

Kontakt Dr. Puzant Baliozian  
Telefon +49 69 66 03-1979  
E-Mail Puzant.baliozian@vdma.org  
Datum 09.05.2023

Photovoltaik  
Produktionsmittel

## International Technology Roadmap for Photovoltaic (ITRPV): Veröffentlichung der 14. Edition

- **Rekord: 295 GW PV-Modul Lieferung im Jahr 2022**
- **Weiterer Rückgang der durchschnittlichen Modulpreise**
- **PERC-Technologie bleibt dominierend, Markteintritt für Tandem-Siliziumzellen nach 2026**

**Frankfurt, 9. Mai 2023** – Die 14. Edition der International Technology Roadmap for Photovoltaic (ITRPV) steht zum Download ([itrpv.vdma.org](http://itrpv.vdma.org)) bereit. Mit der Unterstützung von Daten von 61 internationalen Fachinstitutionen entlang der PV-Wertschöpfungskette fasst die neue Edition über 100 Parameter zusammen und veranschaulicht sie in zahlreichen Diagrammen. Die Kernbotschaften der Roadmap wurden am 15. März 2023 auf der PV CellTech Conference in Berlin von ITRPV Chair Dr. Markus Fischer vorgestellt.

### Der Photovoltaik Markt und die Preissenkung im Jahr 2022

Im Jahr 2022 verzeichnete der Solar-Photovoltaik-Markt ein Wachstum auf eine Rekordlieferungskapazität von 295 GW, was die kumulierte weltweit installierte PV-Kapazität auf mehr als 1,198 TWh brachte. Bis Ende 2022 ist der gewichtete durchschnittliche Spotmarktpreis für kristalline Siliziummodule im Vergleich zu den Werten von Ende 2021 um 7 Prozent gesunken. Die Preiserfahrungskurve (das heißt, der durchschnittliche Verkaufspreis von PV-Modulen als Funktion der kumulierten Lieferungen) zeigt eine Lernrate von 24,4 Prozent, berechnet zwischen 1976 und 2022. Technologische Entwicklungen in Kombination mit der Preissenkung dienen dem weiteren Ausbau der PV-Technologie am Markt.

### **Größere Wafer und Fabriken mit hoher Produktionskapazität**

Waferformate größer oder gleich 182,0<sup>2</sup> mm<sup>2</sup> (M10) dominieren bereits den Markt. Wafergrößen kleiner als 166 mm<sup>2</sup> (M6) werden voraussichtlich in diesem Jahr (2023) vollständig verschwinden. M6-Wafergrößen verlieren allmählich Marktanteile. Auf der anderen Seite wird erwartet, dass Waferformate größer als 210,0<sup>2</sup> mm<sup>2</sup> (G12) ab etwa 2025 hergestellt werden, mit einem prognostizierten Marktanteil von 6 Prozent im Jahr 2033. Auch größere Waferformate führen zu größeren Modulen sowohl für Aufdach „Rooftop“- als auch für Kraftwerk „Power Plant“-Marktsegmente. Bei Aufdachanlagen sind Module mit einer Fläche von 1,8 m<sup>2</sup> bis 2 m<sup>2</sup> die gängigsten Größen, während bei Kraftwerken Module mit einer Fläche von 2,5 m<sup>2</sup> bis 3 m<sup>2</sup> den Marktanteil anführen.

Die meisten neu errichteten Zellfabriken nach 2026 werden voraussichtlich eine Produktionskapazität von mehr als 5 GW haben, um von Skaleneffekten zu profitieren. Dennoch werden voraussichtlich auch im Jahr 2033 noch einige Zellfabriken (ca. 4 Prozent) mit geringerer Fertigungskapazität von unter 2 GW errichtet, möglicherweise für bestimmte Anwendungen und/oder geografische Regionen. Ein ähnlicher Trend ist für Modulfabriken zu beobachten.

### **Technologische Trends im Jahr 2022**

Auf dem siliziumbasierten Photovoltaikmarkt hatten monokristalline Siliziumwafer (Mono-Si) im Jahr 2022 einen Marktanteil von rund 97 Prozent, mit der Prognose, dass in naher Zukunft keine massenproduzierten multikristallinen Siliziumwafer (mc-Si) mehr verfügbar sein werden. Derzeit liegt der Marktanteil von n-Typ Mono-Si Wafer Materialien bei 15 Prozent, wird jedoch auf etwa 65 Prozent im Jahr 2033 steigen. Galliumdotierte p-Typ Materialien werden bis 2025 dominieren.

Bei den Zelltechnologien bleibt PERC hinsichtlich des Marktanteils mit erwarteten 70 Prozent im Jahr 2023 dominierend. Trotzdem wird die PERC-Zelle schrittweise Marktanteile verlieren, da der Einsatz von Tunneloxidpassivierten Kontakten (TOPCon) und Silizium-Heterojunction (SHJ) zunimmt. Es wird prognostiziert, dass TOPCon im Jahr 2033 rund 60 Prozent, SHJ 19 Prozent und Rückkontaktzellen (z. B. IBC) etwa 5 Prozent erreichen werden. Basierend auf unseren Umfrageergebnissen wird erwartet, dass massenproduzierte Tandem-Silizium-Zellen erst nach 2026 auf den Markt kommen. Die Reduzierung des Materialverbrauchs in den verschiedenen Technologierouten ist ein großes Thema. Dazu gehören Fortschritte bei der Reduzierung des durchschnittlichen Polysiliziumverbrauchs durch Trends zur Reduzierung der Waferdicke, Reduzierung des Silberverbrauchs durch Feinliniendruck. Auf Modulebene wird erwartet, dass Kupferdrähte weiterhin den Marktanteil für die Verbindung von Zelle zu Zelle und die Verbindung von

Strings dominieren werden. Weitere Einzelheiten zu den neuesten Ergebnissen finden Sie im veröffentlichten vollständigen Bericht.

### **ITRPV**

Die VDMA Fachabteilung Photovoltaik Produktionsmittel aktualisiert jährlich die ITRPV mit Beiträgen führender internationaler Hersteller von kristallinem Silizium, Waferlieferanten, Zell- und Modulherstellern, PV-Maschinenbauern, Materialherstellern sowie Forschungsinstituten und Beratern. Ziel der ITRPV ist es, über erwartete Technologietrends in der auf kristallinem Silizium (c-Si) basierenden Photovoltaikindustrie zu informieren und die Diskussion über erforderliche Verbesserungen und Standards anzuregen. Für zusätzliche Informationen besuchen Sie die Website ([itrpv.vdma.org](http://itrpv.vdma.org)).

Haben Sie noch Fragen? Dr. Puzant Baliozian, VDMA-Referent Photovoltaik Produktionsmittel, Telefon 069 6603 1979, [puzant.baliozian@vdma.org](mailto:puzant.baliozian@vdma.org), beantwortet sie gerne.

Der VDMA vertritt 3600 deutsche und europäische Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus. Die Industrie steht für Innovation, Exportorientierung und Mittelstand. Die Unternehmen beschäftigen insgesamt rund 3 Millionen Menschen in der EU-27, davon mehr als 1,2 Millionen allein in Deutschland. Damit ist der Maschinen- und Anlagenbau unter den Investitionsgüterindustrien der größte Arbeitgeber, sowohl in der EU-27 als auch in Deutschland. Er steht in der Europäischen Union für ein Umsatzvolumen von geschätzt rund 860 Milliarden Euro. Rund 80 Prozent der in der EU verkauften Maschinen stammen aus einer Fertigungsstätte im Binnenmarkt.