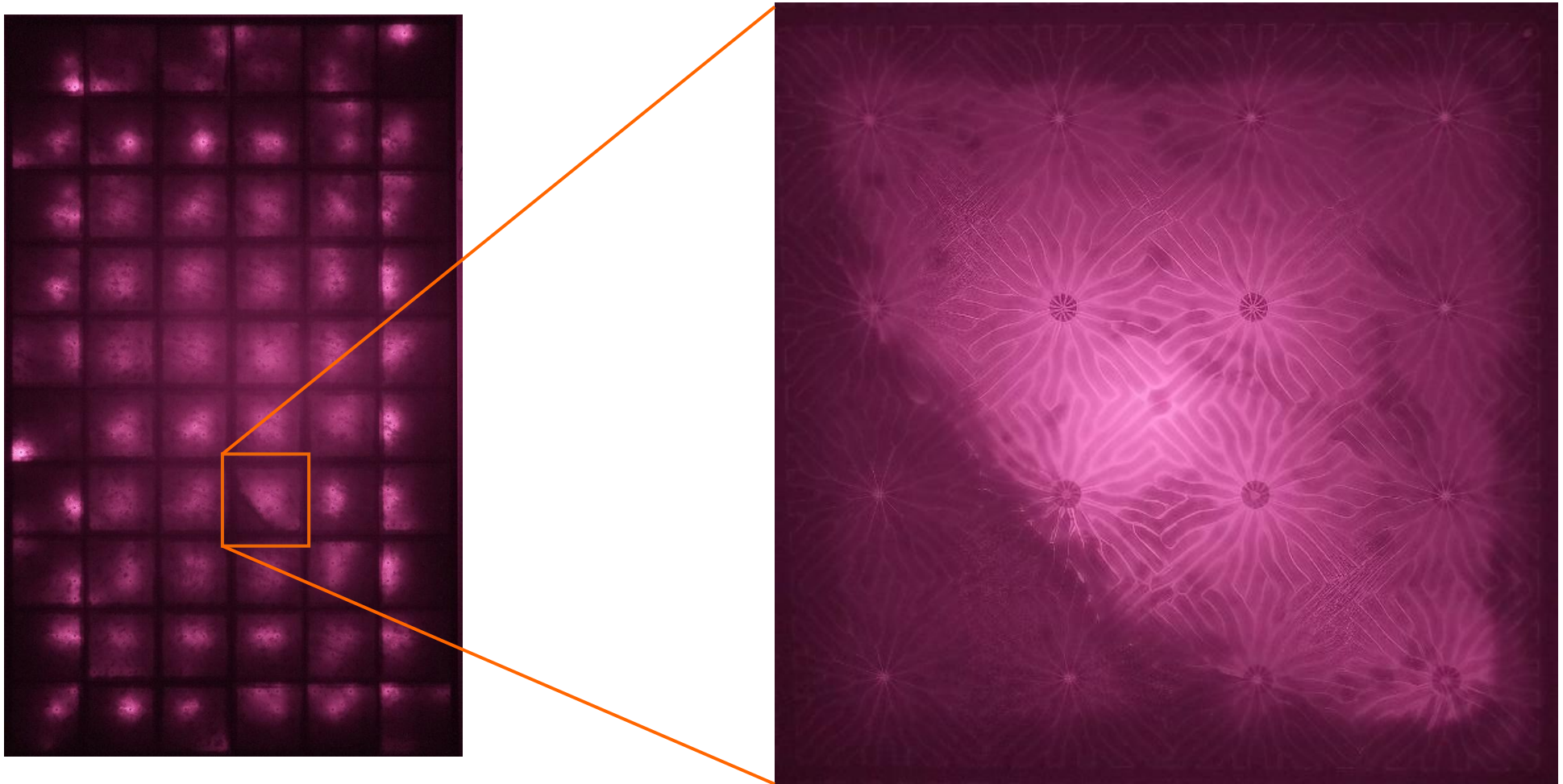


# Methodenvergleich

IR: Heißstellen  
EL: Zellschäden



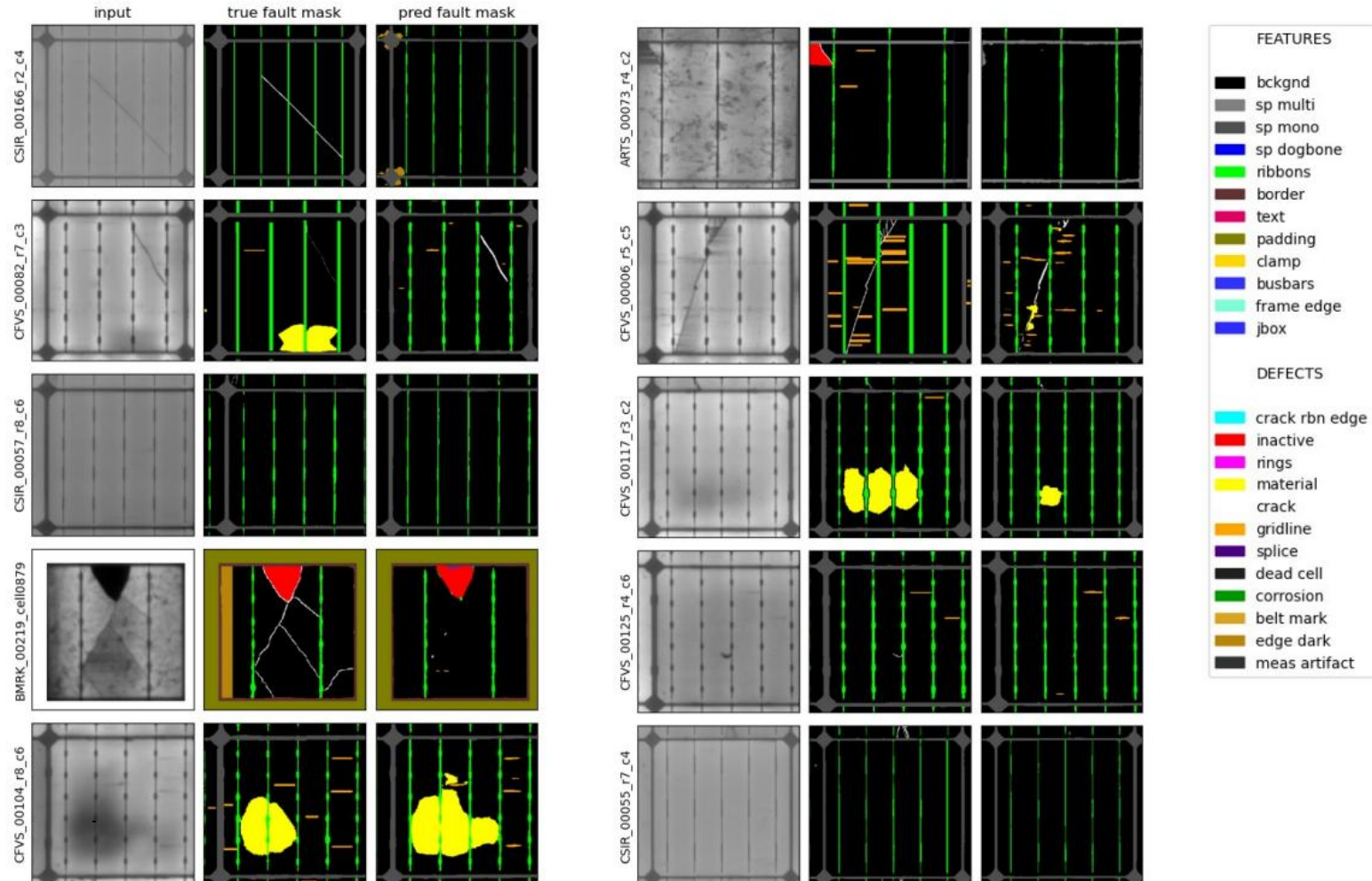
# Elektrolumineszenz



# Entwicklung eines Domain-Informed AI-Algorithmus

Analyse und Verifikation der Aufnahmen von gefundenen Schadensbildern anhand eines Fehlerkatalogs

- Erkennung von Fehlern
- Klassifizierung von Fehlern



# Ausblick



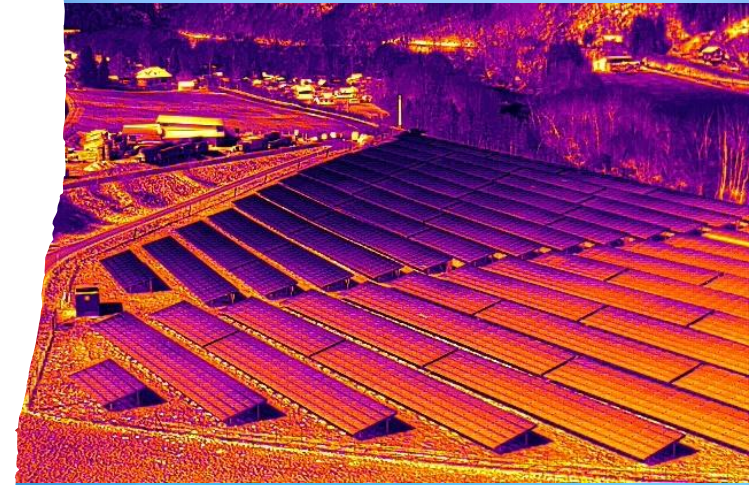
EL-Kamera für die Fehlerdiagnose von PV-Modulen, Einsatz mit Drohne und Labornutzung möglich



KI-Modell für automatisiertes Klassifizieren von Fehlern läuft



Klassifizierung betriebsgealterter und noch funktionierender PV-Module, Entscheidungshilfe über Entsorgung oder Wiederverwendung



Kontakt:

Dr. Christof Sumereder

M [christof.sumereder@fh-joanneum.at](mailto:christof.sumereder@fh-joanneum.at)

T 0316 5453 6359

<https://www.fh-joanneum.at/labor/energy-analytics-solution-lab-eas-lab/>



[https://www.instagram.com/eas\\_lab/#](https://www.instagram.com/eas_lab/#)

