



**Fraunhofer**  
ISE

Fraunhofer-Institut für Solare  
Energiesysteme ISE

Verbindungstechnologien

---

Hocheffiziente  
Matrix-Schindelmodule

# Bestens geeignet für die Integrierte Photovoltaik

Matrix-Schindelmodule bieten mit ihrer hohen Effizienz auf einem begrenzten Flächenangebot maximalen Ertrag. Werden Module in die Hülle von Fahrzeugen oder Gebäuden integriert, sind neben der Effizienz auch eine hohe Ausbeute der Leistung bei Teilverschattungen sowie ein optisch ansprechendes Erscheinungsbild und eine einfache Skalierbarkeit der Modulgröße gefragt. Speziell für solche Anwendungen hat das Fraunhofer ISE die Matrix-Schindeltechnologie entwickelt.

Die Matrix-Schindelverbindung von Silizium-Solarzellen bietet durch die komplett bedeckte Modulfläche ein homogenes Gesamtbild, das sich gestalterisch optimal in Fahrzeuge oder Gebäude integrieren lässt. Bei der Matrixtechnologie werden Zellenstreifen in versetzter Schindeltechnik, im Muster eines Mauerwerks miteinander verbunden.

## Unsere Leistungen für Modulhersteller und Architekten

- Versuchstage im Module-TEC: Zugang zu den Geräten und zu unserem erfahrenen technischen Personal
- Know-how zu handelsüblichen Klebstoffen, zu Verfahrenstechnik und Qualitätskontrolle
- Produktion von Prototyp-Modulen und Kleinserien in Matrix-Schindeltechnik
- Entwicklung und Optimierung von Moduldesign und -verbindung
- Modulprüfungen bezüglich Zuverlässigkeit
- Konzepte zur Integration der Schindeltechnologie in bestehende PV-Modulfertigungen

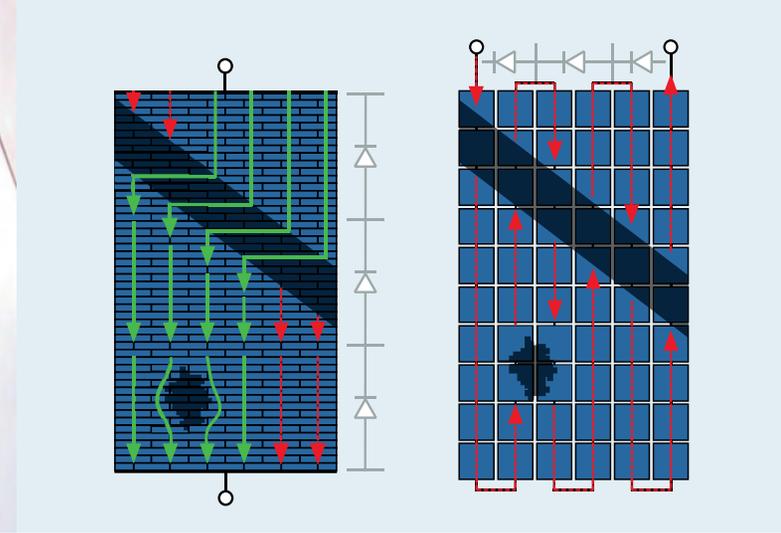


Als Fassadenelemente montierte Matrix-Schindelmodule.  
© M10 Industries

## Vorteile der Matrix-Schindeltechnologie

Bei der Matrixverbindung kann durch das seitliche Versetzen der Schindel-Solarzellen die Fläche optimal genutzt werden, zusätzlich ergibt sich ein sehr homogenes Erscheinungsbild. Die Zellen sind elektrisch in Reihe und gleichzeitig parallel verschaltet. Dieses Netzwerk von Verbindungen sorgt bei einem Schattenwurf dafür, dass der Strom die verschatteten Bereiche umfließt. Bei konventioneller Zellverbindung ist dagegen der gesamte String betroffen.

- 2 - 6 % (relativ) höherer Modulwirkungsgrad als klassische Halbzellenmodule (maximale Flächennutzung, geringe Widerstandsverluste)
- Homogenes Erscheinungsbild
- 100 % bleifreie Zellverschaltung
- Ausgezeichnete Modulzuverlässigkeit
- Flexibel an Gebäude- und Fassadengeometrie anpassbar
- Bis zu 110 % mehr Leistung bei Teilverschattung als klassische Halbzellenmodule
- Herstellungskosten vergleichbar mit gewöhnlicher Lötverbindung



Links: Im Matrix-Schindelmodul kann der Strom verschattete Bereiche umfließen, rechts: im gewöhnlichen Modul wird der Stromfluss durch verschattete Bereiche unterbrochen.

## Individuelle Farbgebung

Die Module lassen sich mit der am Fraunhofer ISE entwickelten MorphoColor®-Beschichtung in verschiedenen Farben mit hoher Farbsättigung herstellen. Dabei liegt die Transmission der Sonneneinstrahlung und damit der Wirkungsgrad der farbigen Module bei über 90 % des Wertes von Vergleichsmodulen. Die darunterliegenden Solarzellen sind nahezu unsichtbar. Dadurch eröffnet sich ein breites Spektrum an Gestaltungsmöglichkeiten für Architekten und Fahrzeugbauer.

## Produktion im neuartigen industriellen Matrix-Schindelstringer

Wir verfügen über einen vollautomatischen Matrix-Schindelstringer der Firma M10 Industries AG, der im gemeinsamen, öffentlich geförderten Projekt »Shirkan« entwickelt wurde. Das Maschinenkonzept von M10 ermöglicht die Verbindung von 12.000 Schindelsolarzellen pro Stunde. Wir produzieren Prototypen, wie auch Kleinserien nach ihren Designideen und unterstützen Sie gerne bei der Entwicklung von neuen Modulkonzepten.

## Aktuelle Projekte

### »Shirkan 2« – Matrix-Schindeltechnologie für die Zukunft der Photovoltaik

Ziel des Projekts ist die Erhöhung der Produktivität in der Solarmodulherstellung für Hocheffizienz-Schindel-Solarmodule mit einer neuartigen, besonders effizienten Matrix-Verbindungstopologie. Weitere Ziele:

- Weiterentwicklung eines vollautomatischen Stringers zur Matrixverschaltung von Schindelsolarzellen
- Wissenschaftliche Analyse zu Teilverschattungsverhalten
- Bau von Matrix-Schindelmodulen im Vollformat
- Technologieentwicklung für die Schindelverschaltung, elektrische und mechanische Charakterisierung von Schindelfügestellen
- Analyse der Modulzuverlässigkeit

### »Sphinx« – Solar Photovoltaics Integrated Into the Built Environment

Das Projekt strebt die innovative Integration von Photovoltaik in Dachziegel, Carports, Lärmschutzwände und Gebäudehüllen durch den industriellen Einsatz der Matrix-Schindeltechnologie an. Weitere Ziele:

- Entwicklung einer Pilot-Linie für die Demonstration der Matrix-Schindeltechnologie
- Entwicklung von innovativen PV-Modulprodukten für die Integrierte Photovoltaik

### Weitere Informationen zu laufenden Projekten



Projektwebseite »Shirkan 2«



Projektwebseite »Sphinx«

## Kontakt

Dr. Achim Kraft  
Photovoltaik – Verbindungstechnologien  
pvmod@ise.fraunhofer.de  
Tel. +49 761 4588-5544  
[ise.link/matrix-schindel](https://ise.link/matrix-schindel)

Fraunhofer-Institut für  
Solare Energiesysteme ISE  
Heidenhofstr. 2  
79110 Freiburg  
[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)

© Fraunhofer ISE, Freiburg  
05-21610-24