

# Licht

## als Medium zur Informationsübertragung

---

Andreas Neyer



Universität Dortmund  
Fakultät für Elektrotechnik  
Arbeitsgebiet Mikrostrukturtechnik

# Übersicht

---

- **Einleitung:**  
**Wo finden wir optische Medien im Alltag?**
- **Motivation: Was macht Licht für die Übertragungstechnik so interessant?**
- **Grundlagen: Glasfasern und Laser**
- **Anwendungen: In der Telekommunikation**
- **Anwendungen: In der Computertechnik**  
**Entwicklungen am AG MST**

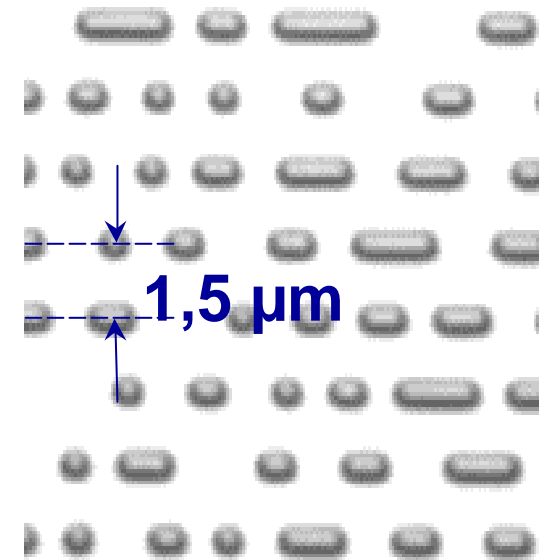


# Optische Medien im Alltag

- Compact Disc (CD) für Musik und Daten
- Digital Video Disc (DVD) für Video

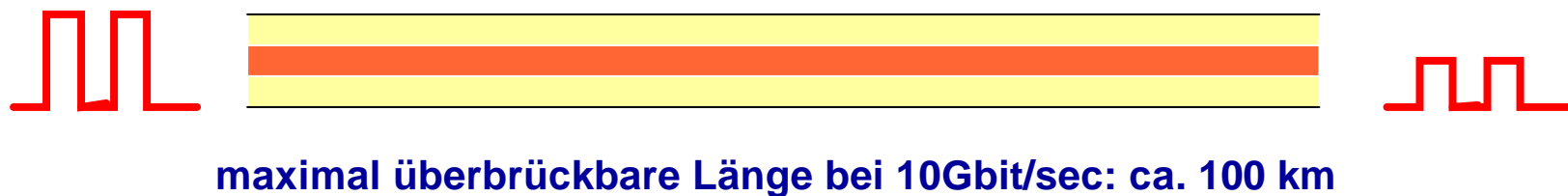
## Vorteile:

- Berührungsloses Abtasten der Information
- Große Packungsdichte der Information
- Optische Verbindungen bei Heimelektronik
- Optische Bussysteme in Autos
- Glasfasersysteme in der Telekommunikation



# Was macht Licht für die moderne Übertragungstechnik so interessant?

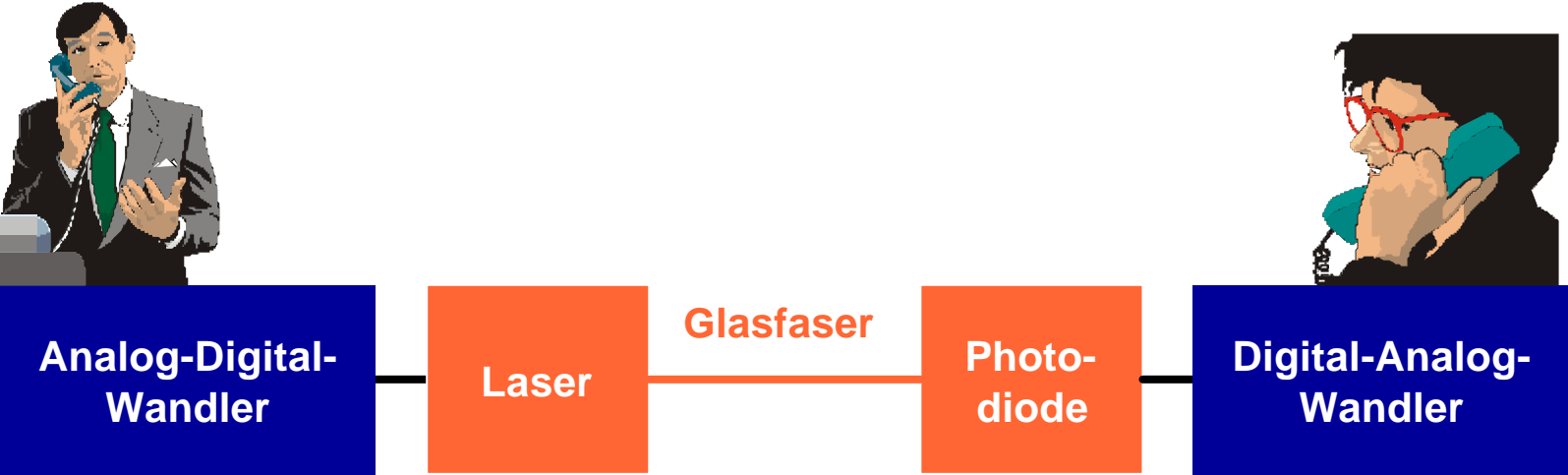
## Vergleich: Kupfer-Koaxleitung - Glasfaserleitung



### Vorteile der Glasfaserleitung:

- geringere Dämpfung
- größere Datenrate
- geringere Störanfälligkeit

# Wie funktioniert optische Übertragung von Information?



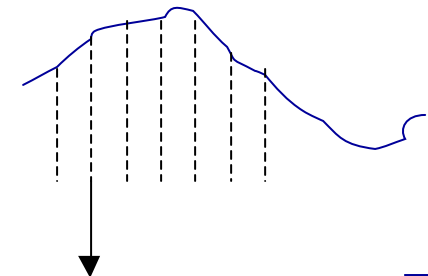
Elektrisch

Elektrisch

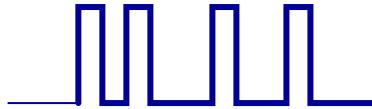
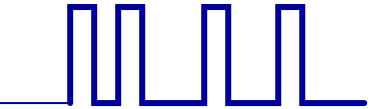
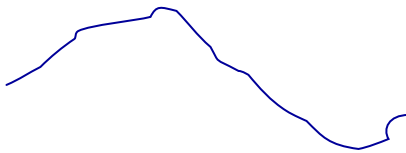
/ Optisch /

Elektrisch

Elektrisch



0 1 1 0 1 0 1 0  
(8 bit = 1 byte)



Motivation



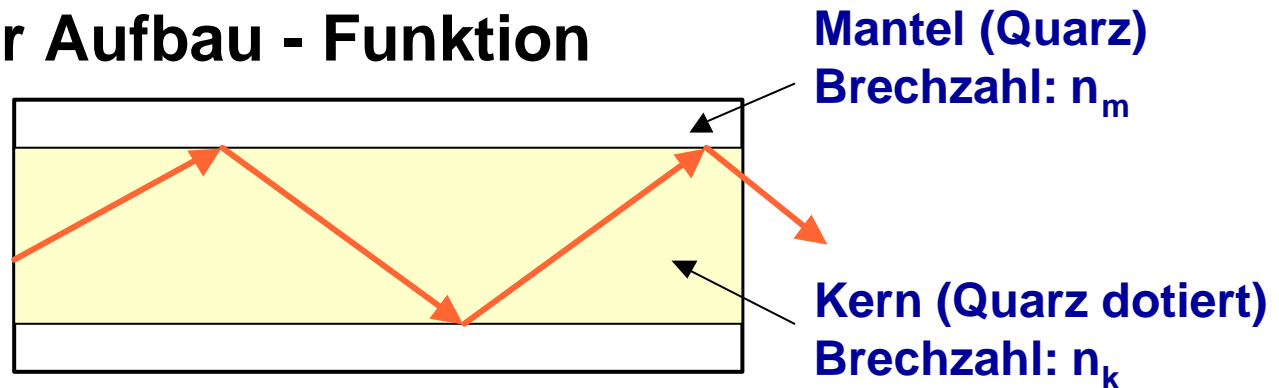
# Beispiel: Telefonübertragung

---

- Abtastung eines Telefonsignals 8.000 mal / sec  
Jeder Wert wird in 8 bits gewandelt.  
Gesamtbite: 64.000 bits/sec (ISDN)
- Gesamtbite von **100.000 Gesprächen**:  
6.400.000.000 bits/sec bzw. **6.4 Gbit/s**
- Aktueller Entwicklungstrend in der  
Übertragungskapazität von Glasfasersystemen:
  - 2.5 Gbit/s** (Stand der Technik)
  - 10 Gbit/s** (In der Einführung)
  - 40 Gbit/s** (In der Entwicklung)

# Das Übertragungsmedium: Die Glasfaser

- **Prinzipieller Aufbau - Funktion**

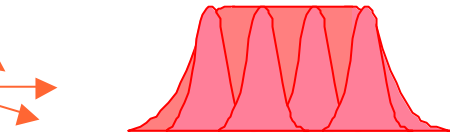
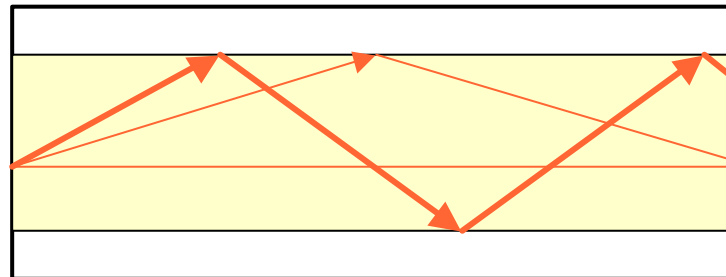
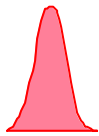


Prinzip der verlustfreien Lichtausbreitung: **Totalreflexion**  
 Bedingung für Totalreflexion:  $n_k > n_m$

- **Erste Entwicklungen bei Corning 1970**

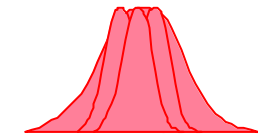
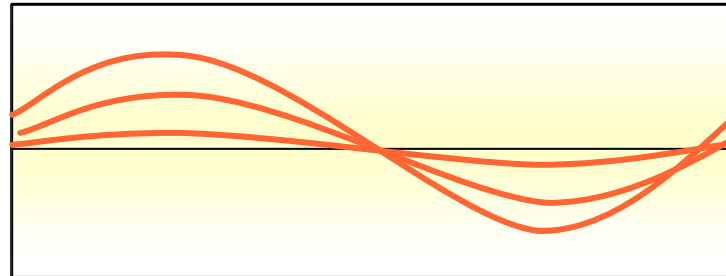
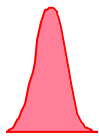
# Glasfasertypen und Eigenschaften

Mehrmodenfaser



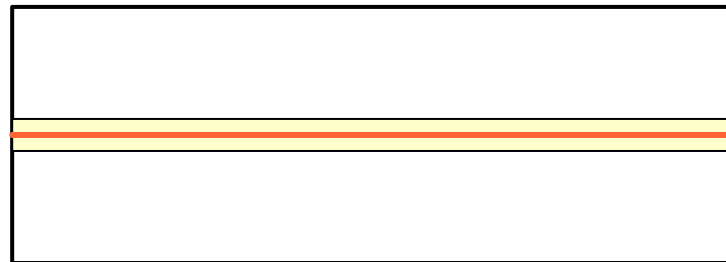
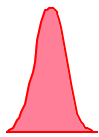
BL ca 100 MHz · km

Gradientenfaser



BL ca 1000 MHz · km

Einmodenfaser



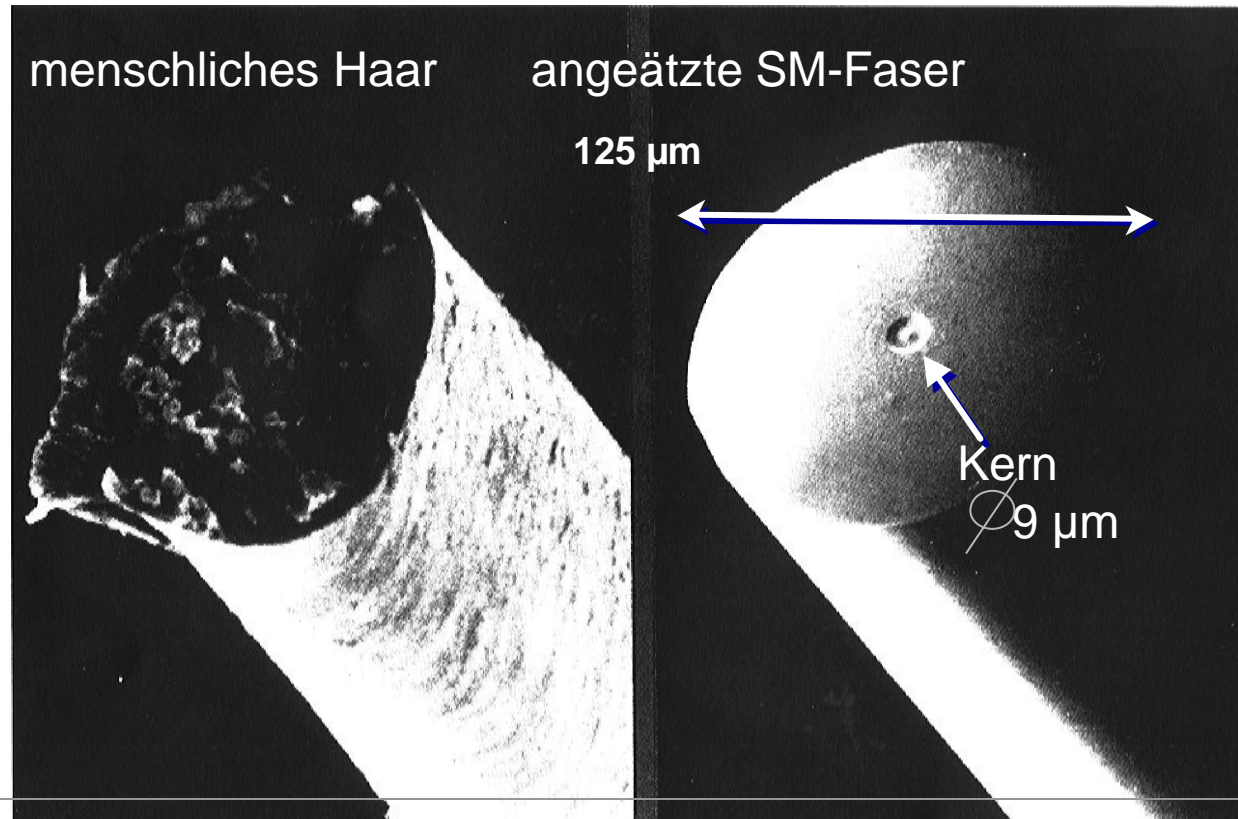
BL ca 100.000 MHz · km

Standardfaser für Telekommunikation

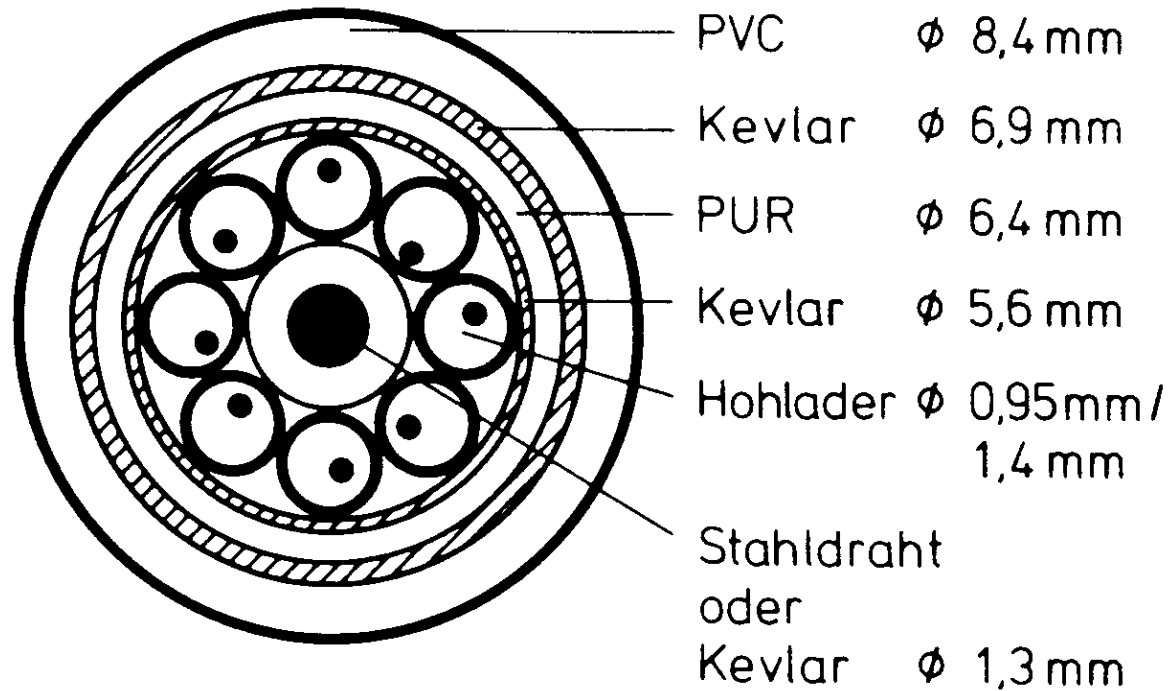




# Vergleich: Single-Mode Glasfaser / menschliches Haar



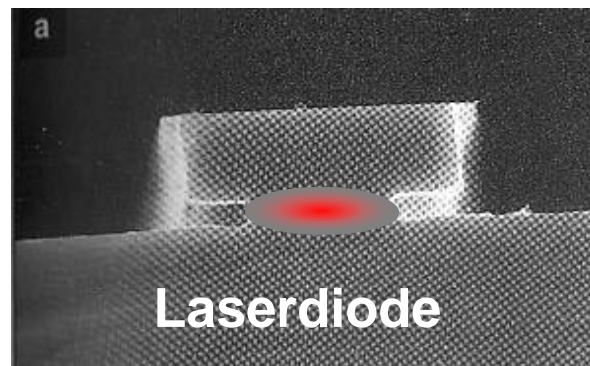
# 8xFaserkabel



## Lichtsender: Laser

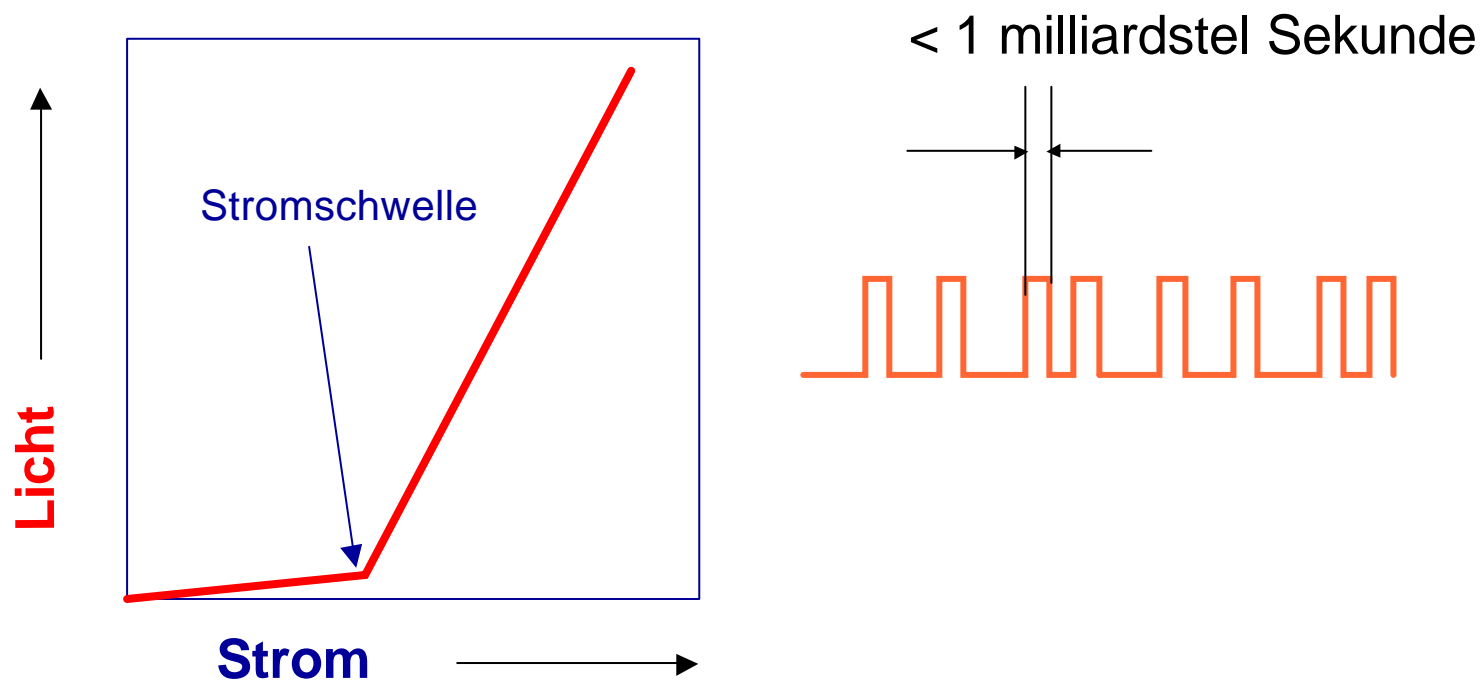
---

- Erfindung des Lasers: 1969
- Eigenschaften des Lasers:  
erzeugt gebündeltes, intensives Licht  
einer Wellenlänge und definierter Phasenlage

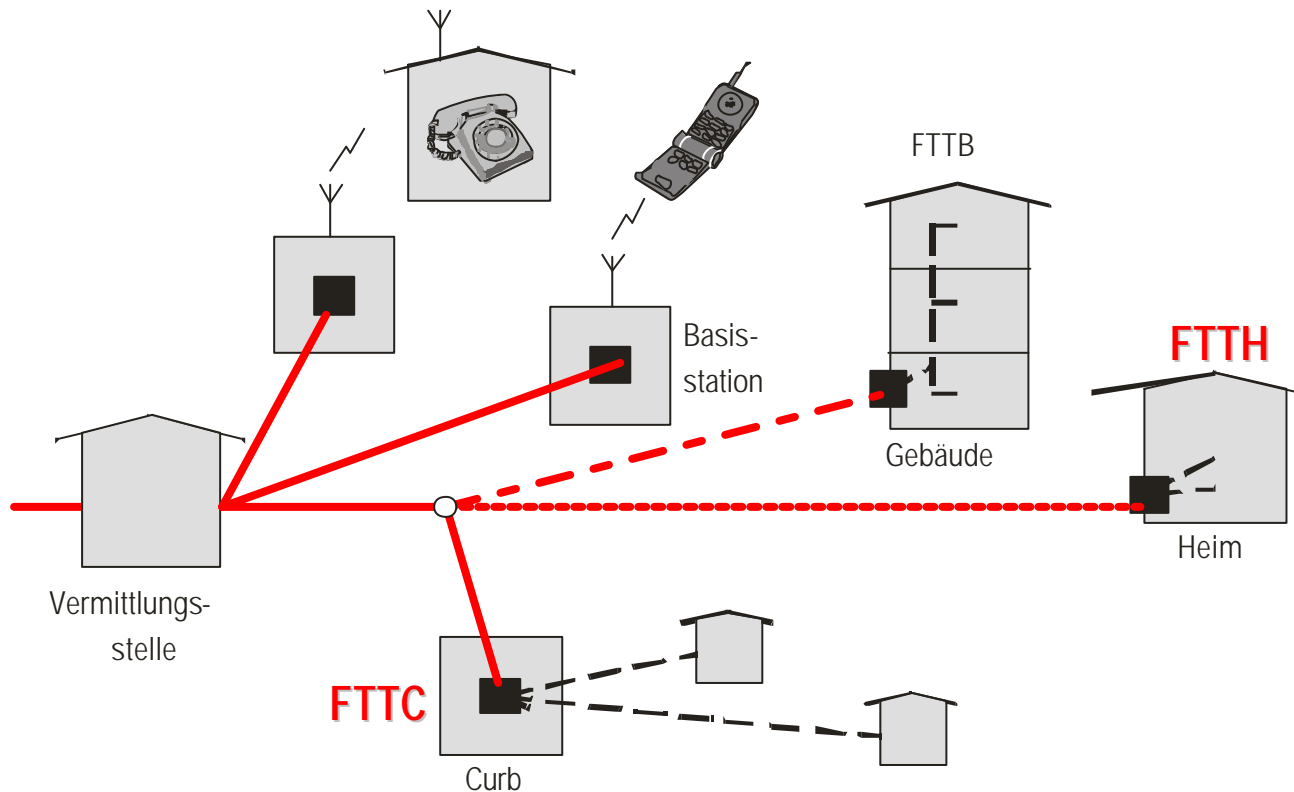


## Schalteigenschaften der Laserdiode

- Laserdiode lässt sich mit Strompulsen bis zu 40 Milliarden mal pro Sekunde ein- und ausschalten



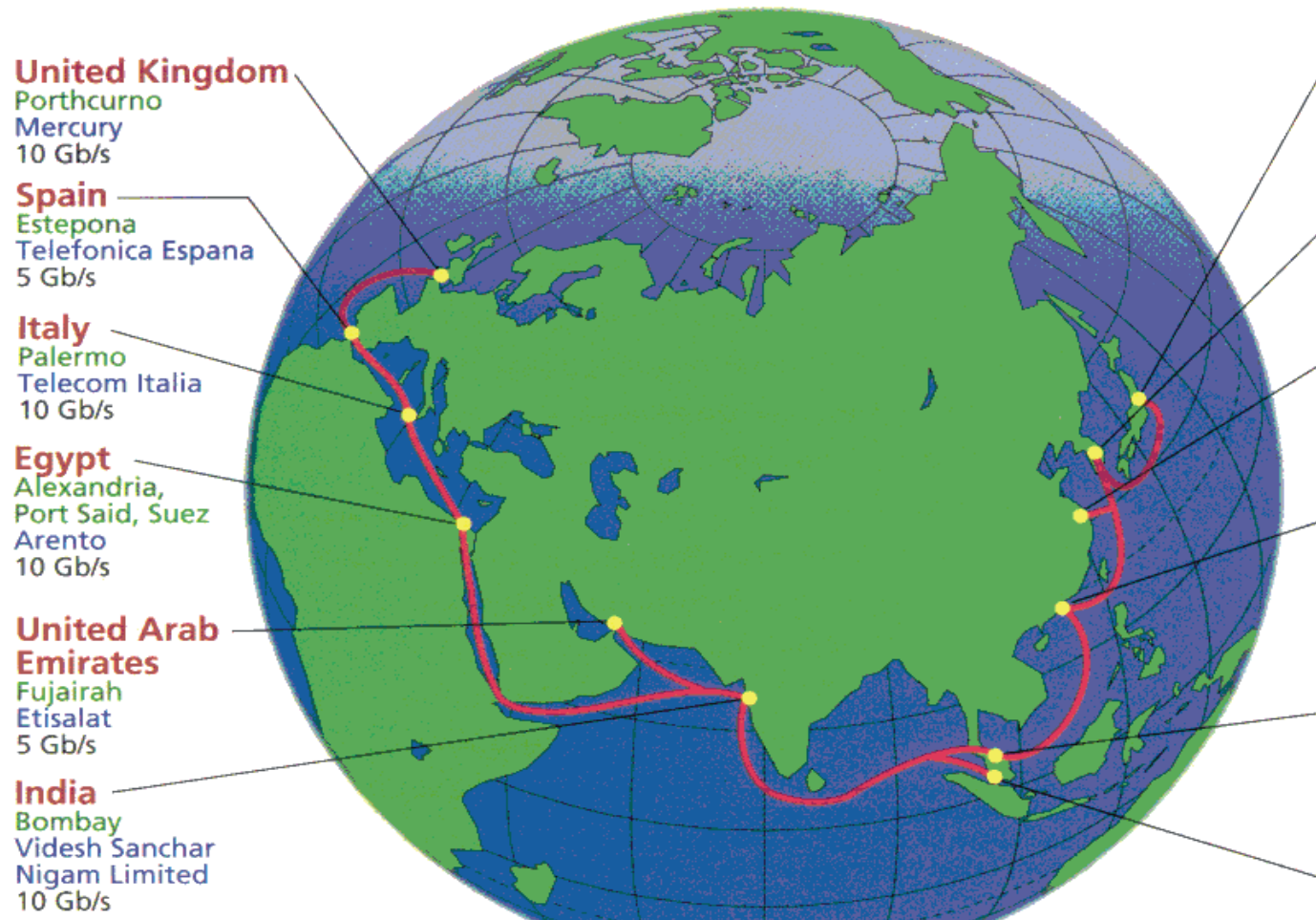
# Schema und Anschlüsse für Glasfaser-Zugangsnetze



FTTH = Fibre-To-The-Home

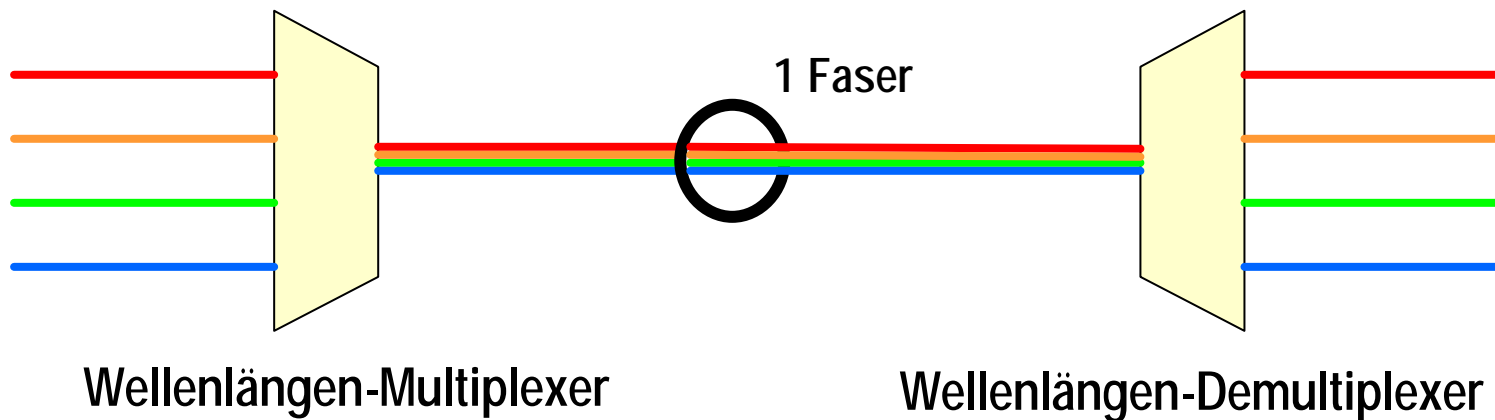
FTTC = Fibre-To-The-Curb

# Untersee - Glasfaserverbindungen



# Weitere Erhöhung der Übertragungskapazität durch Wellenlängenmultiplex

**Wellenlängenmultiplex:**  
Übertragung mit Lichtsignalen unterschiedlicher Farben in **einer** Faser ohne gegenseitige Störungen

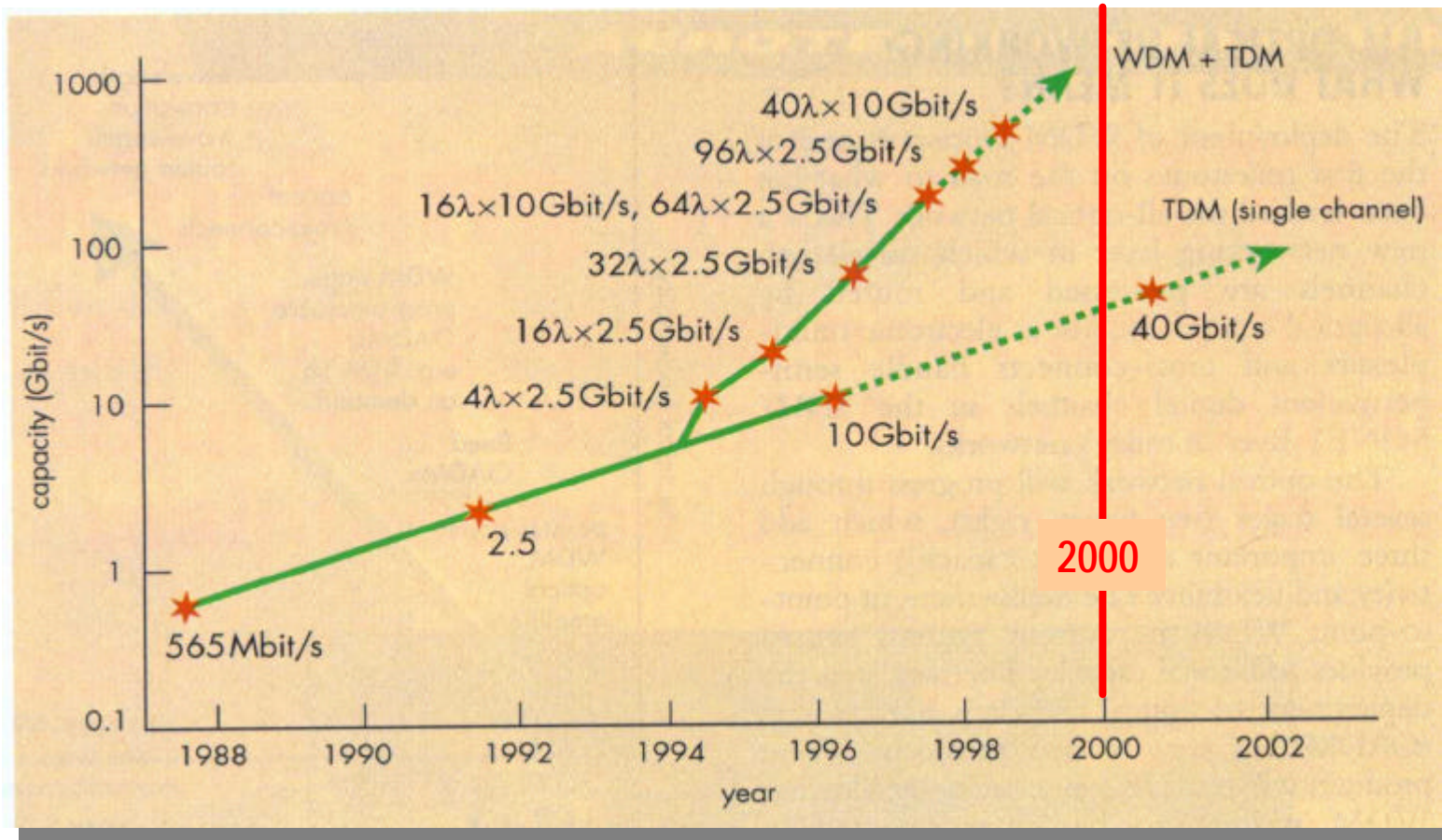


**Resultierende Datenrate in **einer** Faser:**  
z.B.  $25 \times 40 \text{ Gbit/s} = 1000 \text{ Gbit/s}$   
**= 1 Terabit/s**

Entspricht dem Datenaufkommen von etwa 10 Millionen Gesprächen

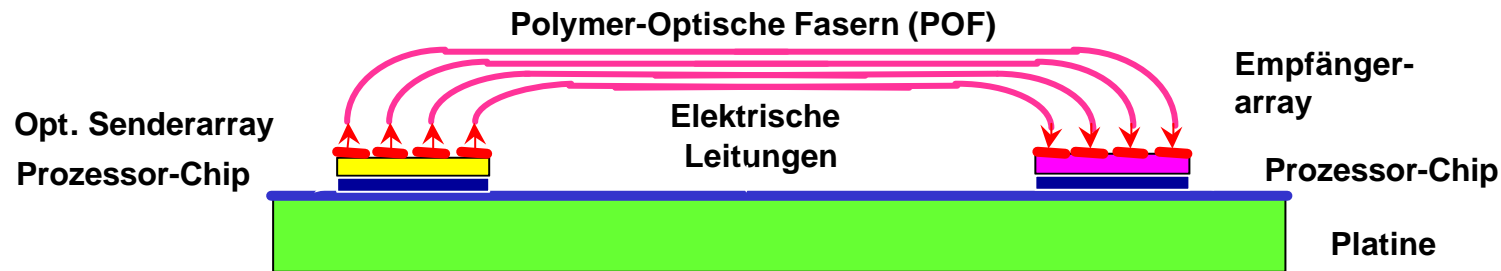


# Steigerung der Datenübertragungsraten durch Wellenlängenmultiplex (WDM)

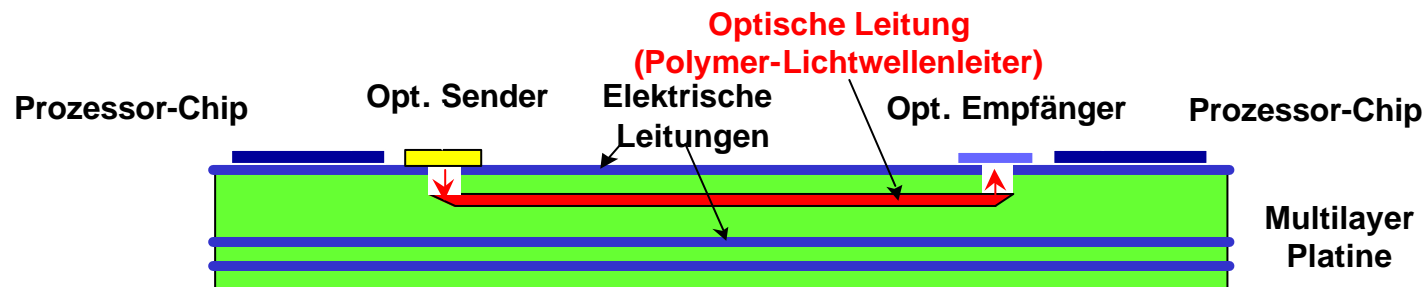




# Arbeiten am AG MST zur Thematik „Optische Prozessorverbindungen“



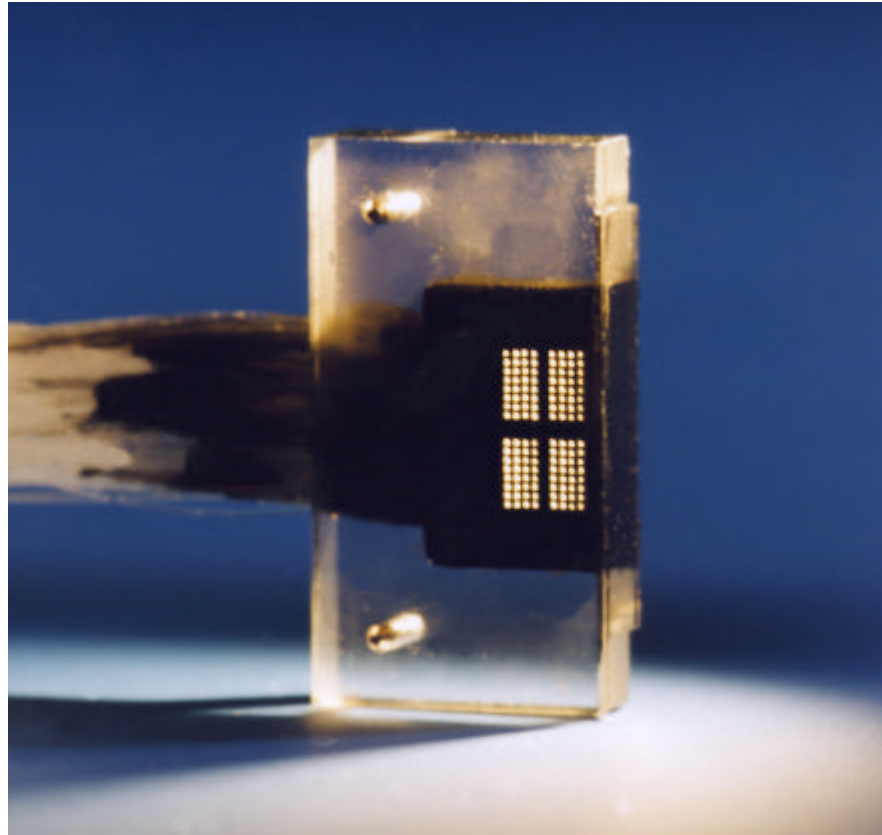
## Optische Prozessorverbindung mit 2D-Polymerfaserbündeln



## Optische Prozessorverbindung mit integrierten Polymerwellenleitern

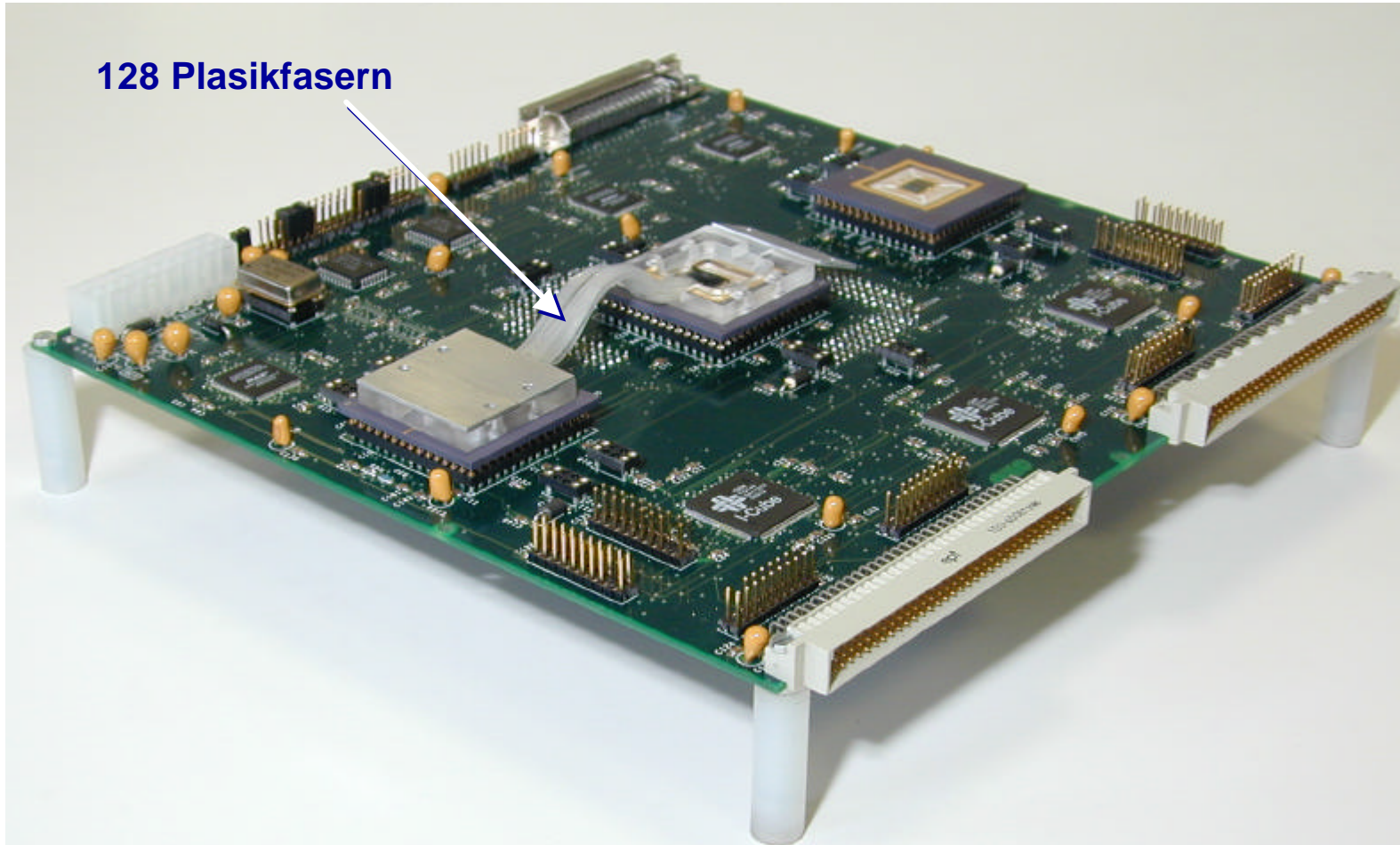
# 2D-Optische Verbindung mit 128 Polymerfasern

---

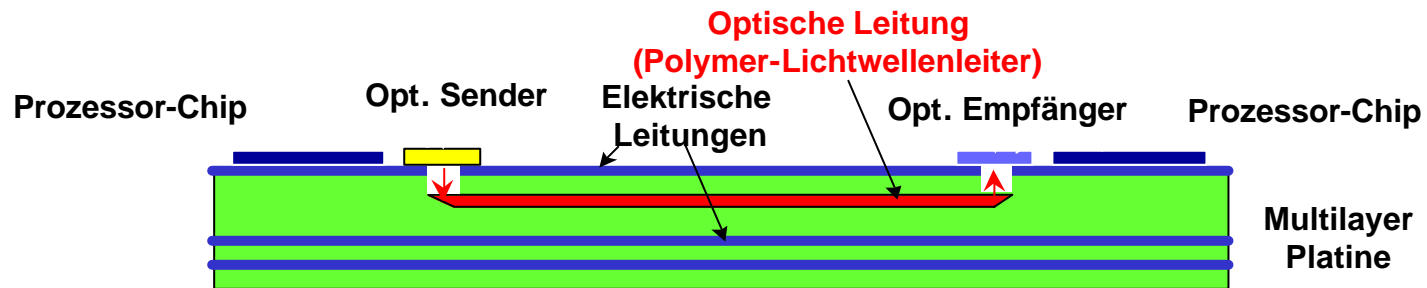


**Gesamter Datendurchsatz: 320 Gbit/s**

# Platine mit optischer Prozessorverbindung

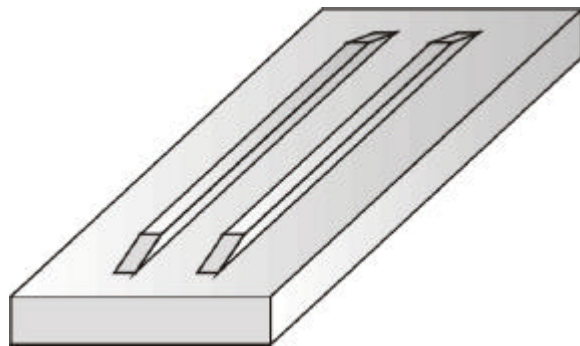


# Optische Prozessorverbindungen mit Polymerwellenleitern

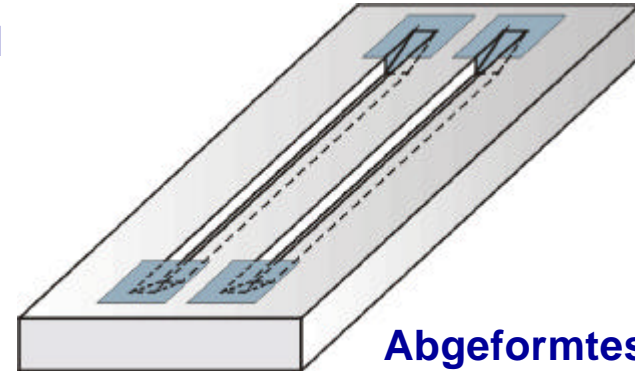


**Massiv parallele optische Verbindungen mit integrierten Polymerwellenleitern (BMBF-SNI)**

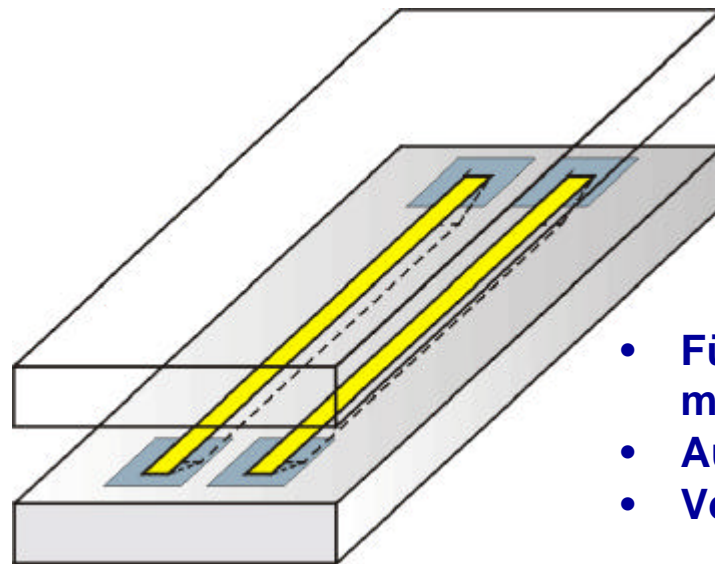
# Herstellung von Polymerwellenleitern mit integrierten Mikrosiegeln



**Metallstempel**

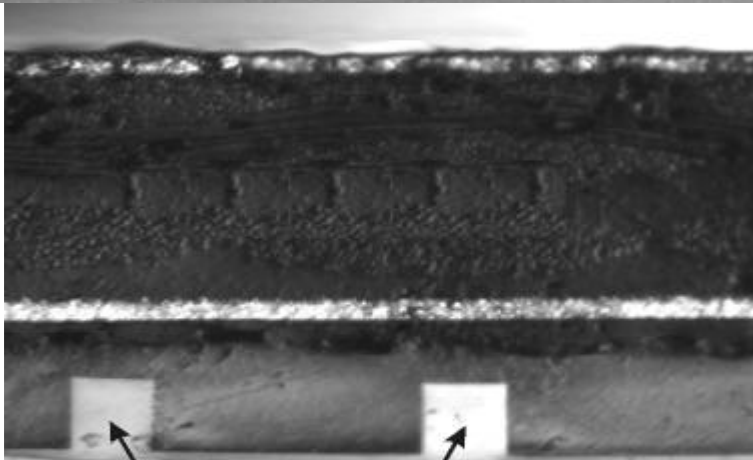
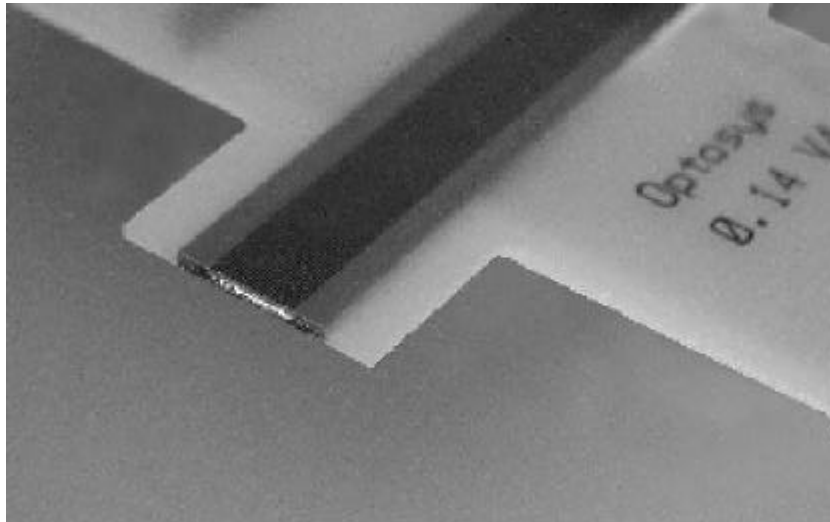


**Abgeformtes Kunststoffteil mit metallisierten Spiegeln**



- Füllen der Wellenleitergräben mit lichtleitendem Kleber;
- Aushärten;
- Verschließen mit Deckel

# In Platine integrierter Polymerlichtwellenleiter



Wellenleiter

