

---

# III-V Solarzellen für die optische Leistungsübertragung

---



Dr. Henning Helmers

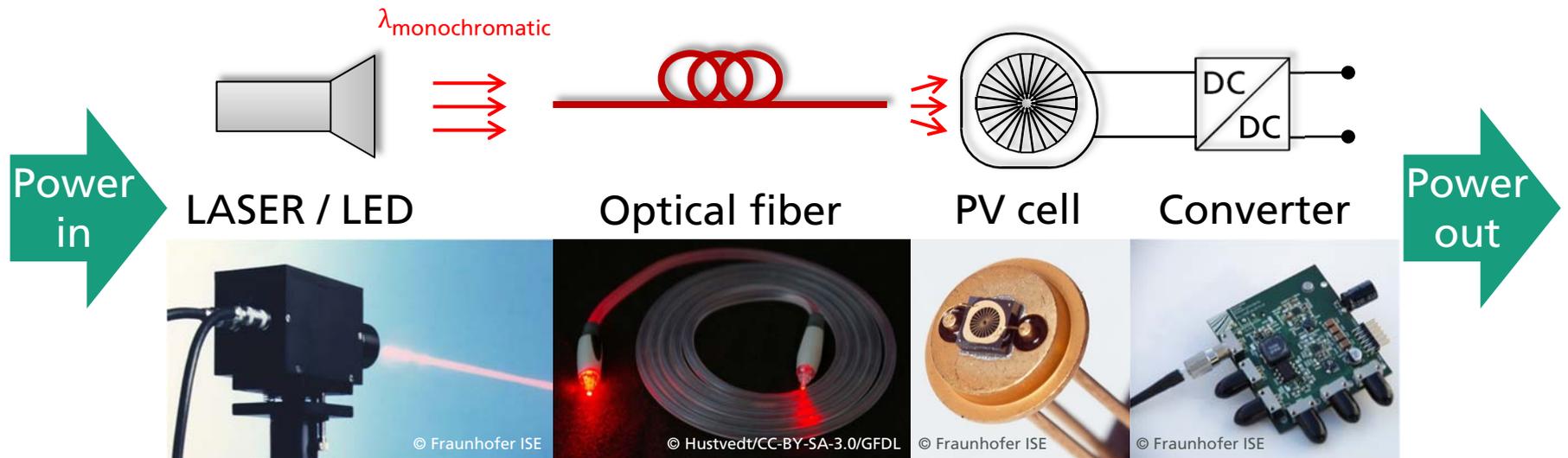
Fraunhofer Institute for Solar  
Energy Systems ISE

AG Optische Kommunikation  
meets AG Solartechnik

Freiburg, 21.03.2014

[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)

# III-V Solarzellen für die optische Leistungsübertragung



# Laser Power Converter (LPC)

## Anforderungen an die Photovoltaikzelle

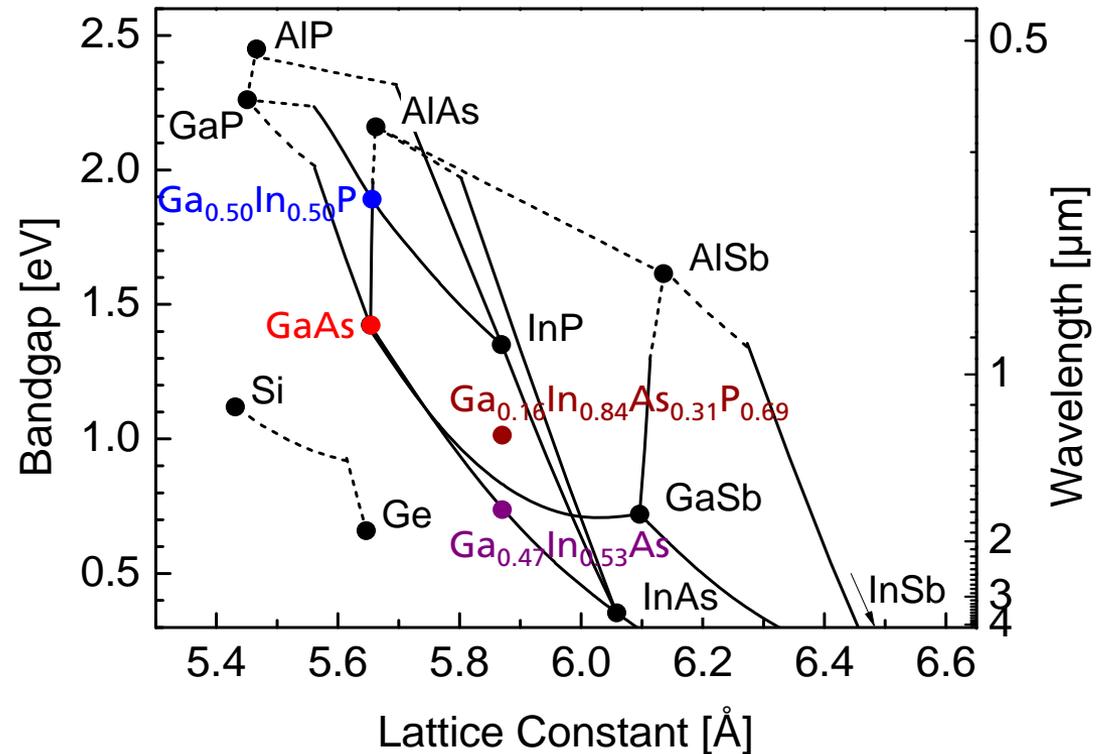
- Anpassung an Laserwellenlänge
- Hoher Wirkungsgrad
- Hohe Leistungsdichten
- Hohe Spannung
- Kombination mit Datenübertragung



# Anpassung an Laserwellenlänge

## Lösung: Laserleistungszellen aus III-V Halbleitern

III	IV	V
5 B	6 C	7 N
13 Al	14 Si	15 P
31 Ga	32 Ge	33 As
49 In	50 Sn	51 Sb
81 Ti	82 Pb	83 Bi



→ Materialkomposition bestimmt Bandlücke!

# Anpassung an Laserwellenlänge

## Lösung: Laserleistungszellen aus III-V Halbleitern

### ■ $\text{Ga}_{0.50}\text{In}_{0.50}\text{P}$

■  $\lambda_c = 670 \text{ nm}$

■  $V_{OC} = 1.33 \text{ V}$

### ■ GaAs

■  $\lambda_c = 870 \text{ nm}$

■  $V_{OC} = 1.04 \text{ V}$

### ■ $\text{Ga}_{0.16}\text{In}_{0.84}\text{As}_{0.31}\text{P}_{0.69}$

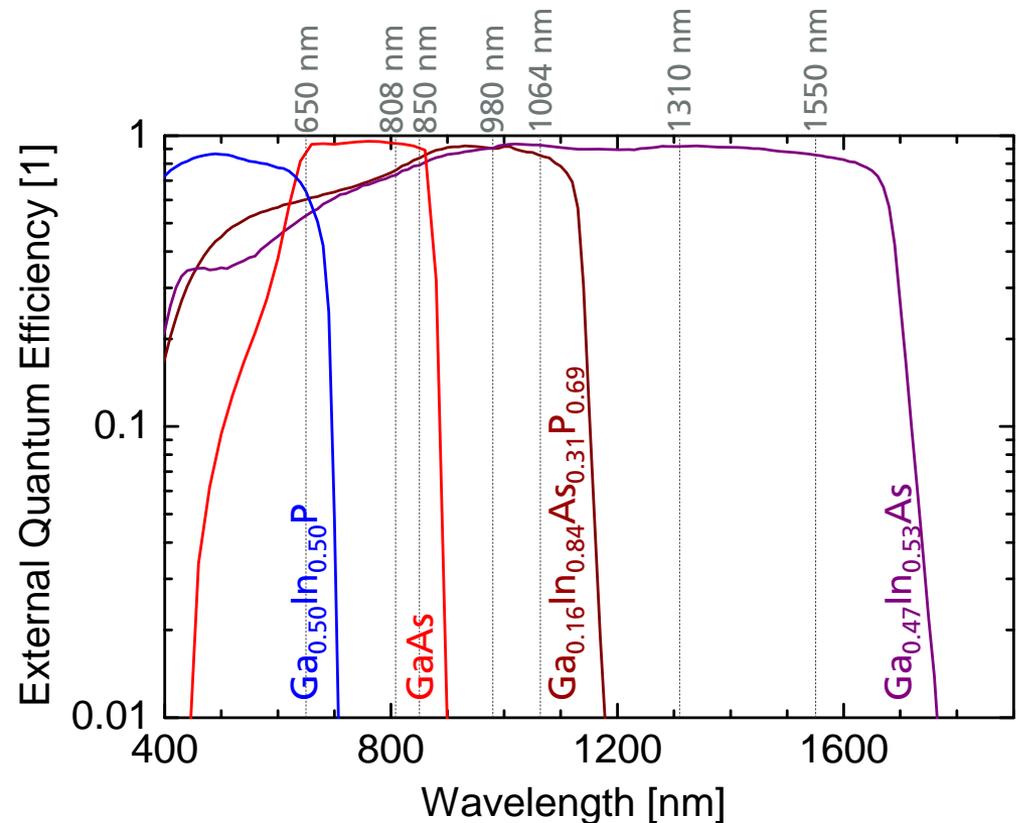
■  $\lambda_c = 1100 \text{ nm}$

■  $V_{OC} = 0.66 \text{ V}$

### ■ $\text{Ga}_{0.47}\text{In}_{0.53}\text{As}$

■  $\lambda_c = 1680 \text{ nm}$

■  $V_{OC} = 0.32 \text{ V}$



# Hohe Spannung

## Lösung 1: Vertikale Verschaltung

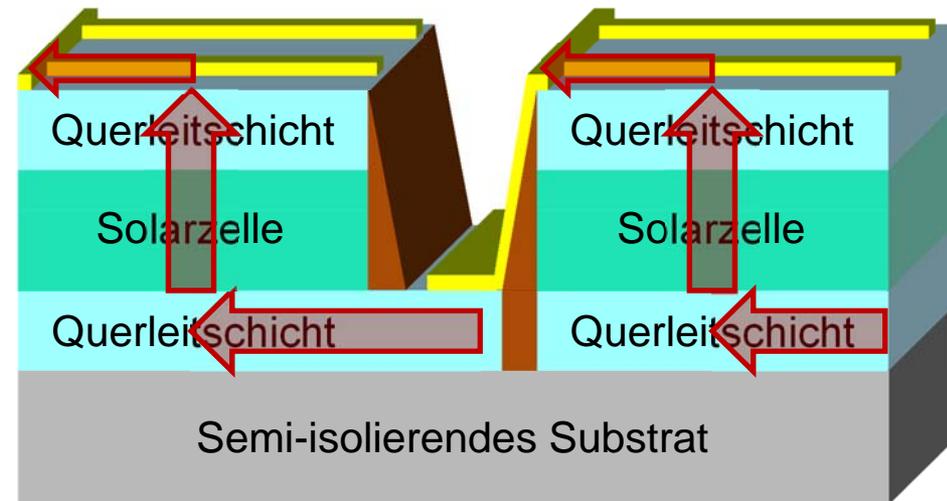
- Mehrfachzellen: Vertikaler Stapel
  - Serielle Verschaltung mittels Tunneldiode
    - Teilung des Stroms
    - Vervielfachung der Spannung



# Hohe Spannung

## Lösung 2: Laterale Verschaltung

- Segmentierung der Zellfläche
  - Zusätzliche Querleitschicht auf der Rückseite
  - Gräben zur Trennung einzelner Segmente
  - Serielle Verschaltung auf der Vorderseite
- ➔ „Monolithic interconnected module“ (MIM) Konzept



# Hohe Spannung

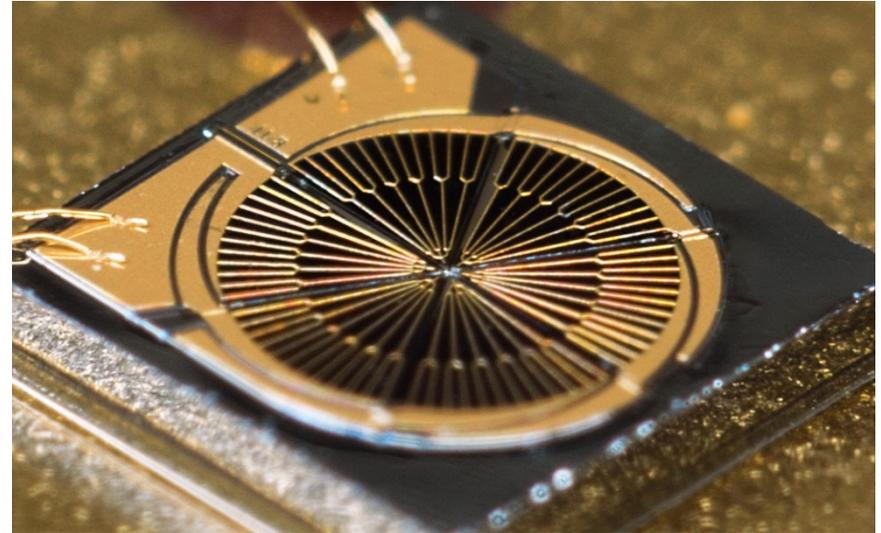
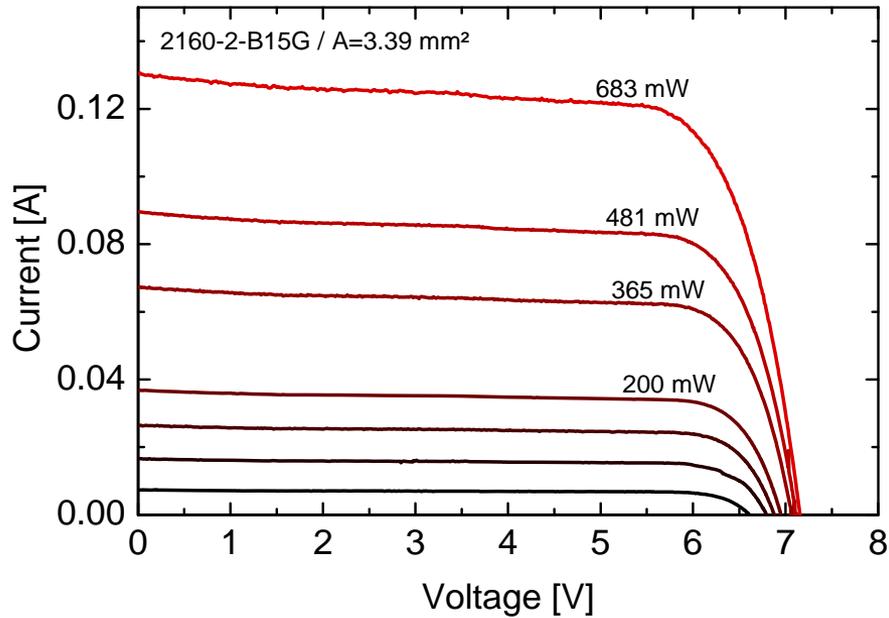
## Experimentelle Ergebnisse: 6-Segment GaAs MIM-LPC

- Segmentierung der Zellfläche
  - Zusätzliche Querleitschicht auf der Rückseite
  - Gräben zur Trennung einzelner Segmente
  - Serielle Verschaltung auf der Vorderseite
- ➔ „Monolithic interconnected module“ (MIM) Konzept



# Hohe Spannung

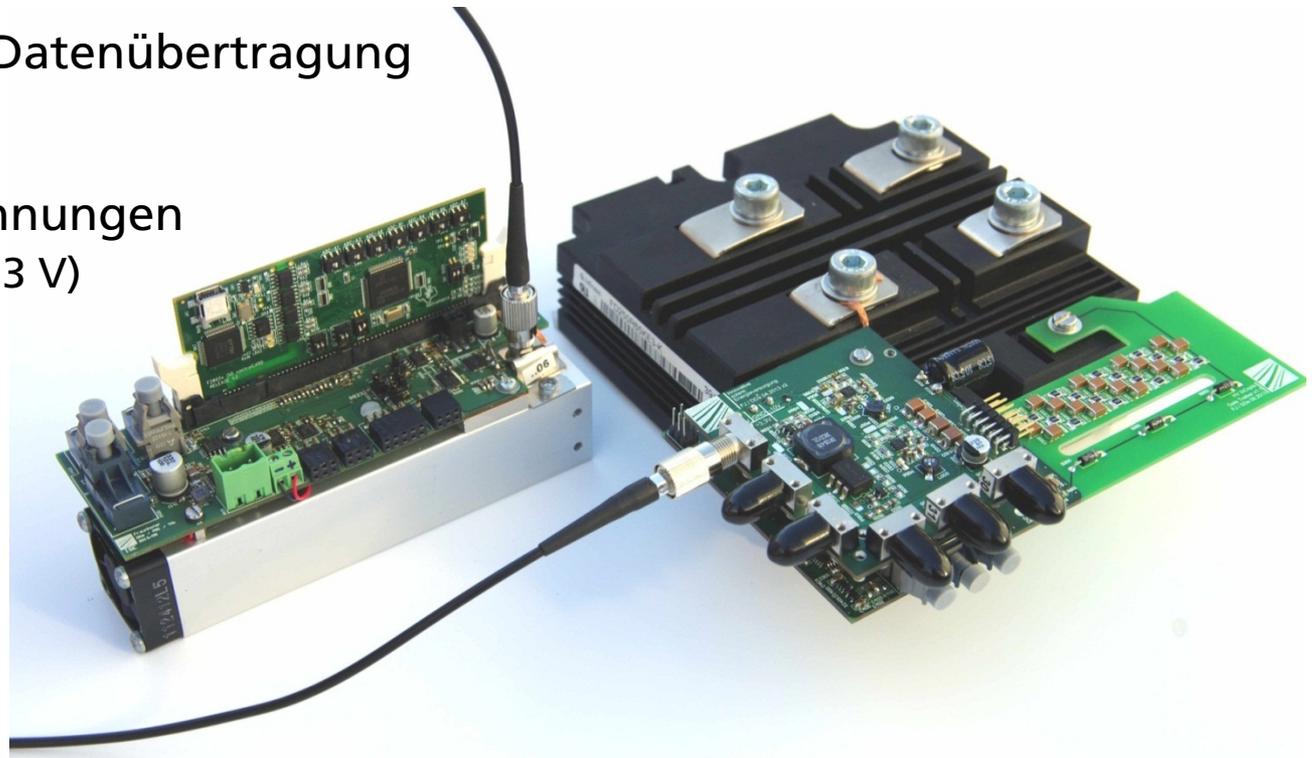
## Experimentelle Ergebnisse: 6-Segment GaAs MIM-LPC



# Kombination mit Datenübertragung

## Systemintegration

- Versorgung von Gate-Treiber in Mittelspannungsumrichter
- Leistungs- und Datenübertragung
- 3 W elektrisch
- 3 Ausgangsspannungen (+18 V, -10 V, +3.3 V)



# Zusammenfassung

## Optische Leistungsübertragung



- Laser Power Converter aus verschiedenen III-V Materialien möglich
- Konzepte für erhöhte Spannungen (Zelle oder elektrisch)
- Systemintegration und Kombination mit Datenübertragung

# Thank you for your attention!



Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE

Dr. Henning Helmers

[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)

[henning.helmers@ise.fraunhofer.de](mailto:henning.helmers@ise.fraunhofer.de)