



NeON TECHNOLOGIE



Copyright © LG Electronics. All rights reserved. <http://lg-solar.com>

Inhalt

1. NeON Technologie

1-1. NeON Technologie

1-2. NeON Produktionsprozess

1-3. P PERC Risiko

1-4. Leistung im Feld

1-5 NeON 2 – N5 Module

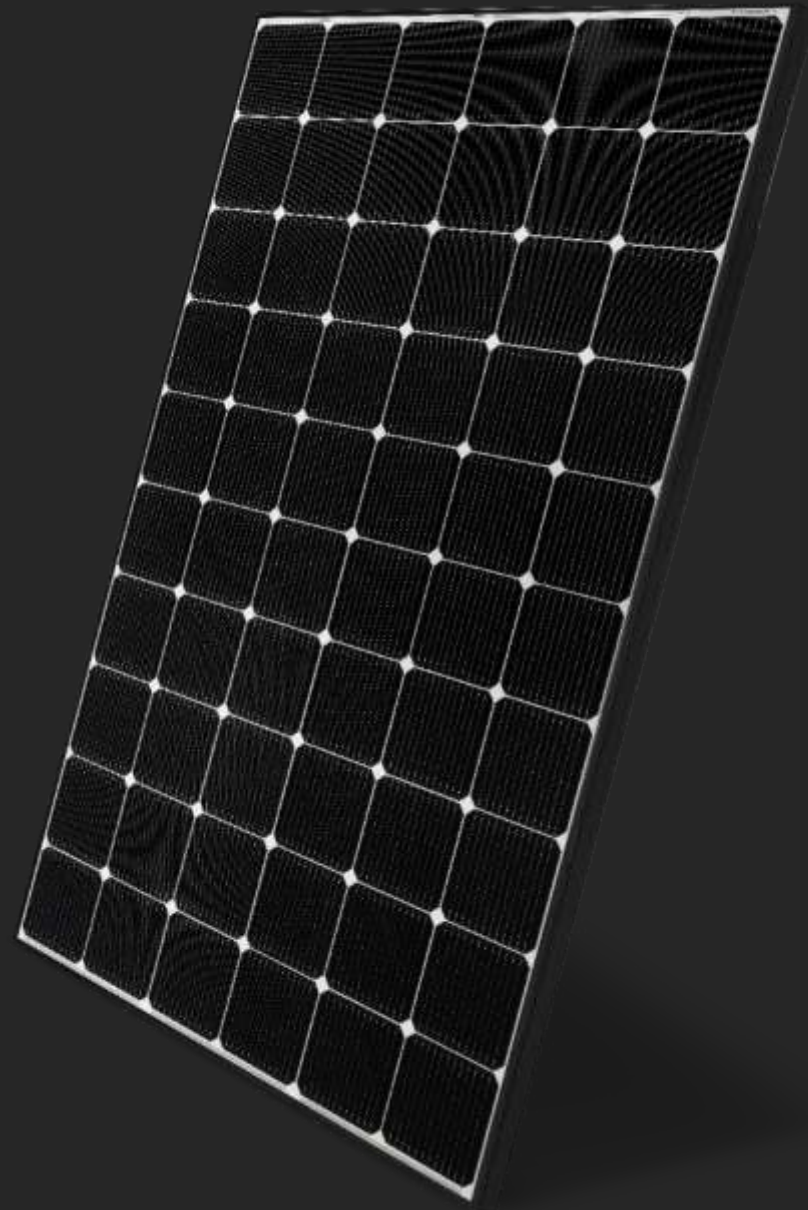
2. Material

3. Forschung und Entwicklung

4. Qualitätsmanagement

5. Zertifizierungen

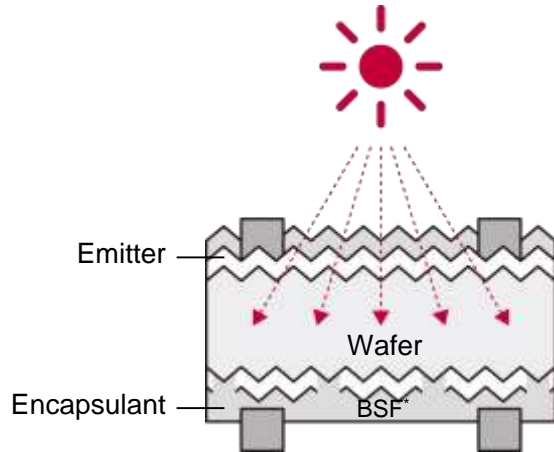
6. Produktentwicklung



| 1.1 NeON Technology



Herkömmlich



P Type PERC

Niedrig

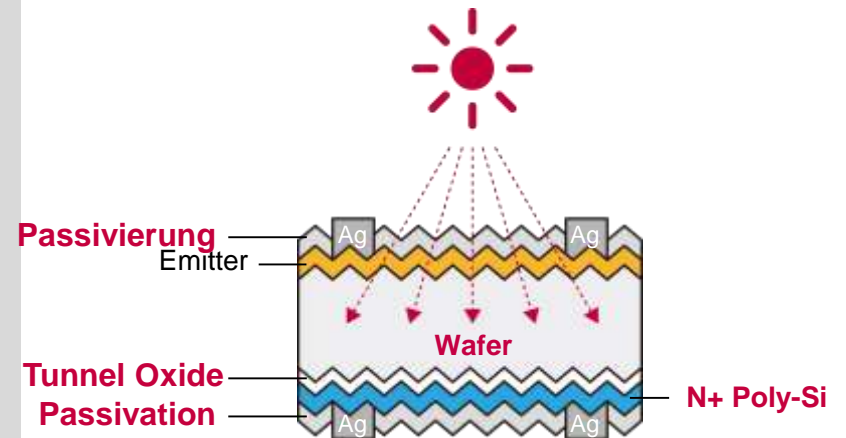
Silber Elektrodepaste für die Frontseite
Aluminium Elektrodepaste für die Rückseite

Chemischer Prozess

Herkömmlich

Aufbau

LG NeON^{®2}



N Type PERT/TOPCon

Hoch

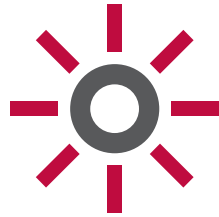
Silber Elektrodenpaste für Front- und Rückseite

Chemischer Prozess + **zusätzliche Prozessschritte**

beidseitige ALD*

- BSF : Back Surface Field
- ALD : Atomic Layer Deposition

LG setzt unterschiedliche Techniken ein, um Verluste in der Zelle zu minimieren.



Optisch

Ursachen für Verluste

- Reflektion
- Verschattung
- Nicht absorbierte Strahlung



AR Beschichtung* /
Doppelte Texturierung

"Superfine" Kontakte

TOPCon*



Elektrisch

- Material
- Verbindungen von Material



"Superfine" Kontakte

Multi Wire Busbar



Rekombination

- Im Bereich des Emitters
- Im Bereich der Zellbasis



Hochwertige Passivierung

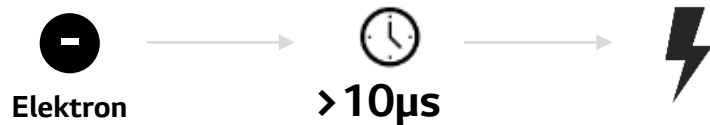
TOPCon*

N-Typ Zellen

LG's
Technologie zur
Minimierung
von Verlusten

NeON Zellen sind effizienter als herkömmliche p-Typ Zellen dank der längeren Minoritätsträgerlebensdauer. Das „Loch“ als Ladungsträger rekombiniert später und erzeugt so mehr Strom.

Herkömmlich



P-type Ladungsträger: Elektron

LG NeON^{®2}

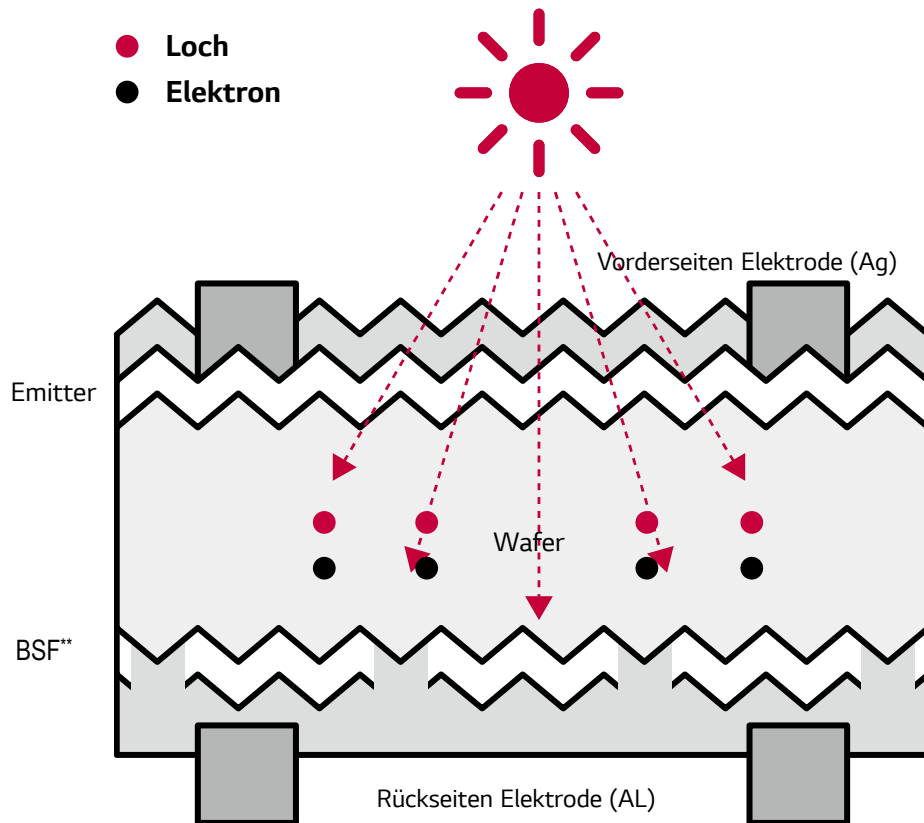


N-type Ladungsträger: Loch (Defektelektron)

Bei der Herstellung der NeON 2 Zellen verwendet LG ein einzigartiges ALD* Verfahren zur Erzeugung einer hochwertigen Passivierungsschicht auf beiden Zellseiten.

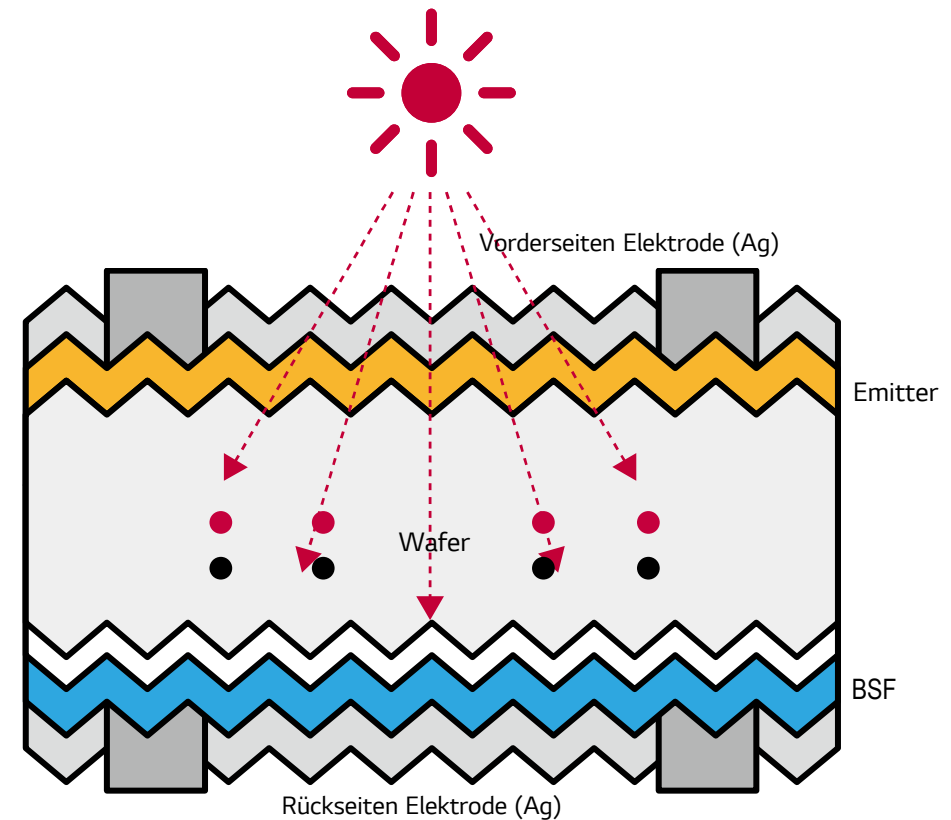
Dadurch reduzieren sich die Verluste und verbessert sich die Effizienz bzw. die Erträge.

Herkömmlich



Herkömmliche Passivierung

LG NeON^{®2}



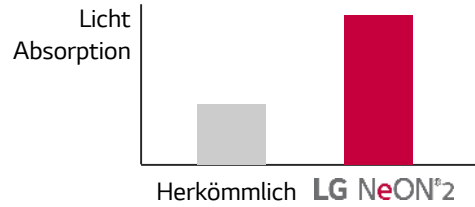
Hochwertige Passivierung

* ALD : Atomic Layer Deposition
** BSF : Back Surface Field

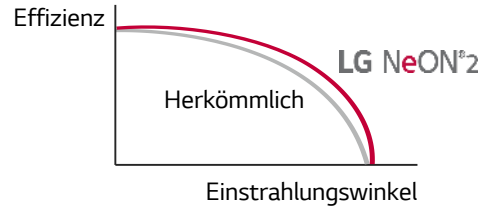
LG setzt fortgeschrittene Technologie bei der Texturierung ein. Dies führt zu höheren Effizienzen.

Vorteile

Verbesserte Licht Absorption



Verbesserter Winkelkorrekturfaktor

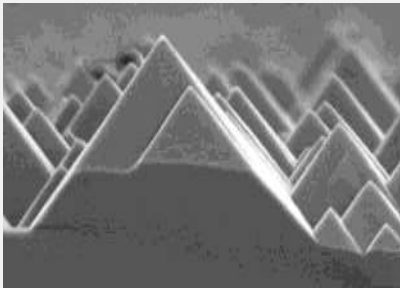


Ansprechend homogene Zellen

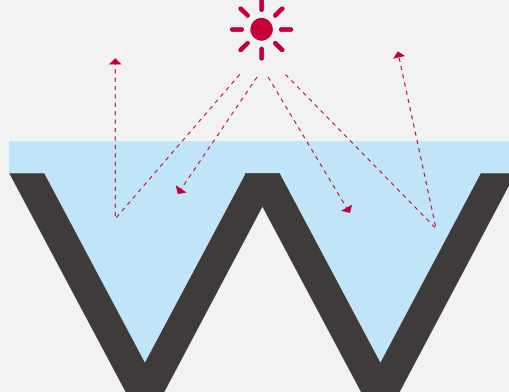


Unterschiede der Texturierung

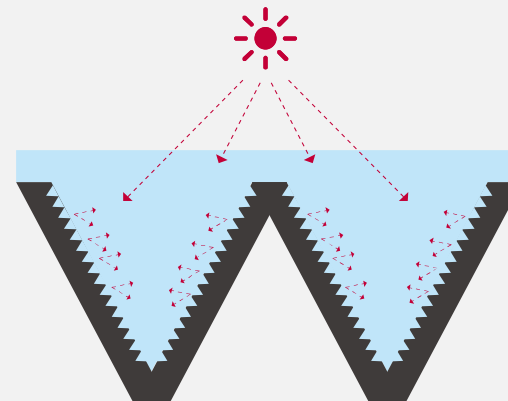
Einfache Texturierung



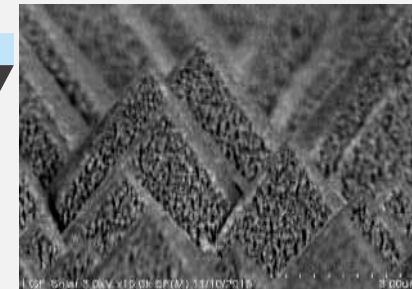
Herkömmlich



LG NeON²



Doppelte Texturierung



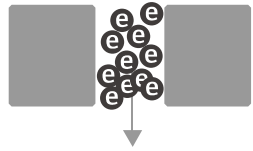
LG's Cello Technologie verbessert die Erträge und die Zuverlässigkeit des Moduls.

※ Cello : **C**ell connection with **E**lectrically **L**ow loss, **L**ow stress and **O**ptical absorption enhancement

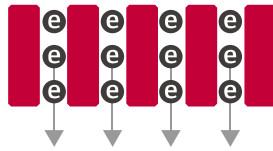
Vorteile

Electrically Low Loss

(Verminderte Verluste)



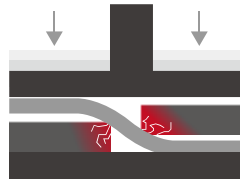
Herkömmlich



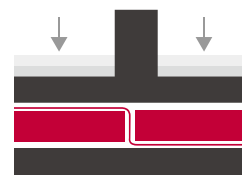
LG NeON²

Low Stress

(Verminderte Belastung)



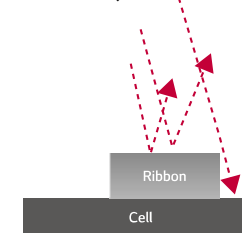
Herkömmlich



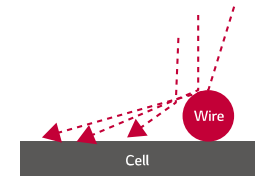
LG NeON²

Optical Absorption enhancement

(Verbessertes optisches Verhalten)



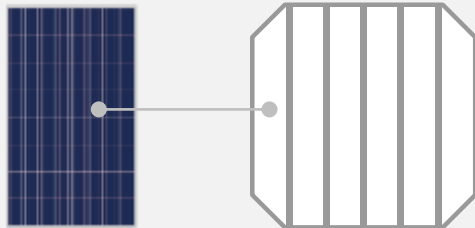
Herkömmlich



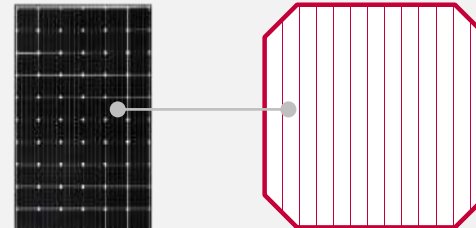
LG NeON²

Unterschiede in der Kontaktierung

Herkömmlich



LG NeON²

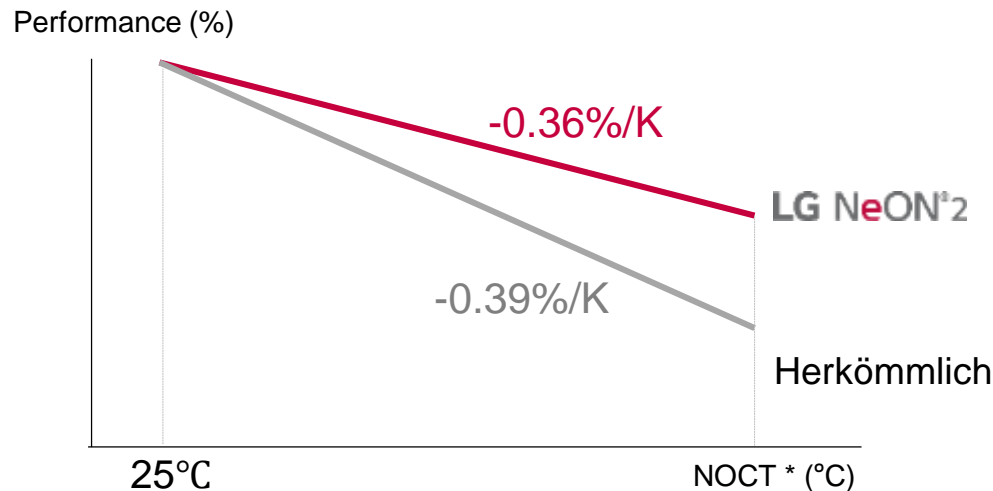


LG NeON 2 verfügen aufgrund eine höheren Kurzschlussspannung über einen hervorragenden Temperaturkoeffizienten.

Dies bedeutet höhere Erträge als bei herkömmlichen Modulen.



Unterschiede im Temperatur Koeffizient



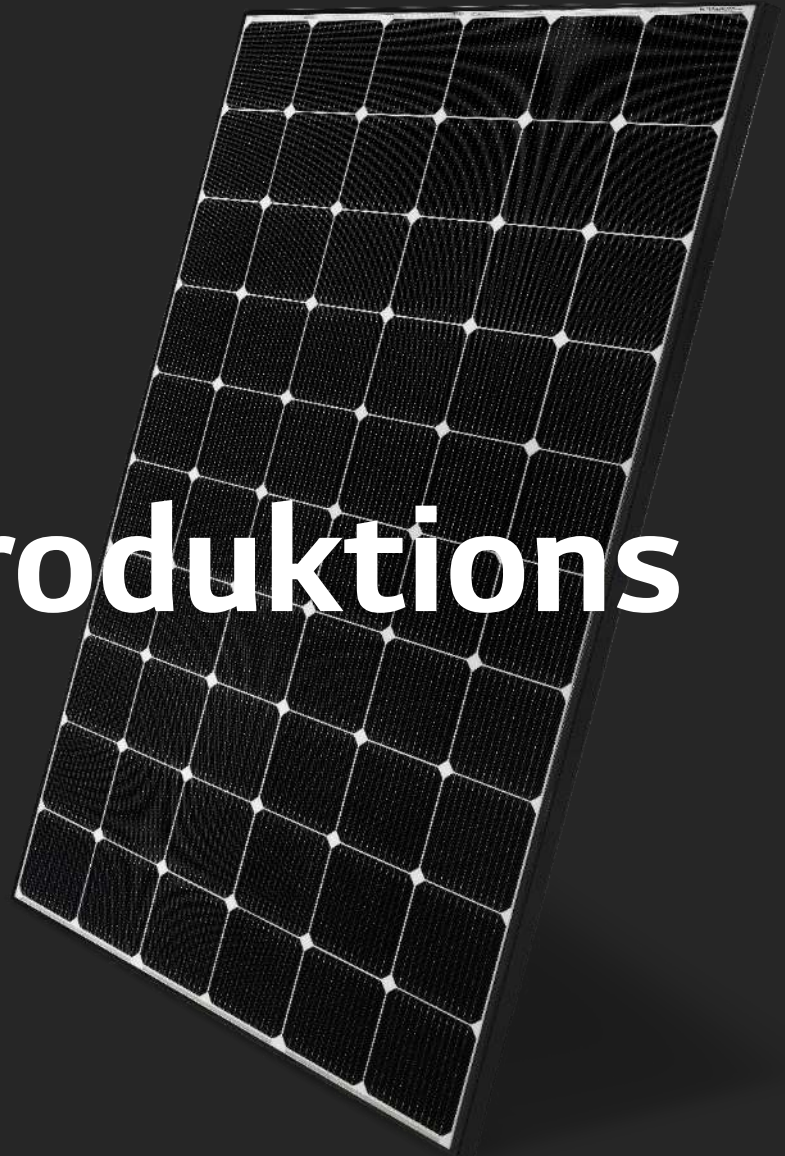
* Nominal Operating Cell Temperature

Deutlich bessere Erträge über 25 Jahre

Effekt bei 1% Mehrertrag (z.B. 10 kWp):
Gesamtertrag / Jahr: 1000kWh/kWp
Vergütung/Einsparung: 0,20 €/kWh

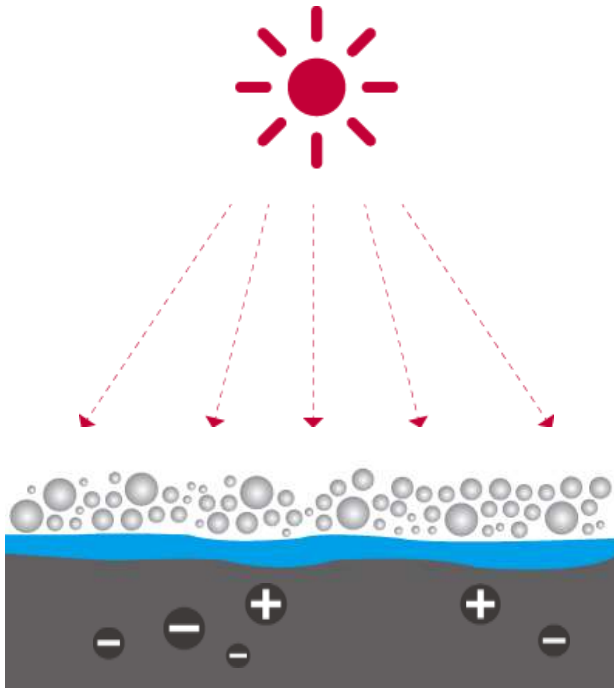
Bsp: $((1000 * 0,20) * 0,01) * 10 * 25 = 500€$

| 1.2 NeON Produktions Prozess

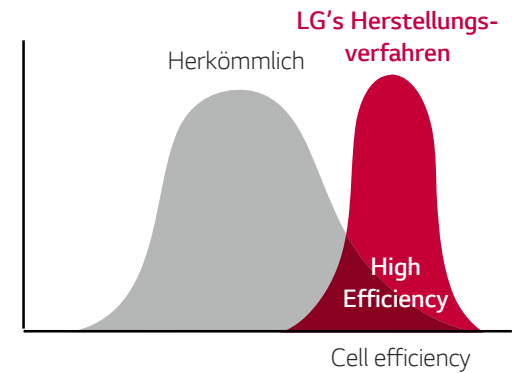
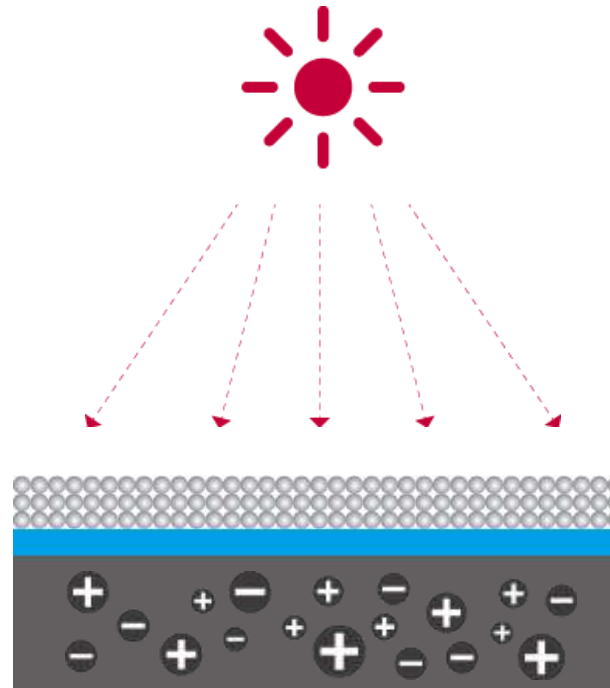


LG setzt unterschiedliche, innovative Herstellungsverfahren ein um elektrische Verluste in der Zelle zu minimieren und die Effizienz zu maximieren.

Herkömmlich



LG NeON^{®2}



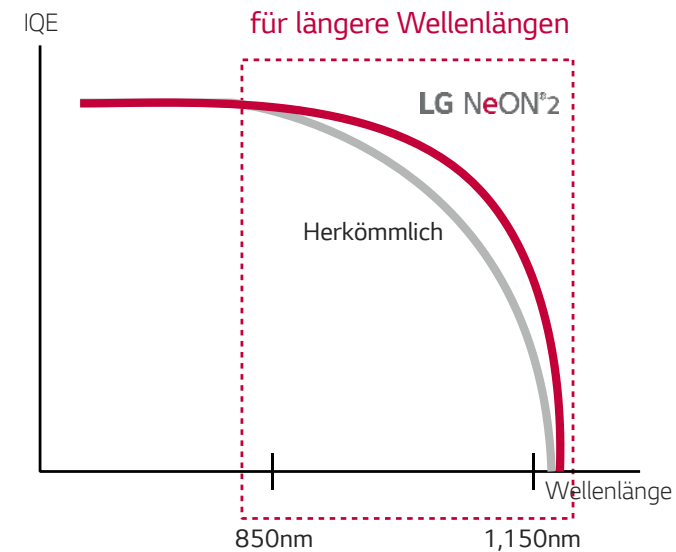
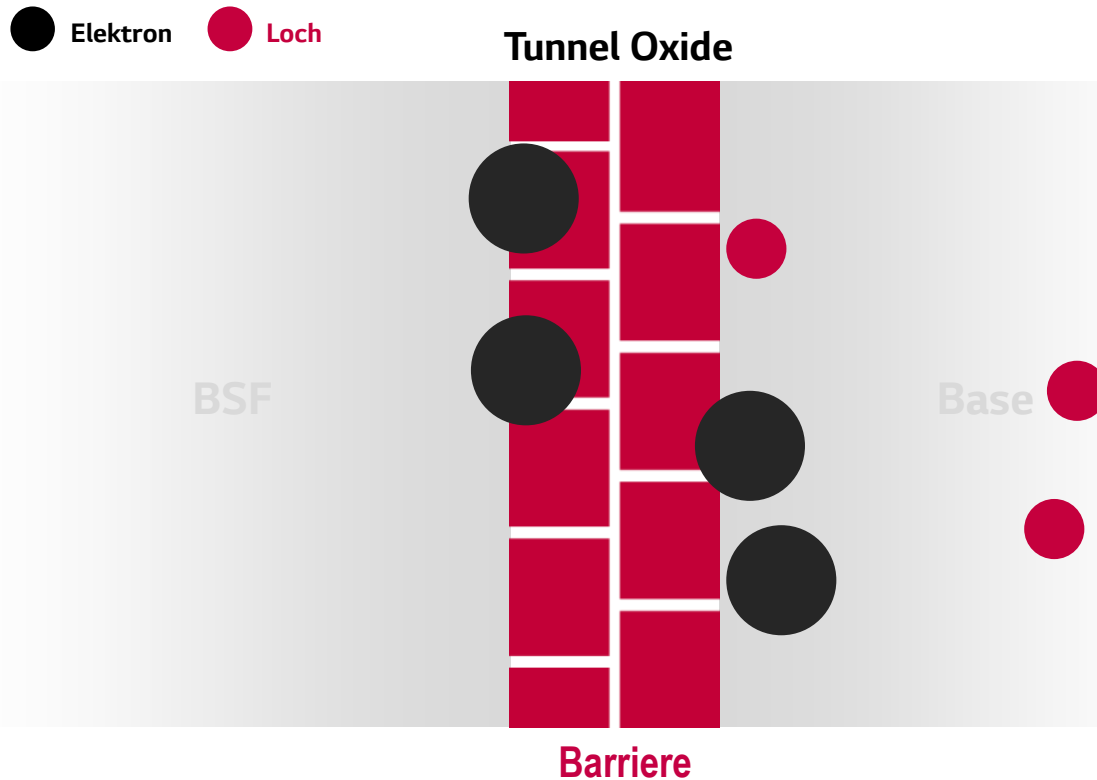
LG's Herstellungsverfahren resultiert in hohen Effizienzen und einer homogenen Verteilung der Zelleffizienzen.

Herkömmlicher P-N Übergang:
• Unklar abgetrennte Bereiche

LG's P-N Übergang:
• Klar abgetrennte Bereiche durch "Ionen Implementation"

Tunnel Oxide Schicht lässt nur Elektronen in das Back Surface Field (BSF*).

Die "Löcher" werden "in die Zelle" reflektiert und reduzieren Verluste und erhöhen die Effizienz.



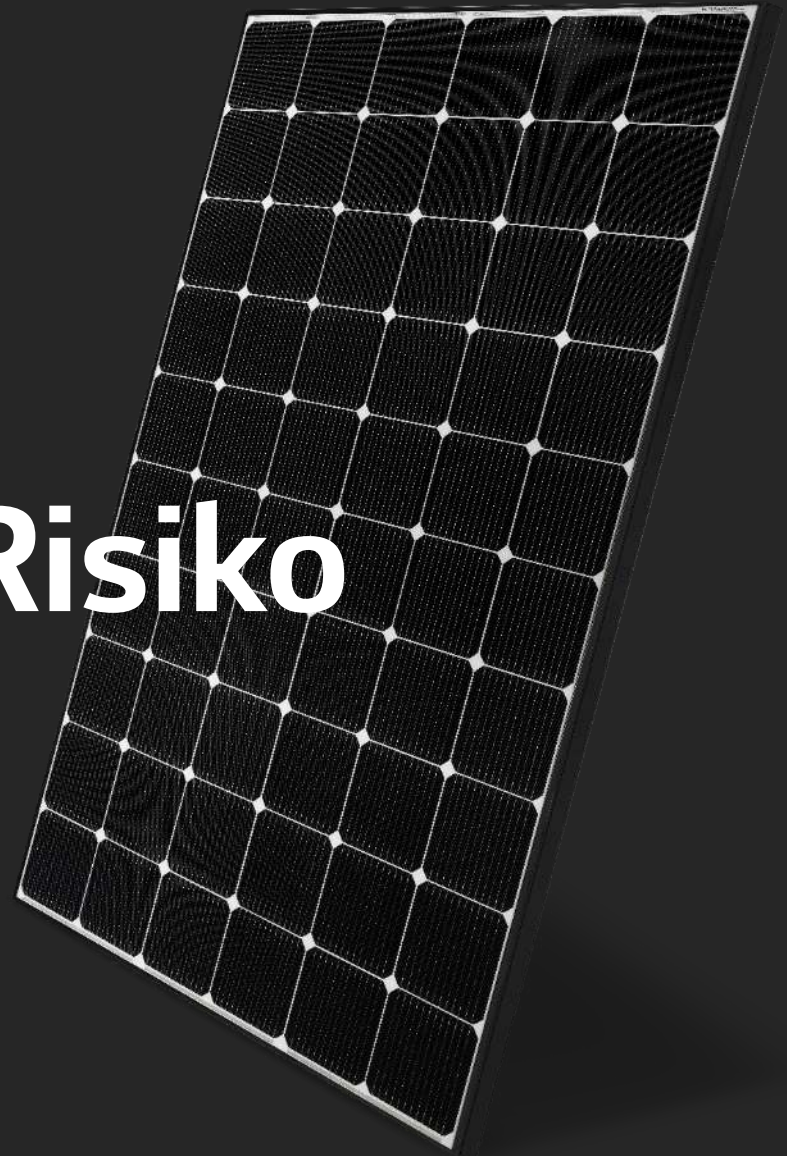
The hole cannot penetrate the BSF, thereby reducing the recombination rate.

* BSF : Back Surface Field

** TOPCon : Tunnel Oxide Passivated Contact

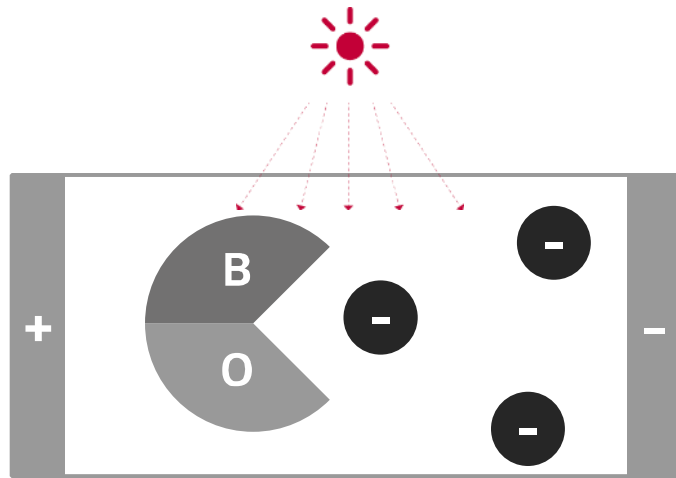
*** IQE : Umwandlungsrate von Licht zu Energie (Ladung)

| 1.3 P PERC Risiko

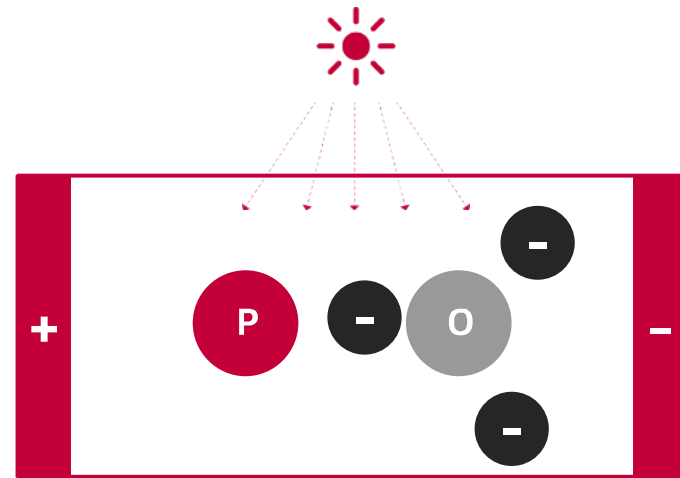


Einfallendes Licht verursacht eine Degradation durch die Kombination von Bor- und Sauerstoffatomen in p-type PERC Zellen. Diese Reaktion beeinträchtigt den Transport von Ladungsträgern und die Lebensdauer der Zellen.

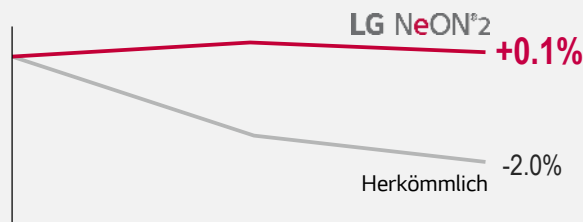
Herkömmlich



LG NeON^{®2}



Leistungsverlust verursacht durch LID*



Test Bedingungen

- Test Module : LG (N-type), Mitanbieter (P-type, Half-Cut)
- Test Zeitraum: Januar 2019
- Test Methode: Interner Test basierend auf IEC Standards.

Resultate und Analyse

- Kein LID in N-type. (Bedingt durch N-type Zell Aufbau)
- 2% LID in herkömmlichen P-type (PERC, Half Cut) Modulen
→ N-type Module haben einen Vorteil im Ertragsverhalten gegenüber P-type Modulen durch das Fehlen von Bor.

LID(Light Induced Degradation/ Lichtinduzierte Degradation):

LID tritt in der Anfangszeit nach der Installation der Solarmodule auf, wenn die Solarmodule mit Licht in Berührung kommen.

Solar Energy Materials and Solar Cells, 142, pp 83-86 2015 (F.Kersten et al)

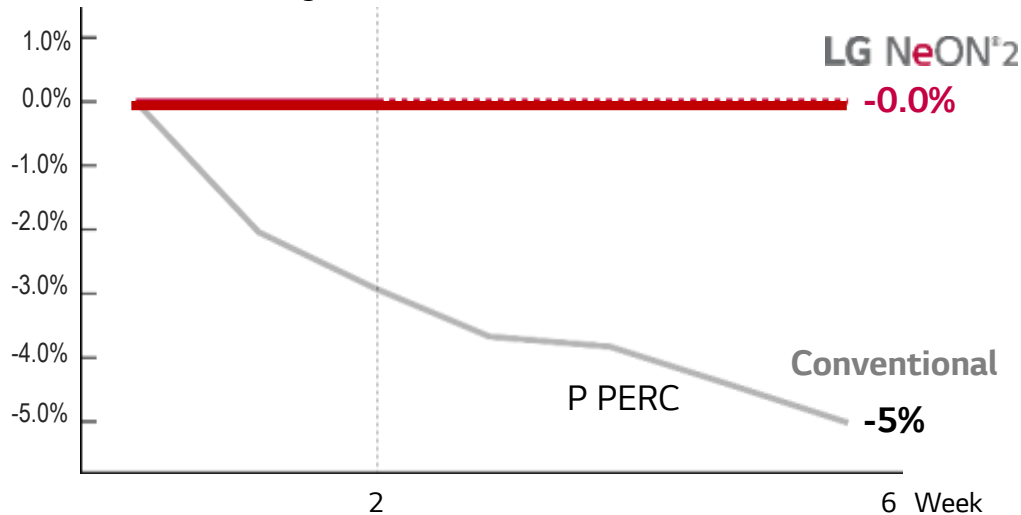
LeTID* tritt häufig in PERC Zellen auf und verursacht deutliche Leistungsverluste.

LeTID (Light and elevated Temperature Induced Degradation) ist ein in 2012 entdecktes Phänomen, welches bis heute nicht voll verstanden ist.

Die Kombination von Licht und erhöhten Zelltemperaturen kann eine Verschlechterung der Leistungsfähigkeit bewirken. Daher wurde LeTID als kritischer Faktor für Zellen aus Bor-dotiertem Silizium eingestuft.

LeTID tritt häufig bei Zelltemperaturen über 50°C auf.

Leistungsverluste von über 10%, verursacht von LeTID, wurden bei existierenden Anlagen beobachtet.

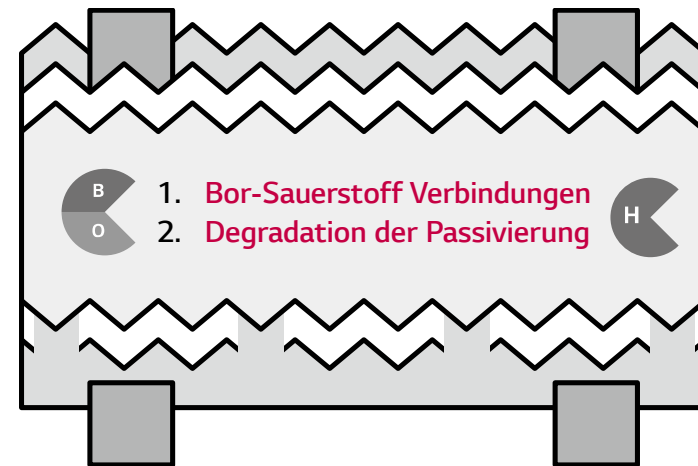


PI Berlin's LeTID Test zeigt einen Leistungsverlust von ca. -5% in einem 6-Wochen Test.

Licht und erhöhte Temperatur Induzierte Degradation (LeTID)

1.LID / 2.HID** / 3.Depassivation

Oben genannte Phänomene können bei P PERC Zellen auftreten.



Mögliche Ursachen für LeTID

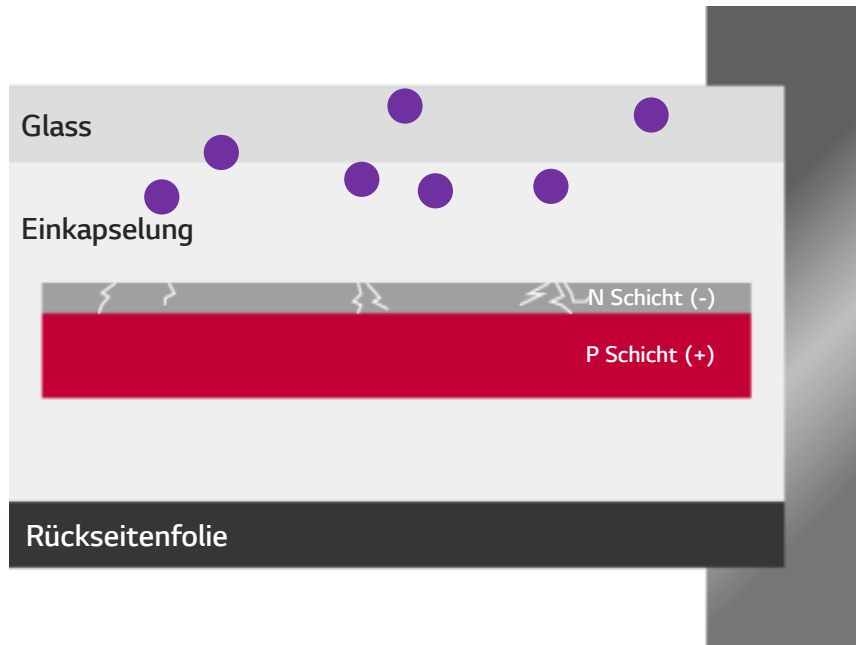
*This material is based on article on PV-Tech
<https://www.pv-tech.org/guest-blog/is-letid-degradation-in-perc-cells-another-degradation-crisis-even-worse-th>

** Hydrogen Induced Degradation

N-Typ Zellen sind strukturell sicher vor PID*

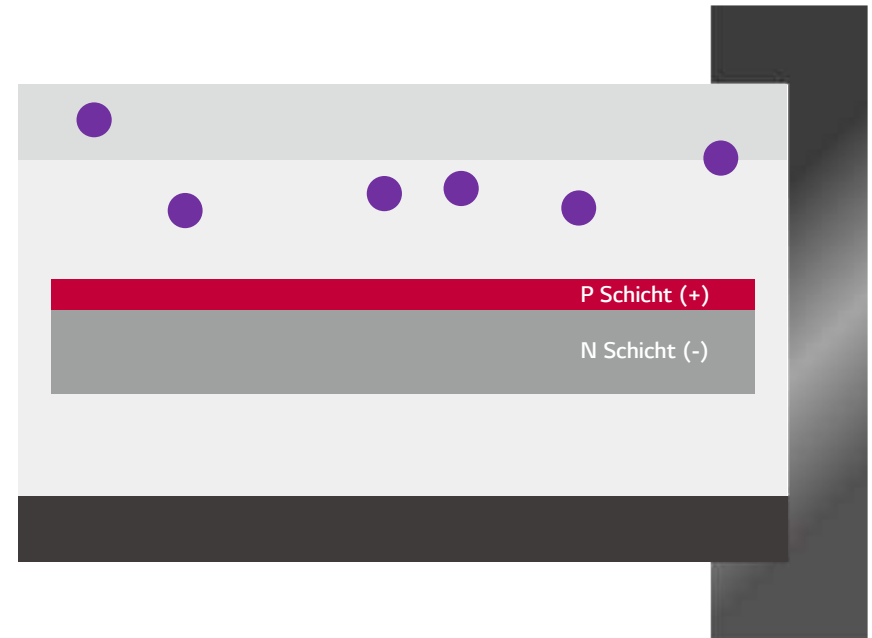
● Na⁺ (Natrium)

Herkömmlich



In P-type Zellen kann das Na⁺ leicht durch die obere, negative geladene Schicht gelangen, welche das positive geladene Natrium "anzieht". Der PN Übergang kann hierdurch beschädigt werden.

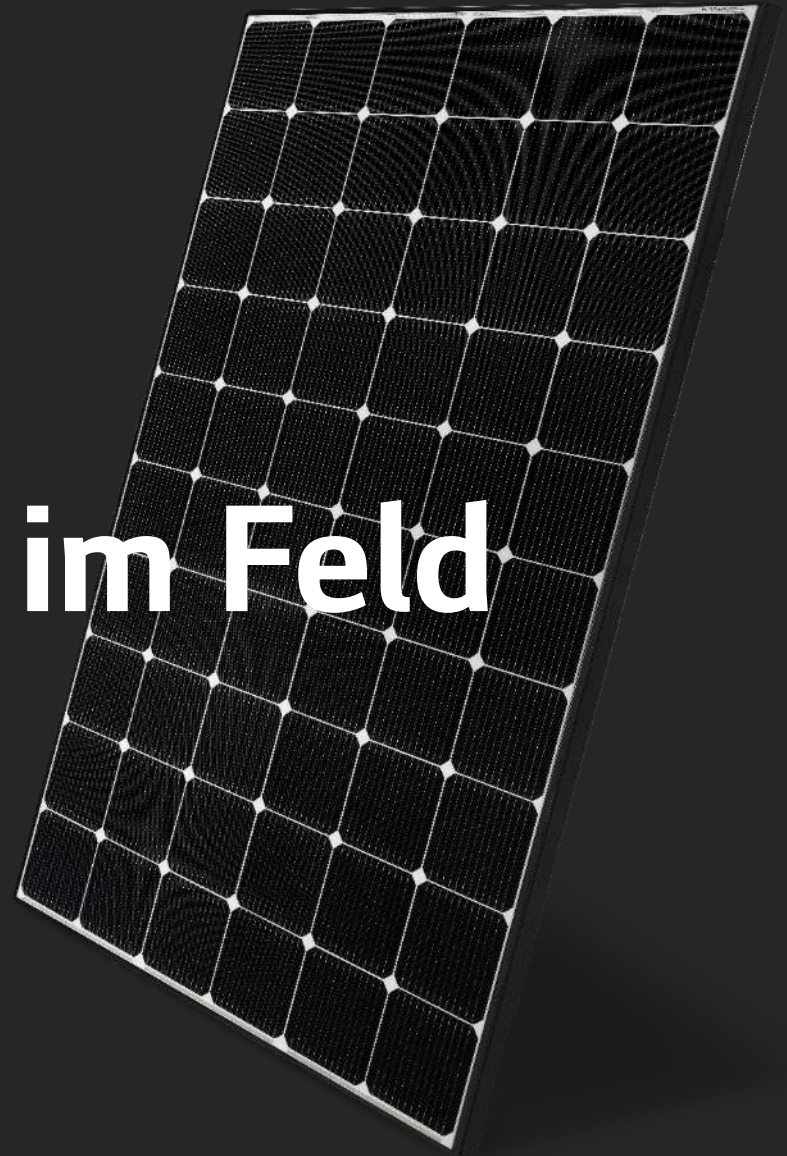
LG NeON^{®2}



In N-type Zellen kann das Na⁺ nicht durch die obere, positive geladene Schicht dringen. Die positive Ladungen stoßen sich ab.

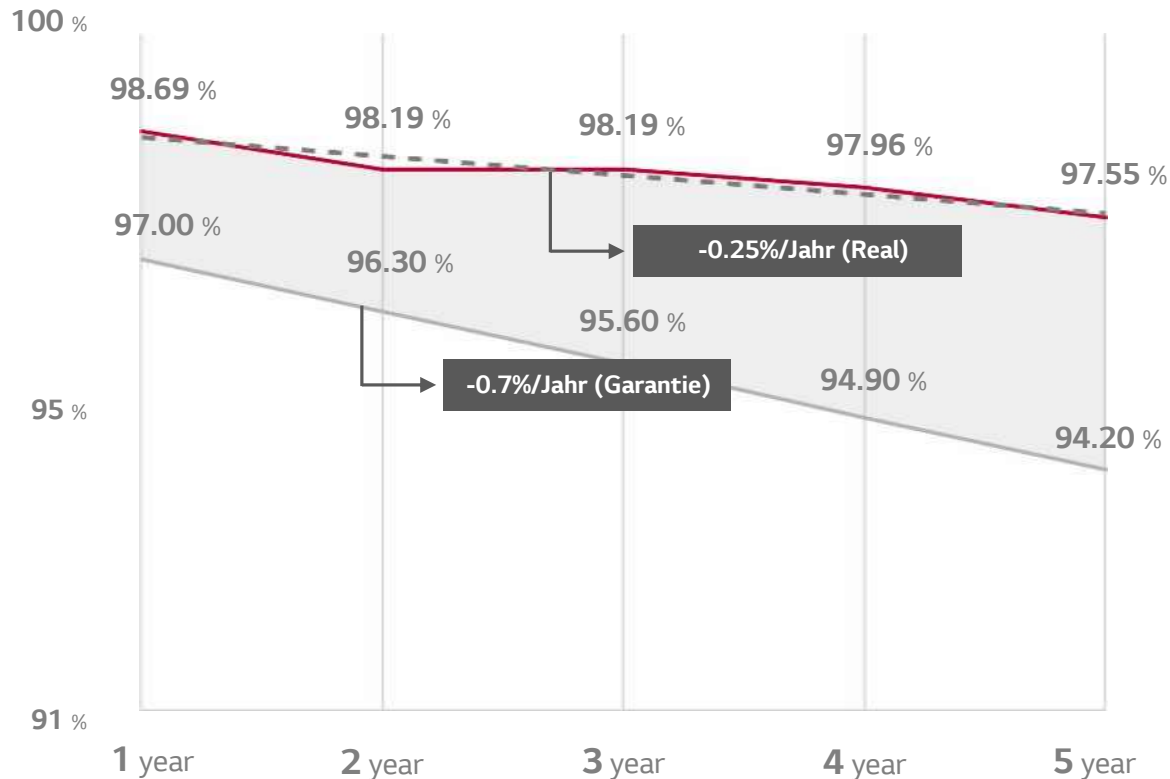
* PID(Power Induced Degradation)

| 1.4 Leistung im Feld



NeON Module erweisen sich in unserem 5 Jahres Feldtest als deutlich stabiler in der Leistung als garantiert.

Reale Degradation vs. Garantiebedingungen



Als Ergebnis der von LG eingesetzten Technologien liegt die reale Degradation unter den garantierten Werten.

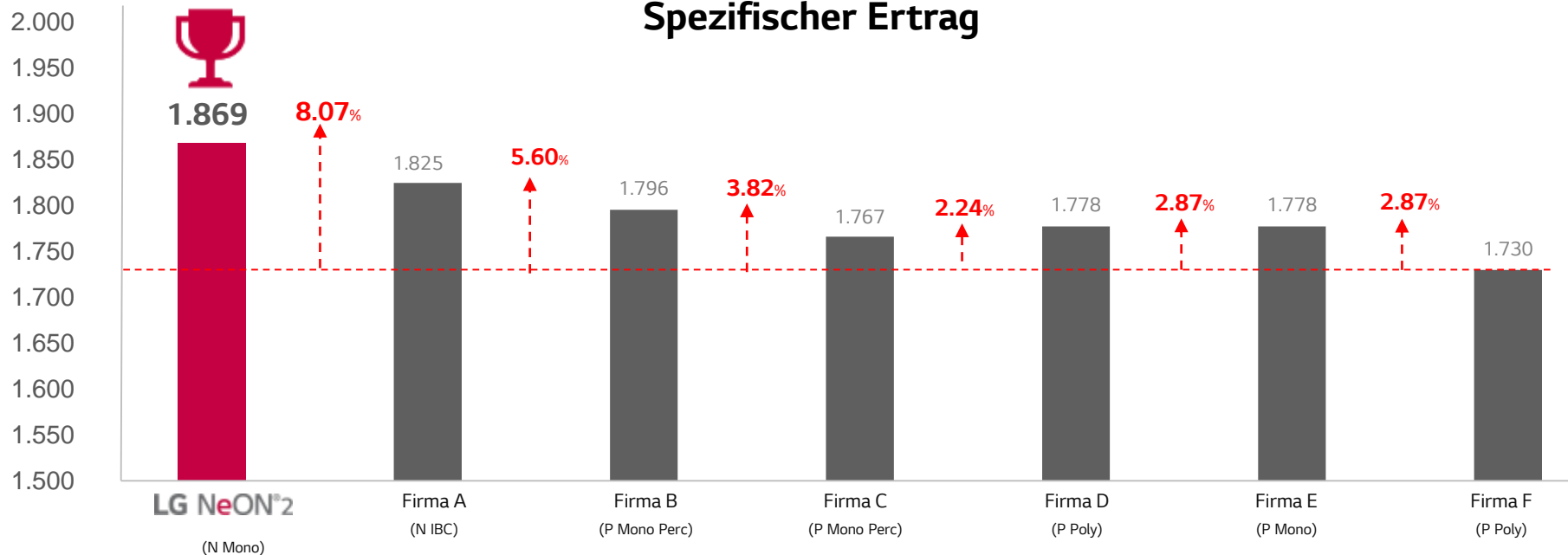
Test Bedingungen

- Anzahl Module: 12 Stück
- Standort: Tae-an, South Korea
- Test Start: Mar. 14, 2013
- G3 Modul
- G3 Leistungsgarantie
 - 1) 1st Jahr : 97%
 - 2) Jährlich: -0.7%/Jahr

LG NeON Module erweisen sich als ertragsreichstes Modul in unabhängigem Langzeittest über ein Jahr.

kWh/kWp/Jahr

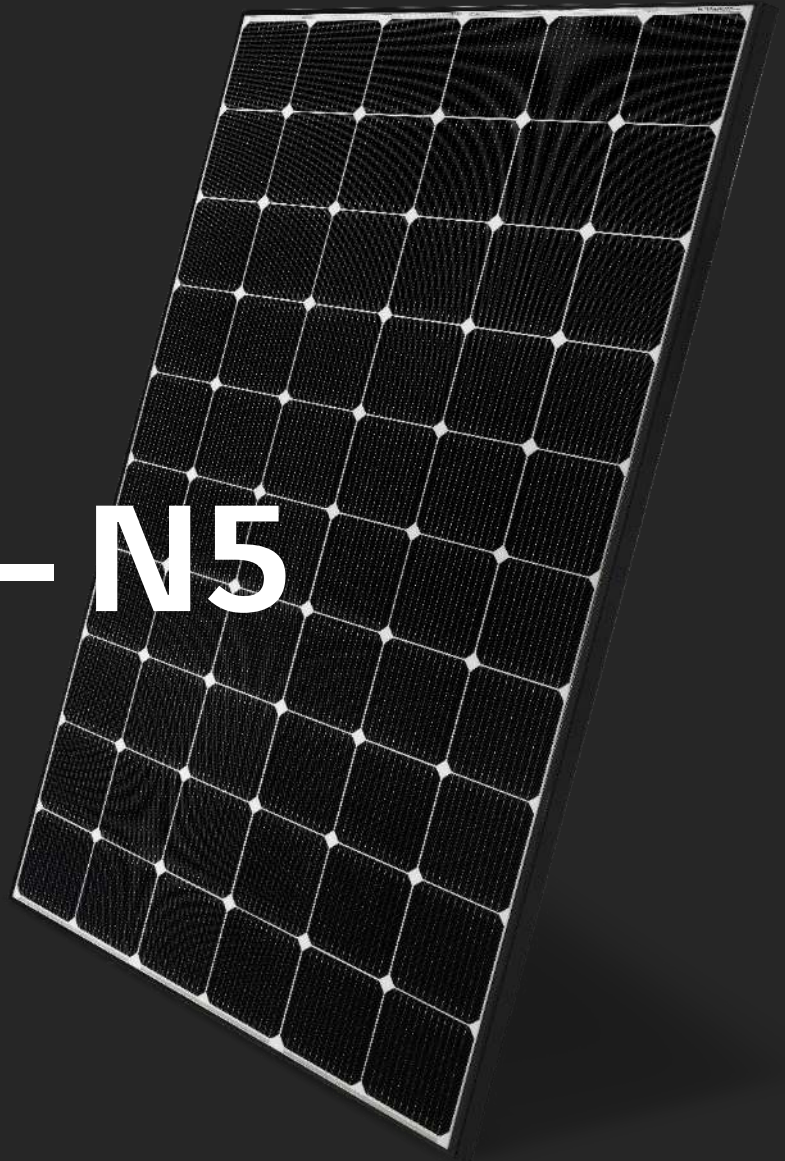
Spezifischer Ertrag



Test Information

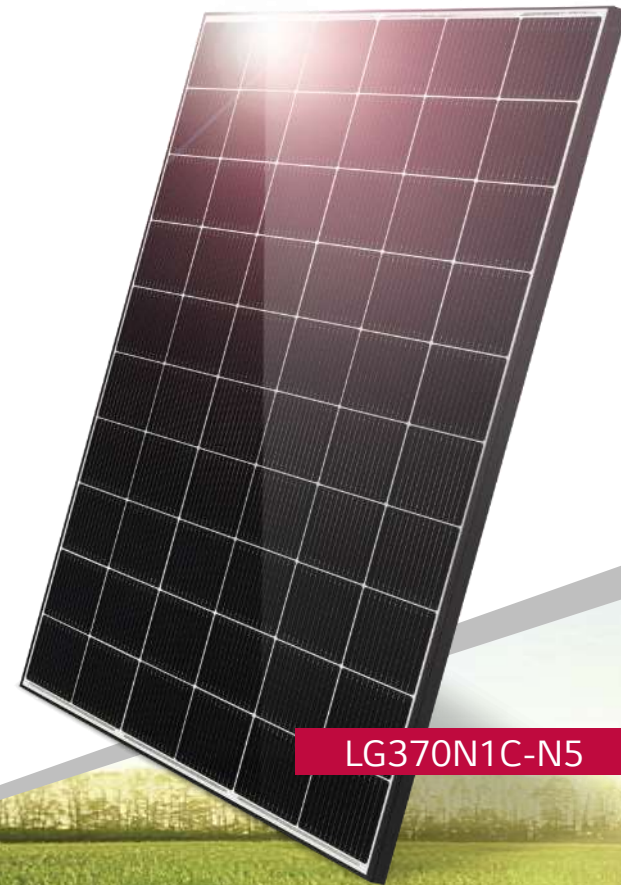
- Durchgeführt von: DNV GL
- Test Zeitraum: 12 Monate (2017.09 ~2018.08)
- Ort: Davis, CA, USA (38.5, -121.7)
- System Größe: 6 Module / Model
- Aufbau: Freiland (30°, Süd)

| 1.5 NeON 2 – N5



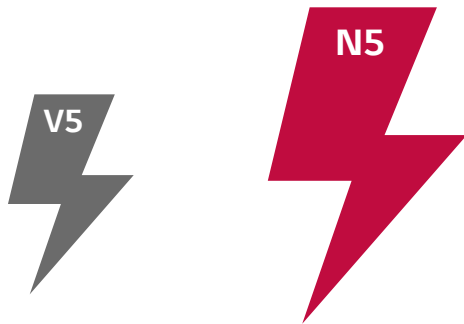
Einführung NeON 2 N5

- Monokristalline N-type Zelle
- 1,700x1,016x40mm
- 18kg
- IP 68 Anschlussdose mit MC4 Verbindern
- Max. 370W (21.4% Moduleffizienz)
- -0.34%/°C Temp.-Koeffizient
- 25 Jahre Produktgarantie
- 25 Jahre Leistungsgarantie (min. 90.08%)



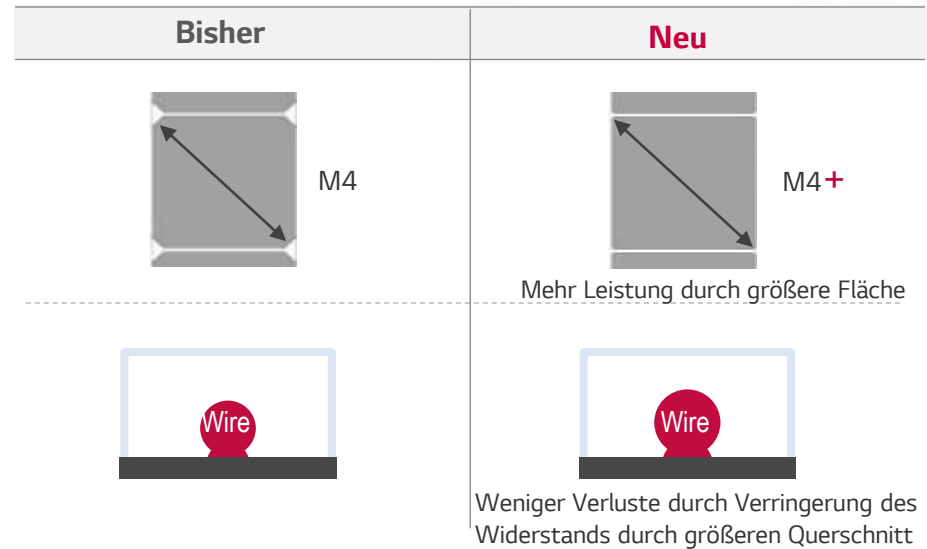
Verbesserung der Leistung

Verbesserung der Leistung und Effizienz durch optimiertes Zell- und Module Design



V5	N5
Bis zu 355W	Bis zu 370W
20.7%	21.4%

Verbesserung der Leistung durch größere Zellen und Änderung der Verbinder



Vorteil 1

Im Vergleich zu Modulen mit weniger Leistung müssen weniger Module verbaut werden. Dies spart Zeit und Material.

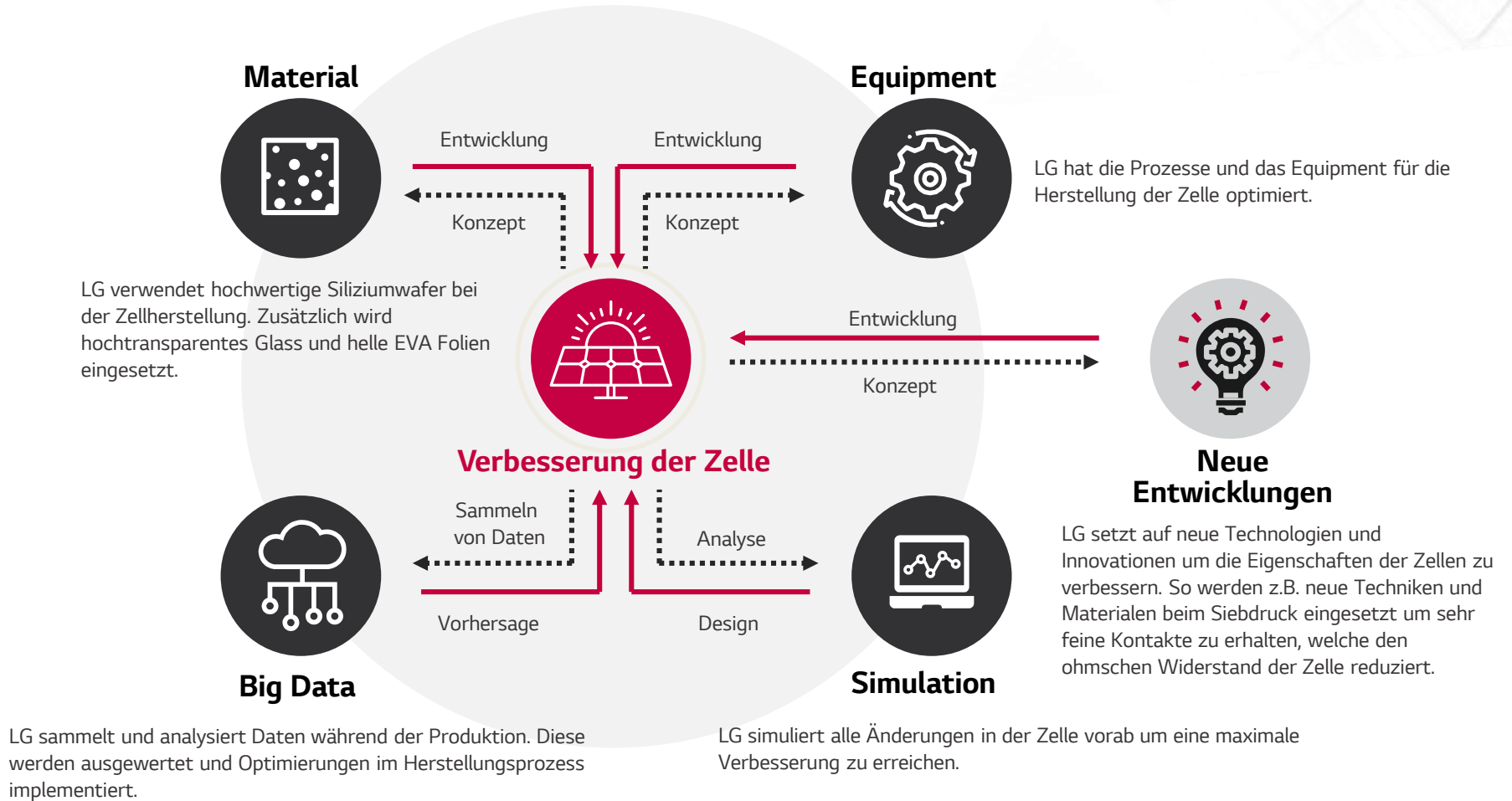


Vorteil 2

Bei gleicher Modulanzahl wird mehr Leistung erreicht. Im Vergleich mit einem 350Wp Modul sind dies 6%.

Optimierungen der Zell Technologie

Die Verbesserungen der NeON 2 Module und Zellen basieren auf verschiedenen Faktoren und verbessert die Effizienz deutlich.



Steigerung der Leistung durch Optimierung in der Modulgröße

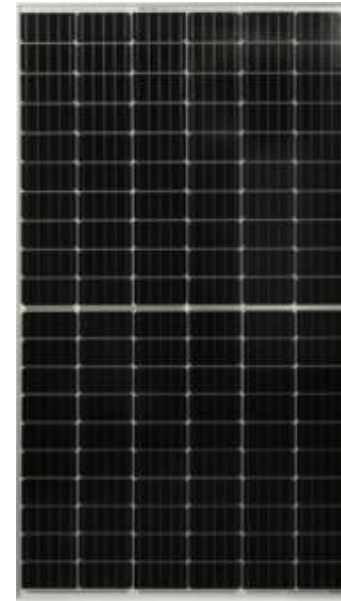
Das neue NeON 2 verbessert die Leistung durch optimierte Zellen und eine geringfügige Änderung der Modulgröße. Der Zuwachs in der Modulgröße ist deutlich geringer als bei anderen Herstellern.

Neu LG NeON²



VS

Neue Module anderer Hersteller



Änderungen NeON 2

- Fläche (m²): 1.713 → 1.727 +0.8%
- Leistung (W): 355 → 370 +4.2%

Die eingesetzten Zellen im neuen NeON2 sind nur 1.5% größer als bisher. Die Steigerung der Leistung von 4.2% beruht auch auf Verbesserungen der Zelleffizienz und Materialien.

Änderungen Mitbewerber

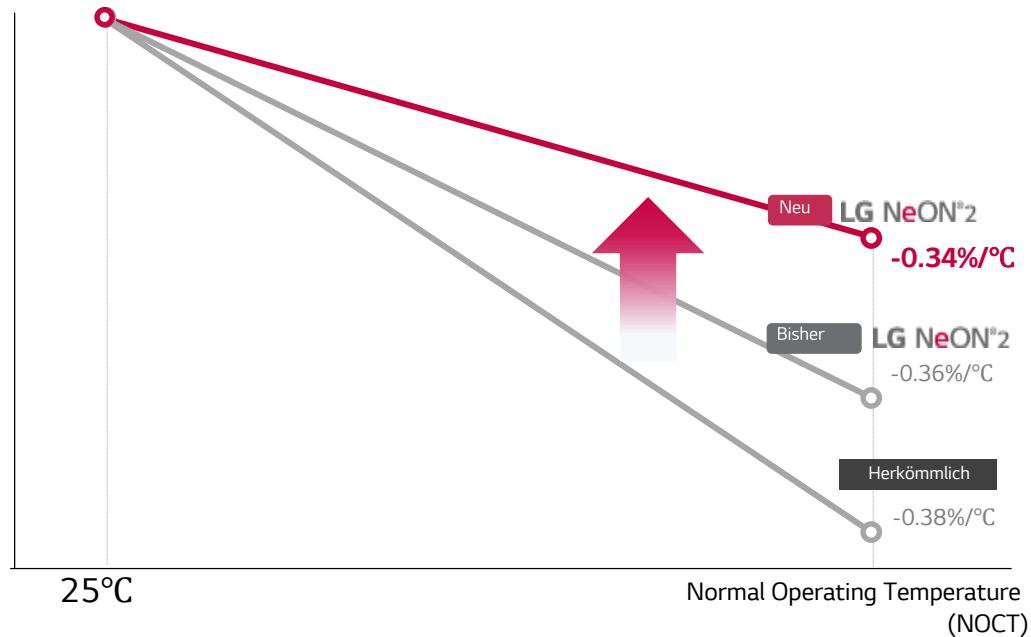
- Fläche (m²): 1.657 → 1.868 +12.7%
- Leistung (W): 325 → 370 +13.8%

Die Steigerung der Leistung beruht auf dem Einsatz größerer Zellen. M6 Zellen (Neu) sind 12.2% größer als M2 Zellen (Bisher). Die Steigerung der Leistung beruht mehrheitlich auf diesem Wechsel. Die Zelltechnologie wurde kaum verbessert.

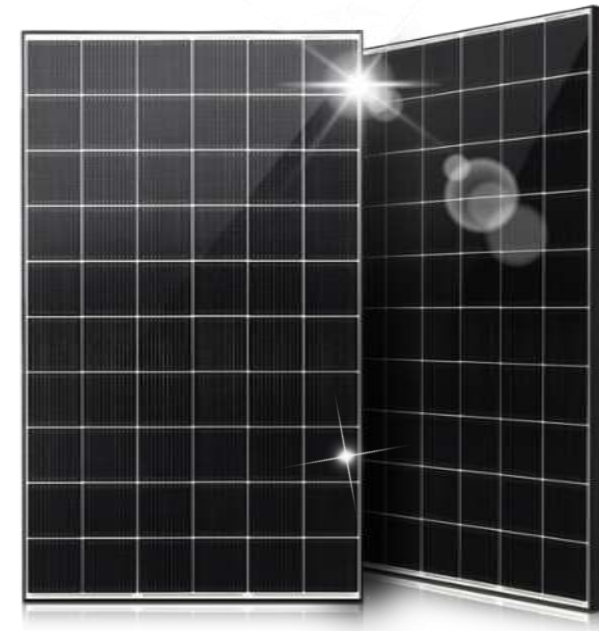
Verbesserung des Temperatur Koeffizienten

Die neuen NeON2 Module liefern höhere Erträge durch eine weitere Verbesserung des Temperatur Koeffizienten

Leistung (%)



LG NeON²



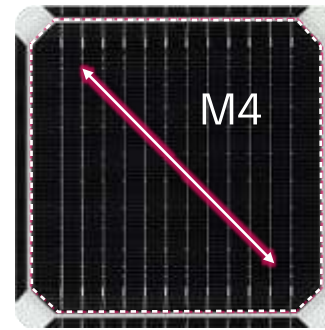
Der Temperatur Koeffizient wird durch eine erhöhte Kurzschlussspannung (V_{oc}) verbessert. Dies erreicht LG durch die Verwendung von hochreinem Zellmaterial und Reduzierung der elektrischen Widerstände in der Zelle.

Verbesserung in der Ästhetik

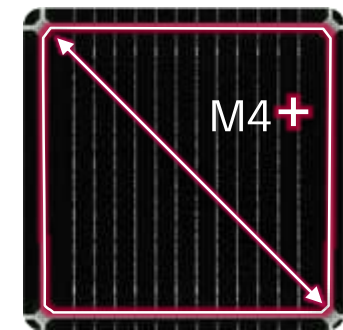
Die neuen LG NeON[®] 2 Module sind optisch noch ansprechender und sind eine Verbesserung in der optischen Wahrnehmung der Module aus der Entfernung. Die Modulfläche erscheint einheitlich Schwarz.



Bisher LG NeON²



Neu LG NeON²



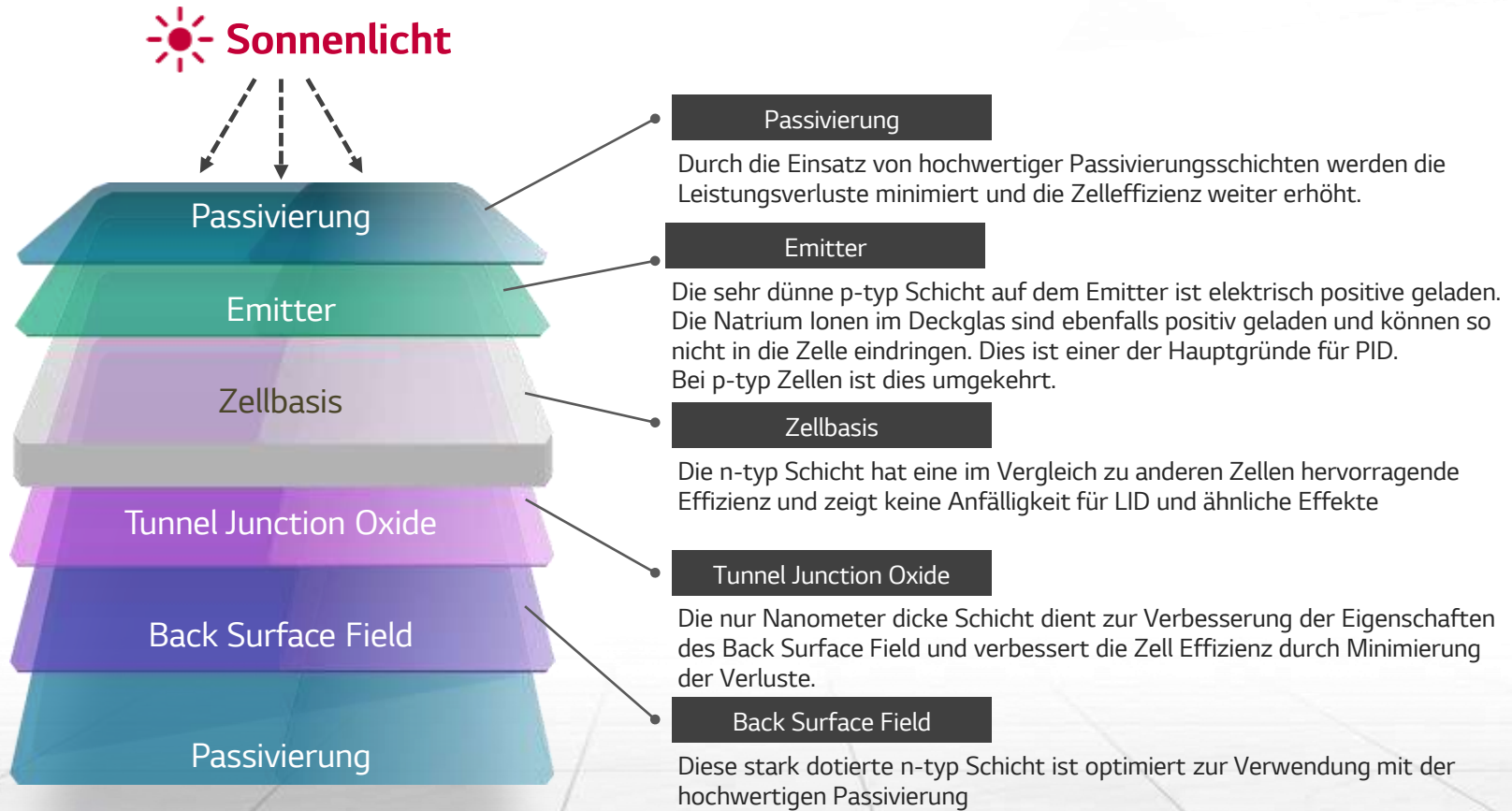
Längere Zellen mit kleineren "Ecken" ▶

Mehr Fläche wird bedeckt ▶ Verbesserung der Ästhetik

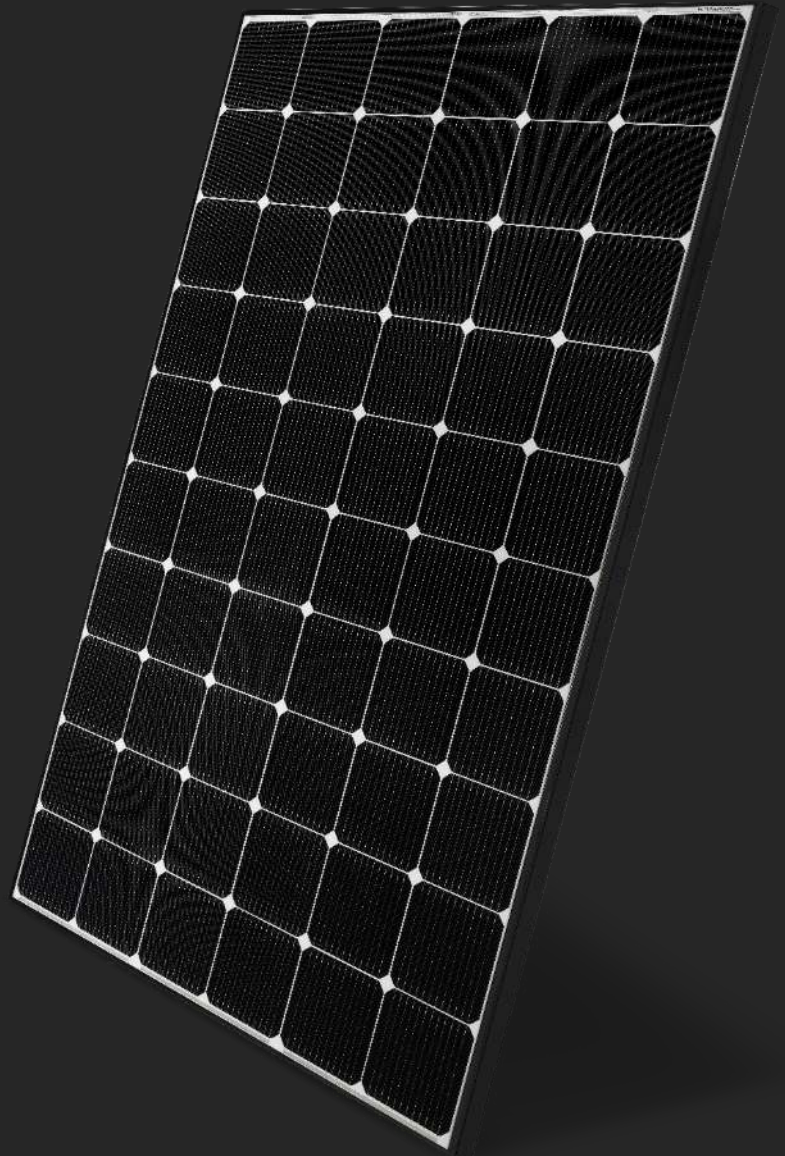


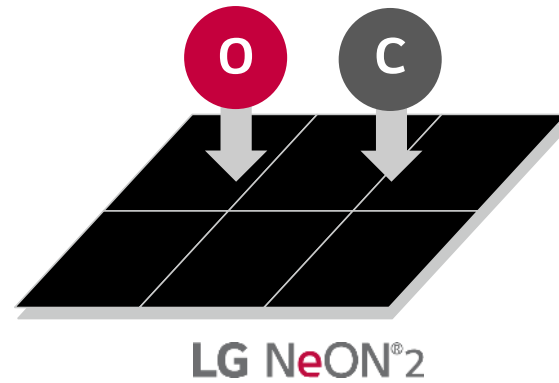
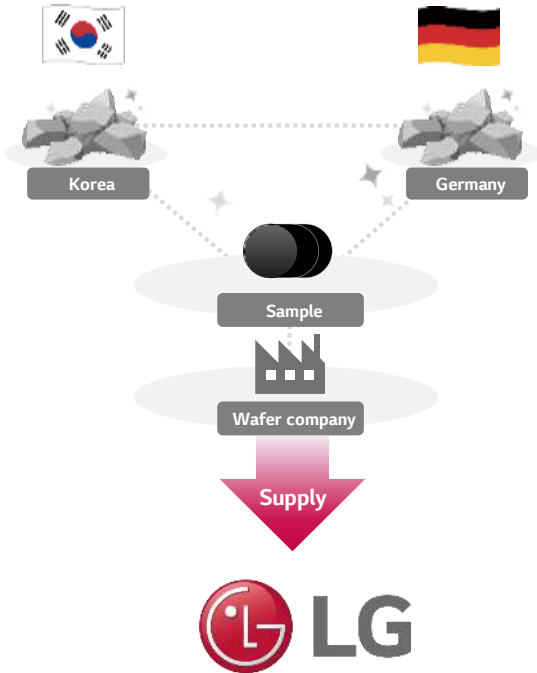
Vorteile der NeON Zell Technologien

Die Verwendung von LG's fortschrittlichen NeON® Zellen und deren Technologien ermöglicht eine höhere Leistung und bessere Erträge als bei herkömmlichen Zellen.



| 2. Material



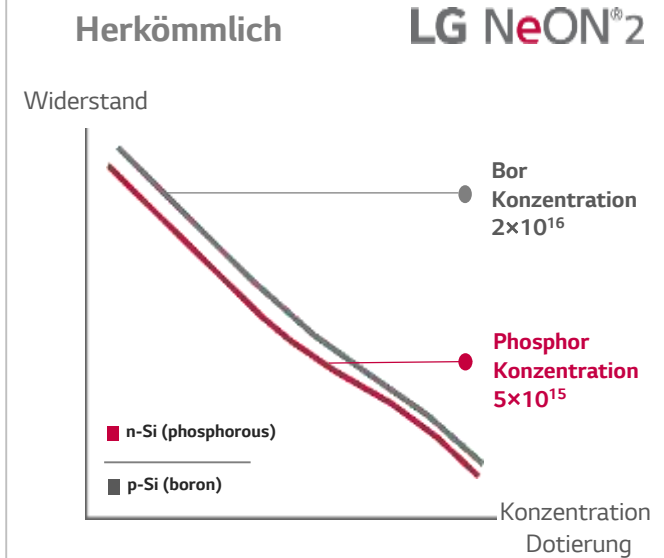


***Sauerstoff
Konzentration**
P type < 16-18ppma
N type < 13-15.5ppma

***Kohlenstoff
Konzentration**
P type < 3 ppma
N type < 1 ppma

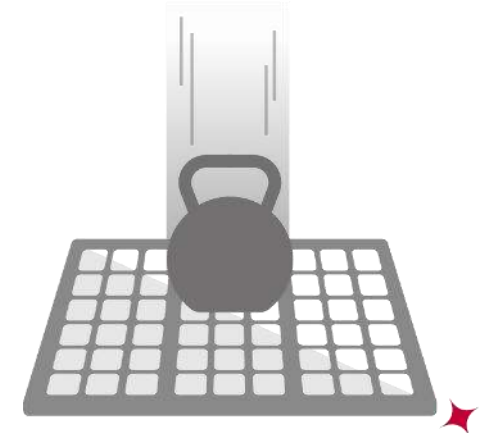
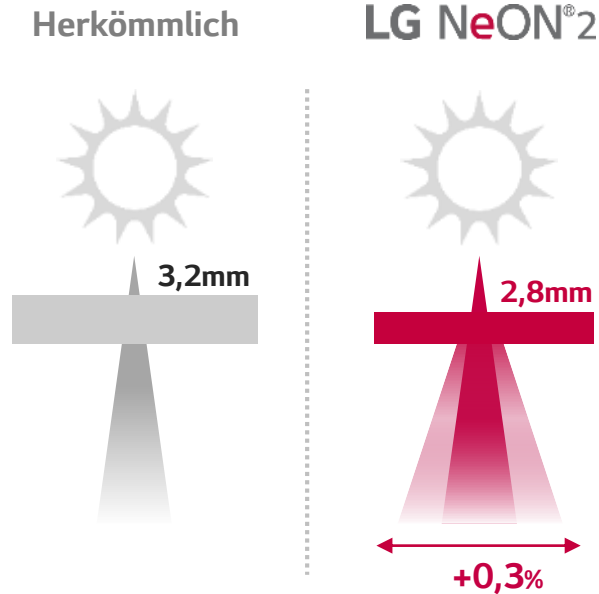
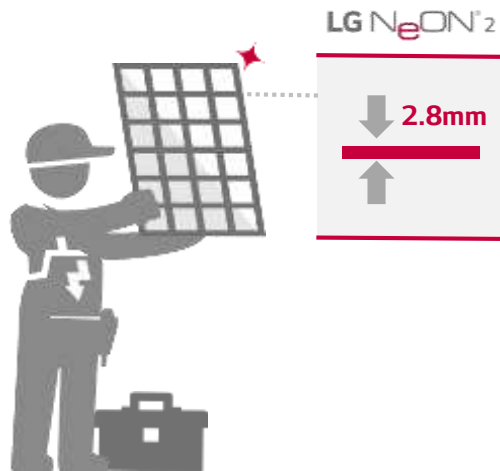
LG's Wafer werden mit hoch-reinem Silizium aus Deutschland und Süd-Korea hergestellt was in geringeren Defekten resultiert.

LG setzt ausschließlich Wafer mit extrem niedrigen Konzentrationen an Sauerstoff und Kohlenstoff ein.



Die Anzahl an eingebrachten Defektstellen in LG's N type Wafern ist niedriger als in herkömmlichen P type Wafern.

LG setzt dünneres Glas für die Module ein und bietet gleichzeitig hervorragende Eigenschaften bei der Aufnahme von Lasten.



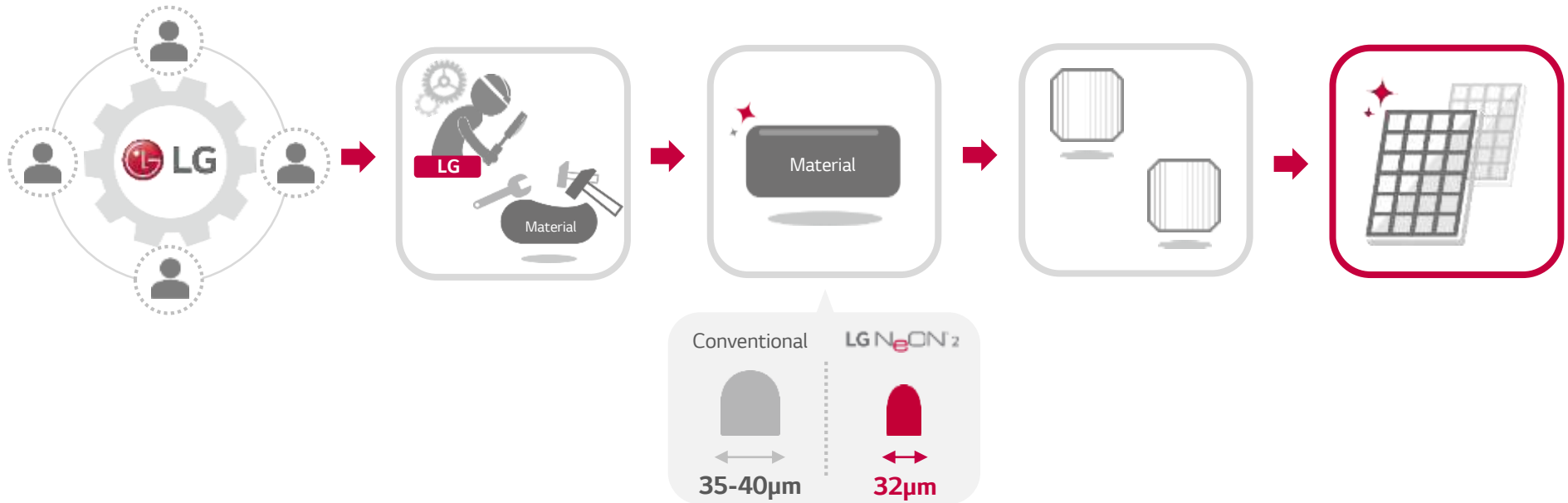
LG setzt Glas mit einer Stärke von **2,8mm** ein → Leichte Module erleichtern das Arbeiten und den Transport der Module auf das Dach.

Die Lichtdurchlässigkeit ist um 0,3% höher als bei herkömmlichen Modulen.

Voll gehärtetes Glas → besitzt die besten Eigenschaften bei mechanischen Lasten (Vorne, 5.400pa, Rückseite 4.000pa basierend auf IEC2016).

Interne Test sogar höher.

LG entwickelt eigene Materialien (z.B. Pasten) und Verfahren (z.B. Siebdruck) um ein Maximum an Qualität und Zuverlässigkeit zu sichern.

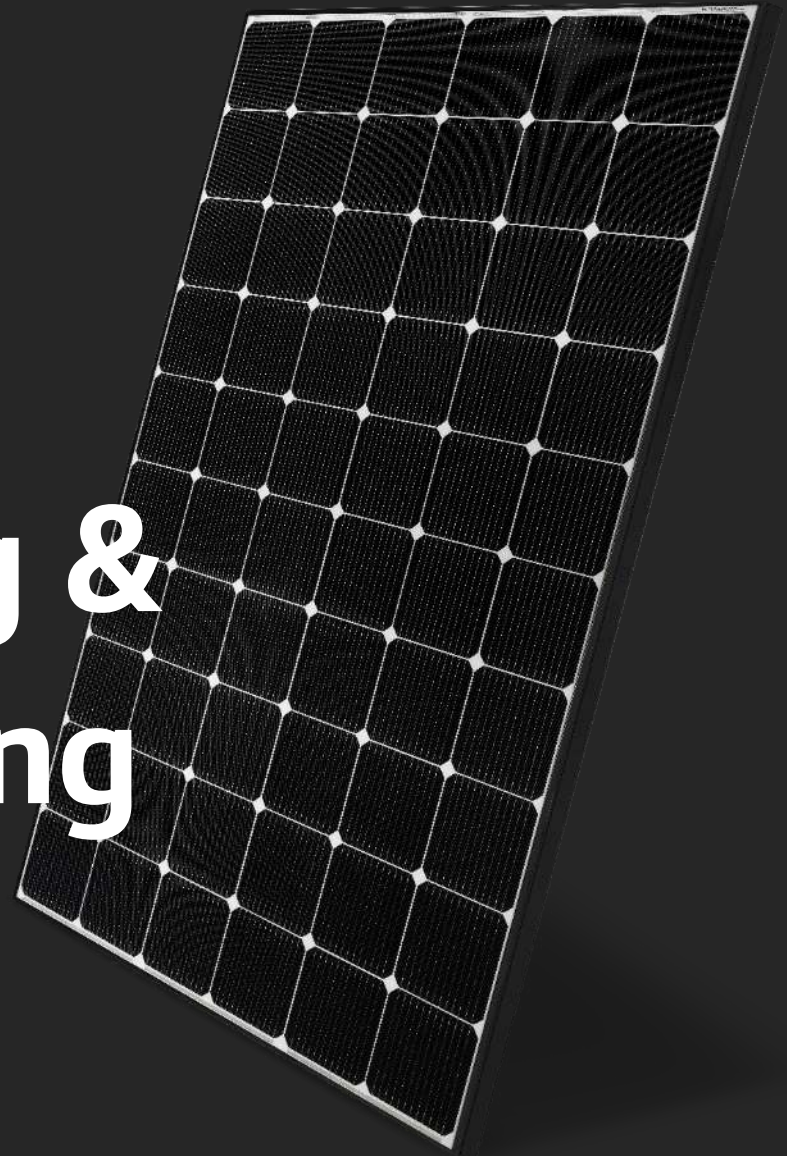


Vorteil von 32 μm vs 40 μm in der Zelleffizienz

	Finger Breite	Aktive Fläche	Isc	Zell Effizienz
Reale Werte	32 μm	96,61%	10,50A	23,55%
Simulierte Werte	40 μm	96,06%	10,45A	23,42%

Durch das spezielle Siebdruckverfahren wird die Breite der Kontakte verringert und so die aktive Zelloberfläche vergrößert. Dieses Verfahren wird durch das von LG speziell entwickelte Kontaktmaterial (Paste) ermöglicht

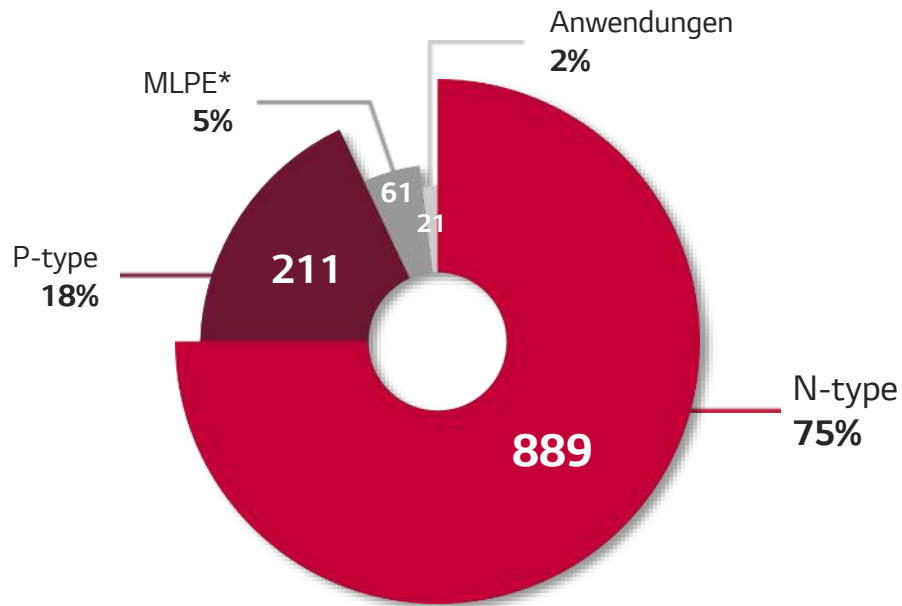
| 3. Forschung & Entwicklung



LG hat weltweit 1,181 Patente im Solar Bereich beantragt.
Die Mehrzahl davon im Bereich von N-type.
LG hat damit die meisten Patente aller Modulhersteller eingereicht.

LG's Solar Patente

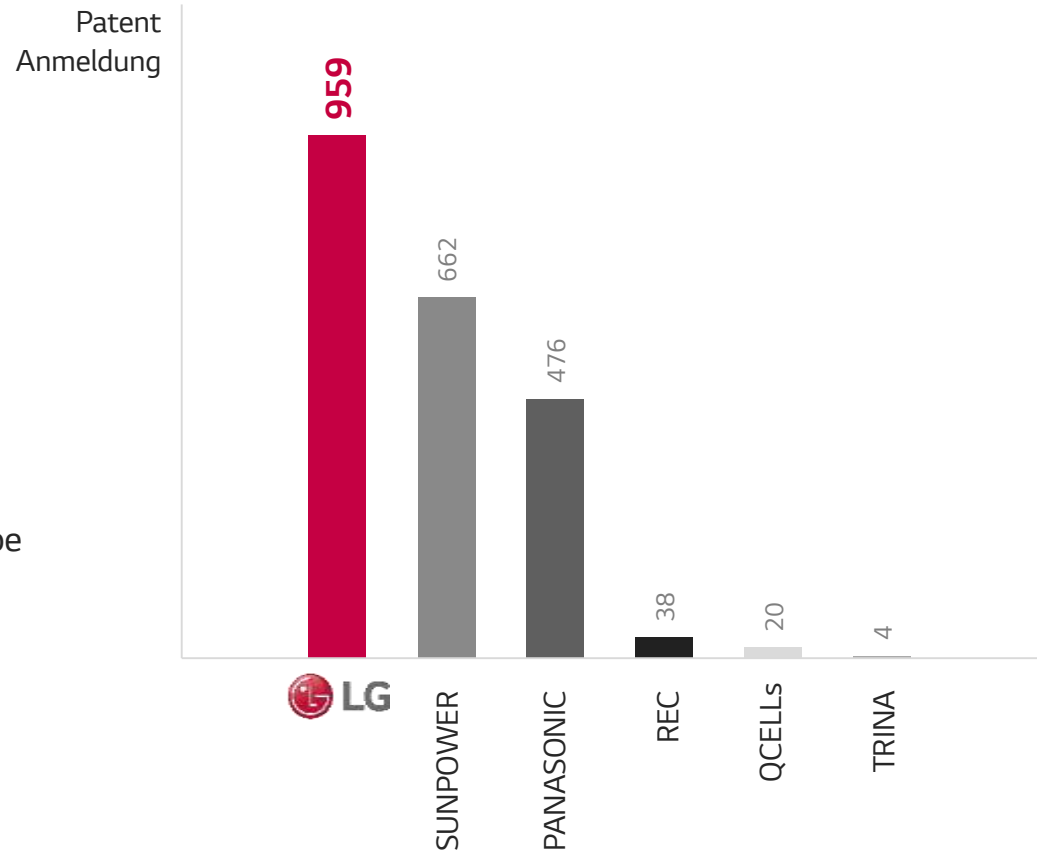
Stand: Mai 2019 / Global Total : 1,181



MLPE: Module Optimizer

Solar Patent Anmeldungen aus dem Solarbereich

Anzahl an Solar Patente in Korea, USA and EU (2009-2018)



LG's Labor ist von den 4 führenden Instituten zertifiziert.

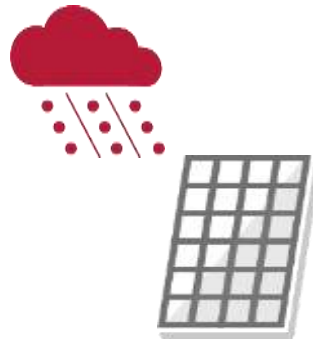
LG Certified Labs.

(Yangjae R&D Lab.)

Hotspot Test



Hagel Test



TUV Rheinland

Certified Jan. 1st, 2009



VDE

Certified Jun. 26, 2013



UL

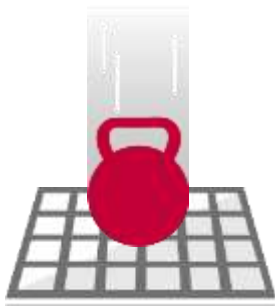
Certified Nov. 26, 2009



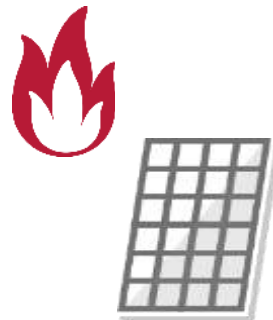
Intertek

Certified April 9, 2015

Dynamic mechanical load Test



Feuer Test



Current Status of Labs Certified by External Institutes

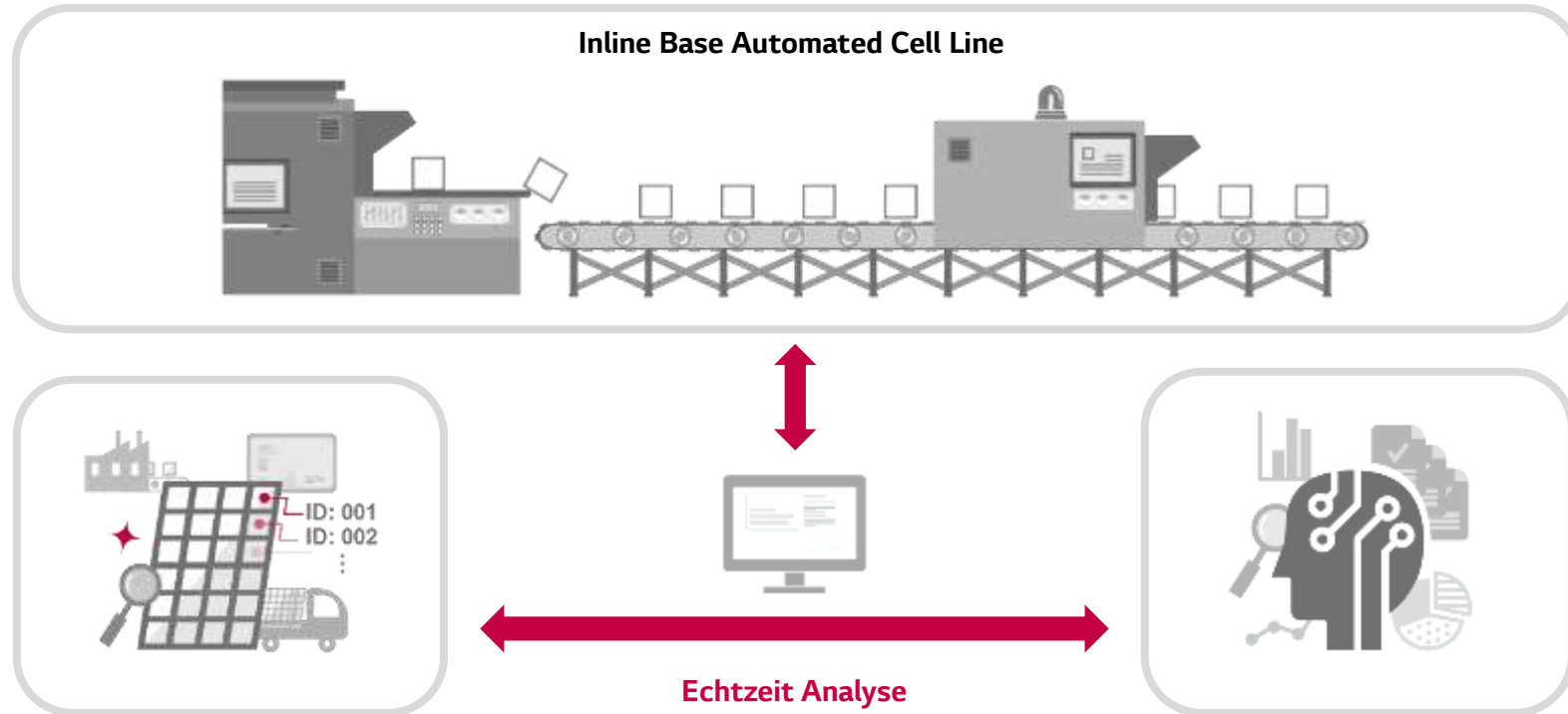
	IEC			UL	
	VDE	TUV-Rh	TUV Nord	UL	Intertek
LG	●	●		●	●
Hanwha	●				
Jinko			●		
Trina		●			

| 4. Qualitätsmanagement



LG nutzt fortschrittliche Prozesse in der Herstellung wie z.B. Echtzeit Datenanalyse um Fehler aufzudecken und zu vermeiden.

LG kann den kompletten Produktionsprozess eines Modules rückverfolgen.



Produktion (MES)

- Produktion : Material ~ Ausgehend
- Prozess : Failure, CTQ Management
- Equipment : Fehlervermeidung
- Qualität : Verhinderung der Auslieferung defekter Produkte

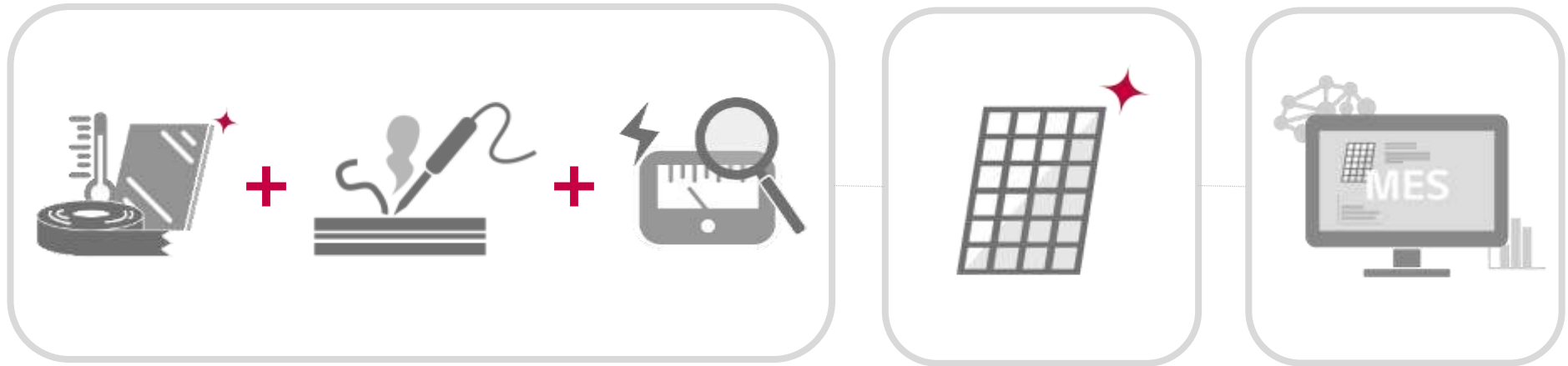
- LG jede Zelle hat eine eigene ID Nummer
- Alle ID Nummern werden Manufacturing Execution System(MES) festgehalten

Prozess/Qualitätsmanagement (Big data)

- Cloud basierte Bigdata Architektur
- Machine/Deep Learning
- Data Engineering, Analysis
- Smart Factory & AI

LG's Qualitätsmanagementsystem sichert extrem hohe Standards.

Erst wenn ein Produkt alle internen Test und Kontrollen bestanden hat, wird es in den Markt gegeben.



Parts Reliability

- Breaking Strength (Wafer)
- Ball drop test (Glass)
- Adhesion Strength (Encapsulant)
- Thermal Shock/ Damp Heat Test (Junction Box)

Process Reliability

- Soldering
- Peel Strength
- Adhesion Strength
- Gel Contents

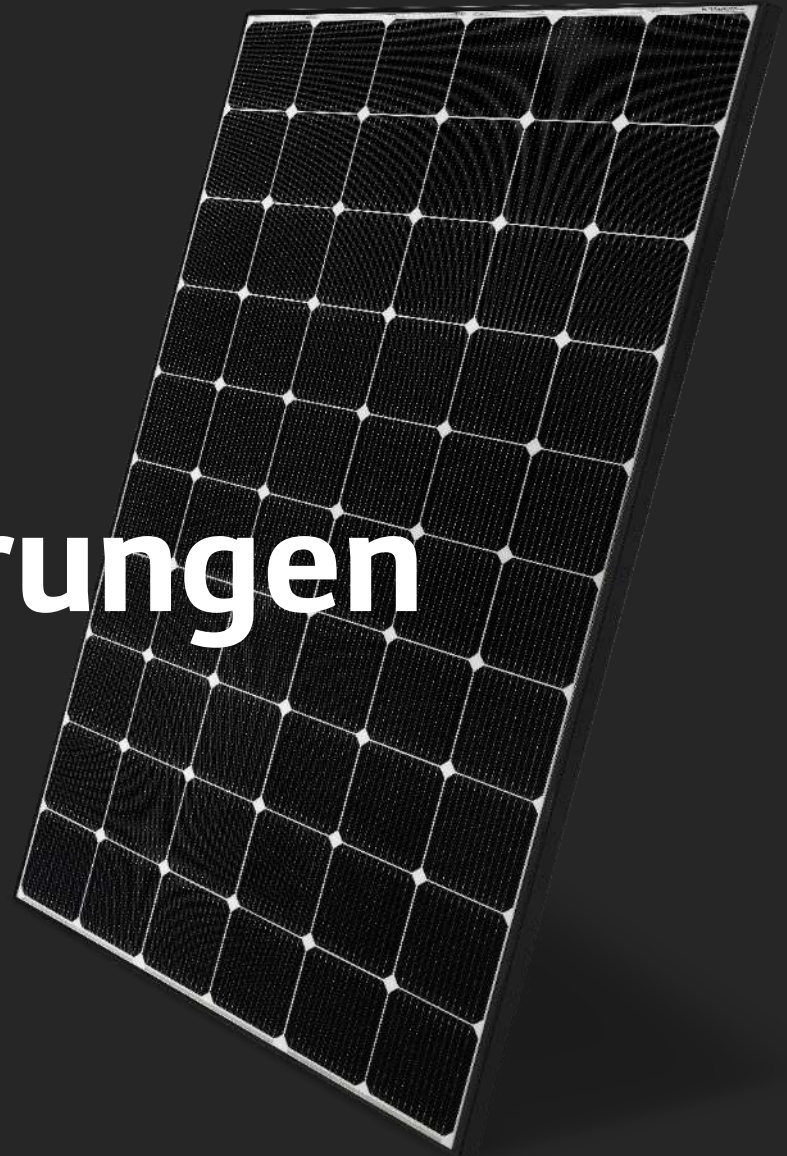
Final Inspection

- Visual Inspection
- Power
- Current
- Voltage

Outgoing Quality

MES System

| 5. Zertifizierungen



LG hält alle gängigen, internationalen Zertifizierungen im Bereich, Qualität, Umwelt, Energie, Gesundheit und Sicherheit.



ISO 9001

Qualitäts Management



ISO 14001

Umwelt Management



ISO 50001

Energie Management



OHSAS 18001

Health & Safety Management

6. Produktentwicklung



LG hat ein spezielles System zur Entwicklung neuer Produkte eingeführt. [New Product Introduction (NPI)]
Jeder Aspekt in der Entwicklung wird mit der gleichen Aufmerksamkeit bedacht.

Herkömmlich



LG NeON^{®2}



Konzept Planning

- Definition Spezifikationen
- Design guide -> QFD, FMEA
- DGMS (Design Guidance Management System)

Projekt Planung

- Qualitäts/Zuverlässigkeitstest
- Inspektion Teile / Produktionsplanung
- Inspektion

Design Bestätigung

- Qualitätstest
- Zuverlässigkeitstest
- Kundenbefragung

Mass Production

- Qualitätstest
- Zuverlässigkeitstest



Vielen Dank!

