

L. Neumaier¹, W. Mühleisen¹, C. Hirschl¹

¹ CTR Carinthian Tech Research AG, Europastraße 12, 9524 Villach, Austria,
E: lukas.neumaier@ctr.at, T: +43 4242 56300-260; F: +43 4242 56300-400

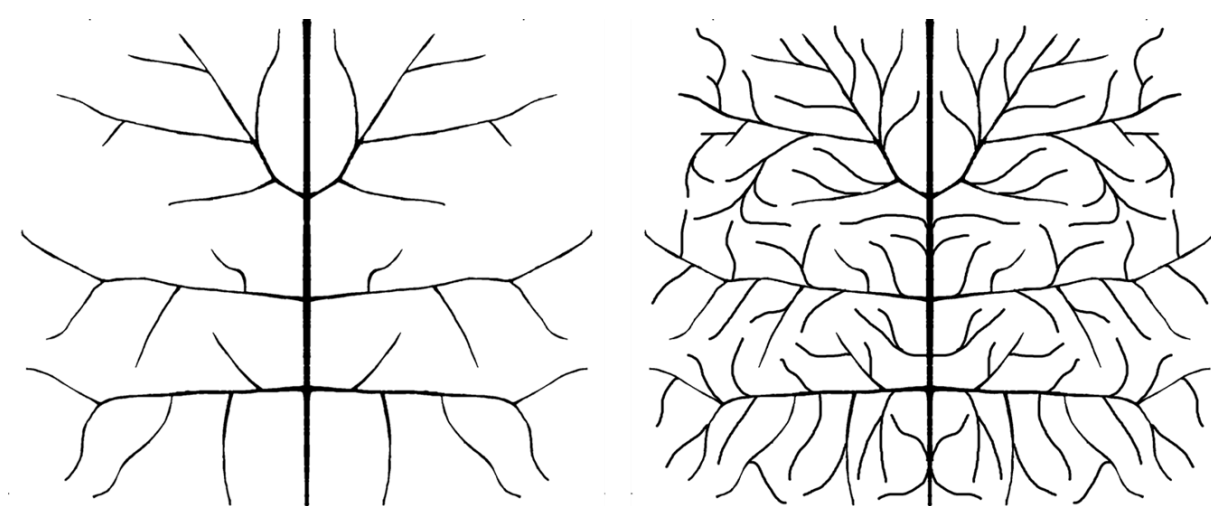
Kurzfassung

Eine der aktuellen Forschungsfragen in der Photovoltaik beschäftigt sich mit der Optimierung der Finger Metallisierung von Solarzellen, sowie der Steigerung deren Effizienz. Zur Zeit besteht die Metallisierung aus einem homogenen Muster bestehend aus geraden, gleichmäßig verteilten Kontaktfingern. Im Rahmen dieses Projektes wurde ein alternatives, von der Natur inspiriertes Metallisierungsdesign entwickelt, welches mit Hilfe eines evolutionären Algorithmus optimiert wurde. Die wichtigsten Forschungsziele bestanden darin, die durch die Vorderseitenmetallisierung der Solarzelle verursachte Verschattung zu reduzieren, sowie die Energieausbeute zu erhöhen. Für die Erzeugung einer alternativen Metallisierungsstruktur wurden mögliche, von der Natur inspirierte Muster, untersucht und im Sinne der Tauglichkeit für Solarzellen evaluiert. Das Adernsystem von Blättern, sowie Flussdeltas und deren Verzweigungen dienten hier als hauptsächliche Inspirationsquellen. Aus diesen Inspirationen wurde im Folgenden eine zufällig verzweigte Struktur entwickelt, welche sich aus einem sogenannten minimal aufspannenden Baum zusammensetzt. Um dieses von der Natur inspirierte Muster zu optimieren, wurde ein evolutionärer Algorithmus angewandt, welcher die räumliche Verteilung des Musters verbessert. Zur Validierung des Designs wurden elektrische Zell-Simulationen durchgeführt. Zusätzlich wurden Solarzellen Prototypen gefertigt, welche mit Hilfe von zwei alternativen Metallisierungsmethoden realisiert wurden (Tintenstrahldruck und Galvanisierung). Durch eine dünnere Linienbreite, realisiert mit Hilfe der alternativen Metallisierungsverfahren, sowie des entwickelten bionischen Designs sind eine Reduktionen des Metallgehaltes sowie eine daraus folgende Verringerung der Vorderseitenverschattung möglich.

Einleitung

Hauptziel

Design eines alternativen, von der Natur inspirierten Metallisierungsdesigns für Silizium Standard-Solarzellen unter der Verwendung eines evolutionären Algorithmus und weiters innovativer Metallisierungsverfahren.



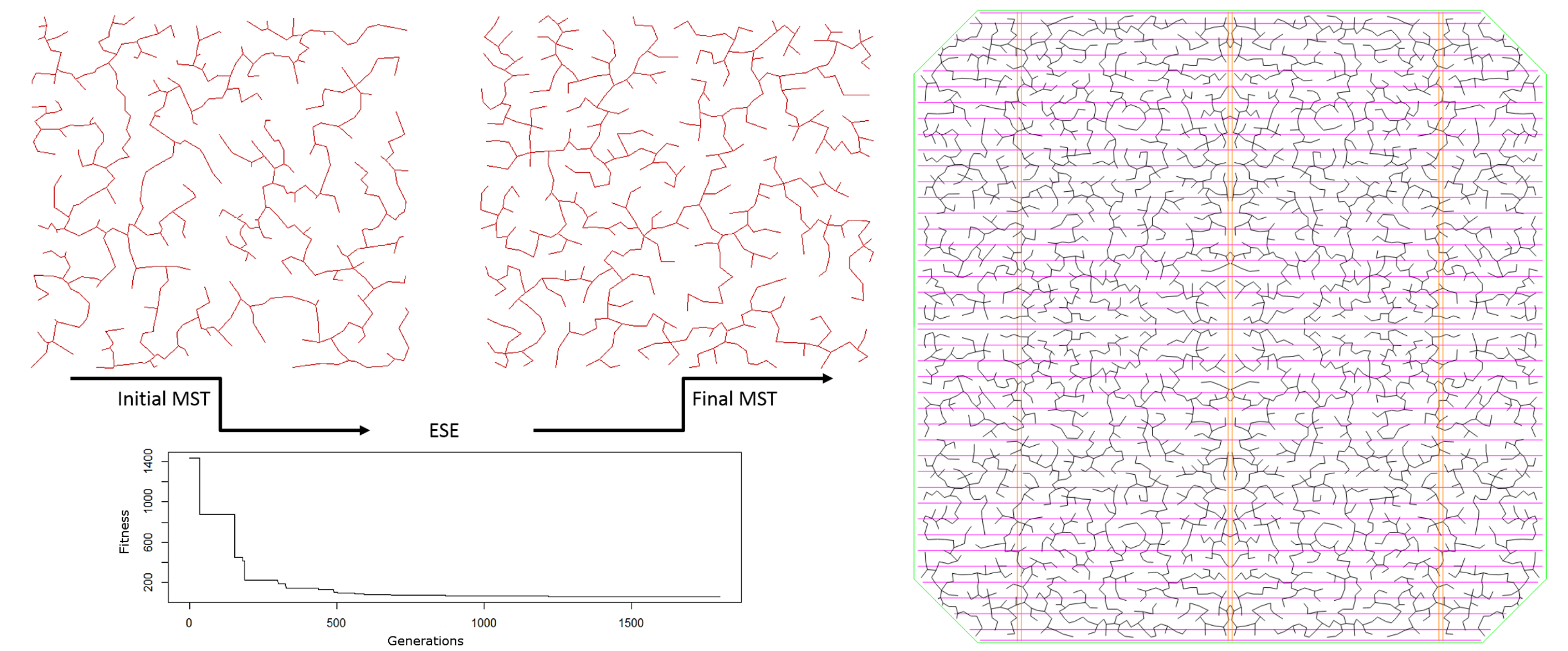
Forschungsziele

- Reduktion der Verschattung welche durch die Metallisierung verursacht wird
- Reduktion des Ohmschen Widerstandes um die Leitfähigkeit zu erhöhen
- Verifizierung eines geeigneten evolutionären Algorithmus für die Design Optimierung
- Entwicklung und Design einer bionischen Struktur für Silizium Solarzellen
- Simulation und Validierung des entwickelten Designs
- Recherche zu alternativen Metallisierungstechniken mit dem Ziel den Silbergehalt zu verringern
- Fertigung eines bionischen Solarzellen Prototyps
- Validierung des Prototyps mittels Labor- und Feldmessungen

Optimierung des Designs

Bionisches Metallisierungsmuster

- Konstruktion eines von der Natur inspirierten, verzweigten Musters
→ minimal aufspannender Baum
- Anwendung eines evolutionären Algorithmus für die Optimierung des Designs
- Entwicklung eines bionischen Solarzellen Designs

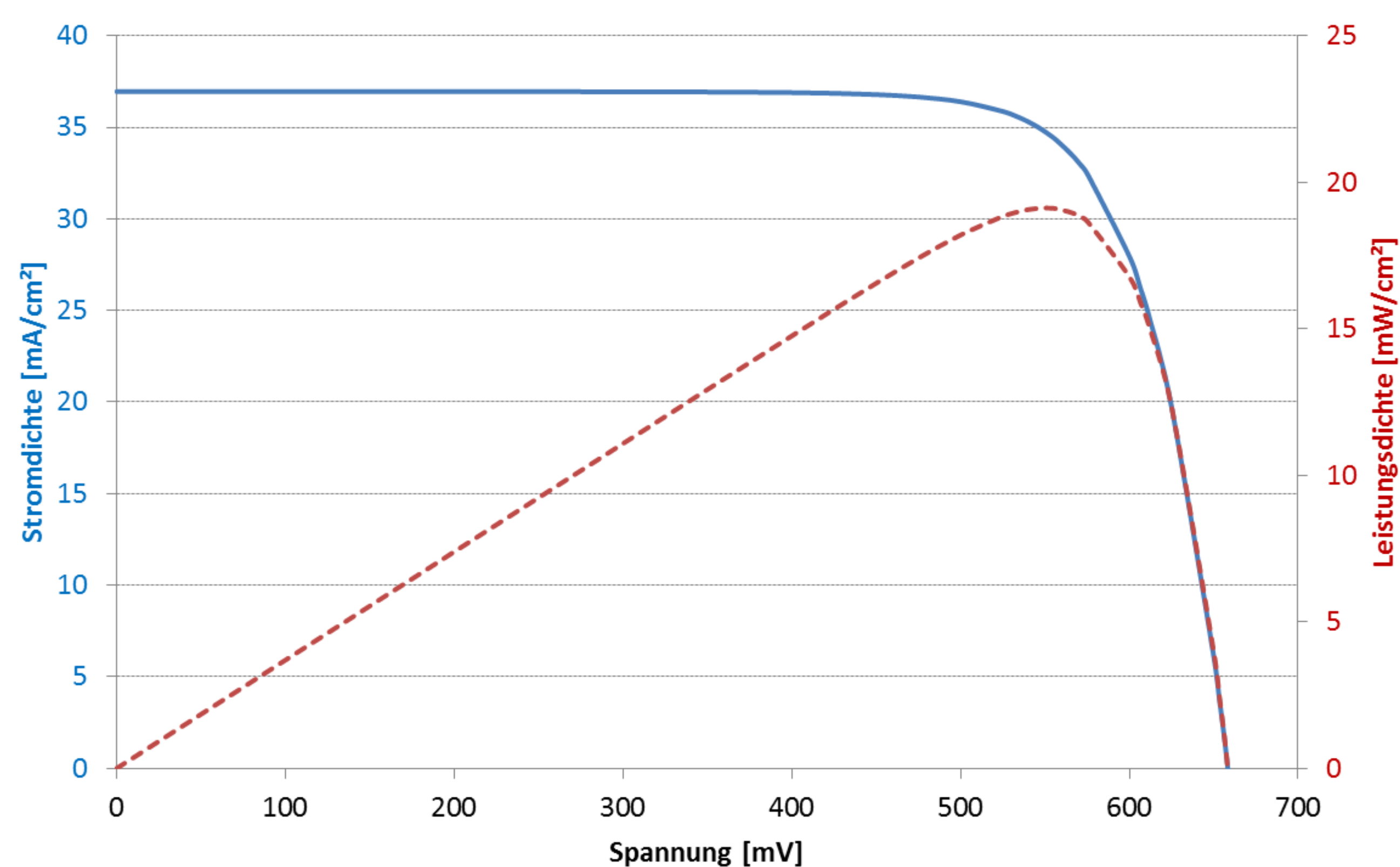


Ergebnisse Simulation

Validierung des Designs

- Elektrische Solarzellen-Simulationen unter der Verwendung von *Griddler 2*[®]
- Vergleich des bionischen Designs mit einem Standard- sowie einem verbesserten Standard-Design (R&D Status)

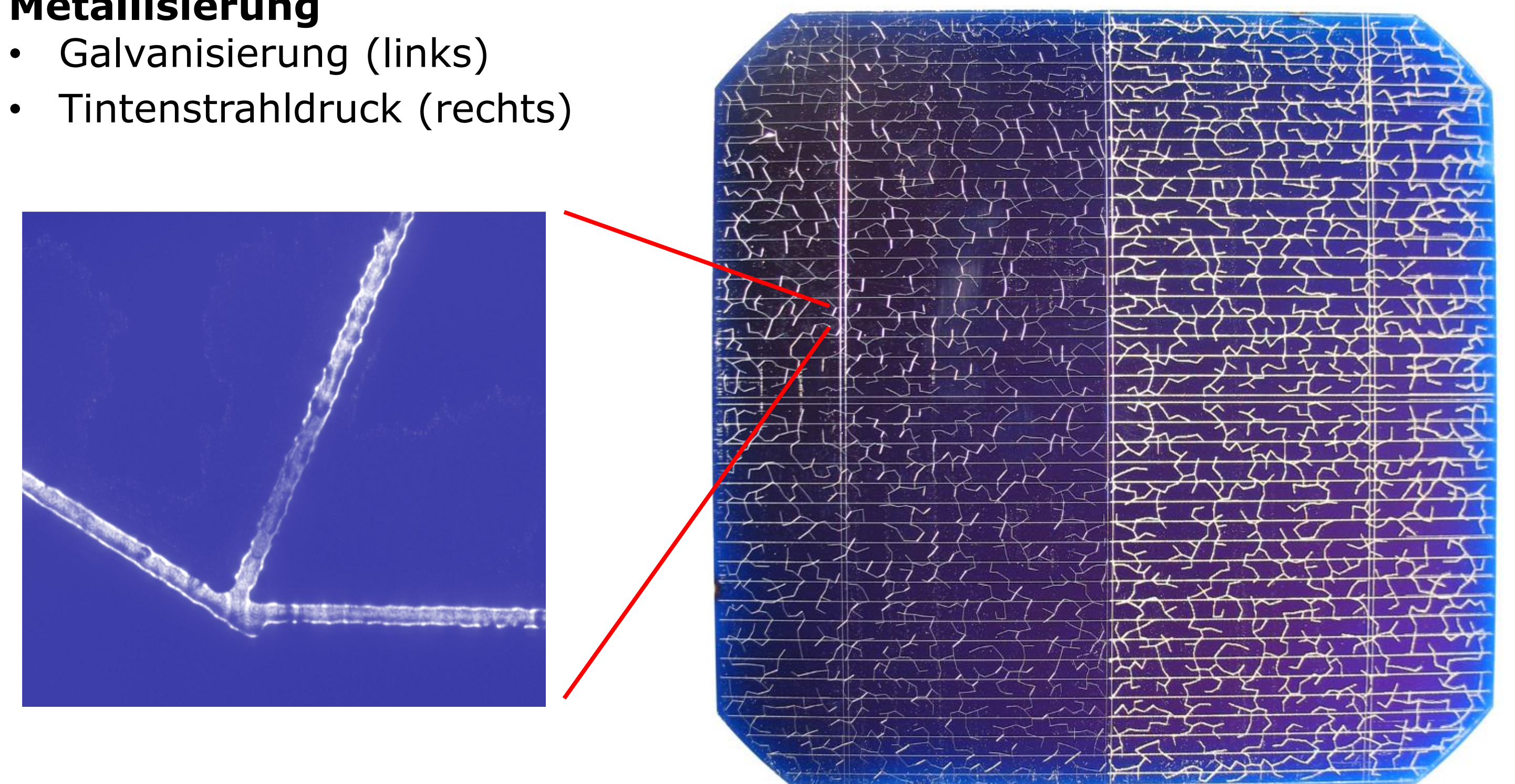
Parameter	Einheit	Bionik	Std.	Verb.Std.
Metallisierungsfläche (vorne)	cm ²	6,81	9,49	6,05
Optisch inaktive Fläche (vorne)	cm ²	7,99	10,63	7,25
Vorderseiten Verschattung	mW/cm ²	1,49	2,00	1,37
J _{sc}	mA/cm ²	36,95	36,07	37,19
U _{oc}	mV	658,36	656,60	659,06
FF	%	78,61	80,33	79,68
Effizienz	%	19,12	19,02	19,53
U _{mpp}	mV	550,00	560,74	559,50
I _{mpp}	A	4,14	4,04	4,16
J _{mpp}	mA/cm ²	34,77	33,93	34,91
Leistungsoutput	mW/cm ²	19,11	19,02	19,53



Prototyp

Metallisierung

- Galvanisierung (links)
- Tintenstrahldruck (rechts)



Fazit

Zusammenfassung

- Bionisches Design stellt ein effektives, verbessertes Solarzellendesign dar, verglichen zum Standard-Design
- Im Vergleich zum verbesserten Standard-Design ist das bionische ähnlich gut/bzw. leicht schwächer
- Fehlfunktion des Prototypen aufgrund eines großflächigen Kurzschlusses → Verursachung durch zu tiefe Kontaktöffnung des Emitters
- Weitere Kontaktöffnungsversuche sind bereits geplant um weitere Versuche durchzuführen und einen funktionierenden Prototypen zu fertigen
- Durch die Verwendung der alternativen Metallisierungstechniken ergeben sich innovative Möglichkeiten des Solarzellen-Designs → Nachfrage von Architekten und Bauherren nach Alternativen zu einheitlichen, linearen Mustern

Ausblick

- Erweiterung und Verbesserung des bionischen Designs mit einer variierenden Linienbreite → Lösung wie in der Natur bei beispielsweise dem Adernsystem in Blättern

Danksagung

Das Solar-Era.Net Projekt „InnoModu“ wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „ENERGY MISSION AUSTRIA“ durchgeführt.