

Future PV: The Future is now – welche Zell- und Modultechnologien werden sich durchsetzen?

Welche Zell- und Modultechnologien erlauben nachhaltige Preissenkungen?

Mit Beiträgen von:

Stefan Ringbeck (Trina, Product Marketing Manager)

Michael Fuhs (Chefredakteur pv magazine)

Götz Fischbeck (Smart Solar Consulting)

Diskussionspartner:

Giso Hahn (Professor an der Universität Konstanz)

Videointerview:

Pierre Verlinden (Trina Chief Scientist)

Moderation:

Sandra Enhardt, Michael Fuhs (pv magazine)

**pv magazine Webinar powered by:
Trina Solar**

(gewinnen sie ein iPad Air)

Dienstag, 15.11.2016, 16:00

Downloads, Anmeldung und mehr
Webinare unter:

www.pv-magazine.de/webinare

Warum interessiert Future PV?

Woran arbeiten die Wissenschaftler?

Unterschiede über das Datenblatt hinaus

- Ertrag pro Wattpeak
- Risiko und Haltbarkeit

Preiserwartung:

- Mit welchen Modulpreisen kann man in Zukunft rechnen und wie hängen sie von Produktionskosten ab?

Perc, Pert, HIT, IBC oder was ganz anderes

Über welche Themen die Experten reden

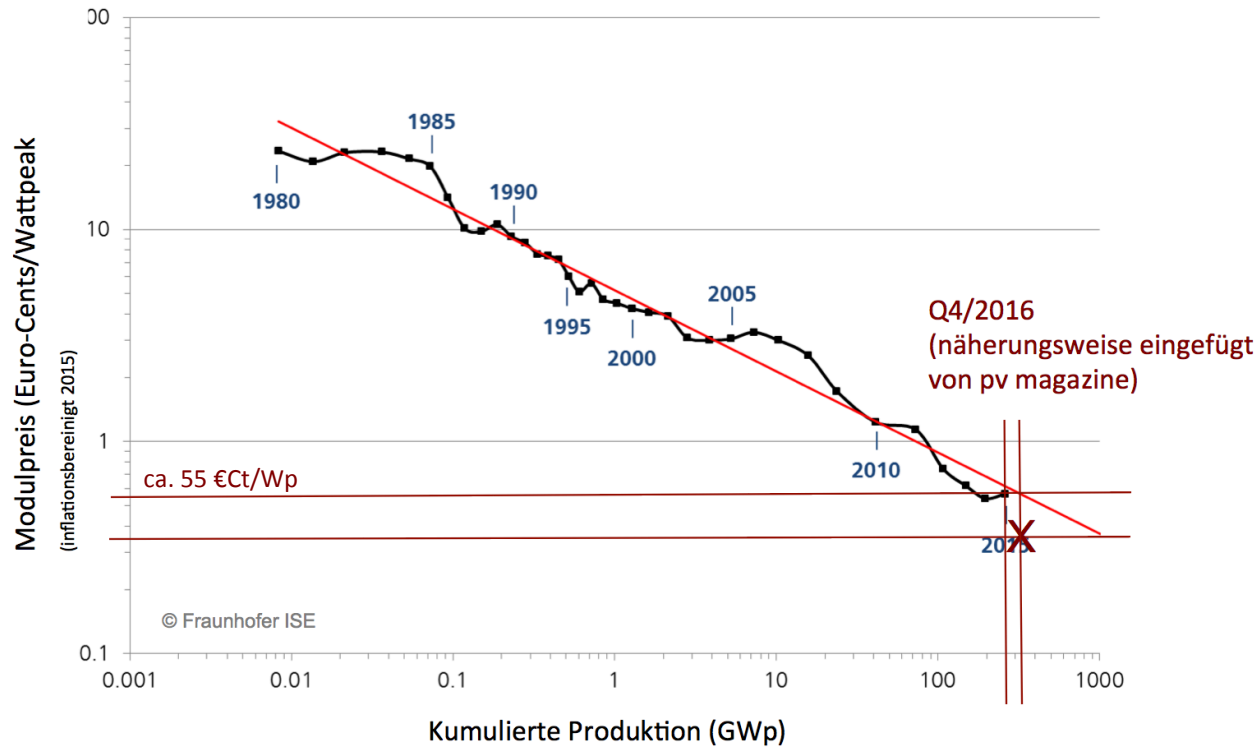
Michael Fuhs

Präsentation und Diskussion mit Giso Hahn, Professor an der Universität Konstanz

Vielen Dank an die Gesprächspartner der aktuellen Recherchen:

Giso Hahn, Universität Konstanz	Michael Graetzel, Ecole Polytechnique
Axel Herguth, Universität Konstanz	Federale de Lausanne
Martin Hermle, Fraunhofer ISE	Sebastian Nold, Fraunhofer ISE
Ulrich Eitner, Fraunhofer ISE	Henning Wicht, IHS
Pier Verlinden, Trina Solar	Xiaoting Wang, Bloomberg
André Richter, Meyer Burger	

Schon alles am Anschlag?



Daten: von 2006 bis 2010 Schätzung nach verschiedenen Quellen: Navigant Consulting, EUPD, pvXchange;
from 2011 to 2015: IHS.
Grafik: PSE AG 2016

Preis-Erfahrungskurve:

Lernrate ca. 20 Prozent/
Verdoppelung des Volumens

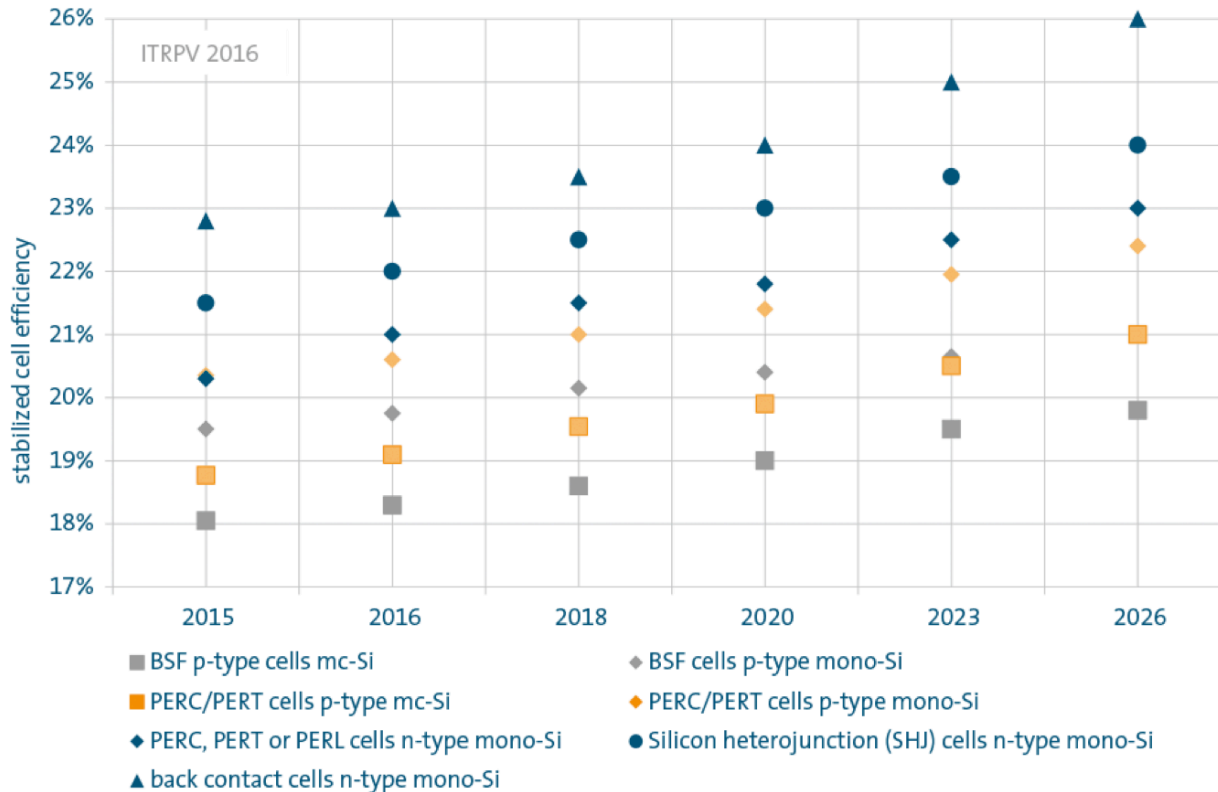
Damit die Firmen faire Margen bekommen, müssen (mittlere) Produktionskosten ca. 20 Prozent unter diesen Preisen liegen -> 46 Euro-Ct./Wp

Produktionskosten (IHS, Chinesische Hersteller, Q3): 44 \$ Ct = 40 Euro-Ct

Erfahrung bei anderen Technologien: Die Lernrate bleibt gleich

Aber: Einige Experten sagen, wir würden jetzt dauerhaft darunter liegen.

Schon alles am Anschlag?



Ein Blick auf den Zellwirkungsgrad zeigt:

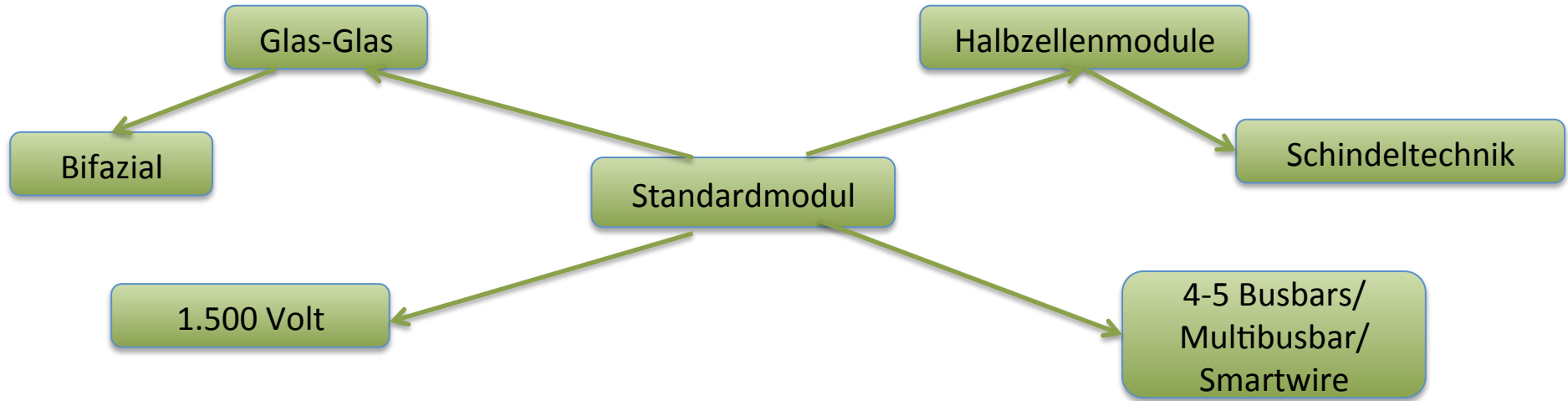
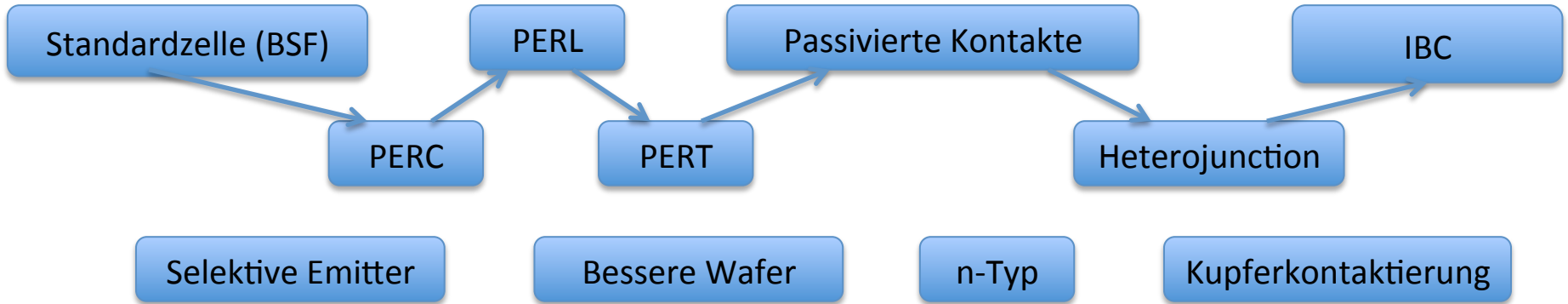
Die Entwicklung zu höheren Effizienzen geht bei allen Technologien weiter

International Technology Roadmap for Photovoltaic (ITRPV) Oct. 2016, Seite 30

Technologien in Zelle und Modul

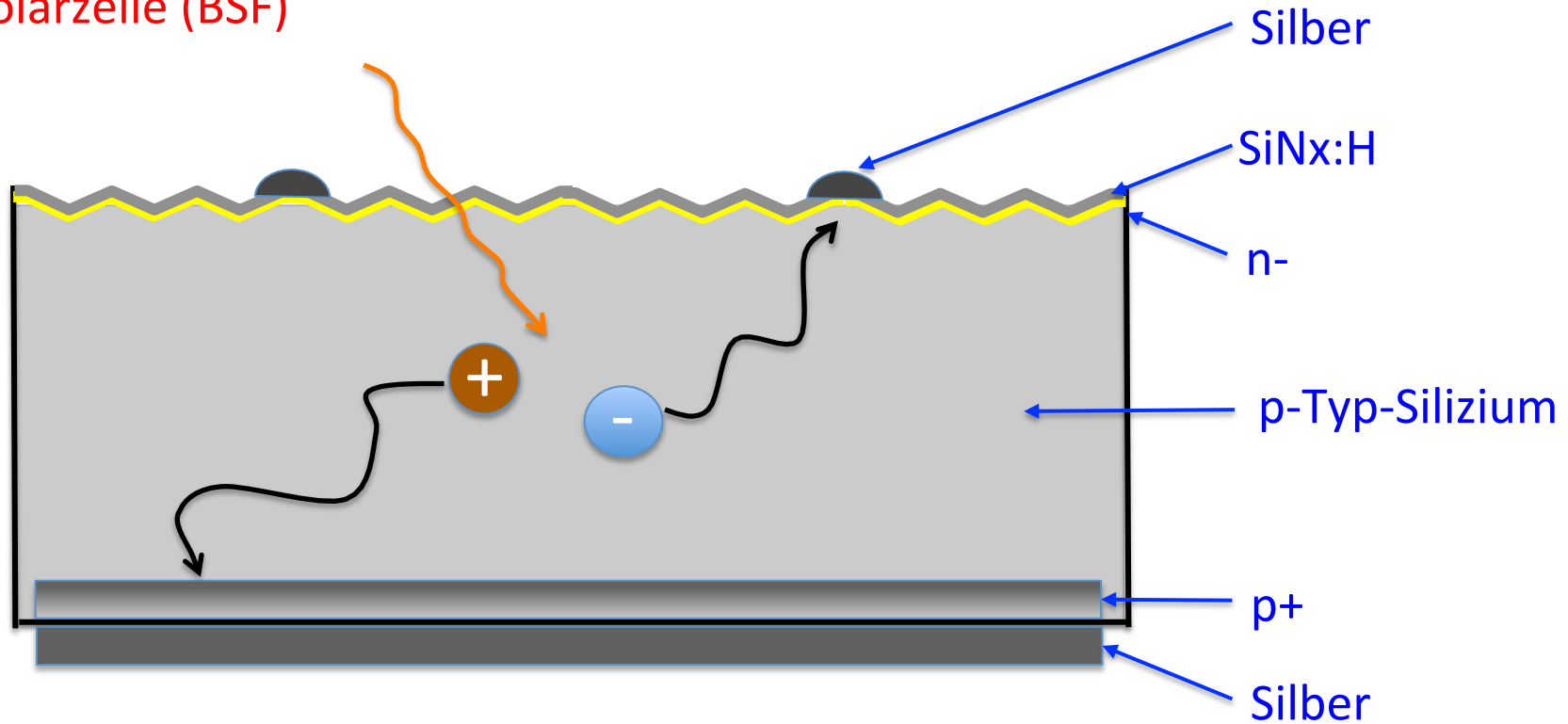
Perovskite Si-Perovskit-Tandem

Silicium - III-V-Tandemzellen



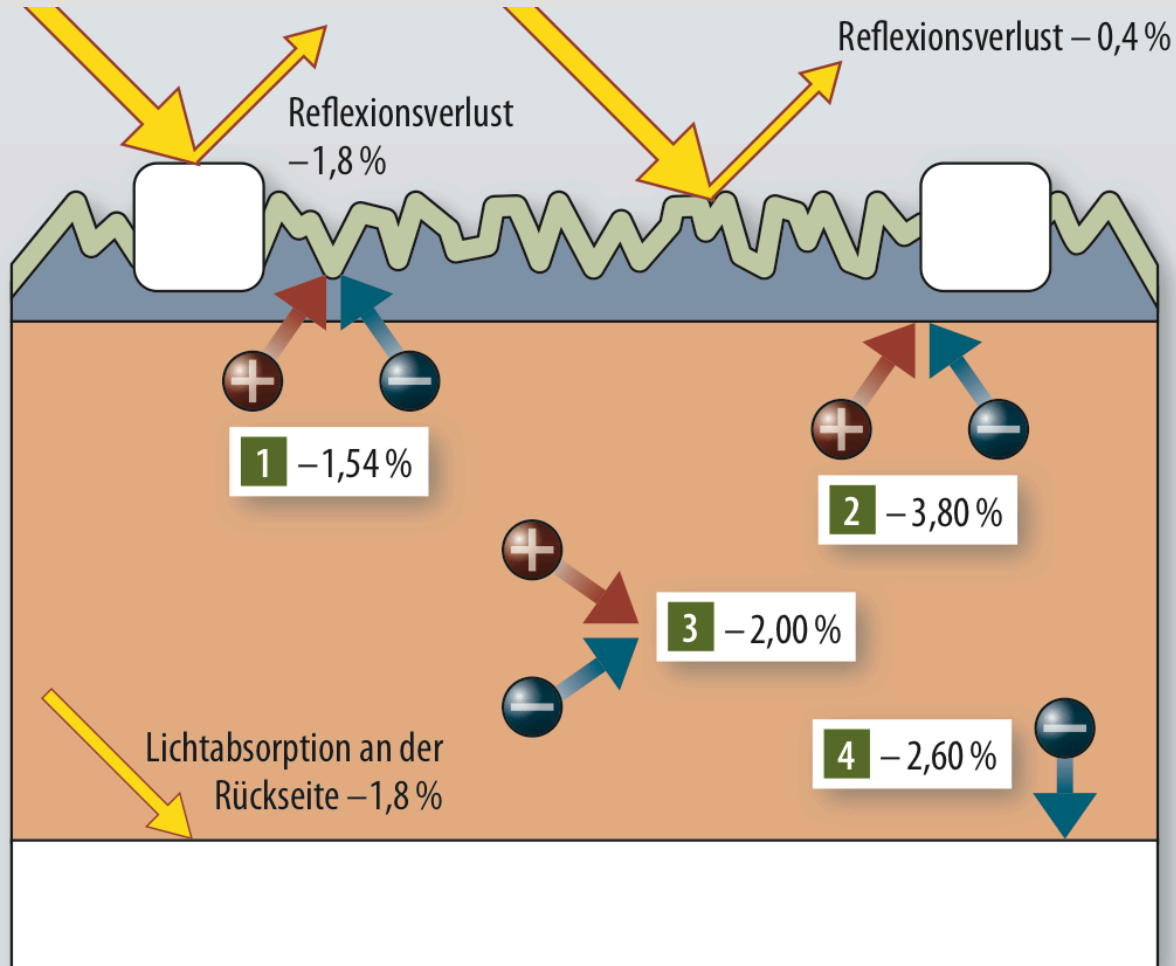
Von der Standardzelle zu Perc, Pert, pass. Kontakte, Hit und IBC

Standardsolarzelle (BSF)



Nachgezeichnet aus: G. Hahn, S. Joos:
State-of-the-art industrial crystalline silicon solar cells, in Semiconductors and
Semimetals, Advances in Photovoltaics: Vol. 3. (Editors: E. Weber, G. Willeke) Elsevier,
2014, 1-72, ISBN: 978-0-12-388417-6

Zelle: wo geht die Energie hin?



Nach Richard Swanson (Sunpower), angepasst

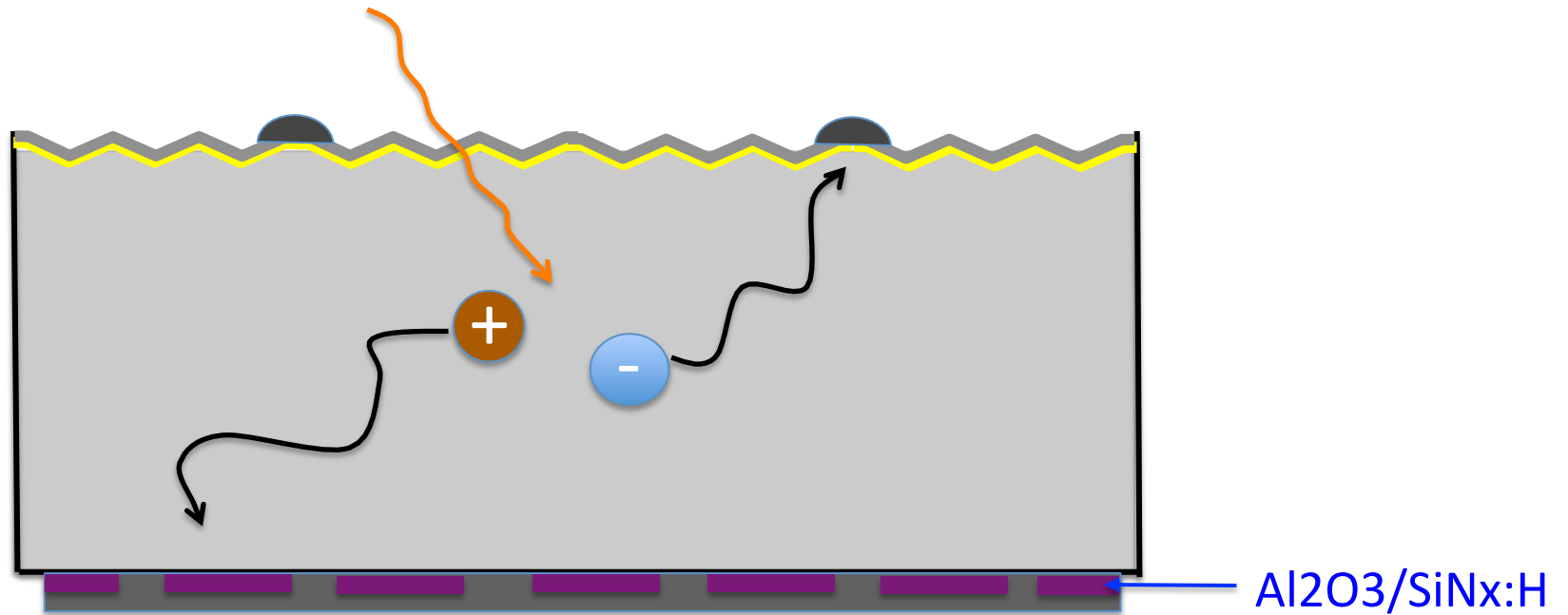
Verluste in der Standardzelle

Prinzipiell maximaler Wirkungsgrad einer Silizium-Einfachzelle: $29,4\%$

Diese Aufstellung ist schon einige Jahre alt und die Werte dürften sich bei modernen Zellen und Analysen etwas unterscheiden. Die Effekte sind heute jedoch die gleichen wie damals.

Von der Standardzelle zu Perc, Pert, pass. Kontakte, Hit und IBC

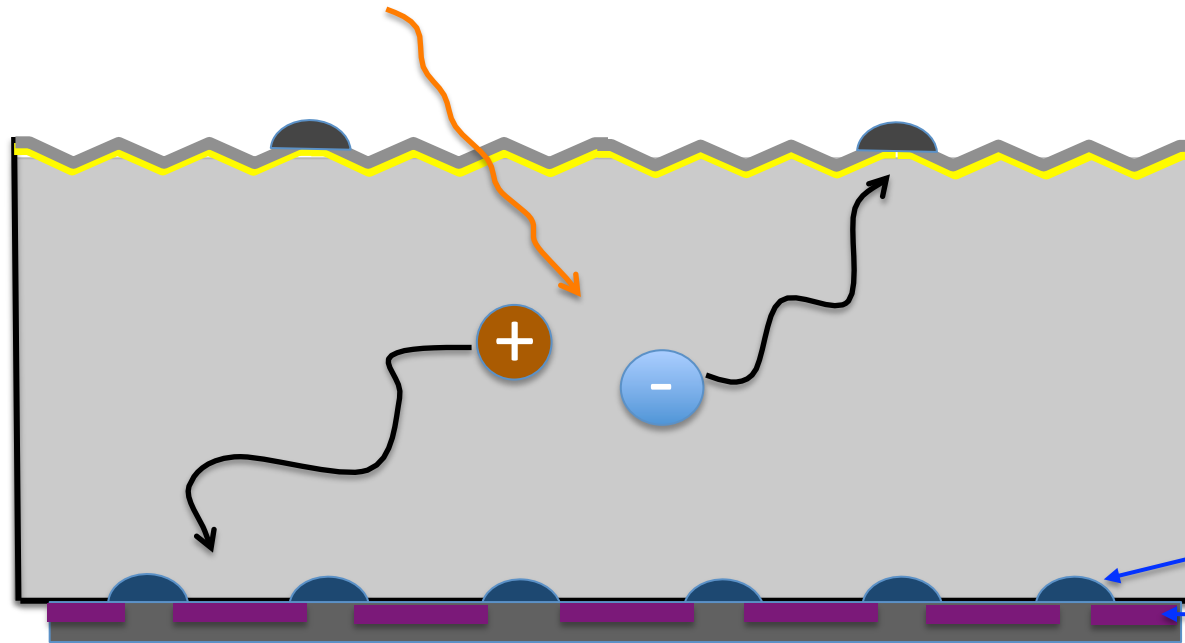
Perc



Nachgezeichnet aus: G. Hahn, S. Joos:
State-of-the-art industrial crystalline silicon solar cells, in Semiconductors and
Semimetals, Advances in Photovoltaics: Vol. 3. (Editors: E. Weber, G. Willeke) Elsevier,
2014, 1-72, ISBN: 978-0-12-388417-6

Von der Standardzelle zu Perc, Pert, pass. Kontakte, Hit und IBC

Perl



Heute produzierte Zellen sind eine Zwischenform aus Perc und Perl

Trina: 21,25 Prozent Zell-Wirkungsgrad/
19,86 %
Modulwirkungsgrad-Rekord für Multi-Perc-
(Nov/Okt. 2016)

Generelle Frage:
- Lichtinduzierte Anfangsdegradation

P++

Al₂O₃/SiN_x:H

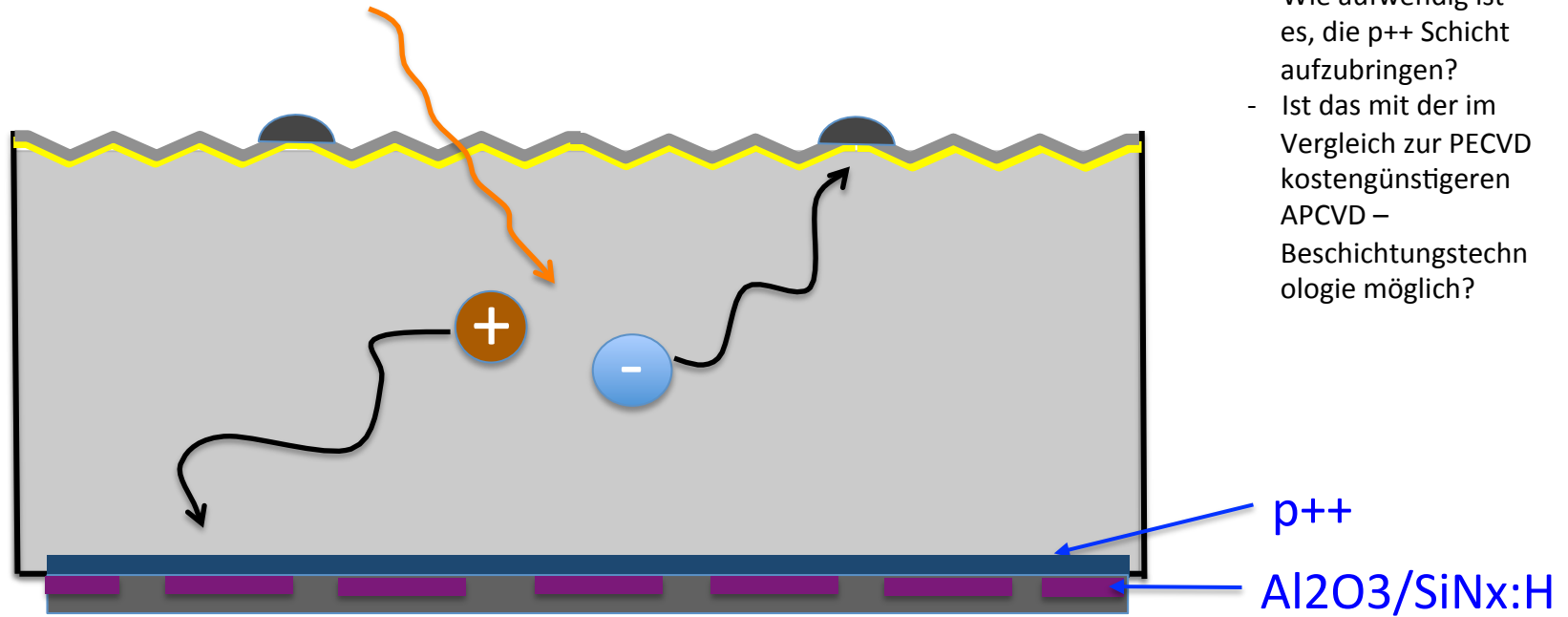
Nachgezeichnet aus: G. Hahn, S. Joos:
State-of-the-art industrial crystalline silicon solar cells, in Semiconductors and Semimetals, Advances in Photovoltaics: Vol. 3. (Editors: E. Weber, G. Willeke) Elsevier, 2014, 1-72, ISBN: 978-0-12-388417-6

Von der Standardzelle zu Perc, Pert, pass. Kontakte, Hit und IBC

Evt. kommt hier noch was
zur Degradation

Von der Standardzelle zu Perc, Pert, pass. Kontakte, Hit und IBC

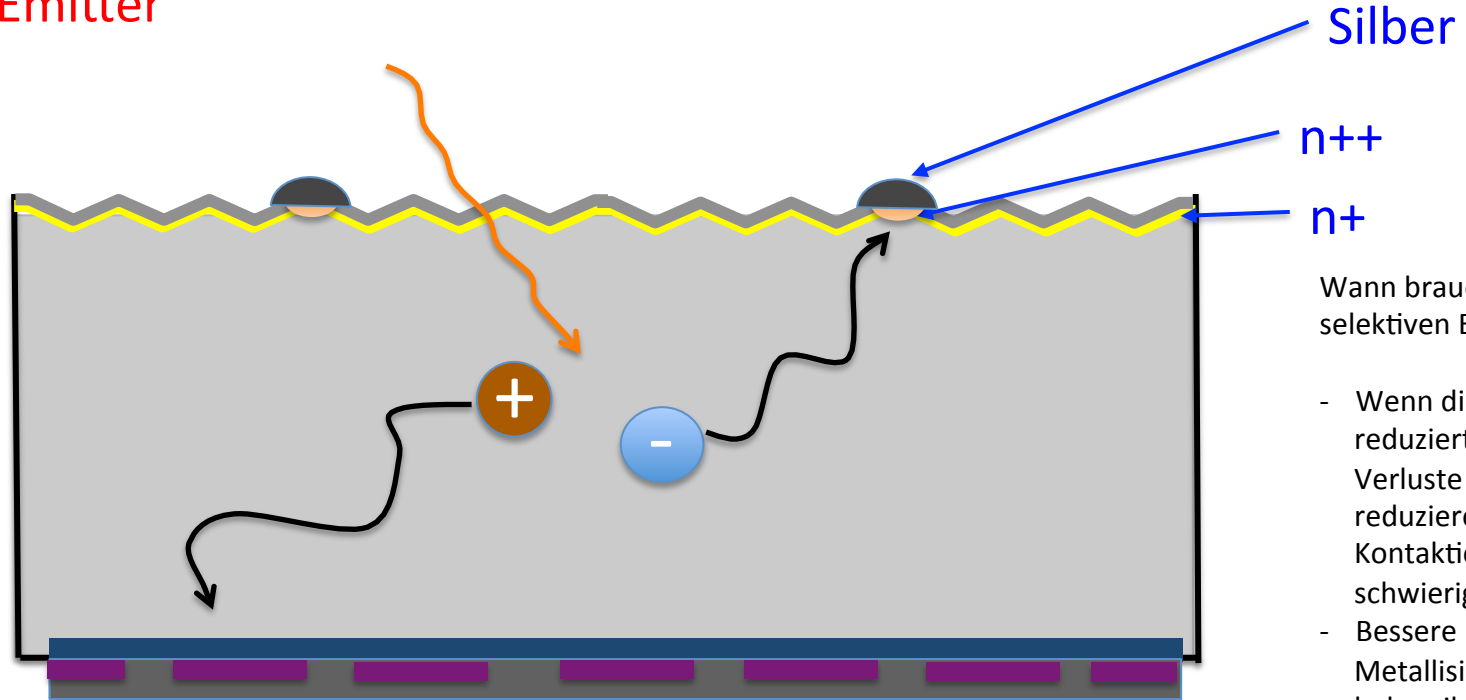
Pert



Nachgezeichnet aus: G. Hahn, S. Joos:
State-of-the-art industrial crystalline silicon solar cells, in Semiconductors and Semimetals, Advances in Photovoltaics: Vol. 3. (Editors: E. Weber, G. Willeke) Elsevier, 2014, 1-72, ISBN: 978-0-12-388417-6

Von der Standardzelle zu Perc, Pert, pass. Kontakte, Hit und IBC

Selektiver Emmitter

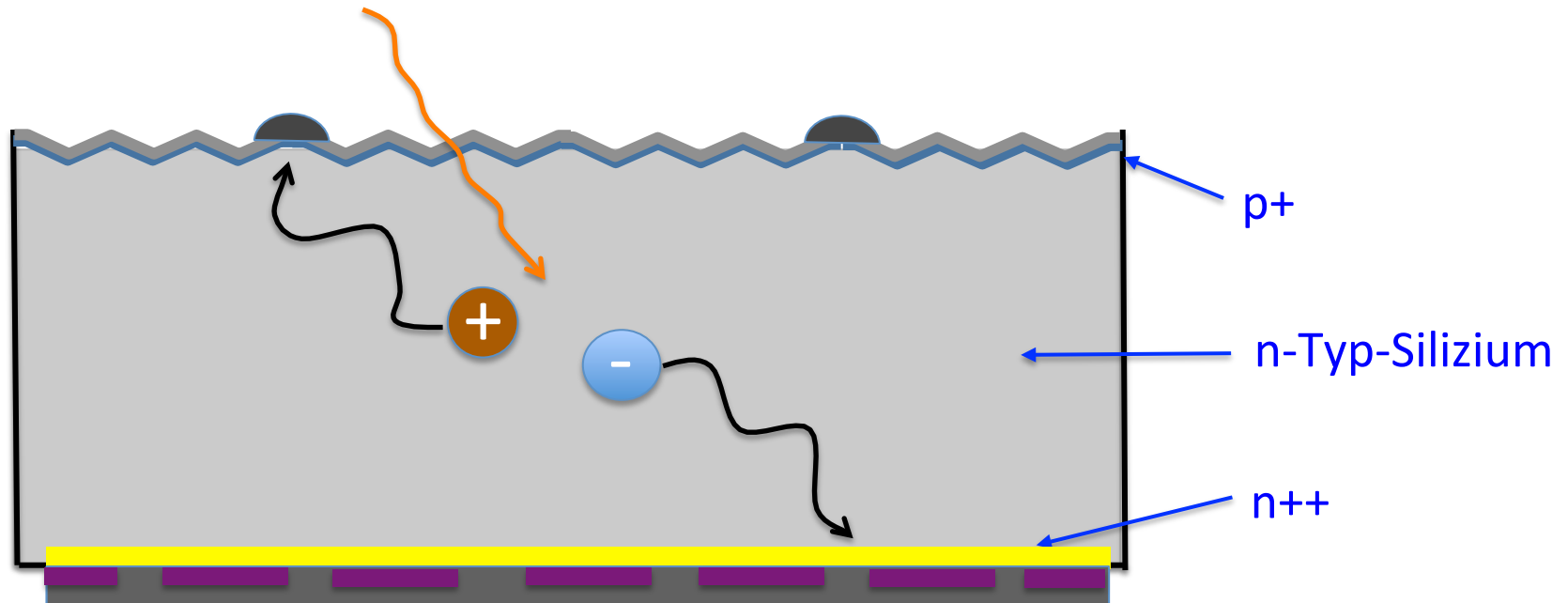


- Wann braucht man den selektiven Emmitter?
- Wenn die n-Dotierung reduziert wird, um Verluste zu reduzieren, wird die Kontaktierung schwieriger
 - Bessere Metallisierungspasten haben ihn überflüssig gemacht
 - Werden Dotierungen weiter reduziert?

Nachgezeichnet aus: G. Hahn, S. Joos:
State-of-the-art industrial crystalline silicon solar cells, in Semiconductors and Semimetals, Advances in Photovoltaics: Vol. 3. (Editors: E. Weber, G. Willeke) Elsevier, 2014, 1-72, ISBN: 978-0-12-388417-6

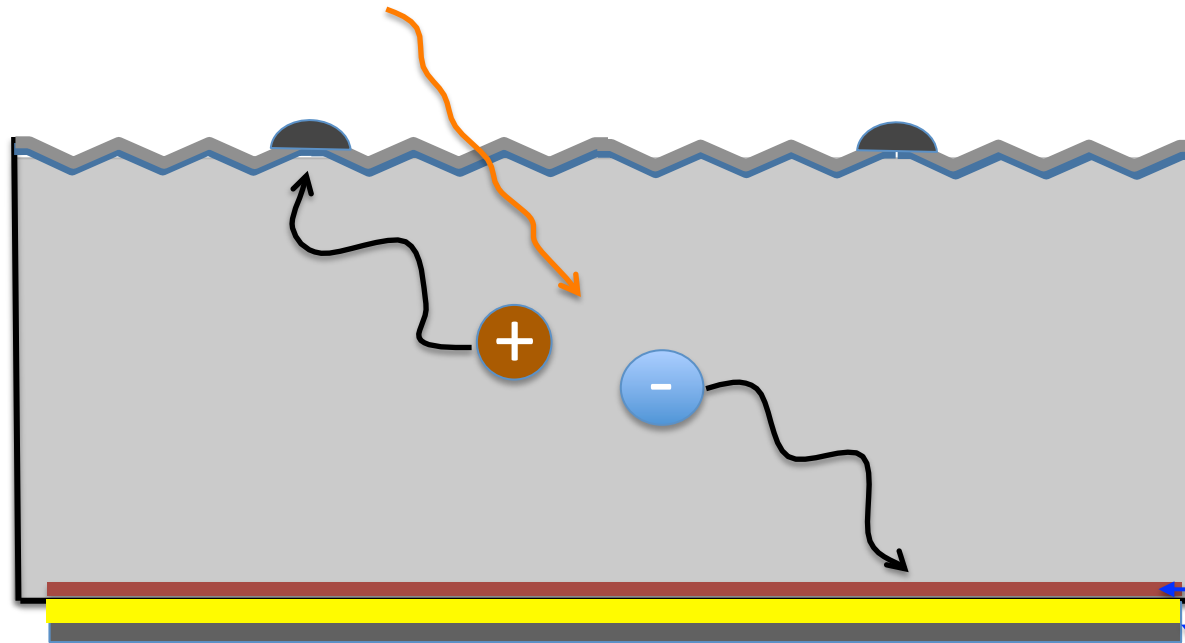
Von der Standardzelle zu Perc, Pert, pass. Kontakte, Hit und IBC

n-Typ



Von der Standardzelle zu Perc, Pert, pass. Kontakte, Hit und IBC

Passivierte Kontakte



Die Elektronen tunneln durch das Dielektrikum durch, die Löcher/ positiven Ladungen nicht.

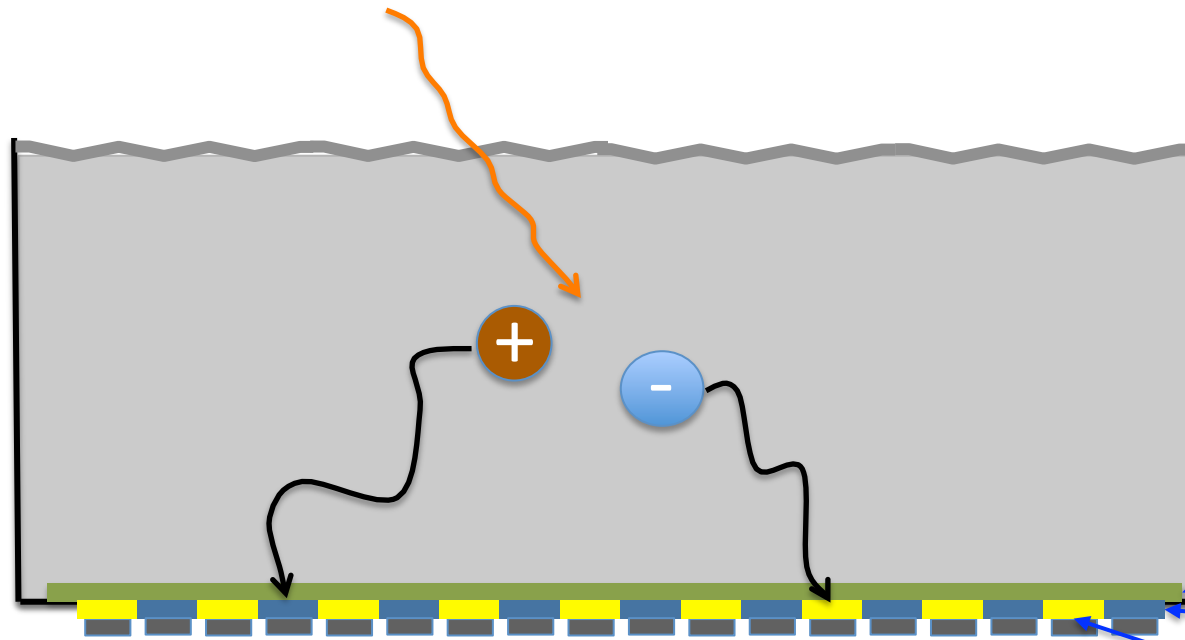
Ist das weniger aufwendig als eine Heterojunction Zelle?

Das Fraunhofer ISE hat mit einer ähnlichen, Topcon genannten Technologie, einen Wirkungsgrad von 25,3% erreicht

Dielektrikum
n++

Von der Standardzelle zu Perc, Pert, pass. Kontakte, Hit und IBC

HIT + IBC



Weltrekord von Kaneka
(14.9.2016):
26,33 % auf 180 cm²
großer Zelle

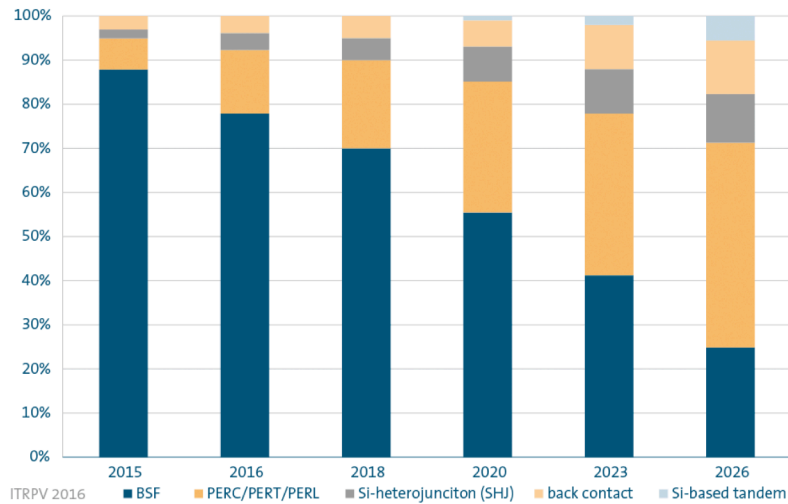
Die Elektronen tunneln
durch das Dielektrikum
durch, die Löcher/
positiven Ladungen
nicht.

Ist das weniger
aufwendig als eine
Heterojunction Zelle?

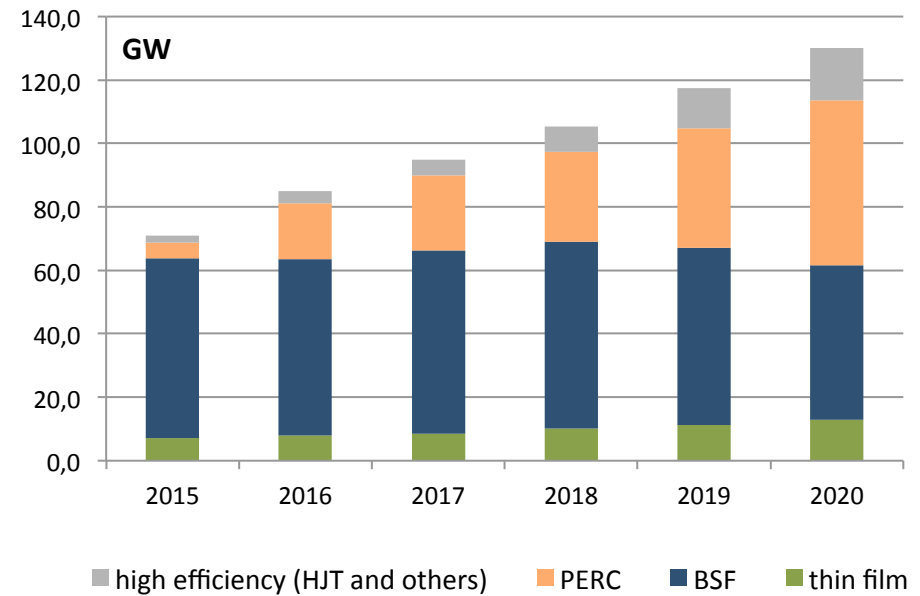
- i-Typ-aSi
- n-Typ-aSi
- p-Typ-aSi

Technologiemix der Zukunft?

ITRPV: relative Kapazitäten bis 2026



Meyer Burger: absolute Kapazitäten bis 2020



Die nächsten Webinare

Sicherheit ist nicht verhandelbar

Mittwoch 23. November 2016, 16:00 Uhr bis 17:00

Mit Initiativpartner Solarwatt

Eigenverbrauchsoptimierung optimieren

Dienstag, 13. Dezember 2016, 15:00 Uhr bis 16:00

Initiativpartner Trina Solar

Mehr dazu unter:

www.pv-magazine.de/webinare

iPad Air zu gewinnen

Bitte nehmen Sie an der Umfrage am Ende des Webinars Teil