



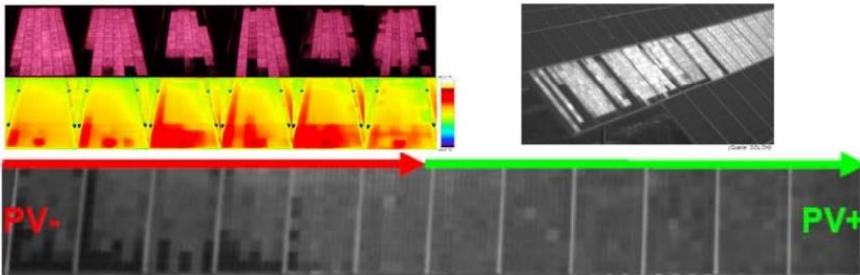
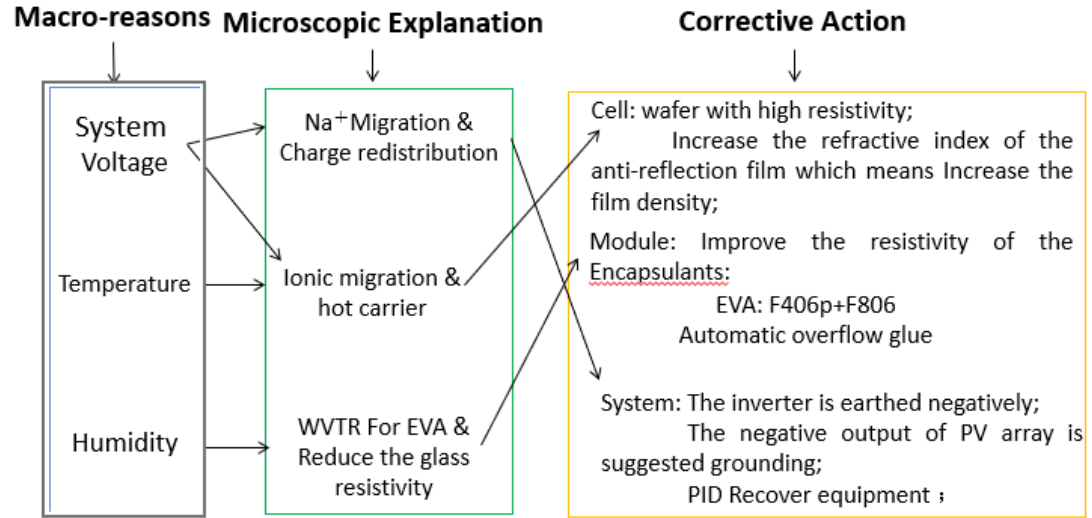
Lichtinduzierte Anfangsdegradation lässt sich minimieren, wenn man bestimmte Dinge beachtet

*Roman Giehl, Technical Business Development Manager DACH & NL,
JinkoSolar EU*

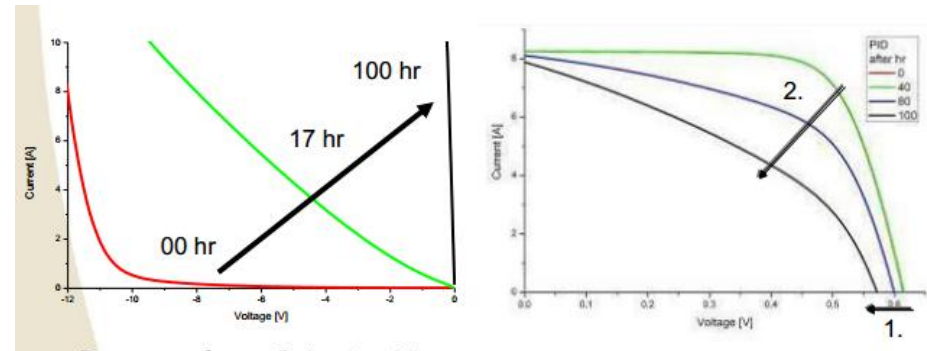
Degradation: PID

Ursachen:

- Zellen mit schlechtem Wirkungsgrad
- Zu geringer Abstand der Zelle zum Rahmen
- Glas als Ursache: Zufällige Verteilung des PID über den String

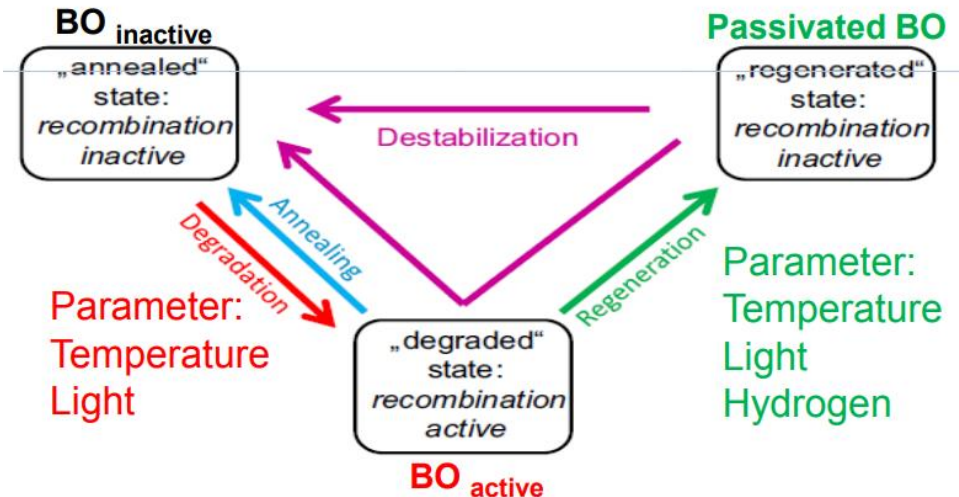
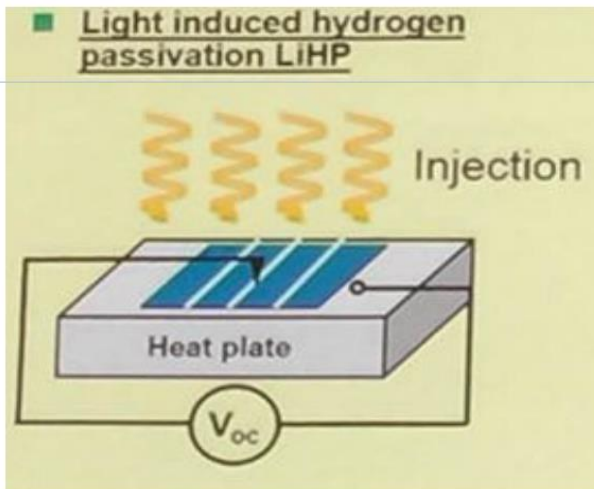
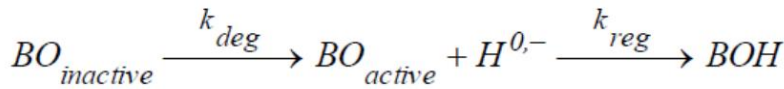
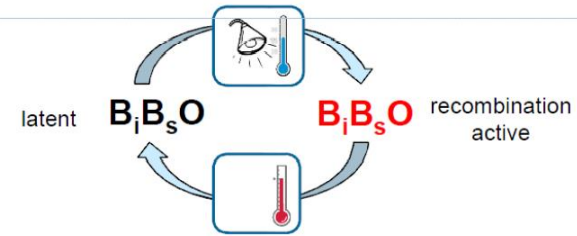
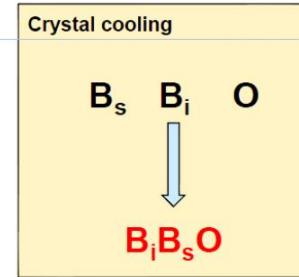


1 Berohold PID and correlation with field experiences – Berlin PI- S Pinedal Potential induced degradation of solar cells and panels



Degradation: LID

- Tritt auf bei P – Type mono und poly Zellen beruht auf der Bildung von Bor – Sauerstoff Komplexen lässt sich durch die Reduktion des Sauerstoffanteils im Si reduzieren/verhindern
- Durch gezielten H Eintrag und Temperatur lässt sich die aktive Form der BO Komplexe in die inaktive Form überführen



Degradation: LeTID

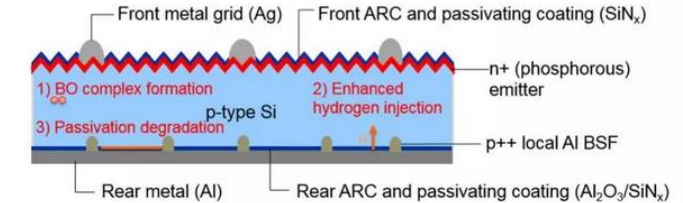
LeTID--- [Light and elevated Temperature Induced Degradation]



It was observed in first time from Poly PERC Module with over 10% power degradation in special region with 70+°C.

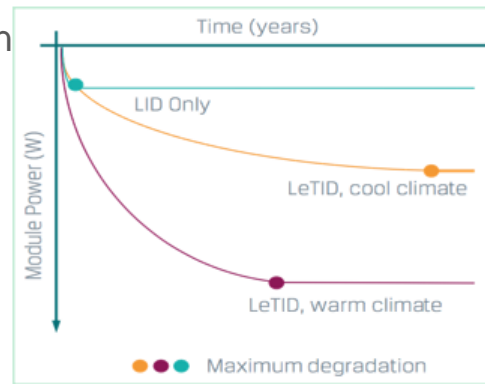
Light and elevated Temperature Induced Degradation (LeTID)

1) LID 2) HID 3) depassivation



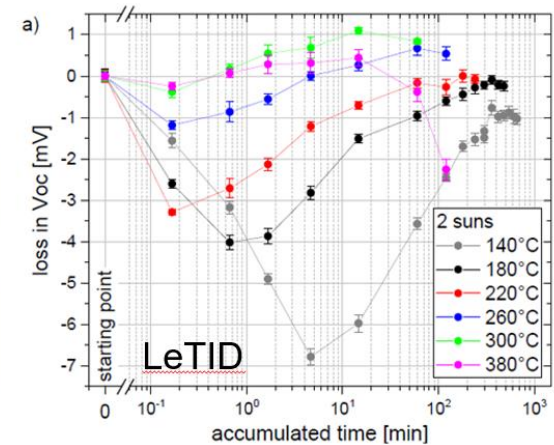
major degradation mechanisms in PERC during LeTID: 1) LID, 2) HID and 3) depassivation of rear dielectrics.
 age: ISC Konstanz.

- Tritt auf bei Mono- und Poly PERC Zellen
- Abhängig von Einstrahlung
- Abhängig von der Temperatur
- Regenerationsverhalten anders als LID
- Auch das ist Temp und Einstrahlungs-abhängig
- Regeneration von Poly PERC und Mono PERC ist unterschiedlich



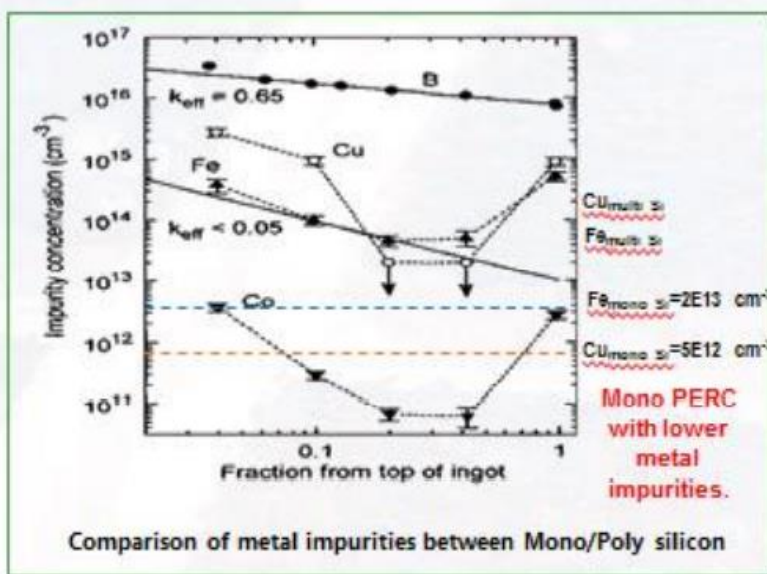
©Dan Chawla and Todd Tolliver, ICF

A. Herguth et al. Silicon PV 2017

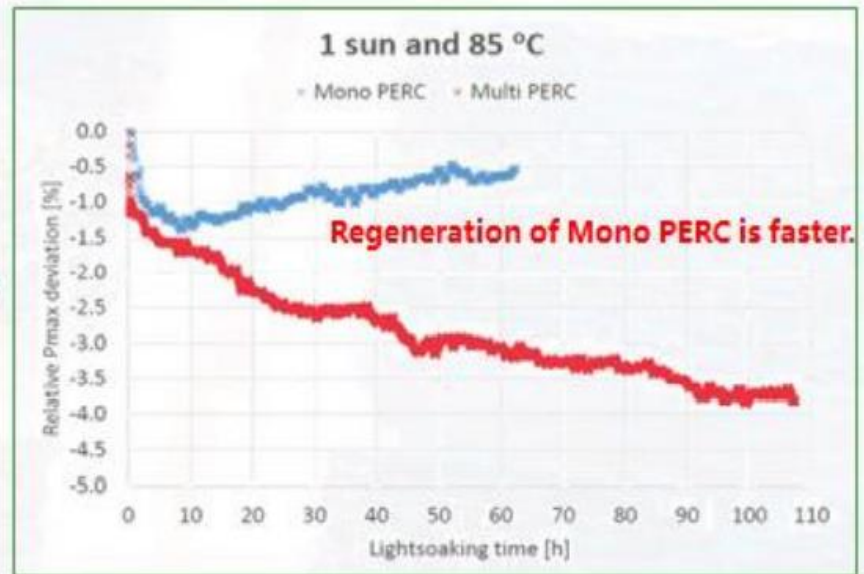


Verschiedene Formen der Degradation: MID **JinKO** ^{Solar}

- Verunreinigungen durch Metallatome (Cu, Fe, Al..) bilden Korngrenzen im Siliziumgefüge und führen zu Carrier Induced Degradation, also zu Regenerationszentren
- Dadurch werden Bereiche der Zelle inaktiv (Bildung stabiler Defekte)



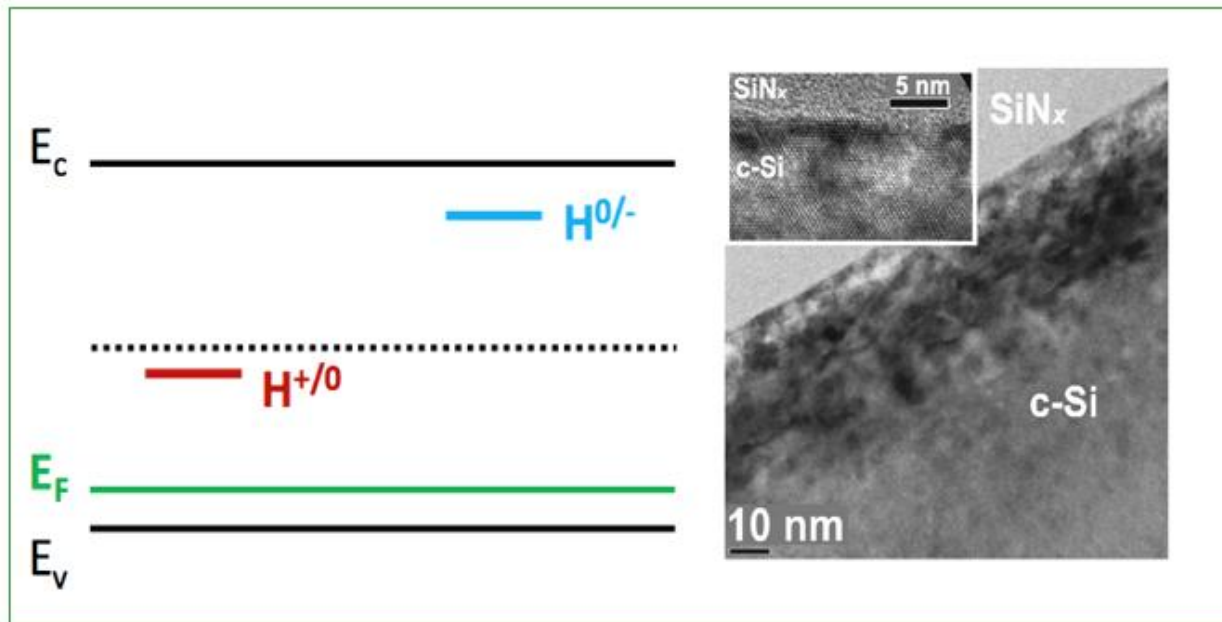
Source: Daniel Macdonald, AIST, JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 97, 033523 2005



Source: E. Garcia Goma, Eternal Sun Group and UNSW, 35th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, Brussels, Belgium 2018

Verschiedene Formen der Degradation: HID **JinKO**^{Solar}

- Wasserstoff, bei der Erzeugung der Passivierungsschicht in das Si Gefüge eingebracht bildet mit den Defektelektronen (Löcher) Rekombinationszentren ($H^{0/-}$) auf niedrigerem Energieniveau mit großen Radien



Source: Alison Ciesla née Wenham, *Hydrogen-Induced Degradation*, UNSW, 7th world conference on photovoltaic energy conversion, P1-8, 2018.

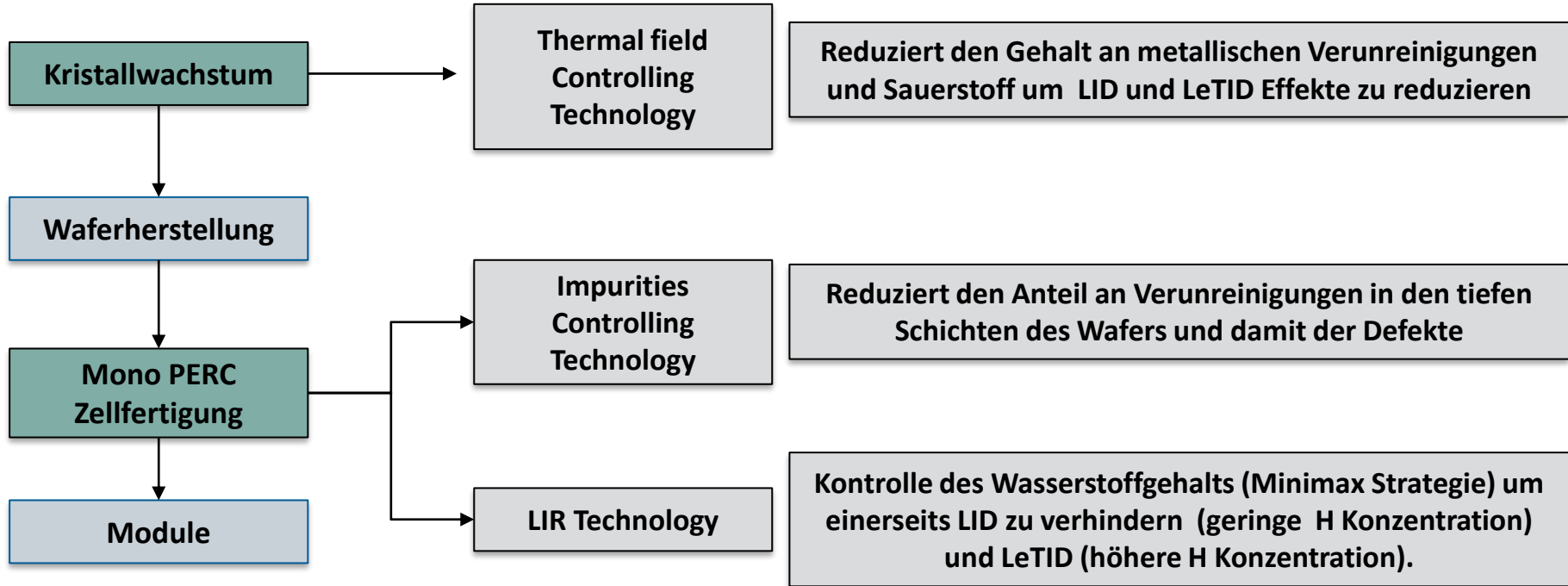
Lösungen von Jinko: PID/LID

PID: - Zellen mit hohem Wirkungsgrad		Jinko Tiger N-type Module
unpolare ARC Coating Beschichtung der Zelloberfläche	Low PID Risk	Very low PID Risk
angepasstes EVA/POE Encapsulant, Materialdicke, Polarität		
Abstände Rahmen – Zelle einhalten		

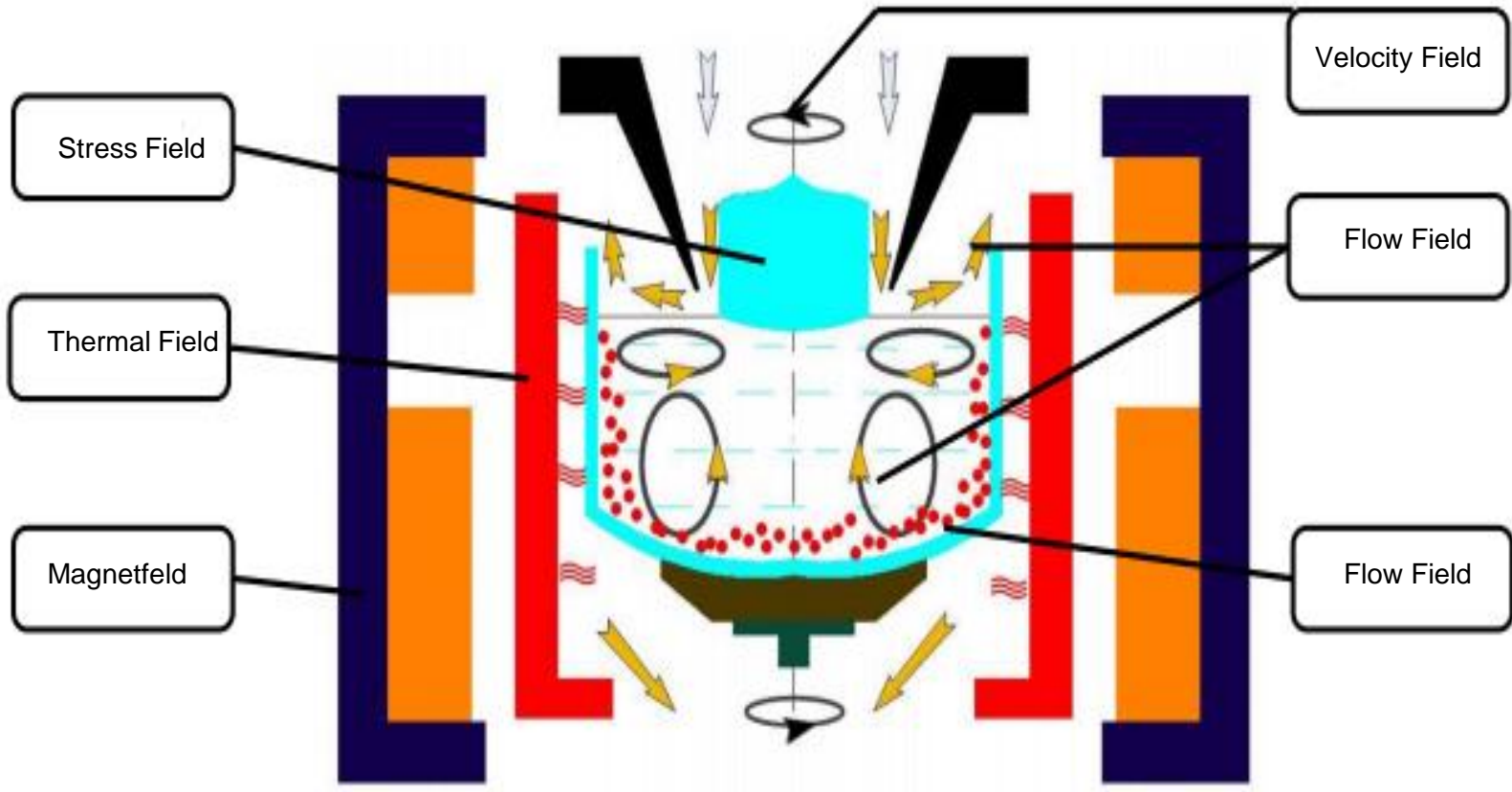
LID: - N Type Zellen		Jinko Tiger N-type Module
Ga Dotierte Zellen (P Type), oder andere Atome aus der Gruppe III statt Bor(Al, In)	No LID	No LID
Senken der O Konzentration durch Light Induced Hydrogen Passivation (LIOH), verhindert B – O Komplexbildung		
-Carrier Injection, Wasserstoff Diffusion		

PID: - Zellen mit hohem Wirkungsgrad		Jinko Tiger N-type Module
unpolare ARC Coating Beschichtung der Zelloberfläche	Low PID Risk	Very low PID Risk
angepasstes EVA/POE Encapsulant, Materialdicke, Polarität		
Abstände Rahmen – Zelle einhalten		

Lösungen von Jinko: LeTID



Thermal Field Controlling Tchnology: Die Herstellung von CZ Si von JKS patentiert entfernt Metall- verunreinigungen und Sauerstoffatome

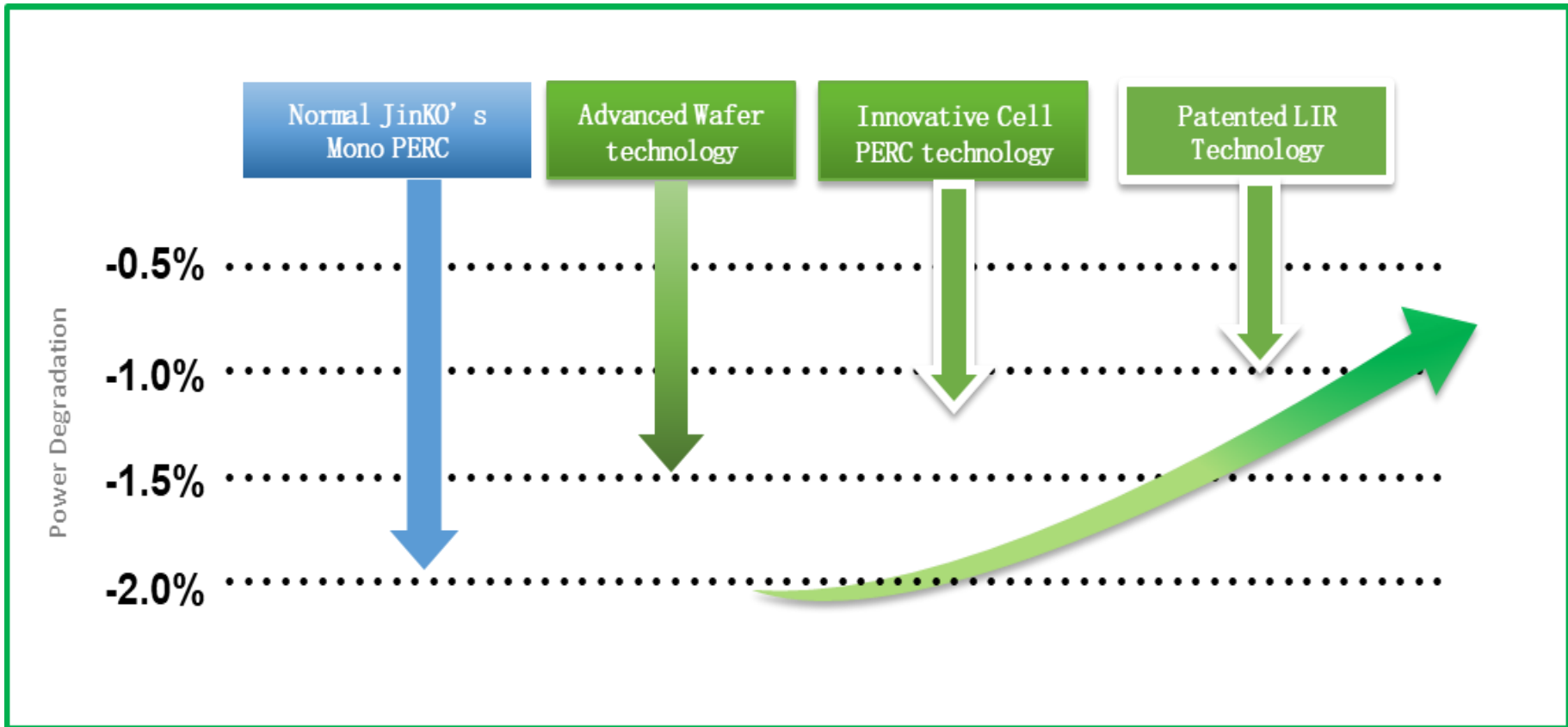


Prozessführung: Designspezifische Parameter wurden entwickelt:

- Effektive Entfernung aller Verunreinigungen von der Zelloberfläche
- Die Diffusion von Metallverunreinigung während der Zellproduktion wird verhindert
- Damit wird die Bildung stabiler Defektzentren verhindert
- Optimierung der Wasserstoffkonzentration während der Prozessführung:
 - zu viel Wasserstoff führt zu LeTID
 - zu wenig Wasserstoff führt zu LID (B- O Komplexe)
- Stabilisierung der Zellen durch **L ight I nduced R egeneration** (es ist effektiver die Zellen vor der Modulfertigung zu stabilisieren als hinterher das ganze Modul (

Lösungen von Jinko: LeTID

Nach der Analyse der maßgeblichen Prozesse bei Mono PERC LeTID, Hat Jinko mit eigenen Patenten den Fertigungsprozess dahingehend verändert, dass die Degradationseffekte effektiv vermindert werden.



Der
Vorteil
der vertikalen
Integration
über die
gesamte
Wertschöpfungs-
kette

Der Hersteller ist in der Lage, den L (eT)ID durch seine Produktionsprozesse zu kontrollieren und damit die Investitionsrisiken für den Kunden zu minimieren

Die noch in der Entwicklung stehende IEC Norm wird helfen, das LeTID Phänomen besser zu verstehen und zu bewerten

Die Reinheit des Siliziums beim Ingot/Zelle, Waferverarbeitung und Zellstabilisierung sind der Schlüssel zur Kontrolle des L (eT) ID-Effekts in der Massenproduktion

High silicon quality and optimized manufacturing lead to reliable PV modules

Lineare Leistungsgarantie: + 5 Jahre

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

15 Year Product Warranty 30 Year Linear Power Warranty
0.4% Annual Degradation Over 30 years



- ✓ **30-year** Leistungsgarantie bringt zusätzlich 5 Jahre mehr Ertrag
- ✓ **-1.00%** im 1. Jahr, **-0.4%** Degradation p A

Vielen Dank!



roman.giehl@jinkosolar.com
www.jinkosolar.eu