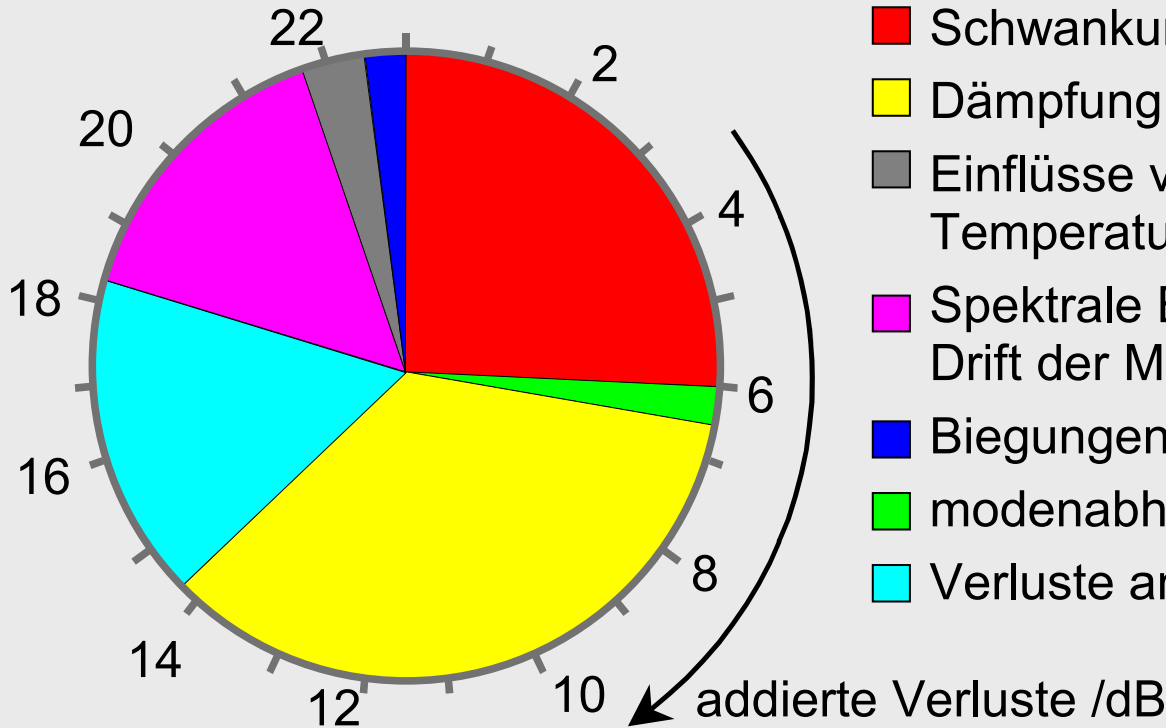


Olaf Ziemann  
POF-AC Nürnberg

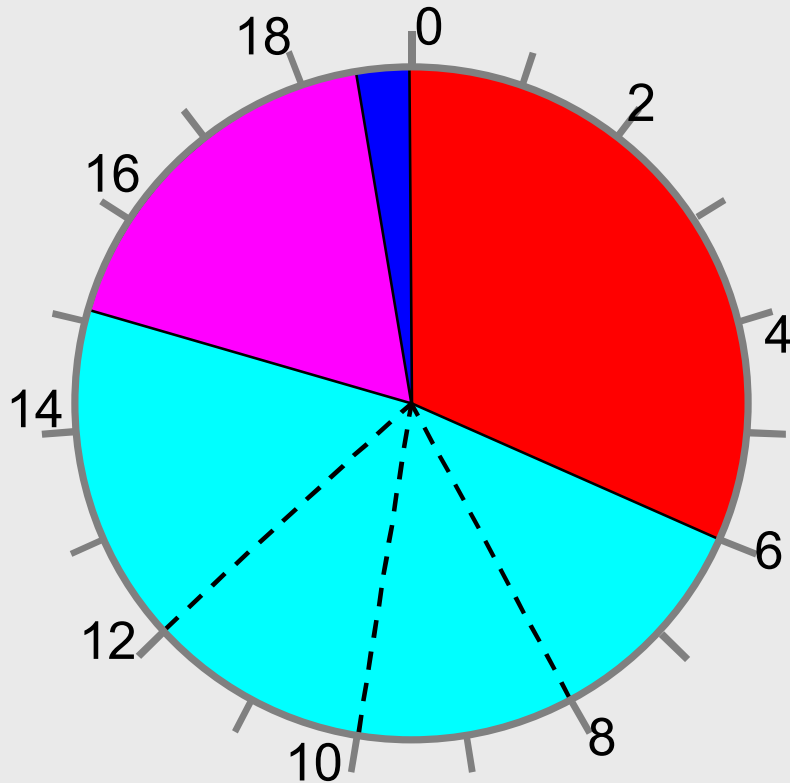
# Leistungsbilanzen für Fast Ethernet über 100 m POF

## Beispiel 1: ATMF 155 Mbit/s, 50 m



- Schwankungen der LED-Leistung
- Dämpfung der POF bei 650 nm
- Einflüsse von Luftfeuchtigkeit und Temperatur
- Spektrale Breite der Quelle und Drift der Mittenwellenlänge
- Biegungen der Faser
- modenabhängige Dämpfung
- Verluste an Steckverbindungen

## Beispiel 2: IEEE1394b 125/250 Mbit/s, 42 m



- Schwankungen der LED-Leistung
- Dämpfung der POF bei 650 nm mit modenabhängiger Dämpfung, Einfluß von Luftfeuchtigkeit und Temperatur und Steckverbindungen (optional bis zu 3)
- Spektrale Breite der Quelle und Drift der Mittenwellenlänge
- Biegungen der Faser

## bestimmend für Leistungsbilanz

- Auswahl der Quelle ( $P_{\max} - P_{\min}$ )
- Temperaturbereich (bestimmt Leistungsschwankungen der Sendediode)
- spektrale Breite und Mittenwellenlänge
- Abstrahlcharakteristik
- Spezifikation der POF (Dämpfung, NA)
- Zahl und Art der Stecker
- min./max. Länge der Strecke
- Leistungsreserven für POF-Alterung, Biegungen, Reparaturen

## Beispiel für verschiedene Betrachtungen, 100 m

	Fall 1 „Pessimist“	Fall 2 „Optimist“
Quelle	LED	RC-LED
$P_{\max}$	-2,0 dBm	0,0 dBm
$\Delta P_{\text{LED}}$	6,0 dB	4,0 dB
$\alpha_{\text{POF}}$ (100 m)	25,0 dB	18,0 dB
Stecker	4,0 dB	0,0 dB
Biegungen	1,0 dB	0,5 dB
Margin	3,0 dB	0,0 dB
Receiver	-41,0 dBm	-22,5 dBm

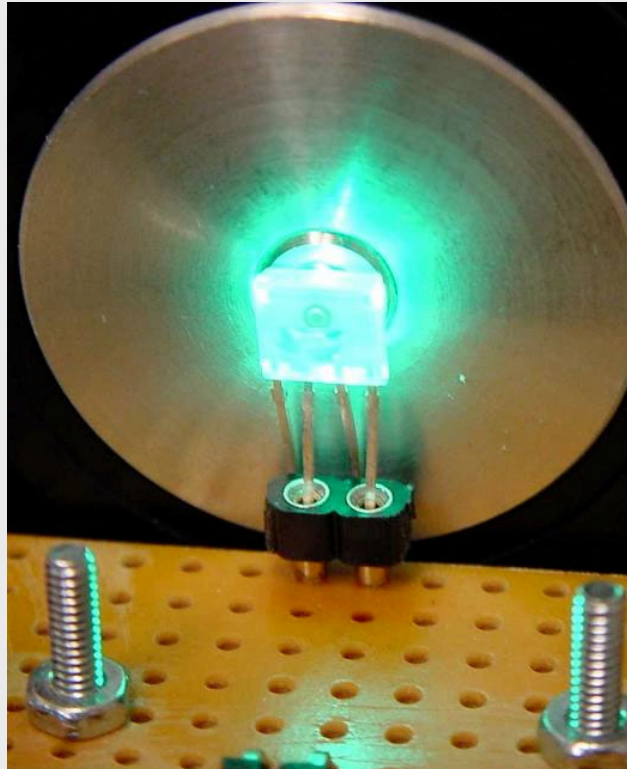
## Vergleich für rote/grüne LED

	Fall 1 „rote LED“	Fall 2 „grüne LED“
Quelle	LED	RC-LED
$P_{\max}$	-2,0 dBm	0,0 dBm
$\Delta P_{\text{LED}}$	6,0 dB	3,0 dB
$\alpha_{\text{POF}}$ (100 m)	25,0 dB	12,0 dB
Stecker	4,0 dB	4,0 dB
Biegungen	1,0 dB	1,0 dB
Margin	3,0 dB	3,0 dB
Receiver	-41,0 dBm	-23,0 dBm

## was geht schon mit grünen LED?

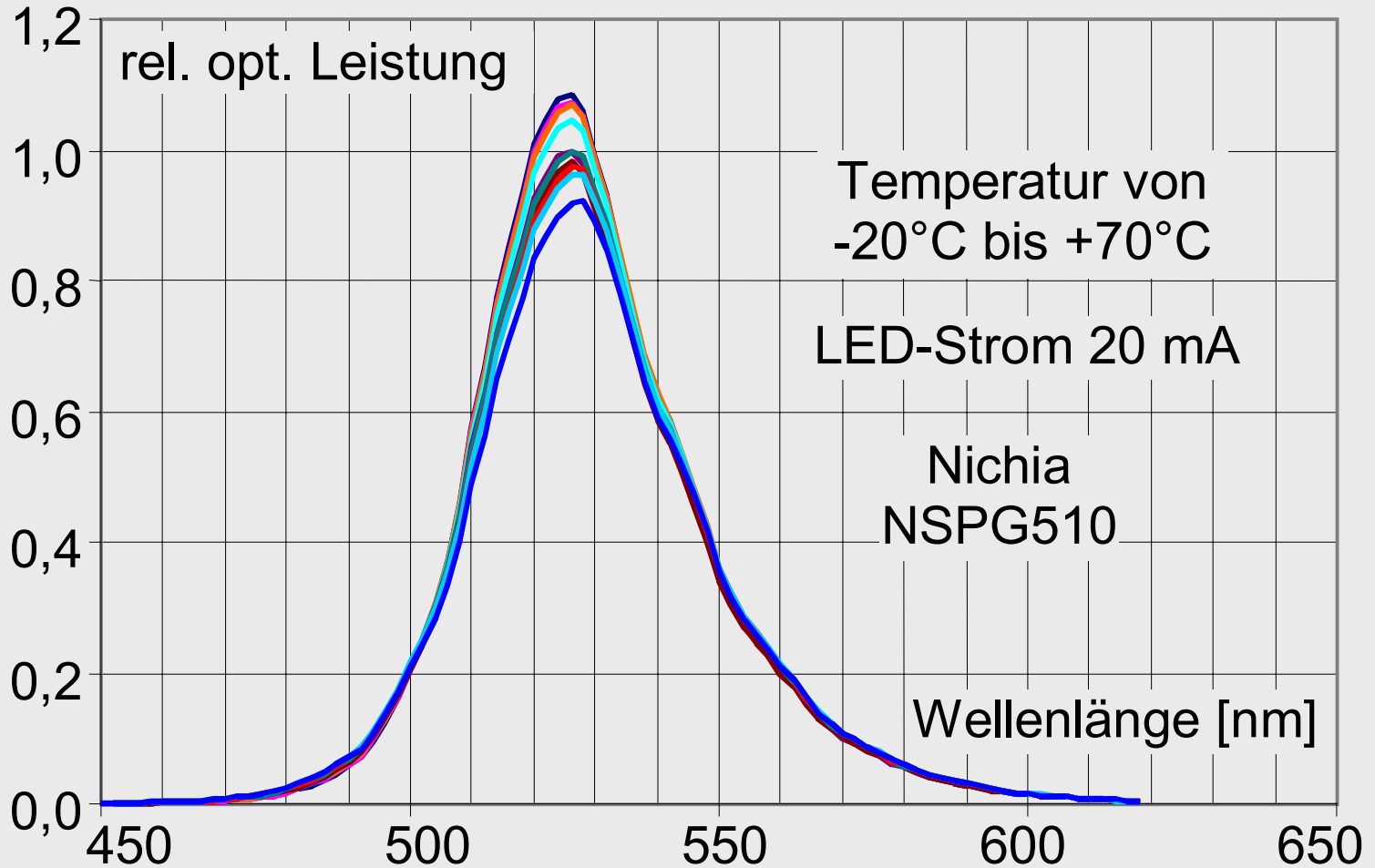
- UNI Ulm/TZD Telekom Berlin 1997:  
155 Mbit/s über 50 m
- POF 2001: 100 Mbit/s über 100 m (Lambkin)
- POF 2002: 200 Mbit/s über 100 m (Lambkin)
- POF-AC/DieMount: 140 Mbit/s über 100 m
- POF-AC: 380 Mbit/s back-to-back

## Grüne LED für Fast Ethernet

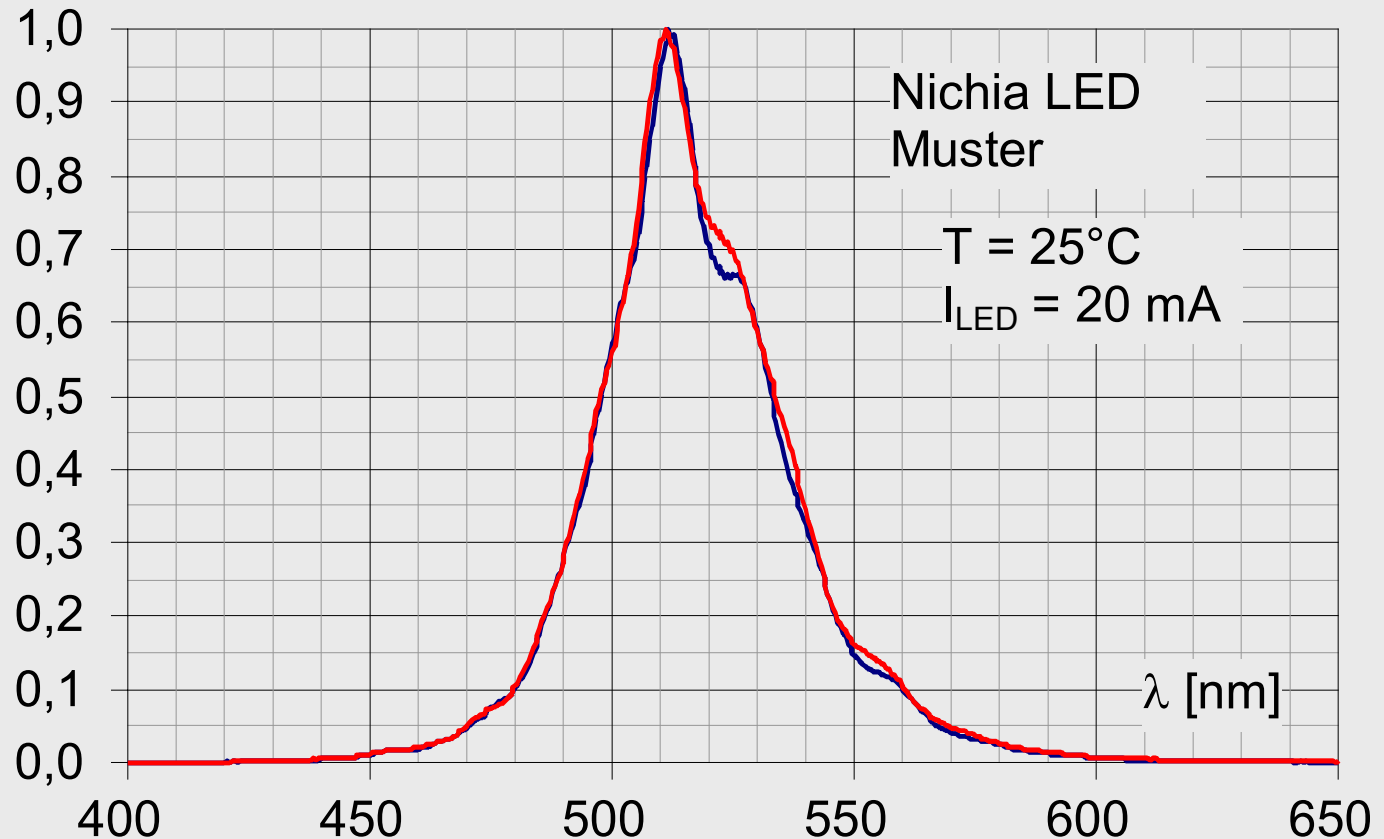


- z.B. Nichia, Toyoda, UniRoyal
- 500-525 nm
- bis 8 mW | 20 mA
- kleine TK
- kleine  $d\lambda/dT$
- optimale Nutzung des POF-Dämpfungsfensters

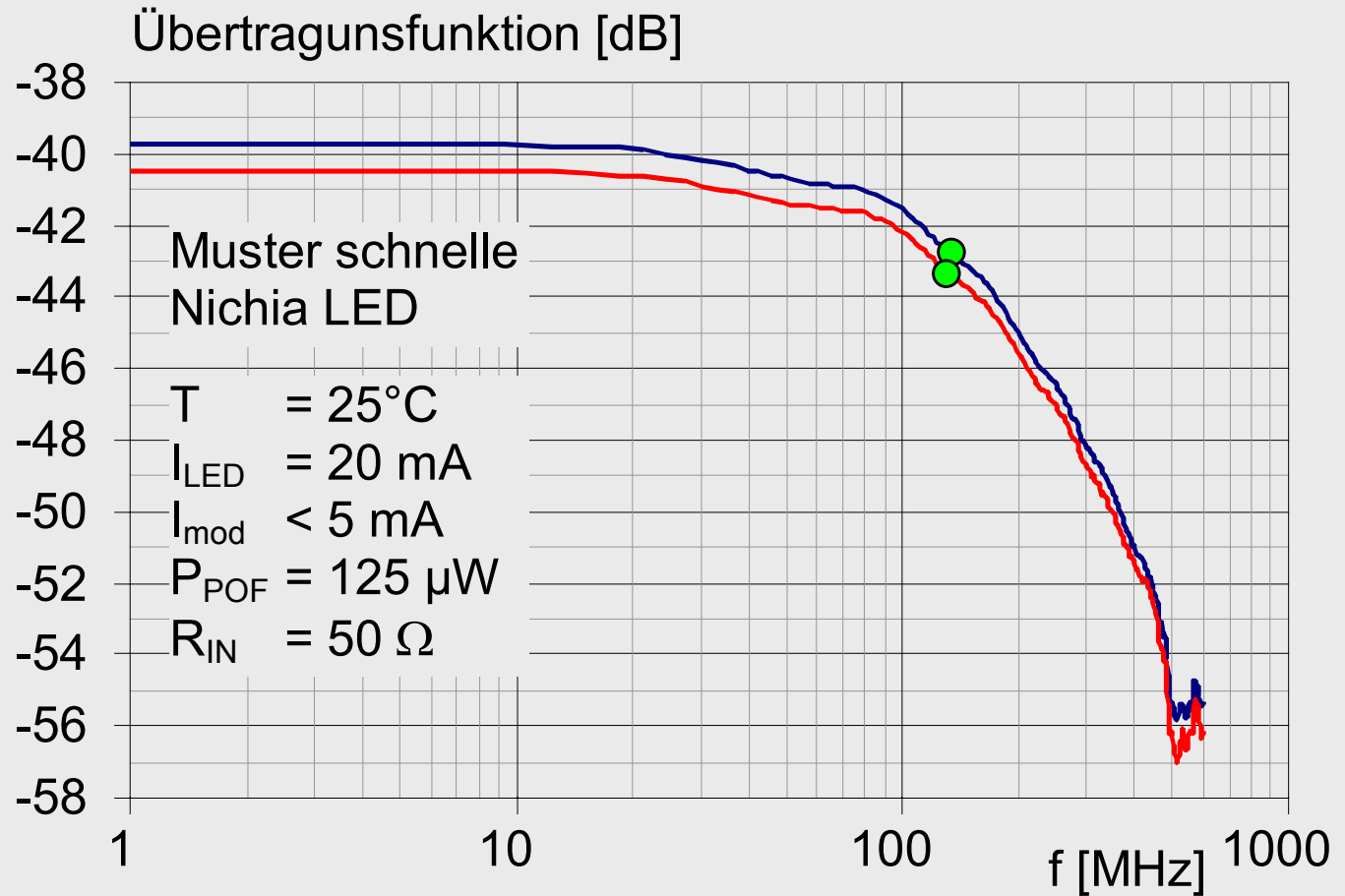
## Grüne GaN-LED (Nichia)



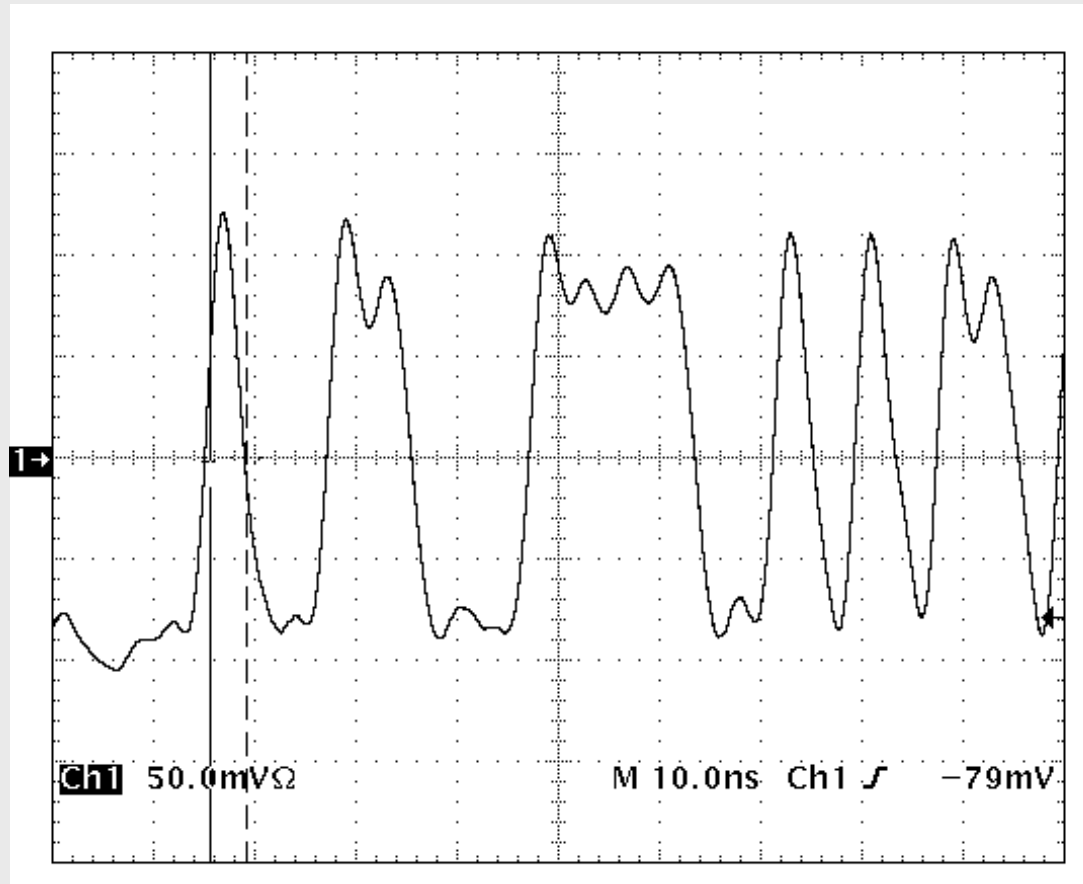
## Neue schnelle Nichia-LED optimiert für POF - Systeme



## Nichia-LED Bandbreite



## 250 Mbit/s mit grüner LED



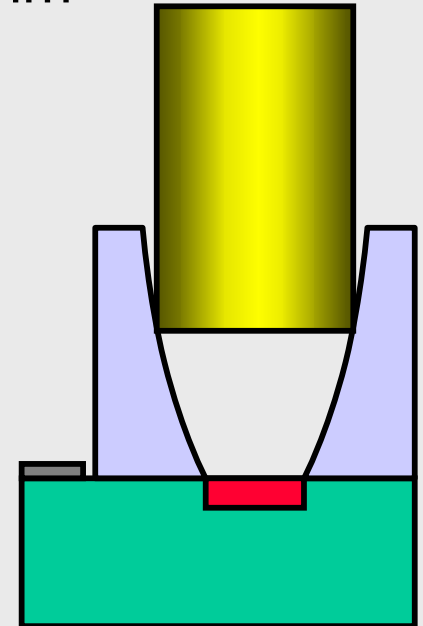
## Das Koppelproblem

- POF bietet: einfache Faser-zu-Faser-Kopplung durch Durchmesser und NA
- Ankopplung von Quellen ist schwierig (große Abstrahlwinkel)
- Ankopplung von Photodioden erfordert große Durchmesser, dadurch werden Bandbreite und Empfindlichkeit begrenzt
- Lösung 1: kleinere Quellen und PCS-Fasern
- oder: **Ein- und Auskopplung mit optischer Transformation des Modenfeldes**

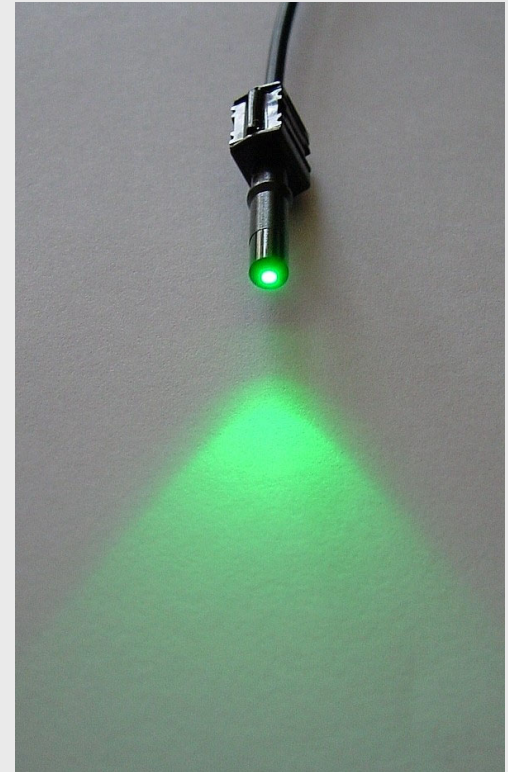
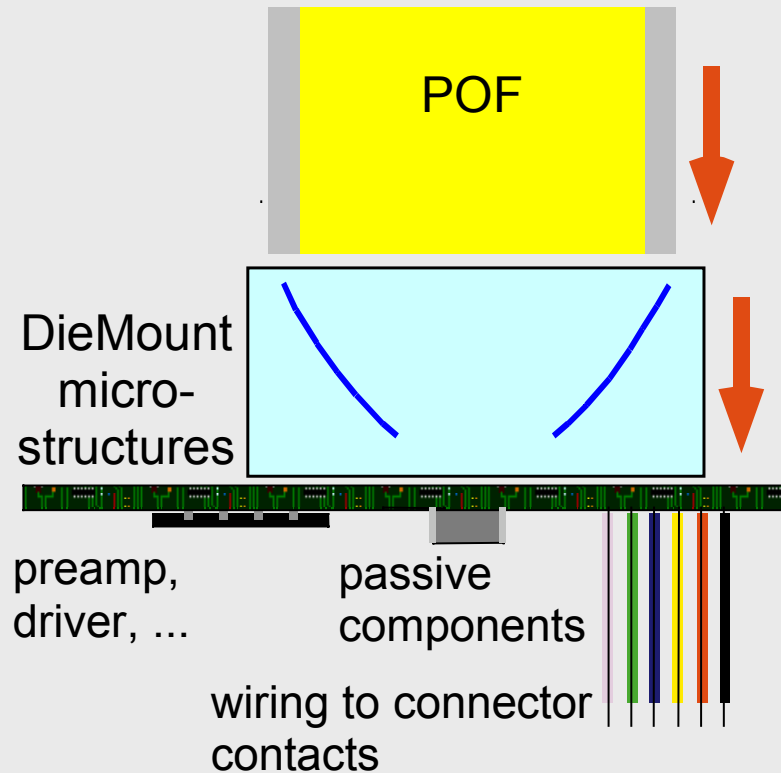
## optimierte PD-POF-Kopplung

- Kondensator für die PD-POF-Kopplung
- 0,25 mm unterer Durchmesser, 1 mm oberer Durchmesser, 2 mm hoch
- 0,2 .. 0,3 mm PD, Bandbreiten 850 bis 1000 MHz
- 80 % Koppelleffizienz mit dem Kondensator
- 800  $\mu\text{m}$  PMMA-GI-POF
- Goldbeschichtung
- $R > 0,90$  bei 630 nm

 [Ueh02b]

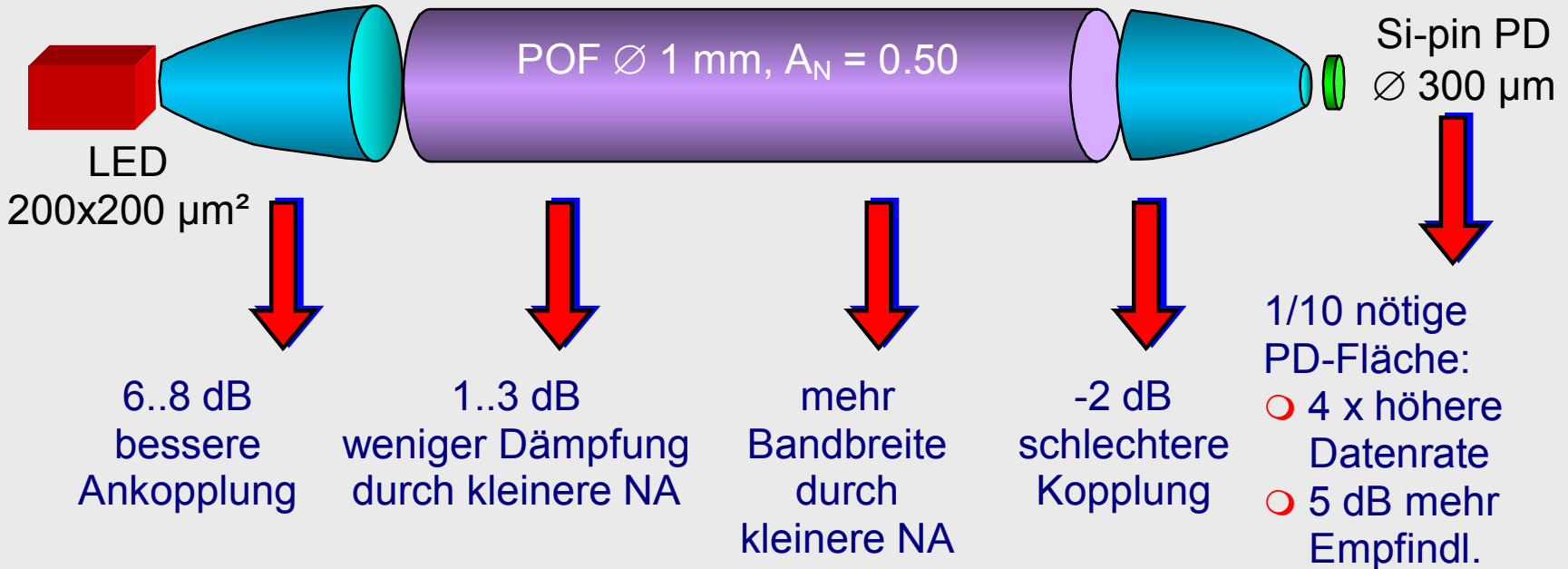


## Technologie-Prinzip DieMount



[Blu02]

## Verbesserung durch Spiegel



insgesamt Potential für System (ideal, PD begrenzt durch Kapazität):

- 14 dB bessere Leistungsbilanz bei gleicher Bitrate
- 9 dB bessere Leistungsbilanz bei vierfacher Bitrate

## Zusammenfassung

- Stand der Technik: 125 Mbit/s über 50 m mit roten LED (Empfänger mit -26 dBm)
- Verbesserung der Empfindlichkeit auf -30..32 dBm mit Standard-Bauelementen möglich
- Erweiterung auf 100 m Reichweite mit:
  - bessere Quellen (temp.-stab. RC-LED)
  - Verzicht auf Reserven für Stecker, Reperaturmöglichkeiten oder Alterung
  - Wechsel zu 520 nm LED

## weitere Vorteile grüner LED

- geringere POF-Dämpfung ermöglicht Empfänger mit kleinerer Dynamik (AGC !)
- Option für  $T > 100^{\circ}\text{C}$
- bidirektionale Systeme mit 520 nm LED/ 650 nm RC-LED möglich
- langfristig könnte GaN in sichtbaren Spektralbereich die dominierende Technologie werden