

The background of the slide is a photograph of a solar farm at sunset. The sun is low on the horizon, casting a golden glow over the rows of solar panels. The sky is filled with scattered clouds, and the water in the foreground reflects the light. A large, semi-transparent blue shape is overlaid on the right side of the image, containing the text.

# pv magazine: 1.500 Volt – der neue Standard?

28. März 2017

Stefan Ringbeck, Produktmanager

[stefan.ringbeck@trinasolar.com](mailto:stefan.ringbeck@trinasolar.com)

# Inhalt

---

01 Einführung

02 Vorteile

03 Herausforderungen

04 Zusammenfassung



# Inhalt

---

## 01 Einführung

## 02 Vorteile

## 03 Herausforderungen

## 04 Zusammenfassung

- Erhöhung der max. Modul-Systemspannung von 1.000V auf 1.500V

## Vorteile

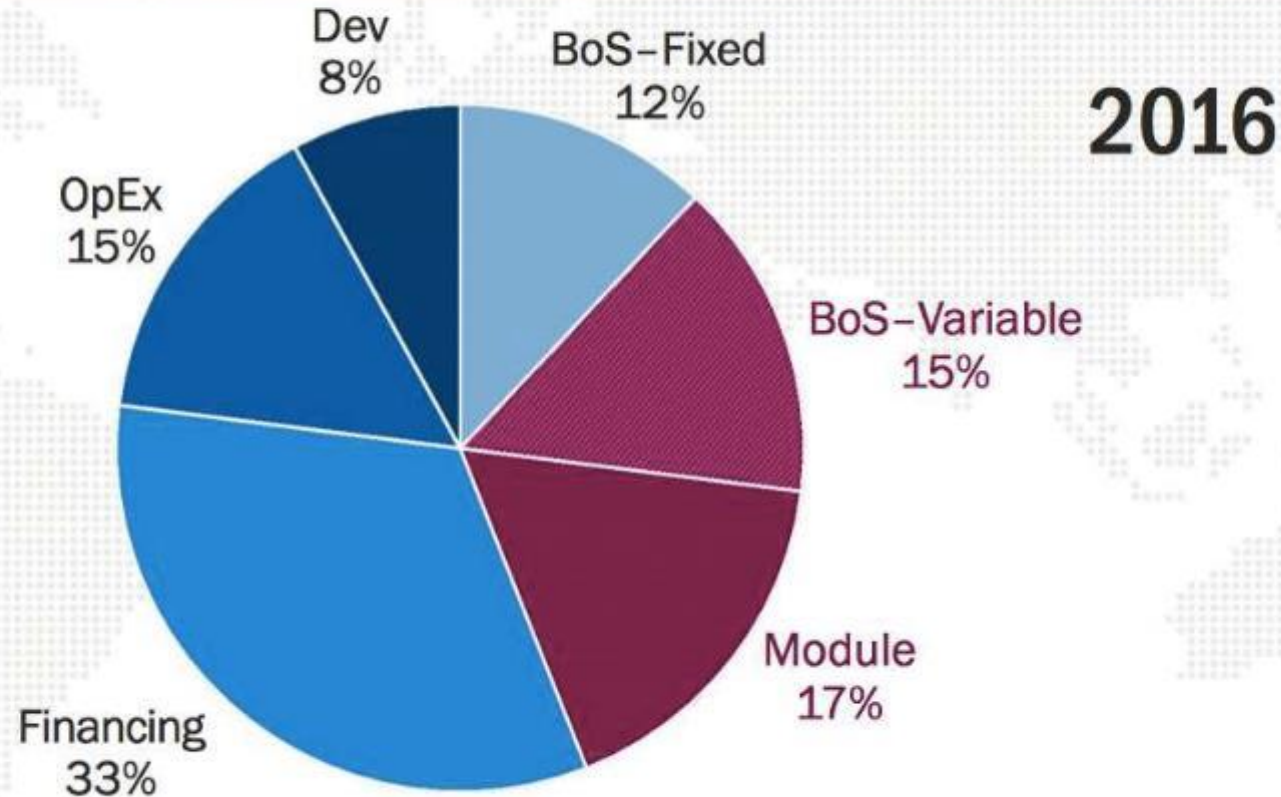
- ✓ Stringlänge wird um 50% erhöht
- ✓ Reduzierung der Parallelverbindungen
- ✓ Reduzierung der Kabelanzahl
- ✓ Reduzierung der Kabelverluste auf der DC-Seite
- ✓ Reduzierung der Systemkosten

## Zu beachten

- ✓ Höhere Anforderungen an die Modulmaterialien
- ✓ Erhöhung der Modulkosten (Rückseitenfolie und Anschlussdose)
- ✓ Höherer Einfluss der Modultoleranz (elektrisch)
- ✓ Höhere Sicherheitsanforderungen an das System (Wechselrichter/ Generatoranschlusskästen/ Sicherung/ Umschaltstationen, etc.)



## VARIABLE COMPONENTS OF LCOE



12  
© Copyright 2014, FIRST SOLAR

Based on First Solar estimates of LCOE components over time

Source: <http://www.greentechmedia.com/content/images/articles/first-solar-lcoe-2016.jpg>



# Inhalt

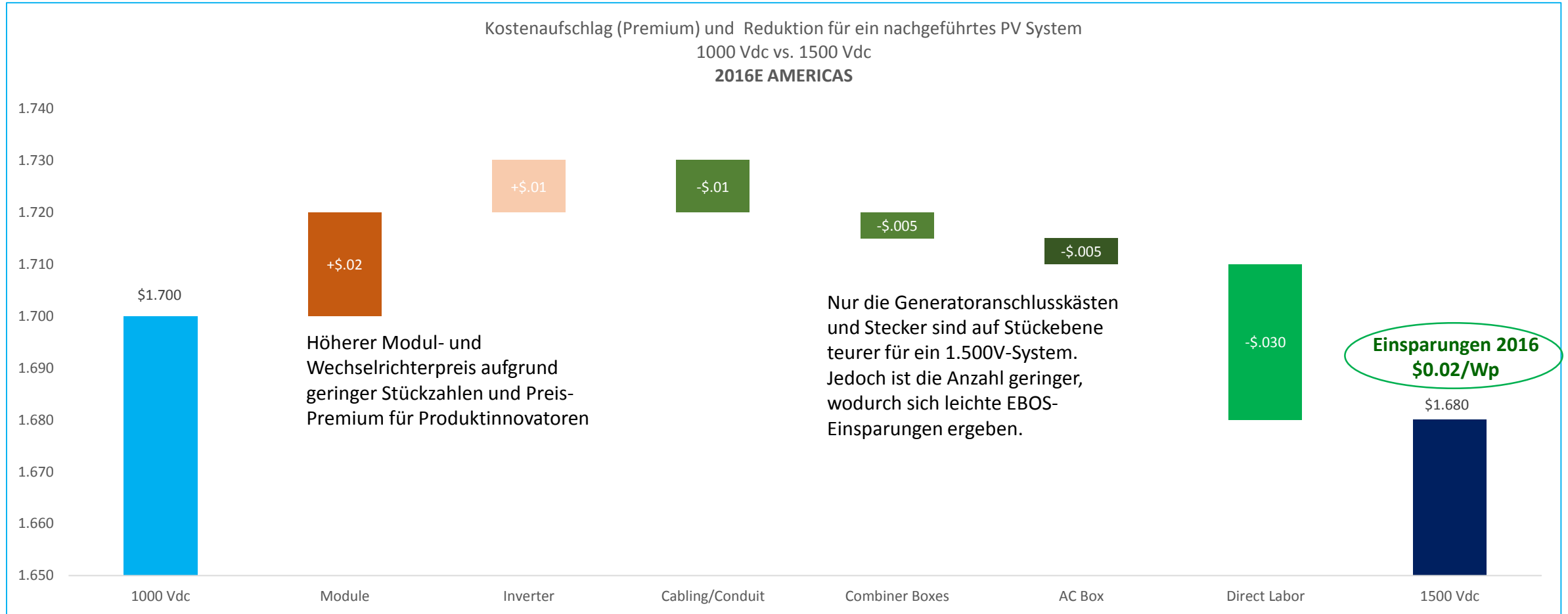
---

01 Einführung

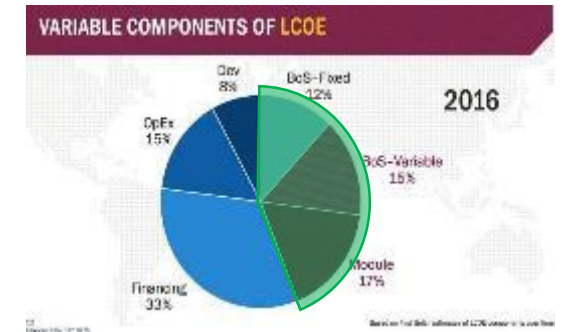
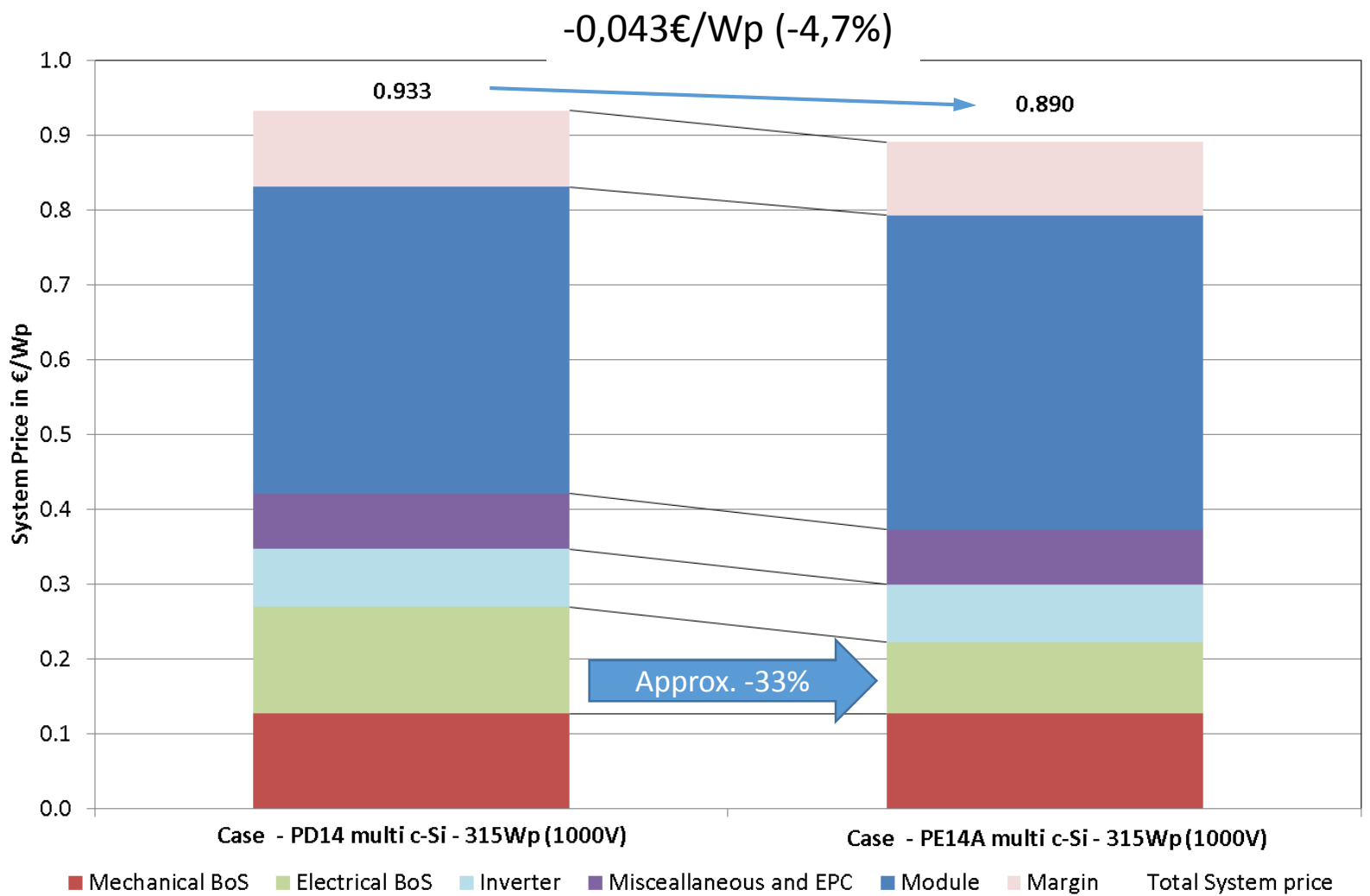
**02 Vorteile**

03 Herausforderungen

04 Zusammenfassung



Source: GTM: 1500v pv systems & components\_2016-2020: Jan2016



### Annahmen

- Wechselrichterkosten 0,08€/VA (1.000V Version und 1.500V Version)
- Gleiche Blockgrösse von 1MW
- Modulpreisunterschied 0,02€/Wp
- Gerahmtes 1.000V PV-Modul
- Gerahmtes 1.500V PV-Modul

**Der Systempreis für ein 1.500V-System ist 4,7% niedriger**

**LCoE 1.000V: 0,100**

**LCoE 1.500V: 0,0954**

**LCoE-Senkung: -4.9%**



Wechselrichter (Beispiel)		Sungrow	
Typ	[-]	SG3000HV-MV	SG2500MV
Max. AC Leistung	[kVA]	3000	2772
Max. Systemwirkungsgrad	[%]	98,0	98,0
Max. Euro Systemwirkungsgrad	[%]	97,5	97,5
Quelle:	[-]	<a href="http://en.sungrowpower.com/">http://en.sungrowpower.com/</a>	

## Kabelverluste in % – Beispiel überwachter Generatoranschlusskasten mit 24 Kanälen

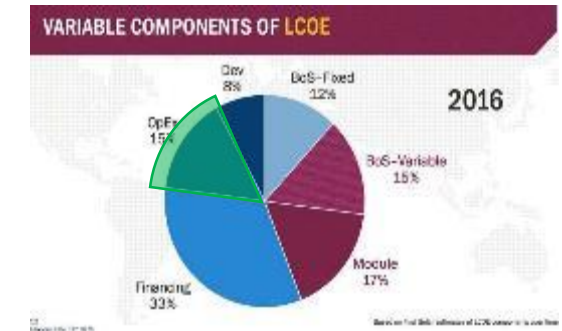
		1000V	1500V
Stranglänge	[-]	19	29
Stringkabel	[6mm <sup>2</sup> ]	0,12%	0,10%
Verbindungskabel (Generatoranschluss- kasten Wechselrichter)	[300mm <sup>2</sup> ]	0,77%	0,63%

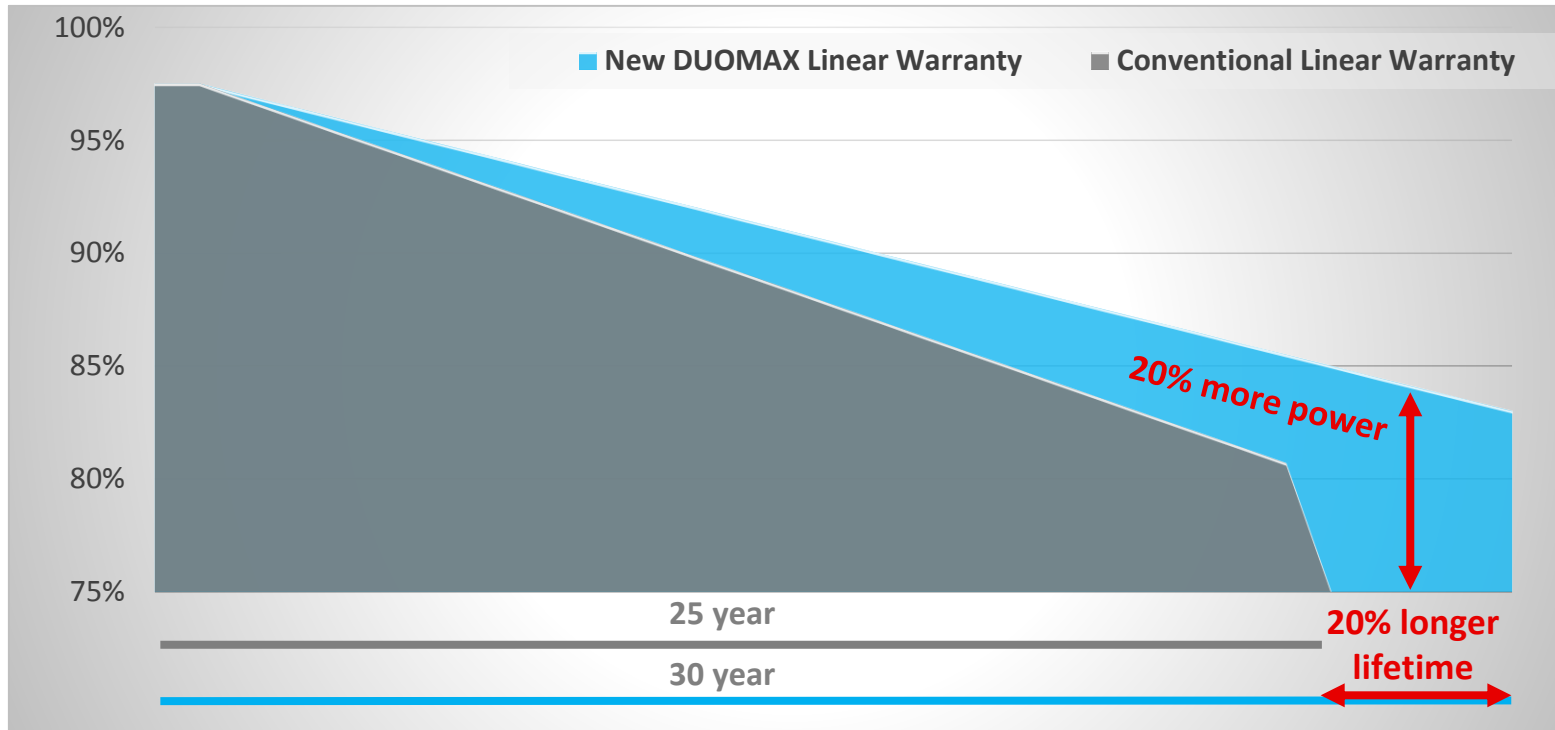
Bemerkung: Beispiel zur Darstellung des Einflusses, die genauen Kabelverluste sind abhängig vom Systemdesign und Standort

**Die höhere Systemspannung reduziert die Verluste einiger Komponenten**

## Wartung für ein 10MW-Projekt

- 1.000V-System
    - 5 Stück 2MW Wechselrichterstationen
    - 76 Generatoranschlusskästen mit Überwachung
    - 31.250 PV Module
  - 1.500V-System
    - 4 Stück 2,5MW Wechselrichterstationen
    - 50 Generatoranschlusskästen mit Überwachung
    - 31.250 PV Module
  - Die verbleibenden O&M-Kosten sind vergleichbar, wie z.B. Reinigung, Modul Inspektion, Komponentenaustauschrate aufgrund Fehlfunktionen
- **Der reduzierte Wartungsaufwand für die elektrischen Komponenten führt zu einer LCoE-Reduktion von etwa 4%**





Eine geringere Degradation von 0,5% statt 0,7% senkt die Stromerzeugungskosten (LCoE) um 5,1% (Beispiel Systempreis von 0,93€/Wp (Großanlage))

→ 5,1% höherer Profit dank geringerer Degradation

**DUOMAX** : 0,5% jährliche Degradation, 30 Jahre Leistungsgarantie

Gerahmte Module: 0,7% jährliche Degradation, 25 Jahre Leistungsgarantie

Anmerkung: LCoE = Levelized cost of Energy, EY basierend auf Einstrahlungsdaten von Süddeutschland, Annahme



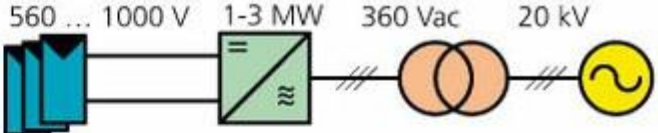
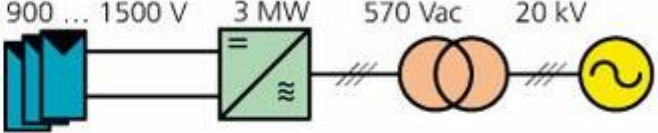
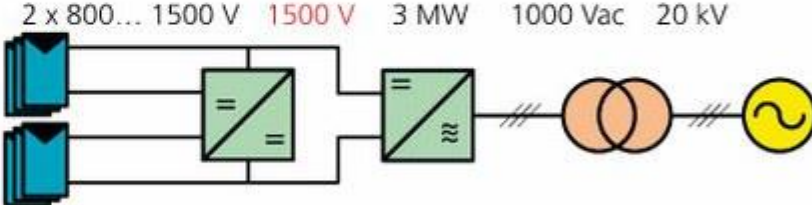
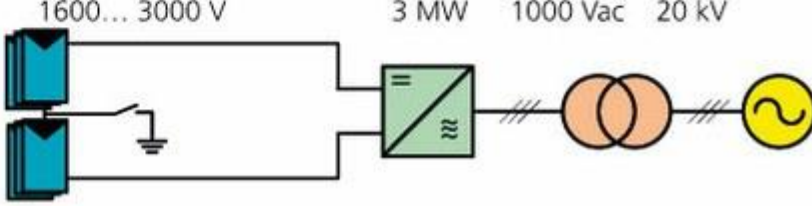
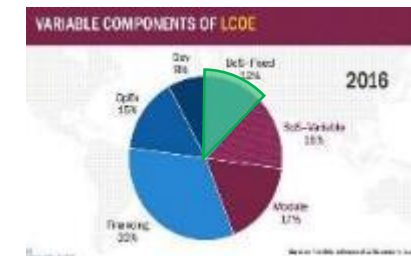
A	<p>Stand der Technik (Referenz):</p> <p>1.000 V<sub>DC</sub> / 360 V<sub>AC</sub> / 1-3 MVA</p>	
B	<p>Stand der Technik mit erhöhter Spannung:</p> <p>1.500 V<sub>DC</sub> / 570 V<sub>AC</sub> / 3 MVA</p>	
C	<p>2-stufiges Konzept mit fester Spannung im Zwischenkreis:</p> <p>2x1.500 V<sub>DC</sub> / 1.000 V<sub>AC</sub> / 3 MVA</p>	
D	<p>Bipolarer PV-Generator:</p> <p>3.000 V<sub>DC</sub> / 1.000 V<sub>AC</sub> / 3 MVA</p>	

Abb. 3: Übersicht der untersuchten Kraftwerkskonzepte mit einem DC-Spannungsniveau von 1000 V bis +/- 1500 V. Mit den neuen Konzepten kann das Potenzial der gemäß Niederspannungsrichtlinie maximal erlaubten AC-Spannung von 1000 V vollständig ausgereizt werden. © Fraunhofer ISE

Source: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/hidc-pv-kraftwerk>

Reduzierung des Stroms nach dem Wechselrichter



Die max. Transformatorgröße wird bestimmt durch die Begrenzung auf ca. 6500A

Transformatorgröße pro Fall:

- A: 2,3 MVA
- B: 3,7 MVA
- C & D: 6,5 MVA

Beim Vergleich der Fälle A und B bei einer Systemleistung von 50MW kann die Anzahl der Transformatoren von 22(A) auf 14(B) reduziert werden

→ Der Installationsaufwand wird um ca. 36% reduziert

# Inhalt

---

01 Einführung

02 Vorteile

**03 Herausforderungen**

04 Zusammenfassung

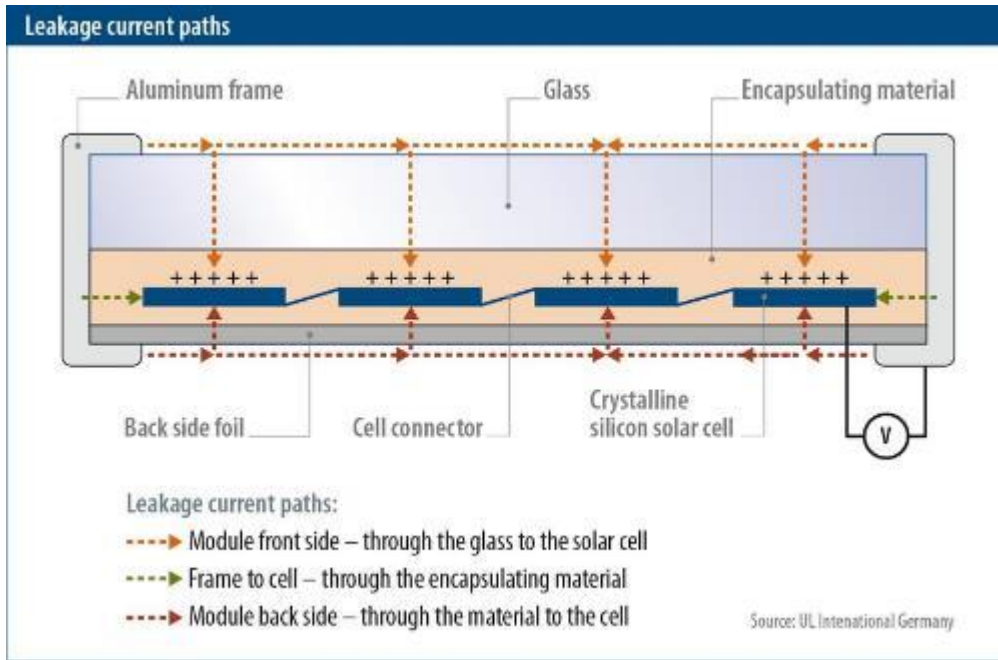
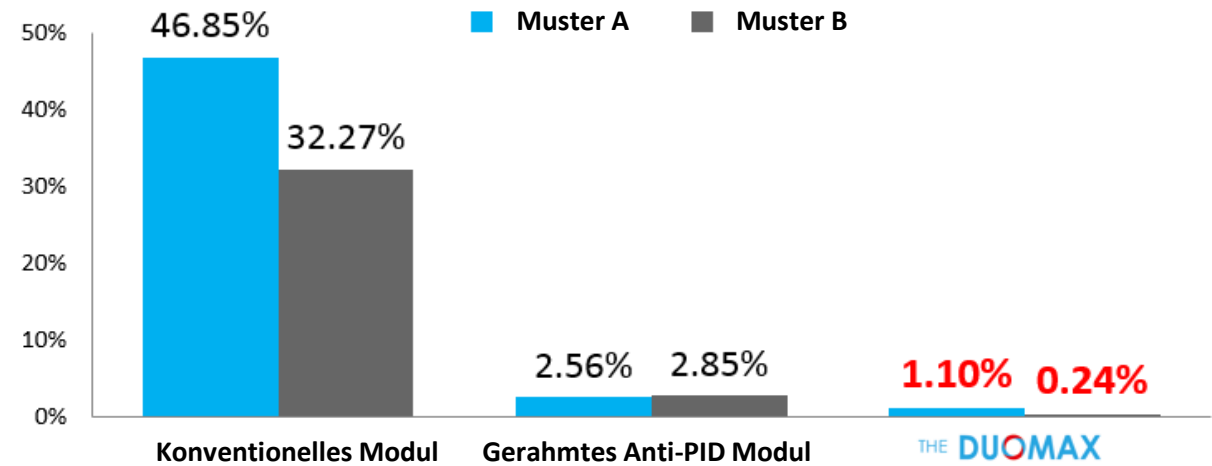


Figure 1: Cross section of a crystalline photovoltaic module with possible leakage current paths. In typical p-type cells, the damaging leakage currents flow from the frame to the negative pole on the top side of the cells. For the PID effect, the orange path is the critical one. Graphics: Solarpraxis AG/Harald Schütt

Source: [http://www.pv-magazine.com/archive/articles/beitrag/no-confidence-in-manufacturer-tests-\\_100012909/572/#axzz4MDuJ2dmc](http://www.pv-magazine.com/archive/articles/beitrag/no-confidence-in-manufacturer-tests-_100012909/572/#axzz4MDuJ2dmc)



## Leistungsminderung nach PID-Test



96 h, 85° C, 85% RH

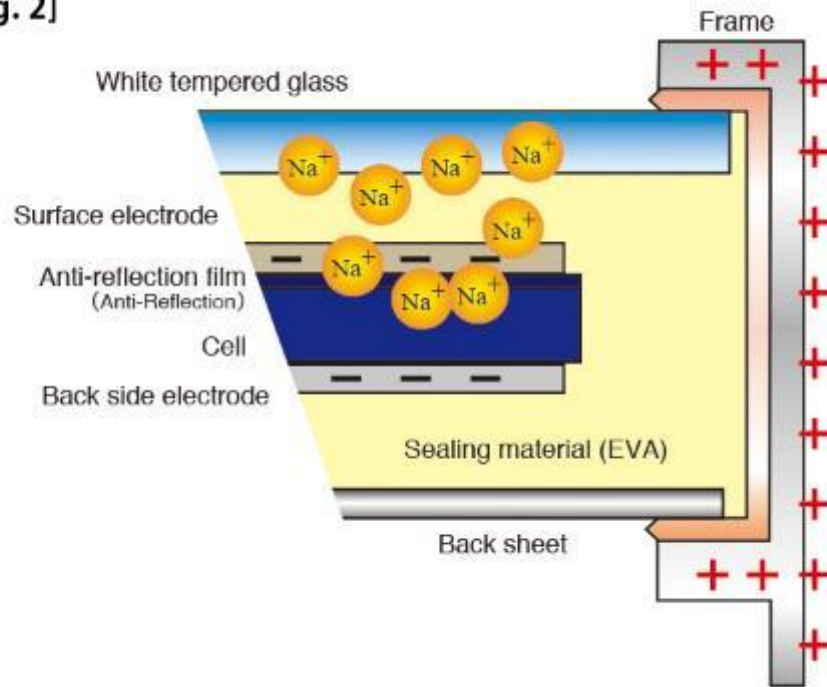
1344h, 85° C, 65% RH +  
576h, 85° C, 85% RH

864h, 85° C, 65% RH +  
384h, 85° C, 85% RH

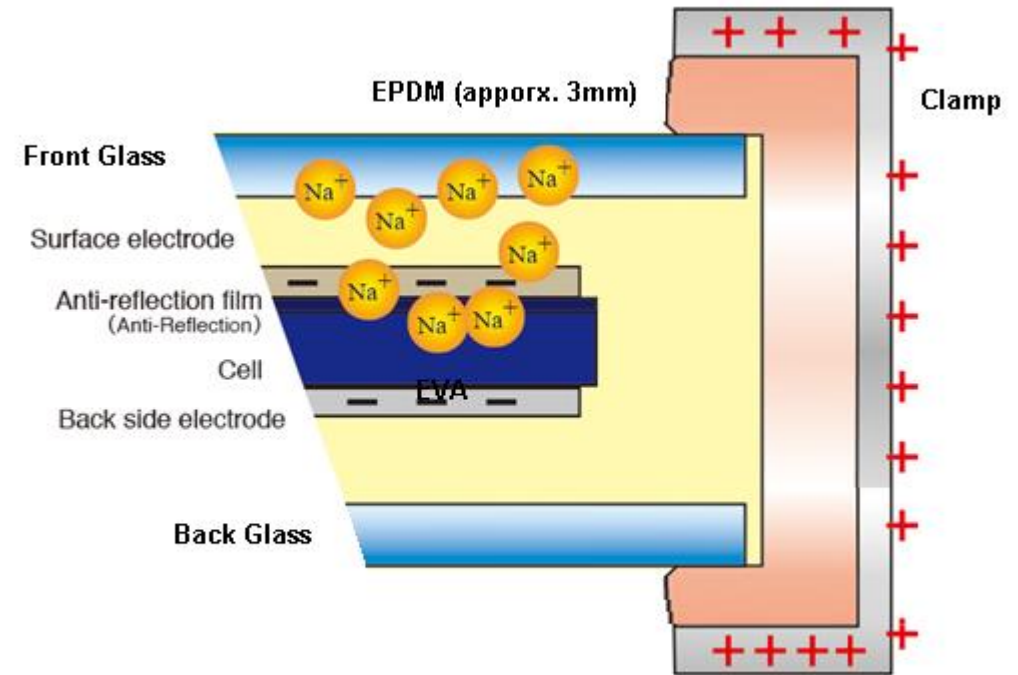


## Gerahmte Module

[Fig. 2]



## Rahmenlose Module



Quelle: [http://www.kikusui.co.jp/common/product/image/full/tos7210s\\_fig2\\_e.jpg](http://www.kikusui.co.jp/common/product/image/full/tos7210s_fig2_e.jpg)

# Inhalt

---

01 Einführung

02 Vorteile

03 Herausforderungen

**04 Zusammenfassung**



## Vorteile

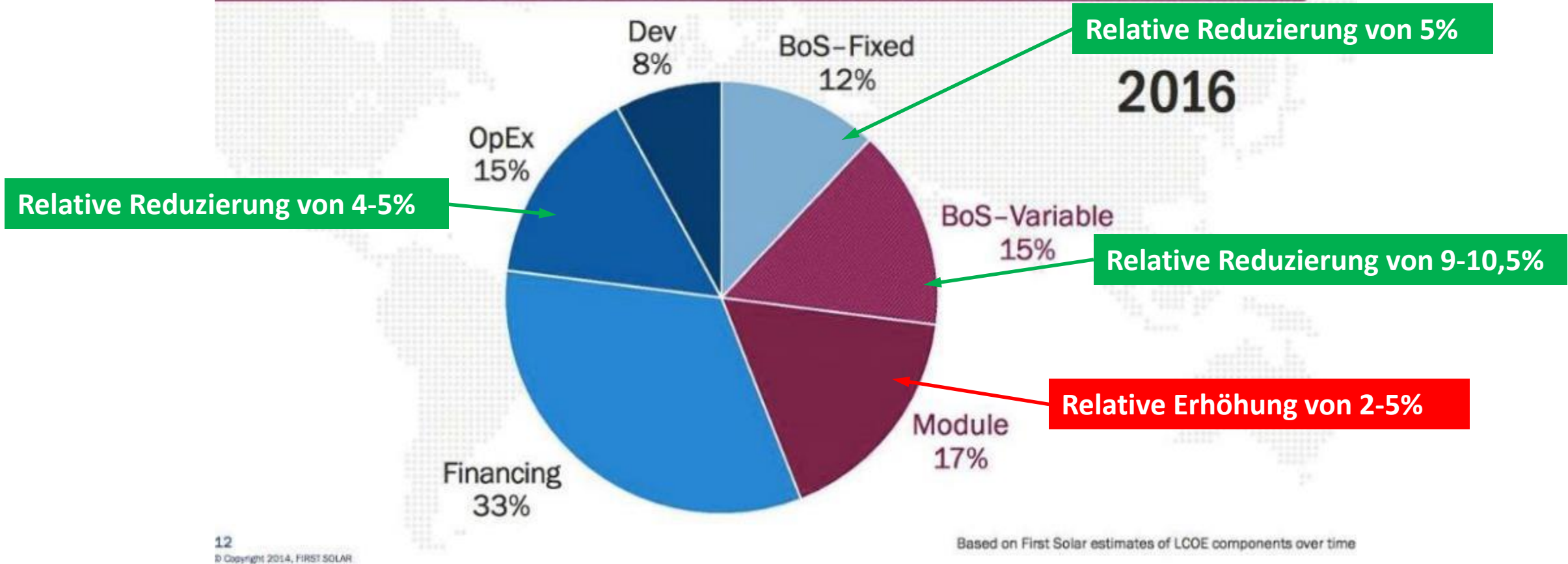
- Reduzierung der elektrischen Komponenten um 33%
- Die höhere Systemspannung ermöglicht eine höhere Wechselrichterausgangsspannung → größere Transformatoren, weniger Transformatoren
- Fortschrittliche Kraftwerkskonzepte
- Geringere betriebs- und Wartungskosten durch geringere Anzahl von Komponenten

## Herausforderungen

- Verfügbare Angebotsbreite von Wechselrichtern (Strang- und Zentralwechselrichter)
- Mögliche Erhöhung des PID-Risikos durch die höhere Systemspannung
- Begrenzte Erfahrung mit der Installation von 1500V Systemen
- Höherer Detailgrad des System-Monitorings, um Fehlfunktionen zu identifizieren
- Leistungsabweichungen bei Modulen



## VARIABLE COMPONENTS OF LCOE



Source: <http://www.greentechmedia.com/content/images/articles/first-solar-lcoe-2016.jpg>  
Shown reductions depend on the module and system design.

# Fragen?

28. März 2017

Stefan Ringbeck, Produktmanager

[stefan.ringbeck@trinasolar.com](mailto:stefan.ringbeck@trinasolar.com)