



## ACHILLES - Advanced CHaracterisation of PhotovoLtaics for Hail RESistance

### ACHILLES: Hintergrund und Ziele

#### • Hintergrund

- Zunehmende Hagelereignisse und PV-Zubau = zunehmende Schäden an PV-Modulen durch Hagel
- Oftmals nicht klar, ob ein Modul so sehr geschädigt ist, dass es getauscht werden muss

#### • Offene Forschungsfragen

- Unter welchen Bedingungen **entstehen** welche Schäden bei welchen Modul- und Zelltypen?
- **Auswirkung** von Rissen auf unterschiedliche Zelltechnologien (z.B. Multi-Wire, rückseitenkontaktierte Zellen)?
- Wie altern Risse und wie ist das **Langzeitverhalten** in Bezug auf Sicherheit und Leistung?
- Muss die bisherige Modulkategorisierung angepasst werden?
- Welche Module können weiter betrieben werden und welche sollten wann getauscht werden?

#### • Ziel des Projektes

- Verlässliche, frei zugängliche Methodik zur Bewertung von Hagelschäden an PV-Anlagen
- Entwicklung einer Methodik zur beschleunigten Alterung zur Abschätzung der langfristigen Entwicklung von Zellschäden
- Verhinderung eines "präventiven" Ersatzes von PV-Anlagen

Projekt gemeinsam mit:

University of Applied Sciences and Arts  
of Southern Switzerland

**SUPSI**

**SWISSOLAR** 

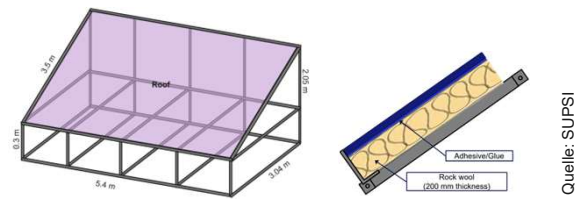
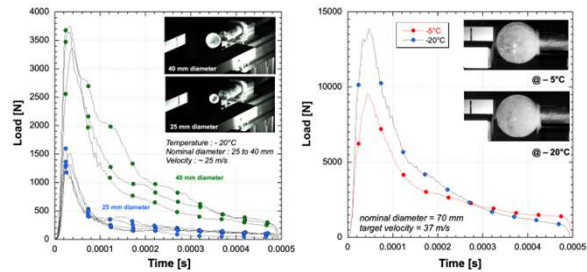
Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie  
Association suisse des professionnels de l'énergie solaire  
Associazione svizzera dei professionisti dell'energia solare  
Swiss Solar Energy Professionals Association

 **VKG  
AECA**

ACHILLES - Advanced CHaracterisation of PhotovoltaiCS for Hail RESistance

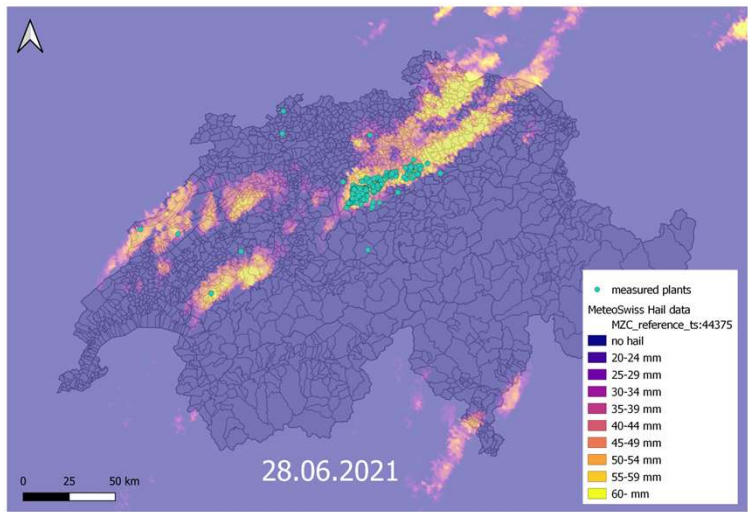
ACHILLES: Arbeitspakete

- Auswertung von Messdaten des mobilen PV-Labors der OST
- Schadensbewertung
  - Entwicklung eines Bewertungsverfahrens
    - Auswirkungen des Aufpralls von Eiskugeln mit unterschiedlichen Durchmessern, Geschwindigkeiten und maximaler Kraft quantitativ charakterisieren
  - Beschleunigter Alterungsprozess
    - In- und Outdoor Alterung von Modulen mit Hagelschäden
    - Herausforderung: Zellrisse ohne Glasbruch
    - Vergleich mit Feldanlagen
  - Leitfaden für Schätzer
- Jährliches Technologieupdate



Hintergrund

Hagelgrossereignisse im Juni und Juli 2021



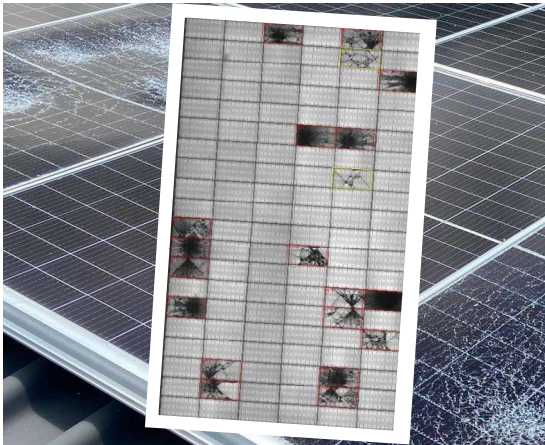
Etwa 15% aller PV-Anlagen sind in einem Gebiet, das im Juni oder Juli 2021 von Hagelkörnern grösser 50 mm getroffen wurde.

Hintergrund

Nicht alle Modulschäden sind sichtbar



Sichtbare Schäden durch Glasbruch

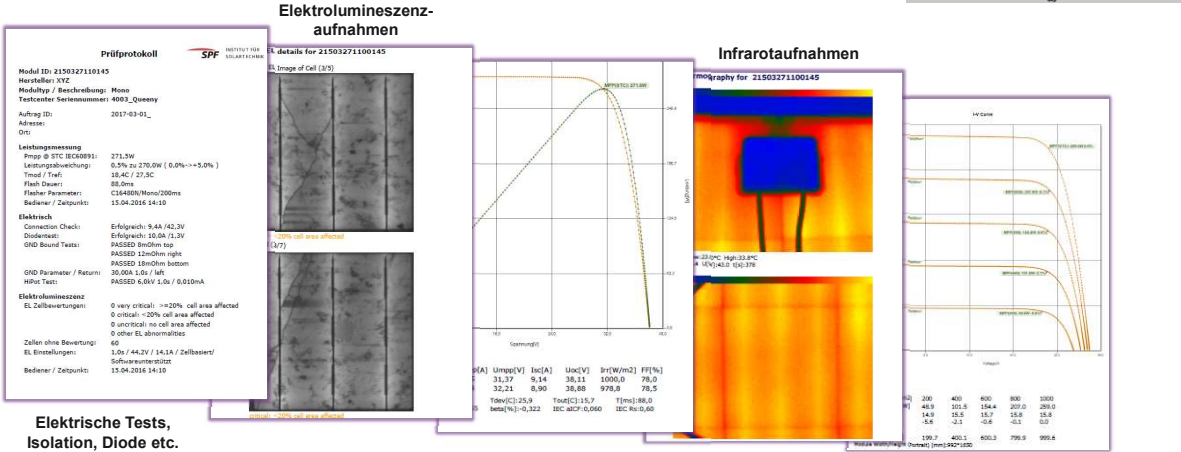


Unsichtbare Schäden durch Zellrisse

Quelle: Energie Netzwerk

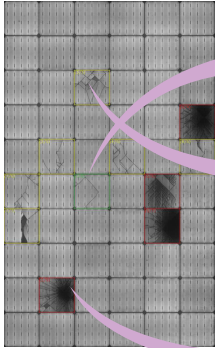
Mobiles PV-Labor

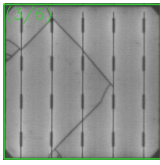
Messmethoden



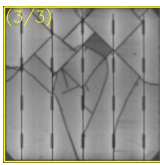
Elektrolumineszenzaufnahmen

Mikrorisse: Zell- und Modulbewertung

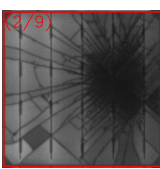




- unkritische Risse, die zu keiner oder nur minimaler Zellabtrennung führen können (max. 1%)



- kritische Risse, die künftig zu Zellabtrennungen bis zu 20% der Zellfläche führen können



- sehr kritische Risse, die künftig zu Zellabtrennungen grösser 20% der Zellfläche führen können

Modulbewertung

Klasse	Grün	Gelb	Rot	Gesamt
A	<10%	und 0%	und 0%	und <10%
B	<20%	und <10%	und 0%	und <20%
C	≥20%	od ≥10%	und <10%	und <30%
D			≥10% od ≥30%	

Auswertung Messdaten

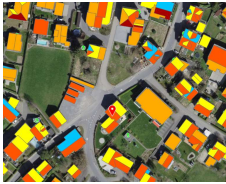
Datenanalyse und Datenquellen

Nennleistung der gemessenen Systeme	37.6 MW
Anzahl untersuchte PV-Anlagen	411
Anzahl verbaute Module	136'036
Anzahl Anlagen mit Glasbruch	210 (51%)
Anzahl Module mit Glasbruch	4'640 (3%)
Anzahl gemessene Module	6'041
Anzahl Module Klasse C und D	3'470 (57%)
Anzahl Module Klasse C	2'018 (33%)
Anzahl Module Klasse D	1'452 (24%)

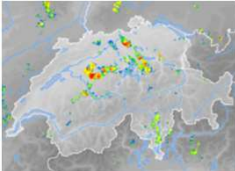
mobiles PV-Labor und Installateure



Sonnendach.ch



MeteoSchweiz



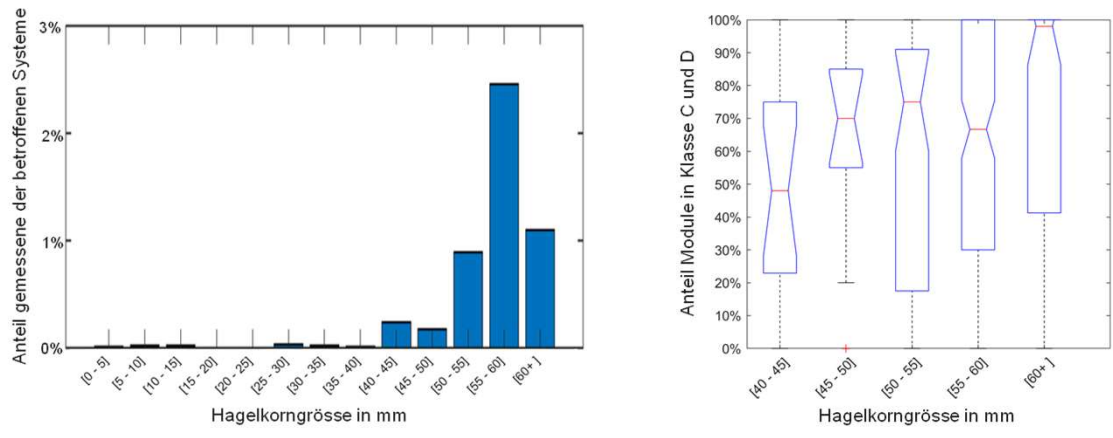
Pronovo





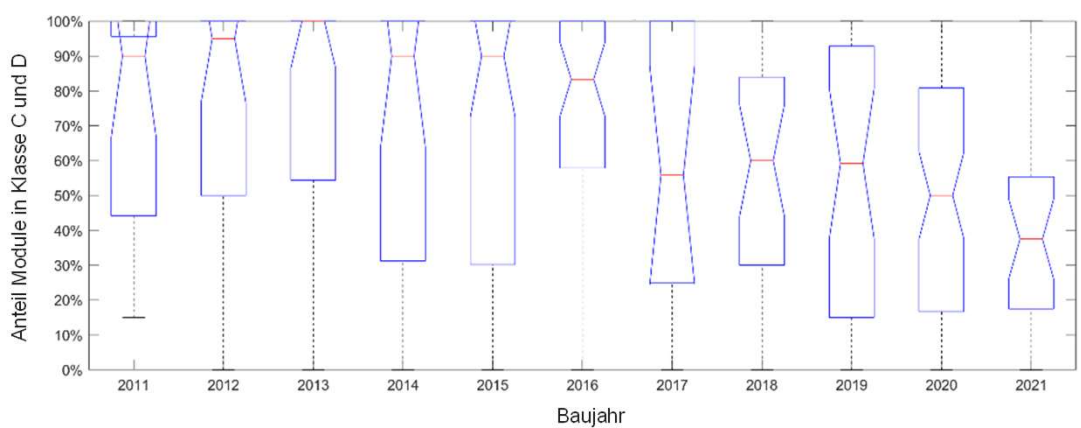
Auswertung Messdaten

Hagelkorngrosse und Zellrisse



Auswertung Messdaten

Zellrisse und Baujahr



## Zusammenfassung und Ausblick

- Hagelgrossereignisse im Juni/Juli 2021: erstmals grossflächig PV-Anlagen betroffen
- EL-Messungen mit mobilem PV-Labor machen auch unsichtbare Schäden sichtbar
  - Module werden nach Anzahl und Schwere der Zellrisse kategorisiert und bewertet
  - Etwa 6'000 vermessene Stichproben-Module aus rund 400 PV-Anlagen
  - Ca. 50-60% der Module mit kritischen Schäden (Modulkategorie C und D)
  - Schäden können typischerweise ab Hagelkorngrößen von 4 cm entstehen, ab 5 cm werden sie wahrscheinlich
  - Zellrisse werden mit zunehmender Hagelkorngrösse wahrscheinlicher, bei neueren Modulen entstehen seltener Zellrisse
  - Streuung sehr gross
- Ausblick
  - In- und Outdoor Alterung von Modulen mit Zellschäden aus Hagelschlag
  - Messung von Feldanlagen mit Zellschäden aus Hagelschlag

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



- Evelyn Bamberger  
[evelyn.bamberger@ost.ch](mailto:evelyn.bamberger@ost.ch)  
[www.spf.ch](http://www.spf.ch)  
[www.pv-lab.ch](http://www.pv-lab.ch)

Projekt gefördert durch

