

# I. Einleitung

---

## I.0 Allgemeine Informationen:

Prof. Uli Lemmer

Lichttechnisches Institut, Geb. 30.34, Raum 223

Tel: 0721-608-2530

E-Mail: [uli.lemmer@lti.uni-karlsruhe.de](mailto:uli.lemmer@lti.uni-karlsruhe.de), URL: [www.lti.uni-karlsruhe.de](http://www.lti.uni-karlsruhe.de)

Vorlesung: wöchentlich am Dienstag, alle 14 Tage am Mittwoch

nächste Vorlesung: Di., d. 22.4.2008 !!

Übung: integriert in Vorlesung

Exkursion

# ...eine Praktikumsempfehlung

## Entwurf optoelektronischer Bauelemente mit Matlab/Simulink

Lv. Nr. 23744

<b>Typ:</b>	Labor
<b>Ort:</b>	ITIV - Poolraum (30.10 R.115)
<b>Zeit:</b>	Donnerstag 14:00 - 18:00 Uhr
<b>Beginn:</b>	17.04.2008
<b>DozentIn:</b>	Dipl.-Phys. Hauß, Dipl.-Phys. Scholdt, MSc. Nazirizadeh
<b>SWS:</b>	4 h
<b>Lv-Nr.</b>	23744

## Erläuterung zum Labor Entwurf optoelektronischer Bauelemente mit Matlab / Simulink

In diesem Labor werden optoelektronische Bauelemente mit Hilfe von Matlab und Simulink simuliert und entworfen. Der Vorlesungsinhalt umfasst:

- Grundlagen von Matlab/Simulink
- Lichtabsorptions- und Emissionseigenschaften verschiedener Materialien
- Lichtausbreitung in verschiedenen Materialien
- Photodioden
- Solarzellen
- Dünnschichtfilter für Antireflexbeschichtungen und Spiegel
- Optische Wellenleiter ohne und mit Verlusten
- Laserdioden
- Modulatoren

# I. Einleitung: Unterlagen

---

Vorlesungsfolien sind von der LTI-Homepage herunterzuladen,  
siehe auch Archiv 2007

Bücher werden voraussichtlich über Studiengebühren bereitgestellt

Prüfung: voraussichtlich mündl., Termin nach Vereinbarung

Vorkenntnisse:

Festkörperelektronik/Quantenmechanik/Halbleiterbauelemente hilfreich

# I. Einleitung: Studienmodelle

---

## I.1: Einordnung in die Studienmodelle:

- festes Modellfach für das Studienmodell „Optische Technologien“ (Studienmodell 10)
- wählbares Modellfach für diverse andere Studienmodelle
- Nebenfach für Physiker (Nanowissenschaften), Informatiker, Wirtschaftsingenieure

# Studienmodell 10 „Optische Technologien“

---

Optoelektronik	(3 SWS)
Solarenergie	(3 SWS)
Optische Systeme	(2 SWS)
Licht- und Displaytechnik	(3 SWS)
Optische Kommunikationssysteme	(3 SWS)
Plasmastrahlungsquellen	(2 SWS)

Eines der folgenden 4 Labore: Labor Optoelektronik, Praktikum Optik-Design, Labor: Entwurf optoelektronischer Bauelemente mit Matlab/Simulink, Praktikum Optische Kommunikationstechnik (4SWS)

**Insgesamt: 20 SWS**

# Studienmodell 10 „Optische Technologien“

---

Optoelektronische  
Bauelemente

Lichttechnik

**Wählbare Modellfächer**

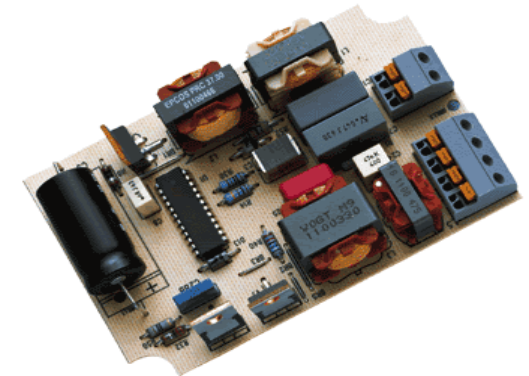
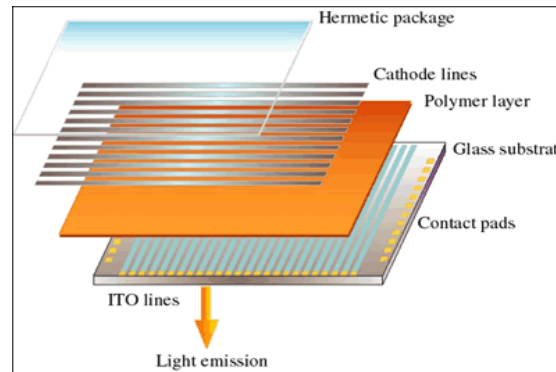
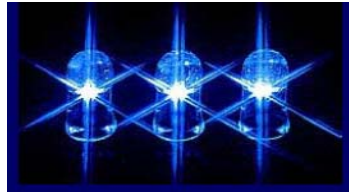
Messtechnik

Optische Systeme

BWL, Soft Skills

## OSRAM

Opto Semiconductors



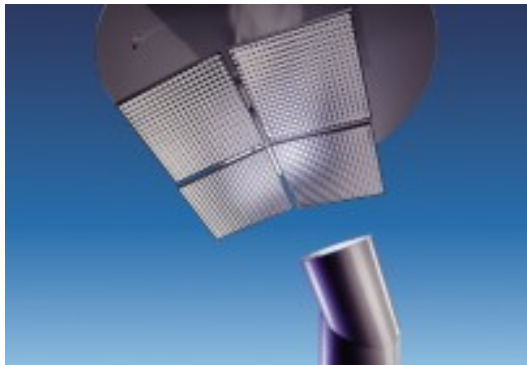
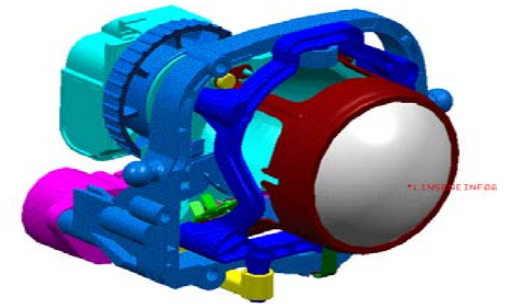
## PHILIPS

# Lichttechnik

# Optische Systeme

z. B.

Willkommen bei  
**PHILIPS Licht**

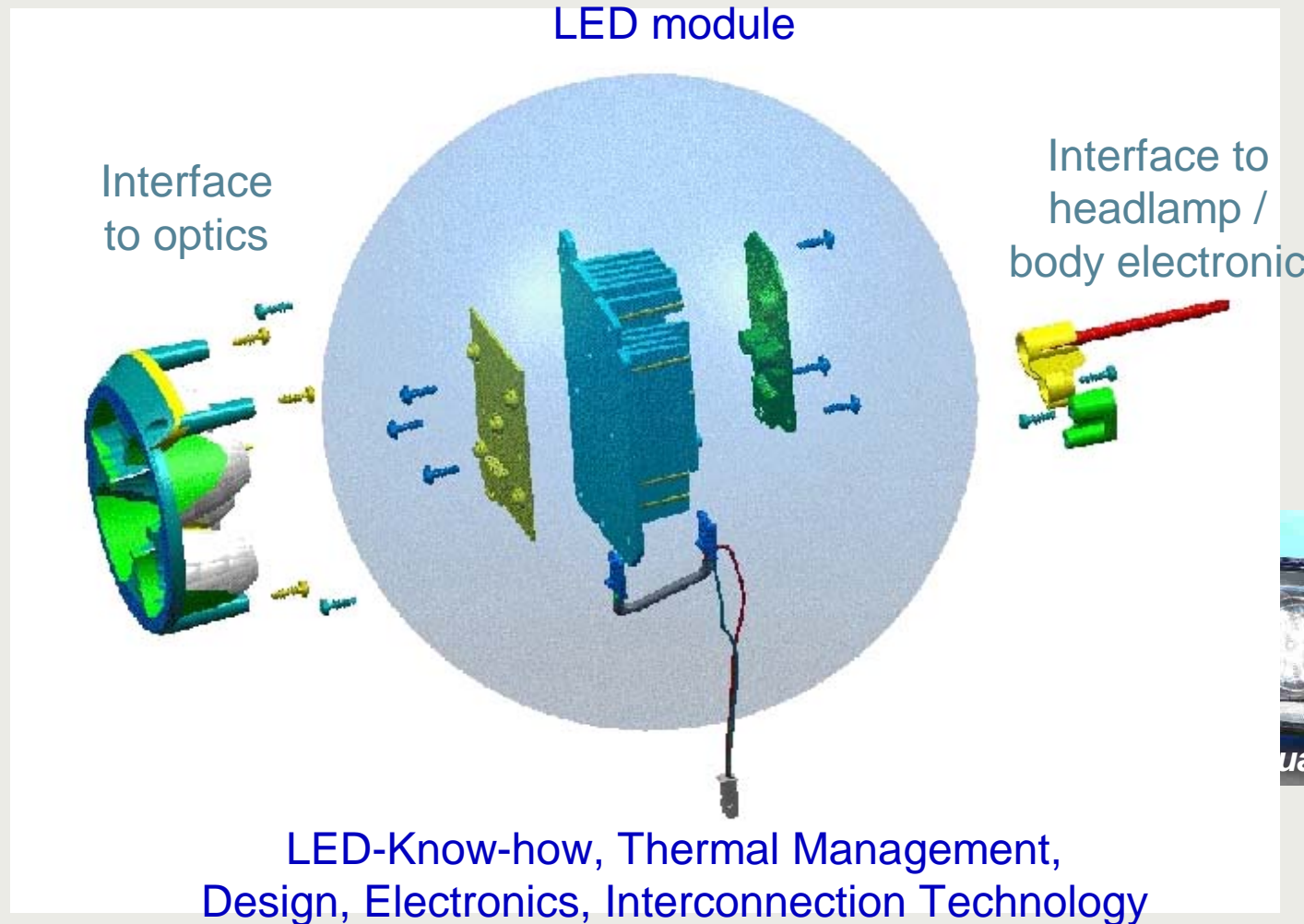


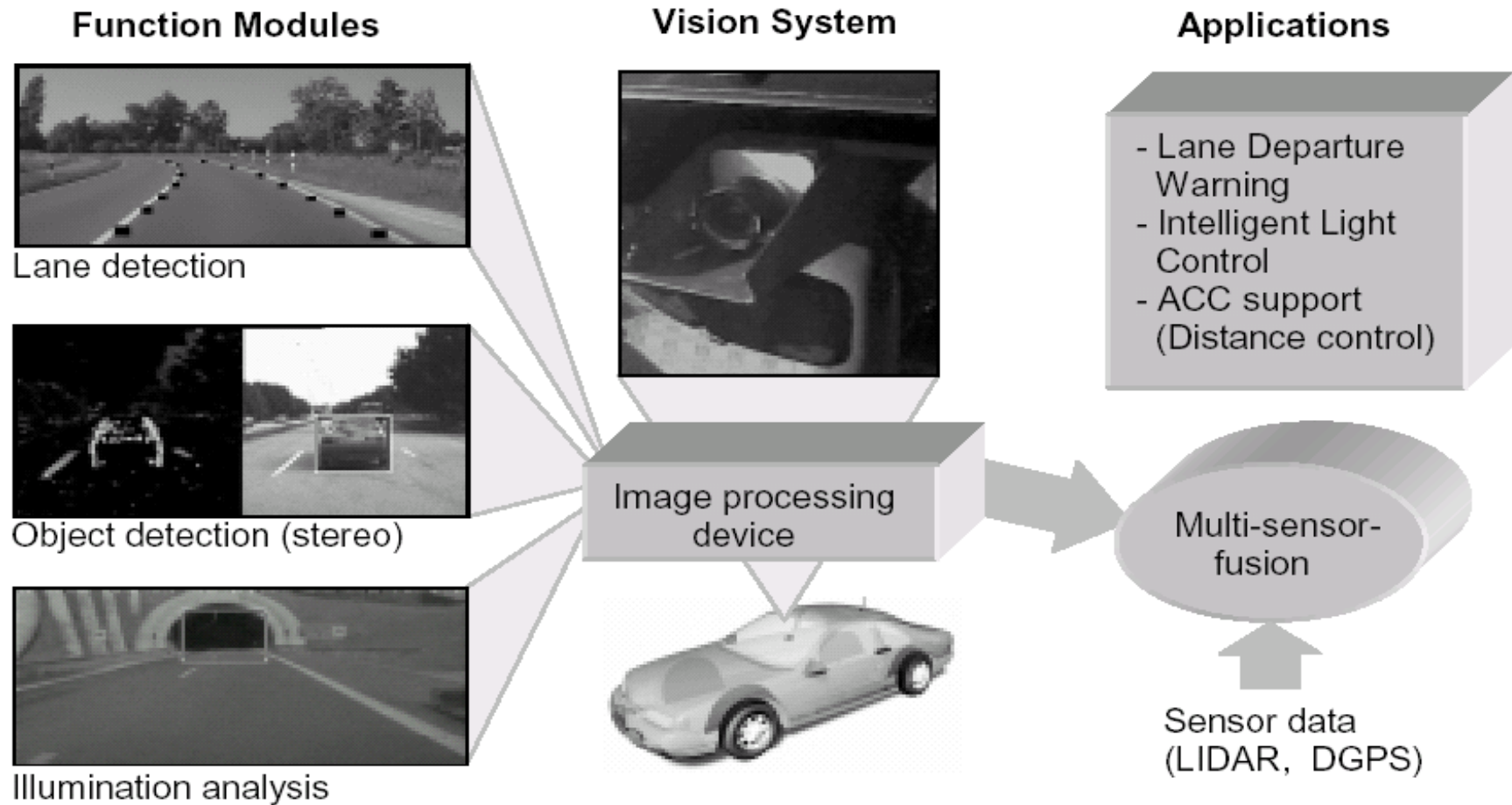
**sITeCO**



## Hella – LED-Technology

- System approach considering DRL in headlamps as example





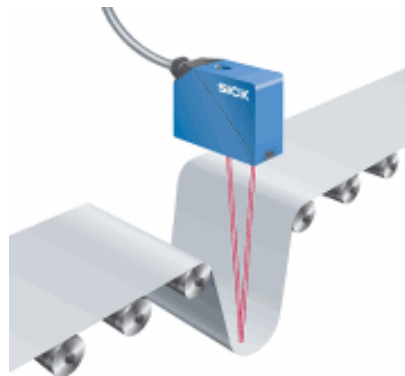
*Figure 1: Vision-based driver assistance system and applications.*

Vision Sensors and Image Processing –  
a Contribution to Intelligent Light Function Control

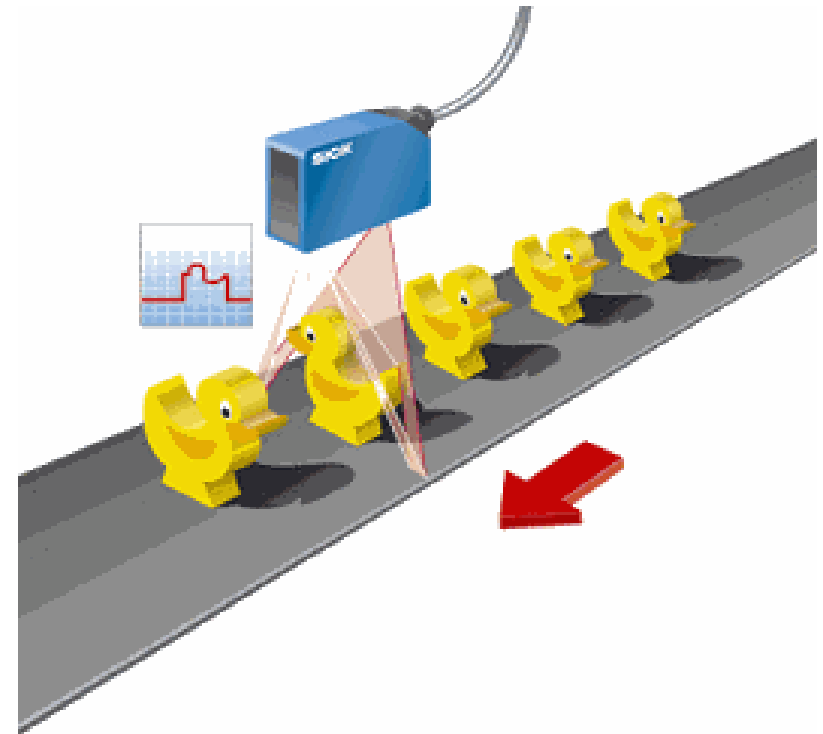
Martin Mühlenberg, Jens Kaphingst, Hella KG Hueck & Co., Germany



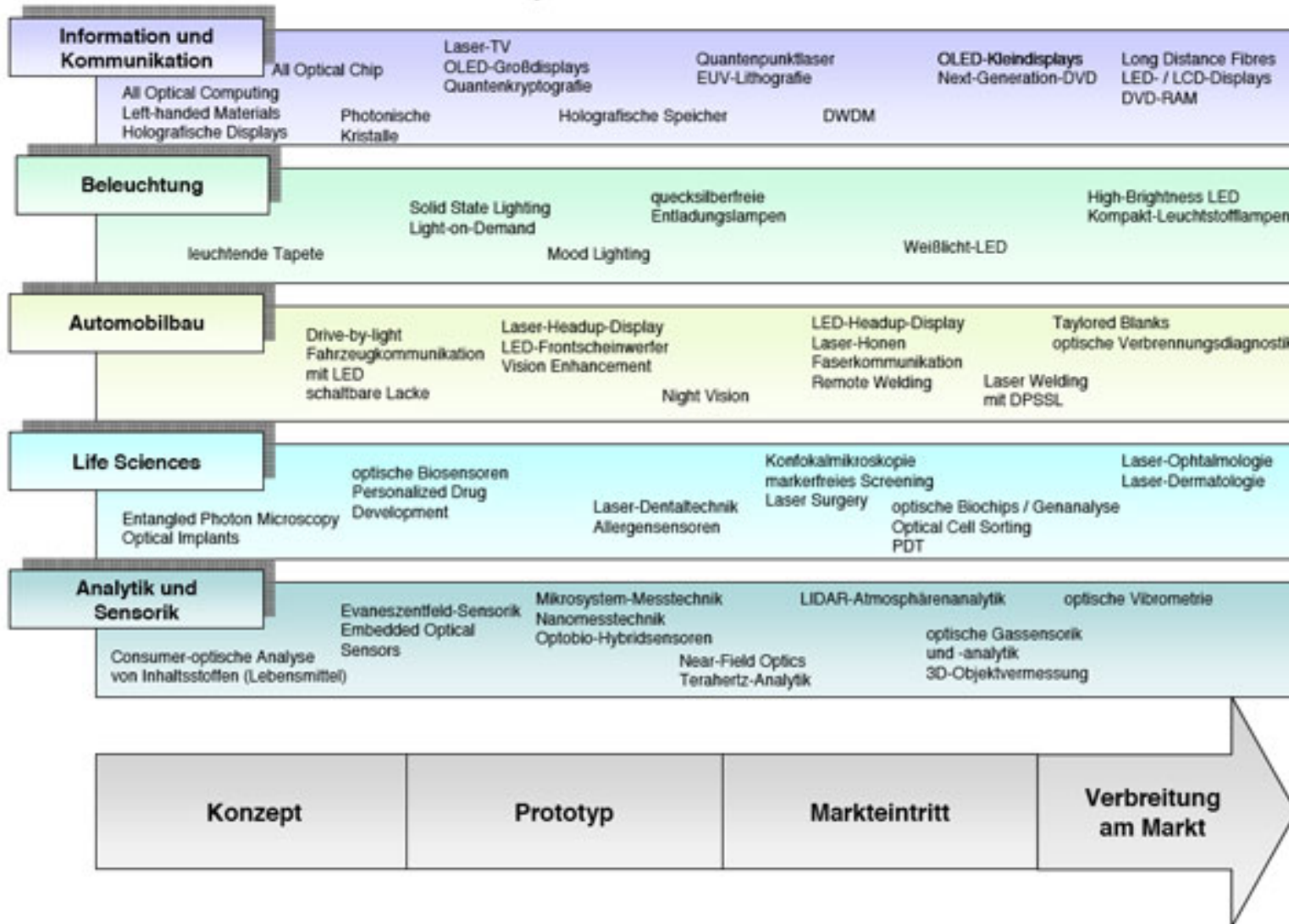
z.B. Biophotonik  
(Fa. evotec OAI)



z. B. Objekte  
vermessen  
(Fa. Sick)



# Wozu braucht man Optoelektronik ?



# Empfohlene Literatur

---

## I.2: Empfohlene Literatur:

*J. Singh, Semiconductor Optoelectronics: Physics and Technology, Mc Graw Hill, 1995 (leider zur Zeit vergriffen, vorhanden in Uni-Bib)*

*Semiconductor Optoelectronic Devices  
von Pallab Bhattacharya (€ 97,36)*

*J. Jahns, Photonik, Oldenbourg*

*W. Bludau, Halbleiteroptoelektronik, Hanser*

*E. F. Schubert, Light-Emitting Diodes (Cambridge, Cambridge, 2003).*

*Skript der Vorlesung von Prof. D.A.B. Miller in Stanford  
(erhältlich am LTI)*

*siehe Hinweise auf der Homepage !*

# Übersicht über die Vorlesung

---

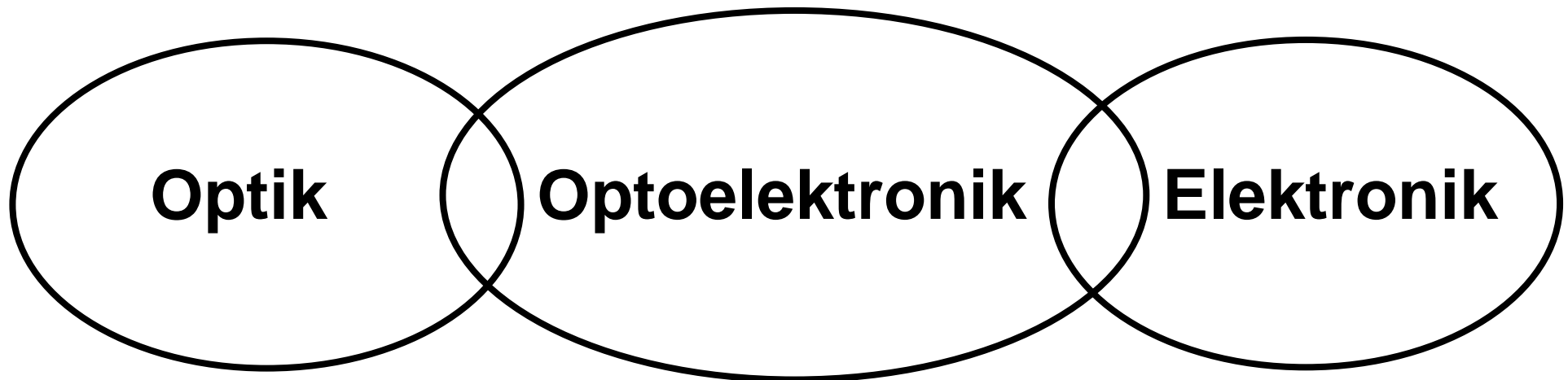
- I. Einleitung
- II. Physikalische Grundlagen der Optoelektronik
- III. Herstellungstechnologien
- IV. Halbleiterleuchtdioden
- V. Optik in Halbleiterbauelementen
- VI. Laserdioden
- VII. Betrieb von Leucht- und Laserdioden
- VIII. Quantendetektoren
- IX. Thermische Detektoren
- X. Nachweisgrenzen und Rauschen
- XI. Bildsensoren

# I. Einleitung

---

## I.3 Was ist Optoelektronik?

→ Optoelektronik ist die Nahtstelle zwischen Optik und Elektronik



*Abb. I.1: Schema zur Optoelektronik*

# Was ist Optoelektronik ?

Die Optoelektronik umfasst viele Facetten des Wechselspiels zwischen Strom und Licht:

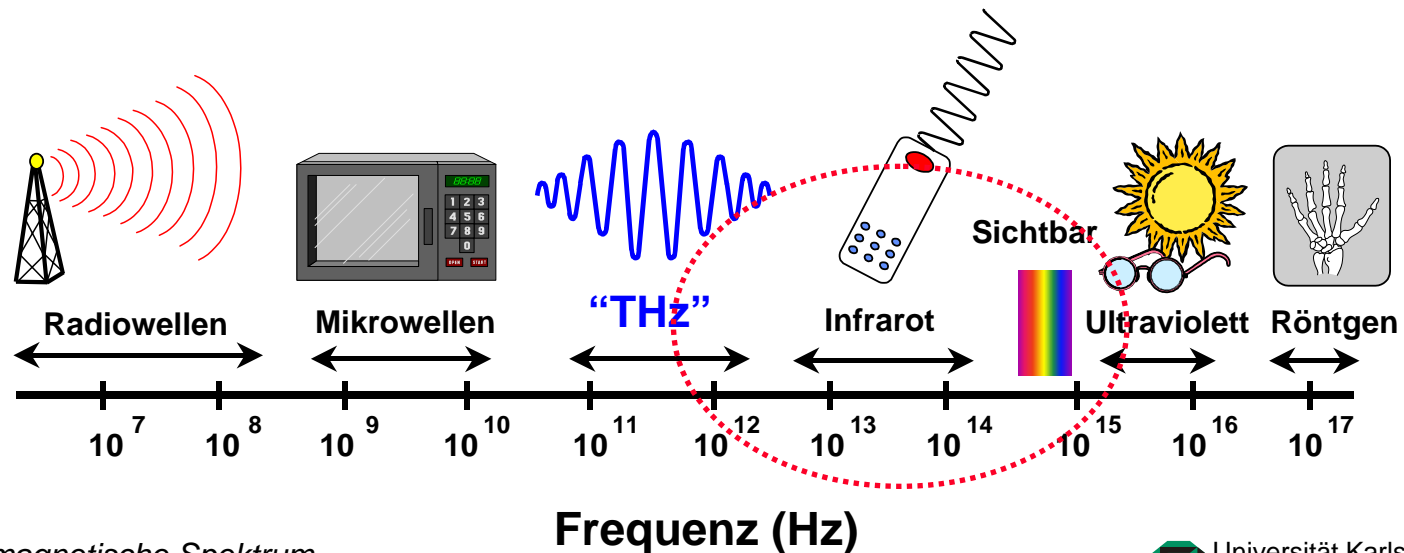
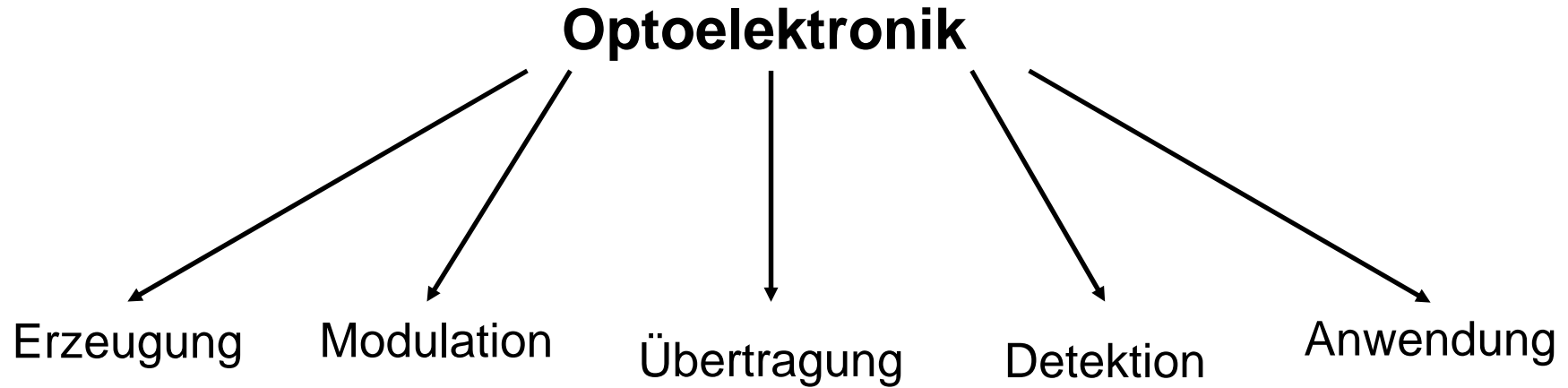


Abb 1.2: Das elektromagnetische Spektrum



# Bsp. zur Erzeugung von Licht: Halbleiterlaser und Gasentladungslampe

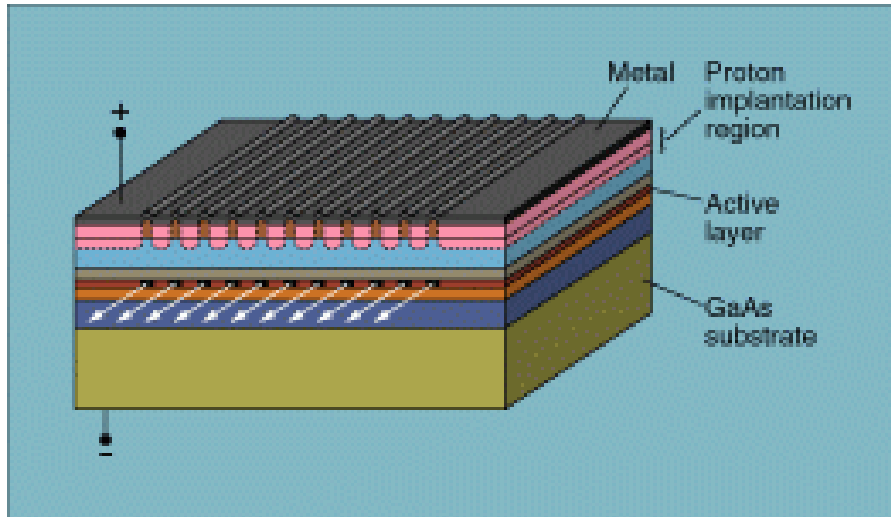


Abb. 1.3: Schema eines Halbleiterlasers

→ Vorlesung OE

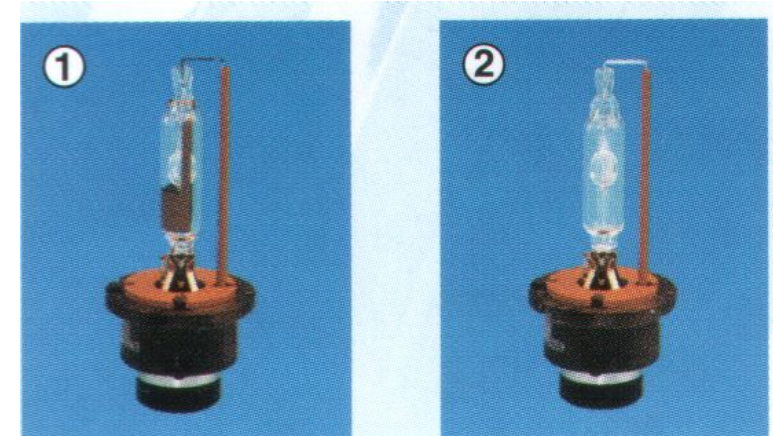


Abb. 1.4: Moderne Frontscheinwerferlampe

→ Vorlesung Plasmastrahlungsquellen

# Beispiel zur Erzeugung von Licht: Display

**Extremely bright and easy to read -- does not wash out in sunlight**

**Adjustable brightness levels for 3D graphics**

**Dot matrix design allows more information and full motion graphics to be displayed**



**Self-emitting, no LCD panel to reduce brightness**

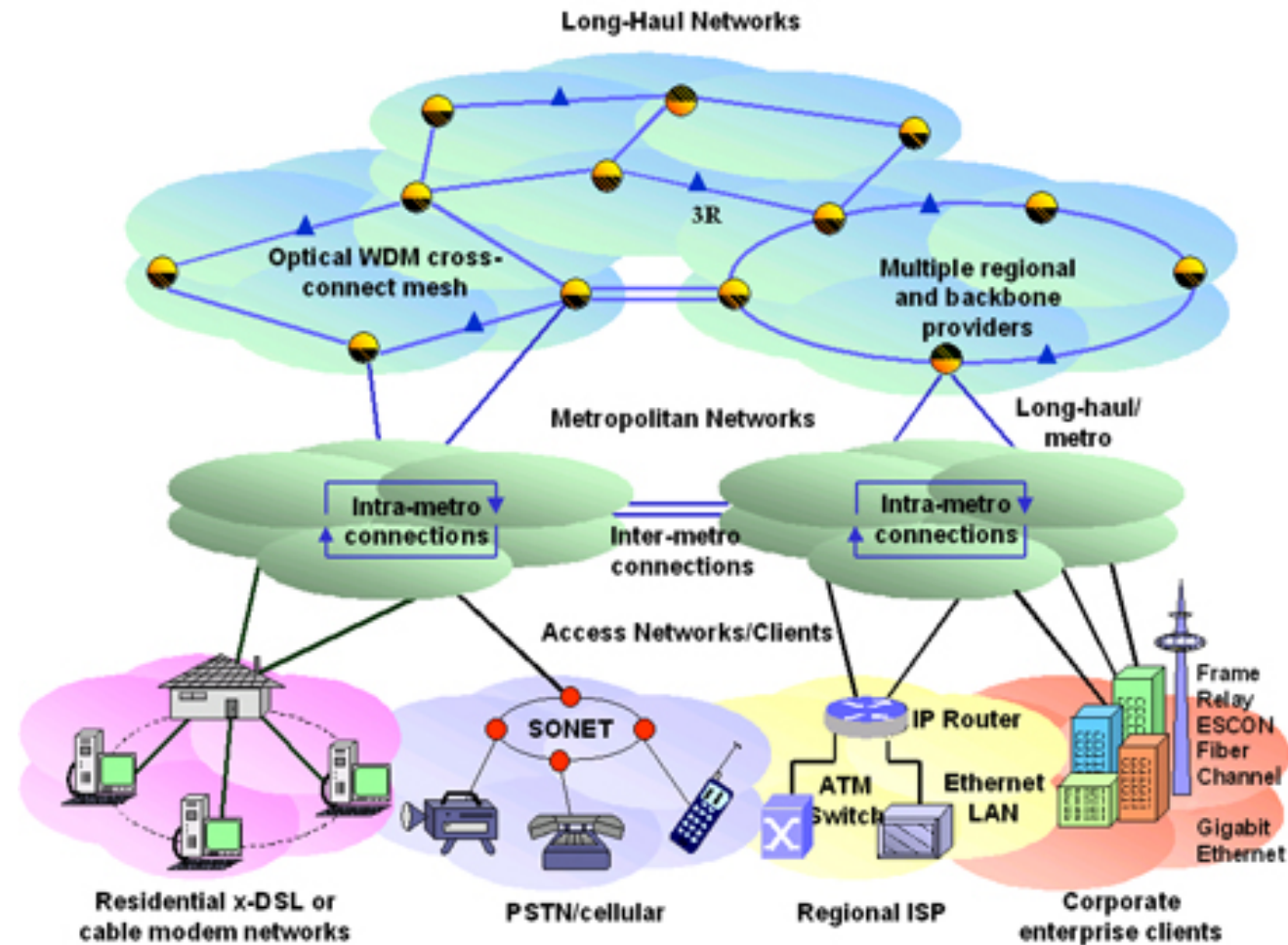
**Very low voltage requirements**

**Super-wide viewing angle -- easy to see from any angle**

Abb. 1.5: Autoradio/Navigationsystems mit Flachbildschirm aus organischen (Kunststoff-) Halbleitern

→ Vorlesung Plastic Electronics

# Beispiel zur Modulation und Übertragung von Licht: Telekommunikation



→ Vorlesung Photonische Kommunikationssysteme

*Abb. 1.6: Schemabild zur Telekommunikation*



→ Vorlesung Solarenergie

*Abb. 1.7: Solarzellenfelder*

# Beispiel zur Anwendung: Laserschweißen

---

OE 1.21



→ Vorlesung Optische Systeme

*Abb. 1.8: Laserschweißnaht*

# I. Einleitung

---

Optoelektronik beruht auf dem Zusammenspiel verschiedenster Materialien bzw. ....ist eine Materialschlacht.

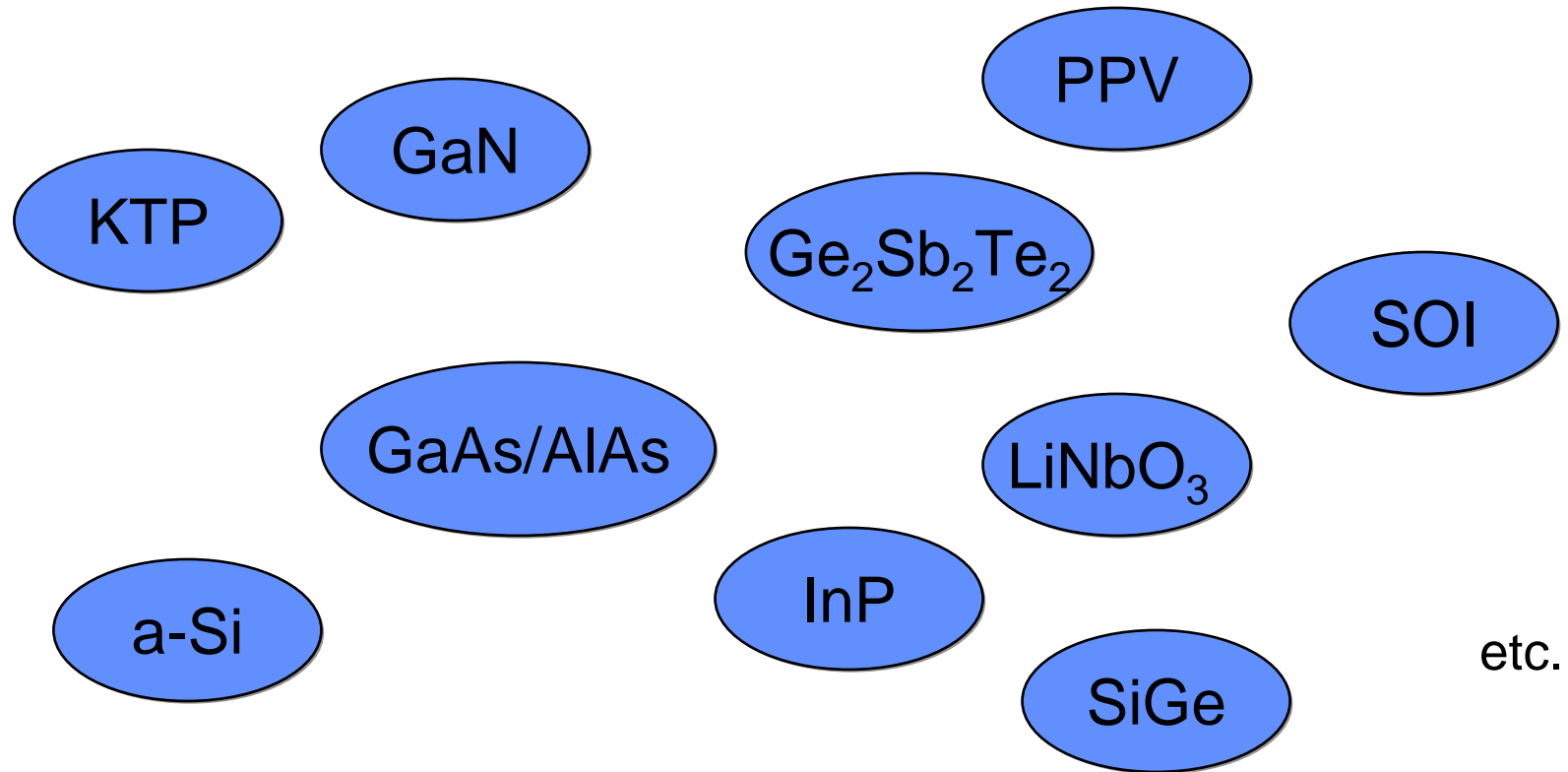
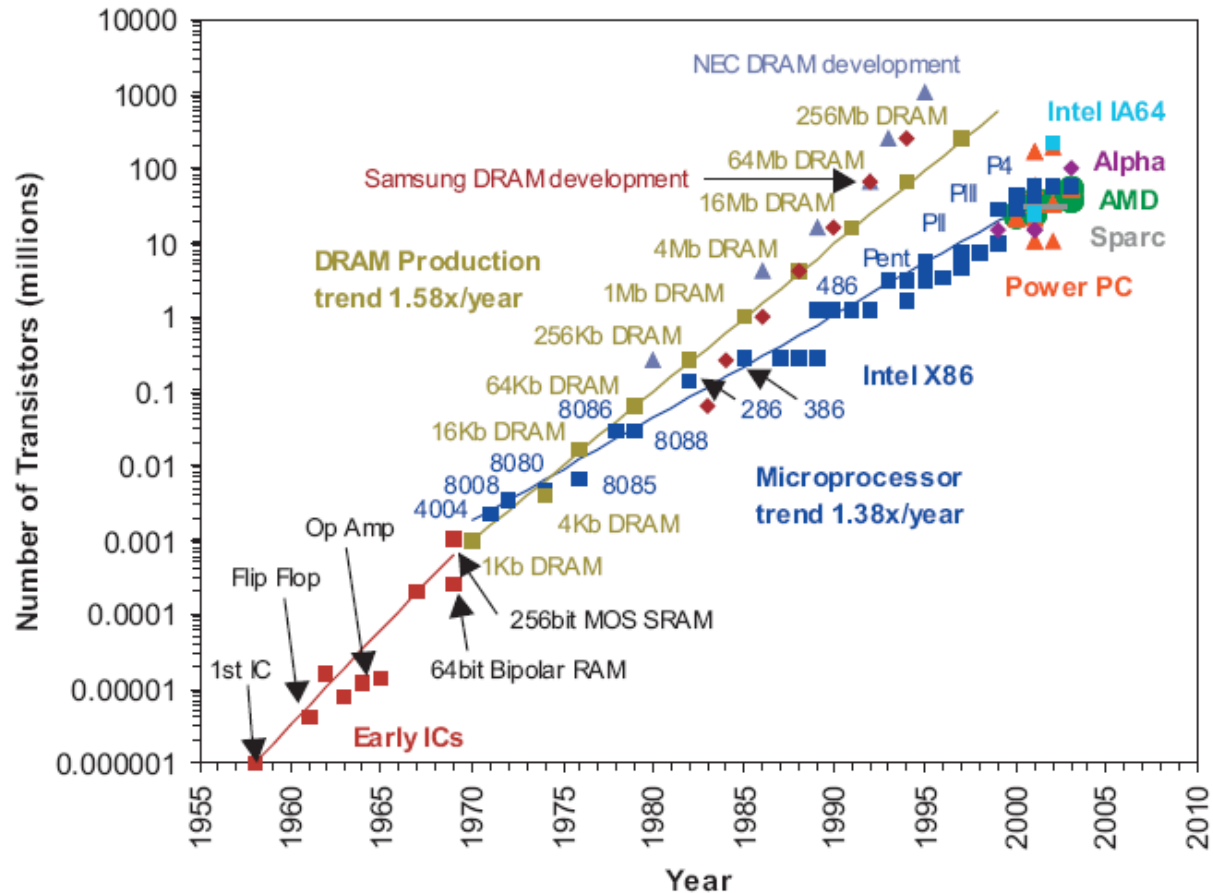


Abb. I.9: Materialien der Optoelektronik

# I.4 Technische und wirtschaftliche Bedeutung der Optoelektronik

## (Si)-Elektronik (integrierte Schaltkreise)



nahezu „unschlagbar“ in der „lokalen“ Informationsverarbeitung  
aber: Si-Nano-Photonik ist stark im Kommen

[www.ICKnowledge.com](http://www.ICKnowledge.com)

# Zukünftig Silizium-Photonik ??

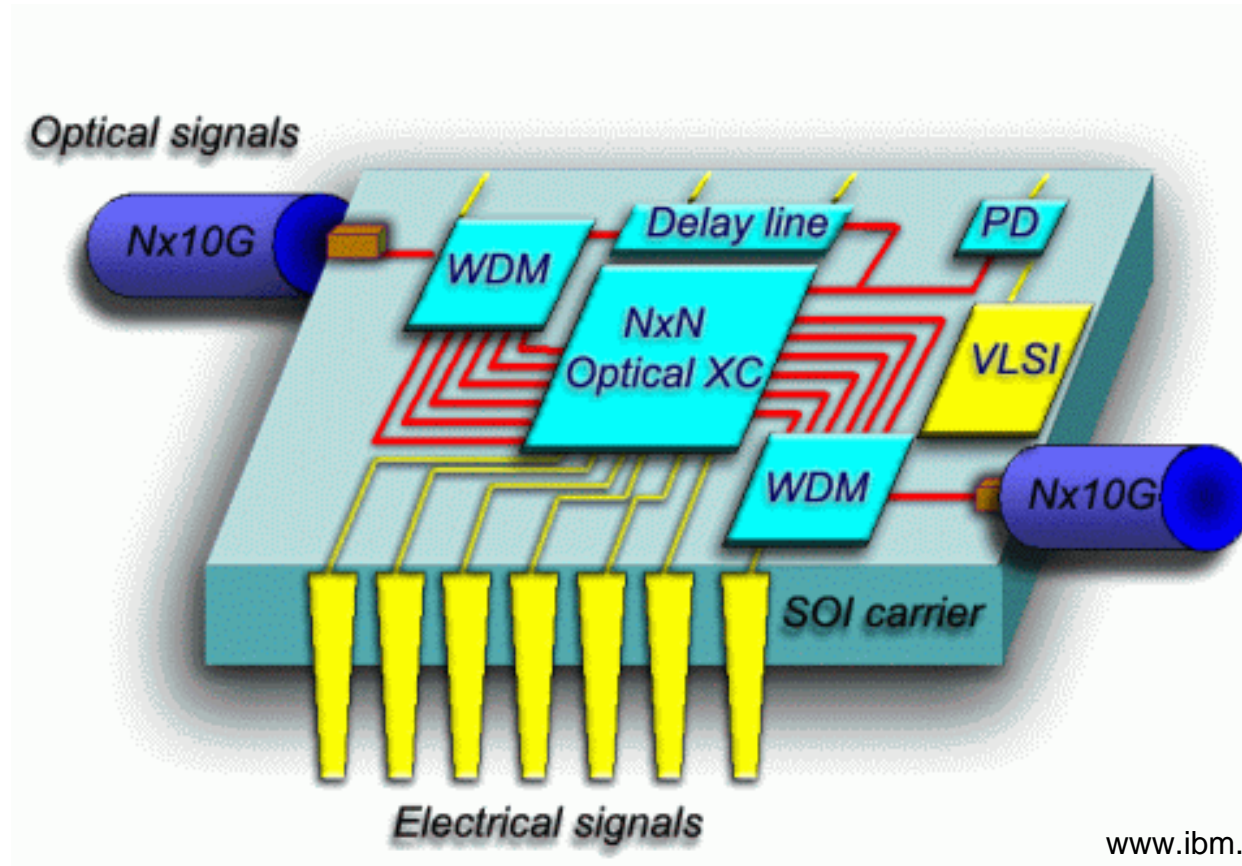


Abb. I.10: Schema eines zukünftigen Silizium-Chips mit elektronischen und photonischen Schaltkreisen



# I.4 Technische und wirtschaftliche Bedeutung der Optoelektronik

---

(Si)-Elektronik (integrierte Schaltkreise)

nahezu „unschlagbar“ in der „lokalen“ Informationsverarbeitung  
Si-Nano-Photonik ist stark im Kommen

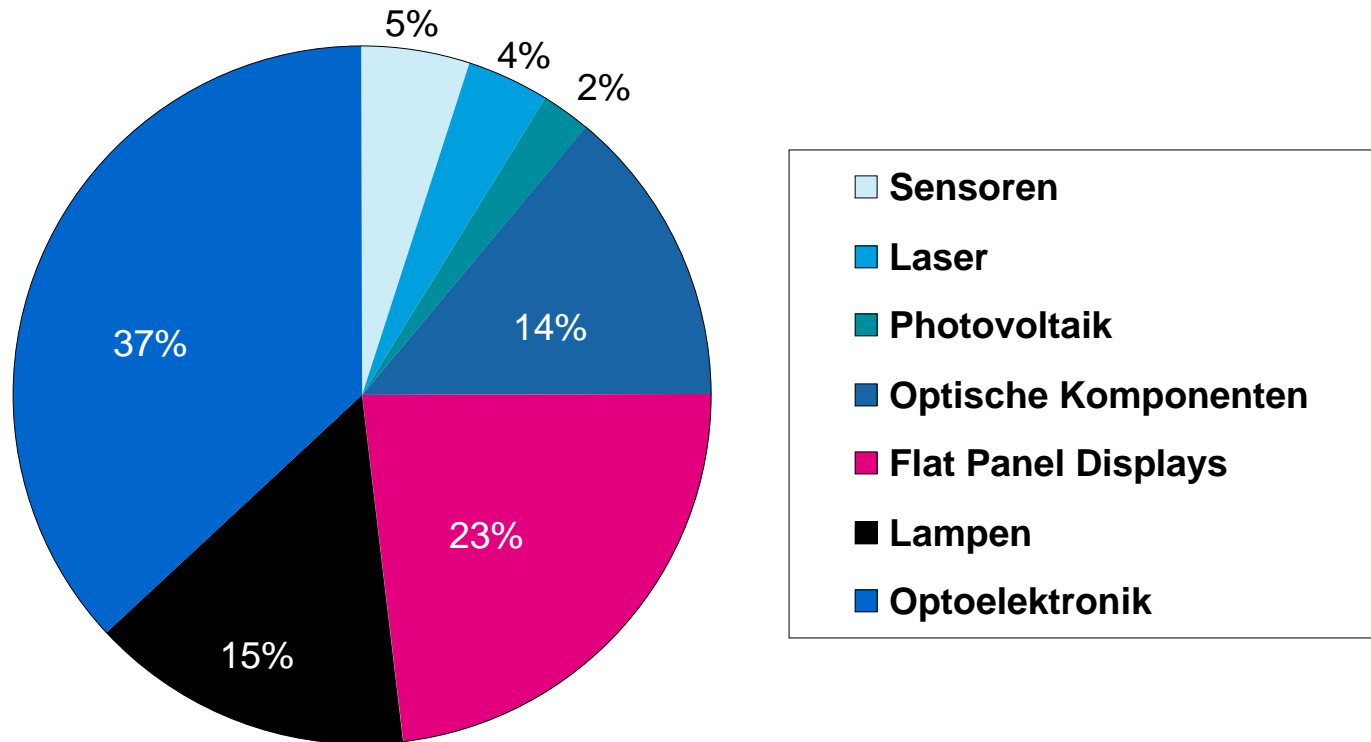
Optik (Photonik)

Visualisierung, Übertragung und Speicherung  
von Informationen, Beleuchtung, Materialbearbeitung,  
Messtechnik, ...

Vorteile von Licht :

- *Licht ist sichtbar*
- *immun gegen elektromagnetische Störstrahlung*
- *keine gegenseitige Beeinflussung von Licht durch Licht*
- *hochgradig parallel (...viele Frequenzen)*
- *vielfältige Nichtlinearitäten*
- *berührungsfreies Messen, Bearbeiten*

# Weltmarkt Optische Technologien

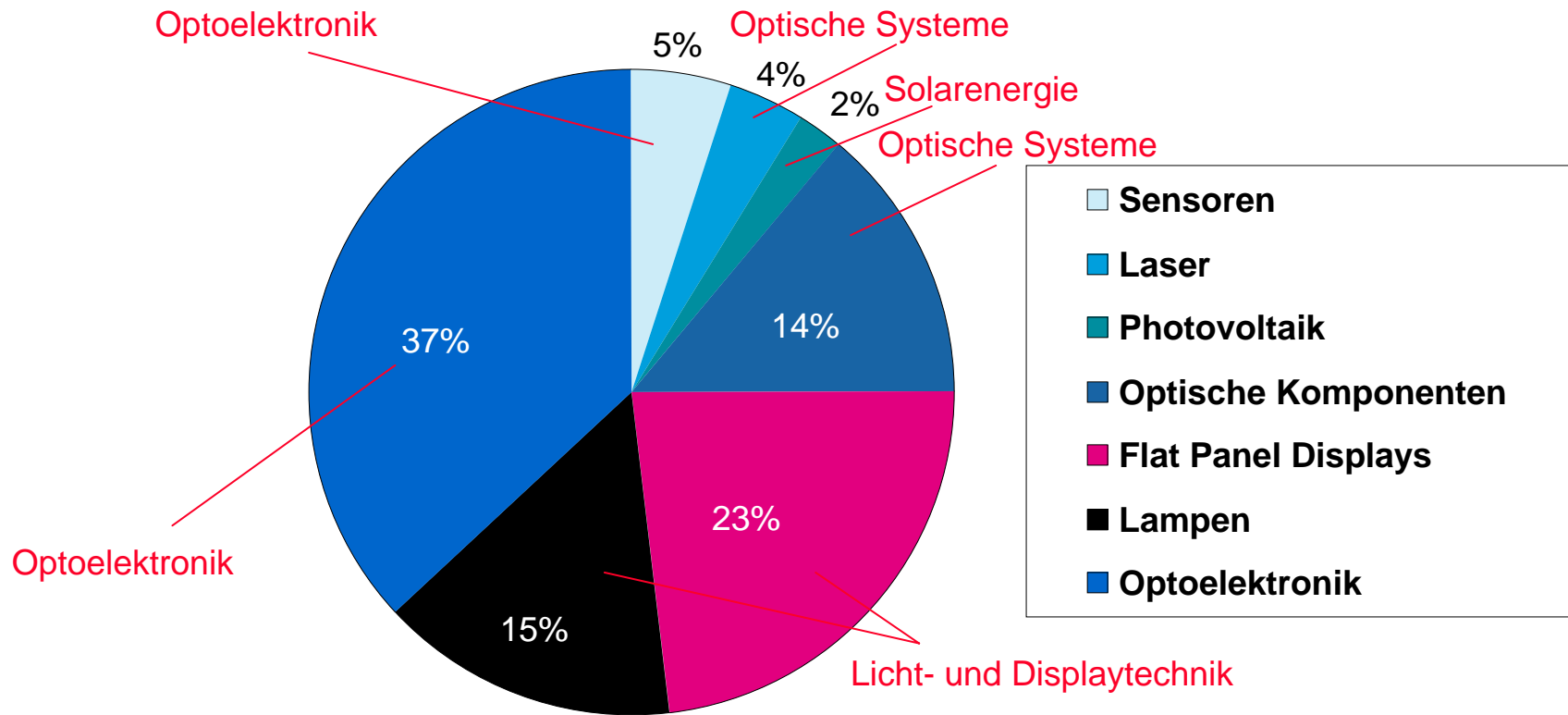


Gesamt: ca. 125 Mrd. EUR

Quelle: OIDA

Abb. I.11: Märkte für optische Technologien (1999)

# Weltmarkt Optische Technologien/LTI-Veranstaltungen

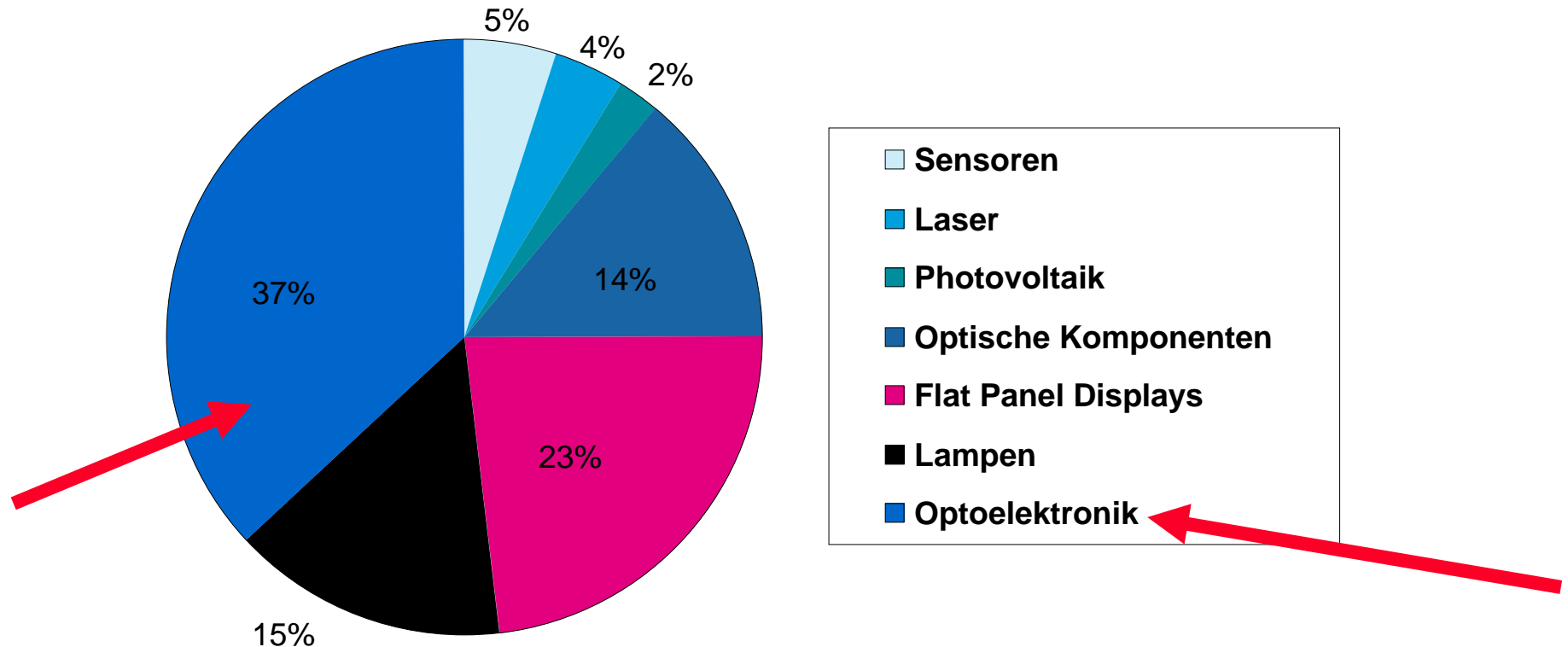


Gesamt: ca. 125 Mrd. EUR

Quelle: OIDA

Abb. I.11: Märkte für optische Technologien (1999)

# Weltmarkt Optische Technologien

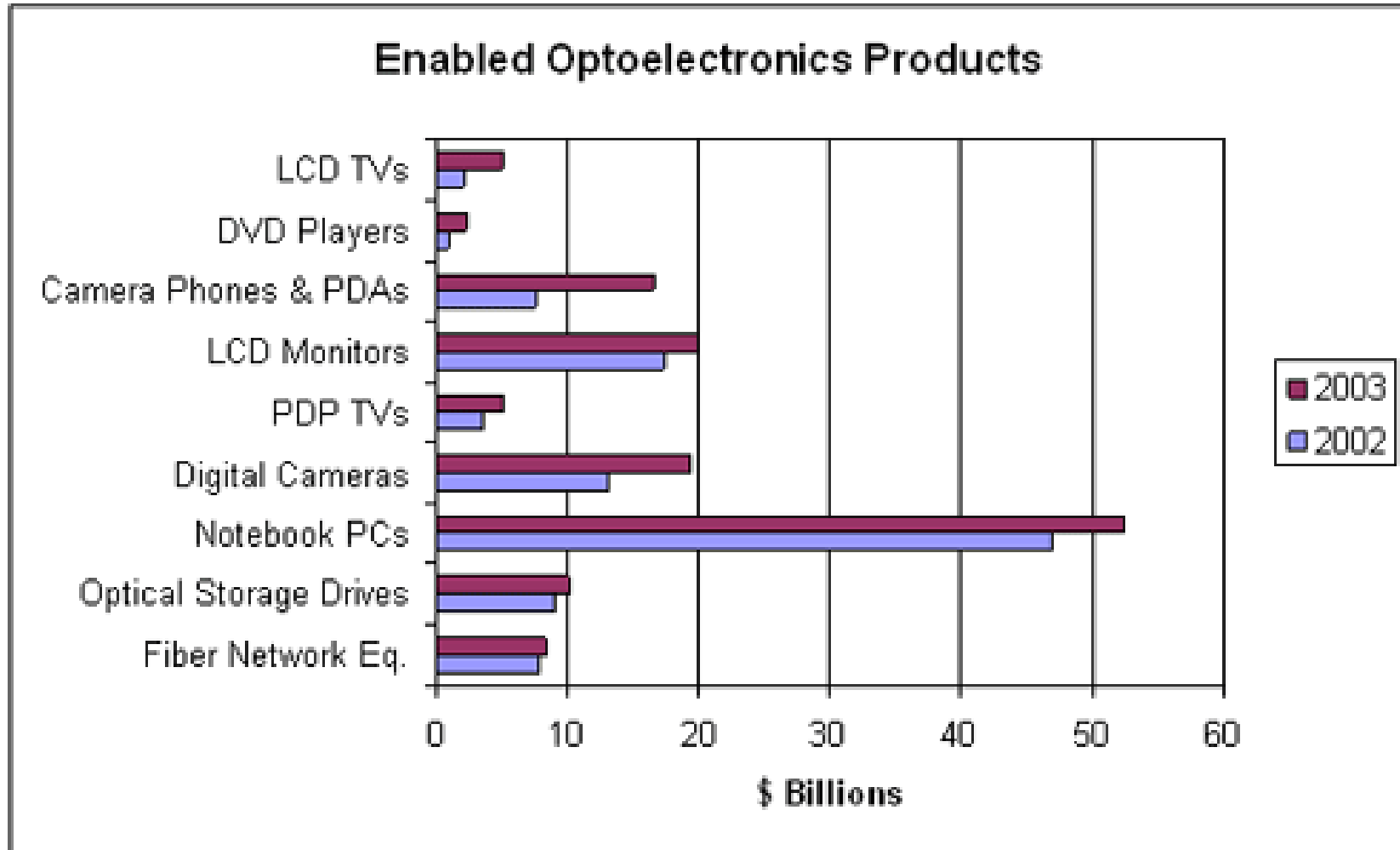


Gesamt: ca. 125 Mrd. EUR

Quelle: OIDA

Abb. I.11: Märkte für optische Technologien (1999)

# Optoelektronik als Hebeltechnologie

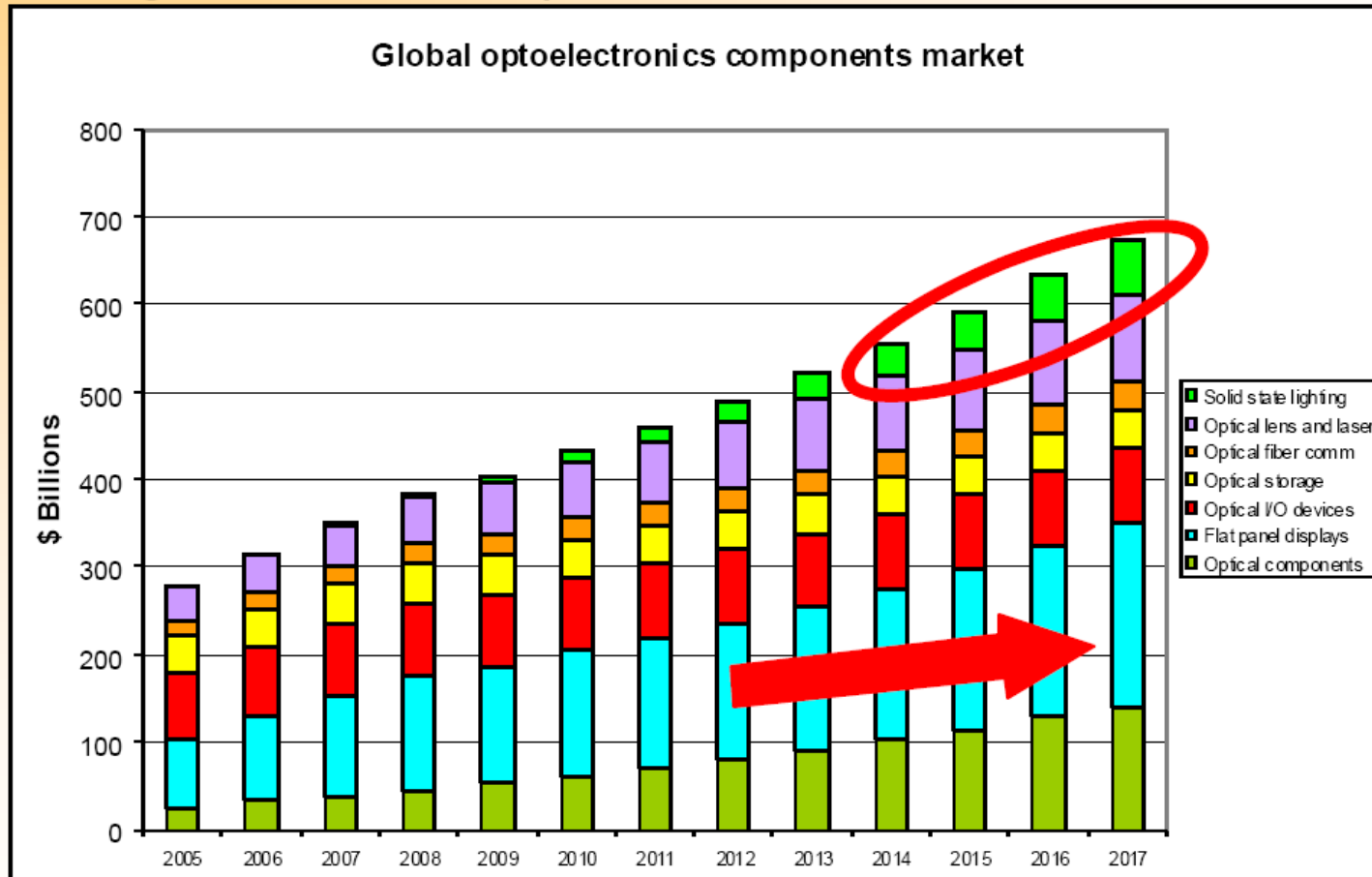


Quelle: OIDA

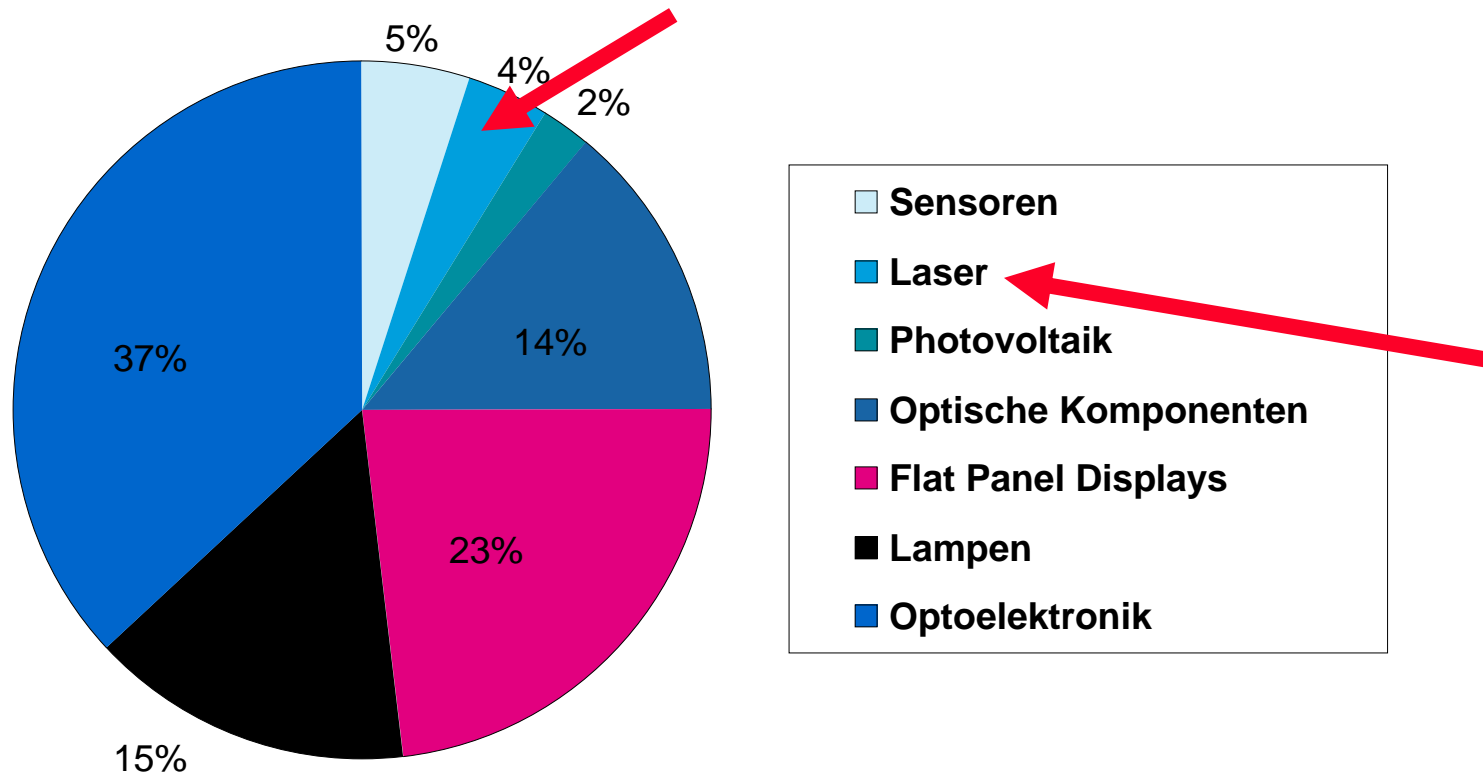
Abb. : Optoelektronik als Hebeltechnologie: Produkte

# Optoelektronik: Ein Wachstumsmarkt

- Growing from \$315B in 2006 to \$675B in 2017
  - FPD big driver for components market and CAGR 7.4%



# Weltmarkt Optische Technologien

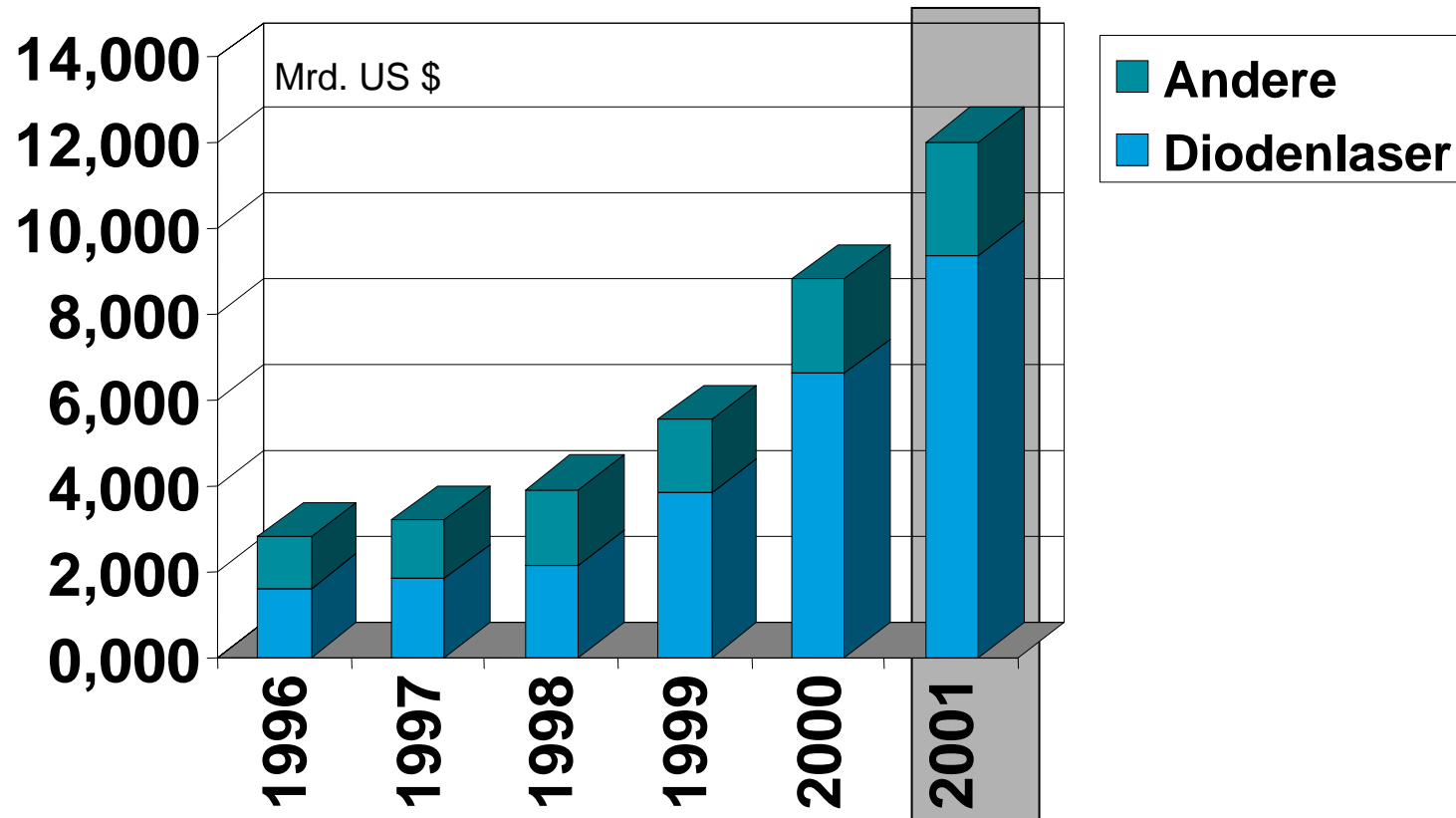


Gesamt: ca. 125 Mrd. EUR

Quelle: OIDA

Abb. I.11: Märkte für optische Technologien (1999)

# Weltmarkt Laserstrahlquellen



Quelle: Laser Focus World (01/2001)

Abb. I.14: Weltmarkt Laserstrahlquellen 1996-2001



## Figure 1.

### Worldwide commercial laser revenues 2000 to 2004

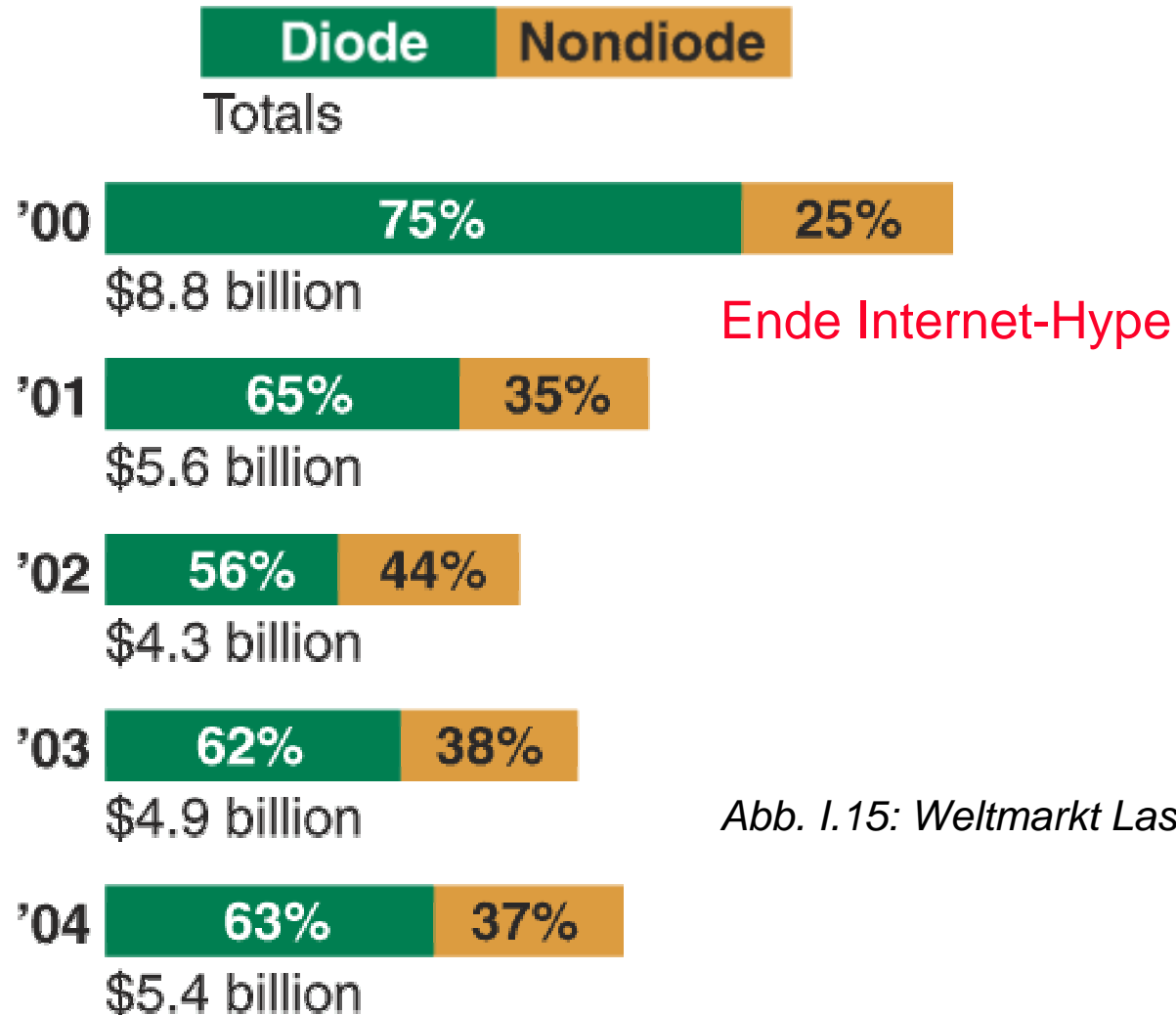
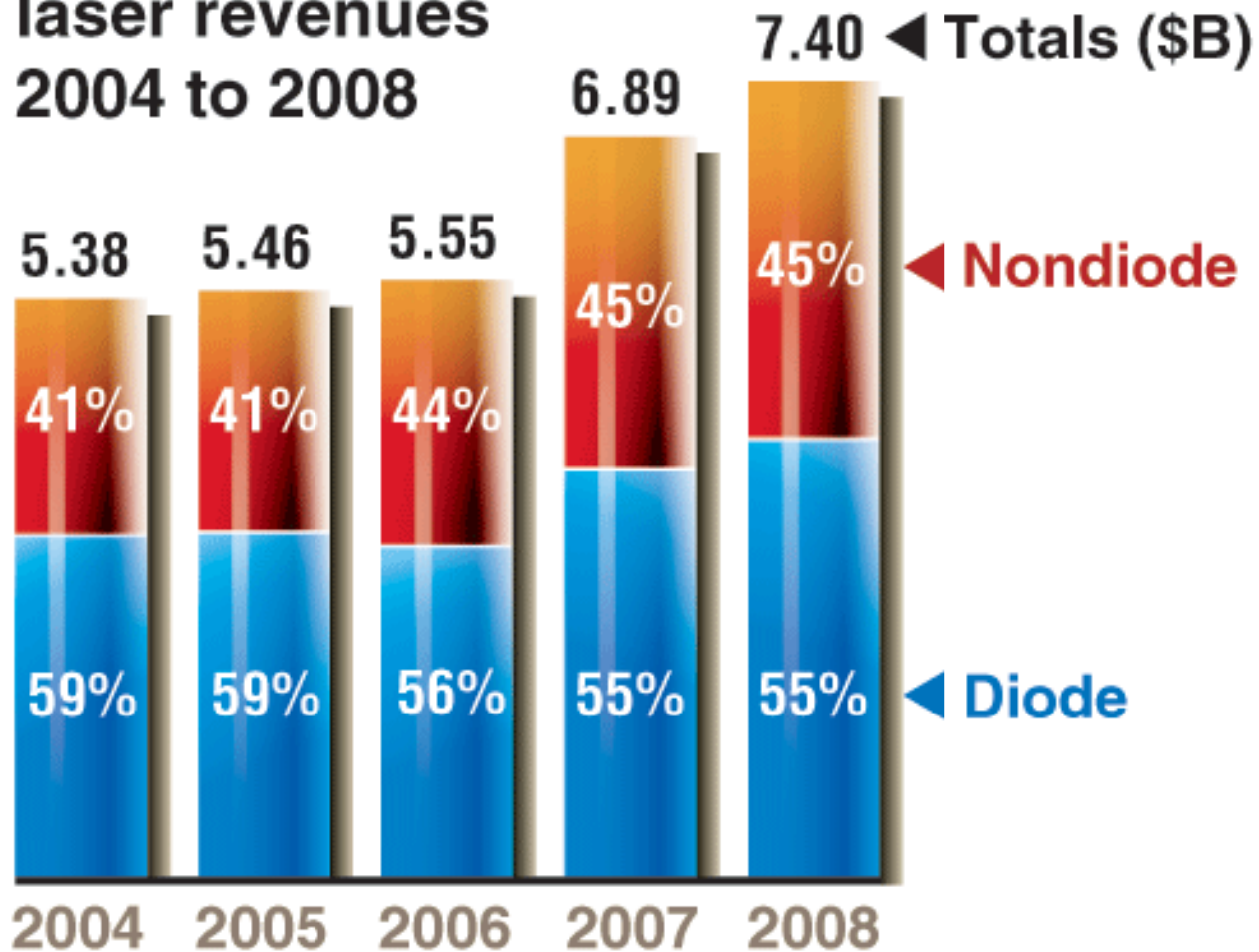


Abb. I.15: Weltmarkt Laserstrahlquellen 2000-2004

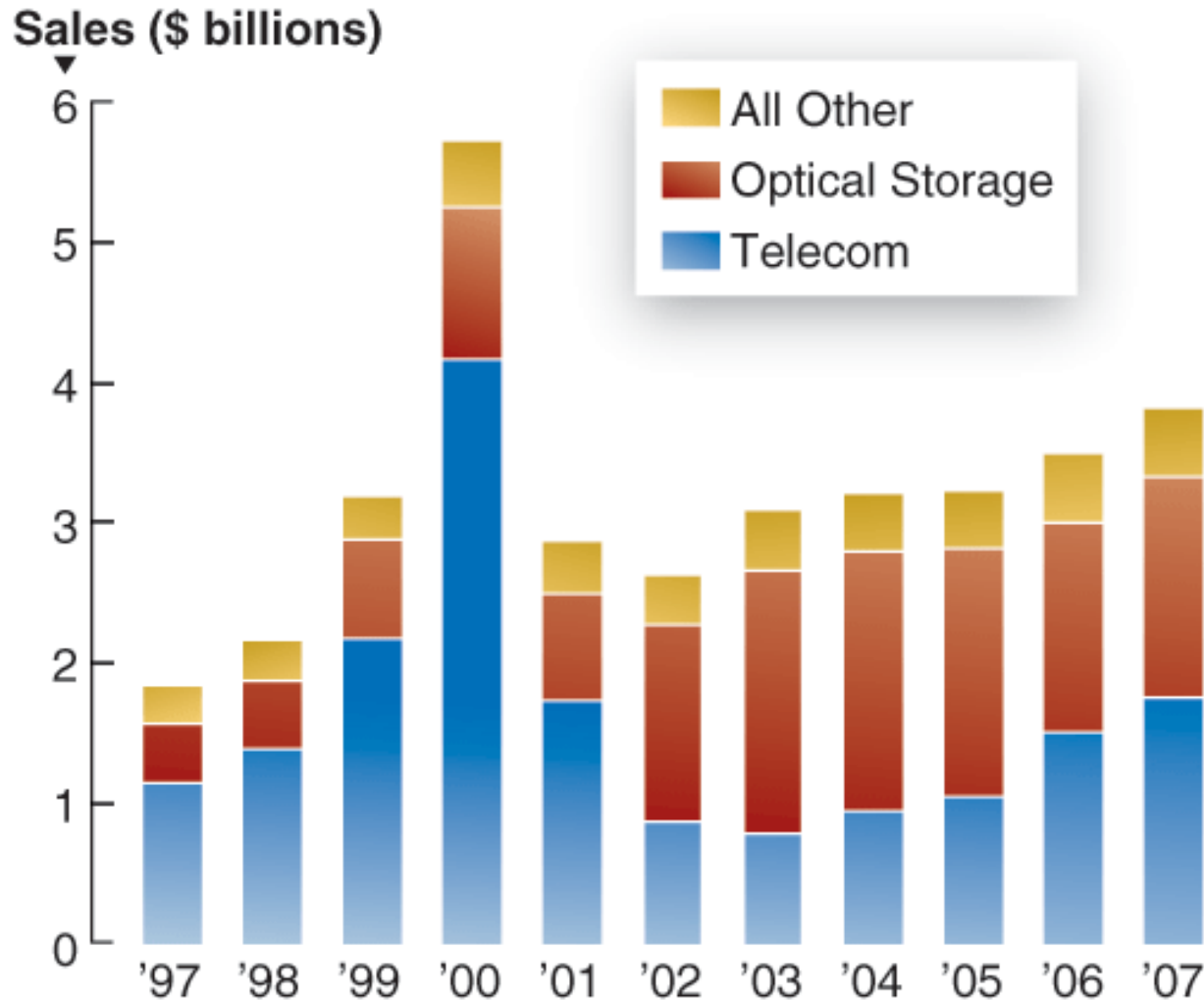
Figure 1.

## Worldwide commercial laser revenues 2004 to 2008



Quelle: Laser Focus World 2008

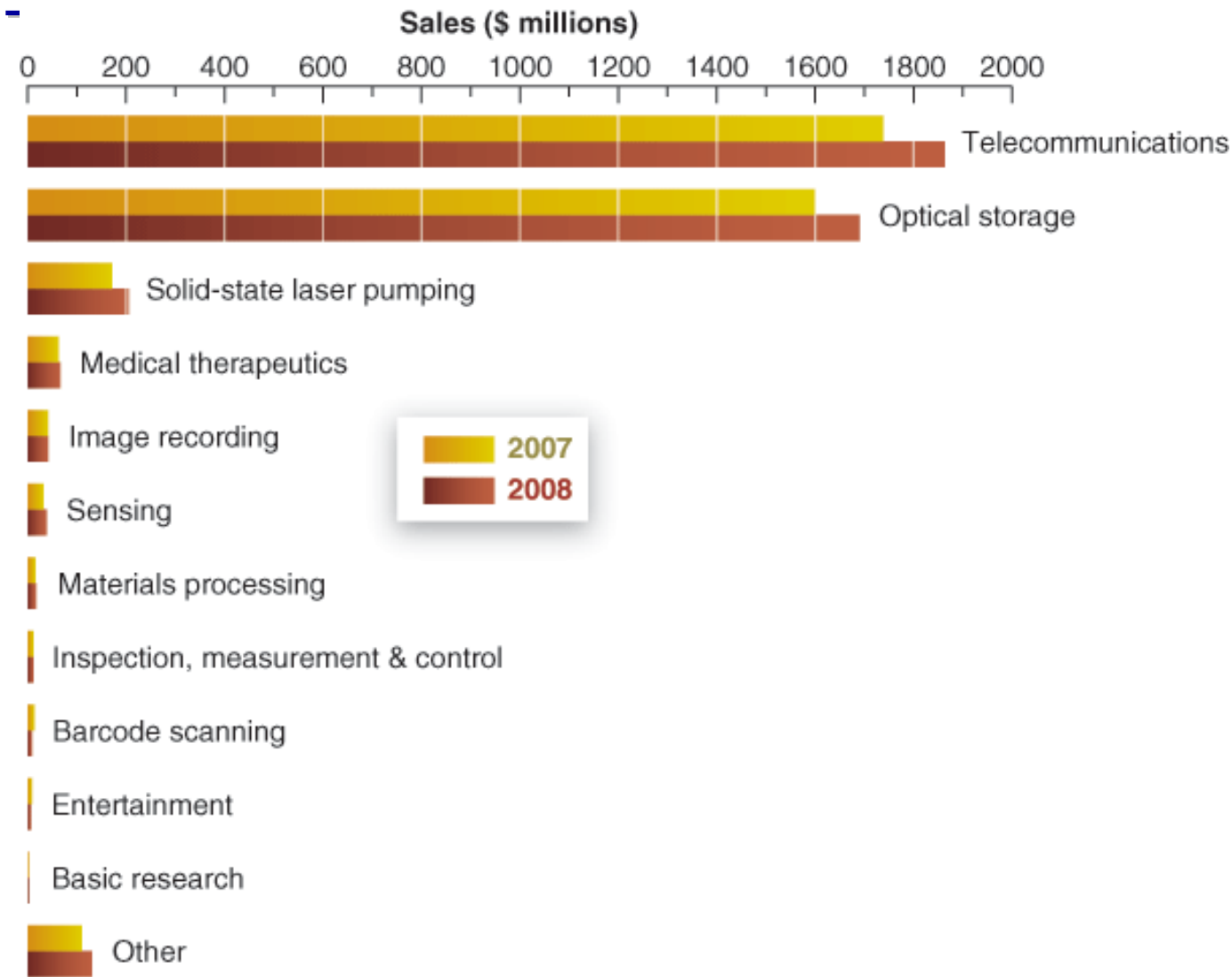
## Figure 2. Worldwide diode-laser market



Quelle: Laser Focus World 2008

Abb. I.16: Weltmarkt Diodenlaser

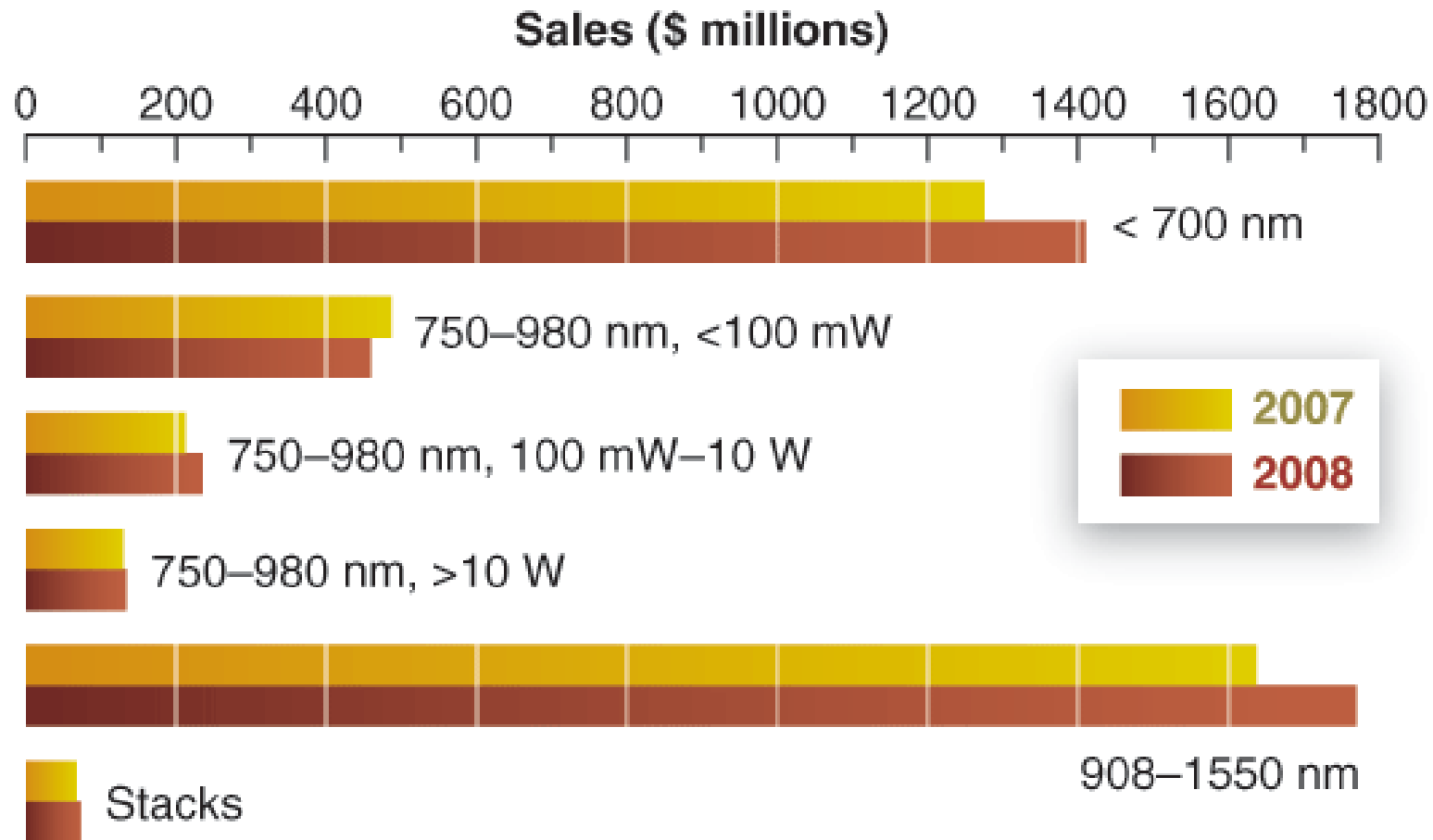
Figure 4. Worldwide **diode-laser** sales by application



Quelle: Laser Focus World 2008

Abb. I.17: Anwendungen von Diodenlasern

### Figure 3. Worldwide diode-laser sales by type



Quelle: Laser Focus World 2008

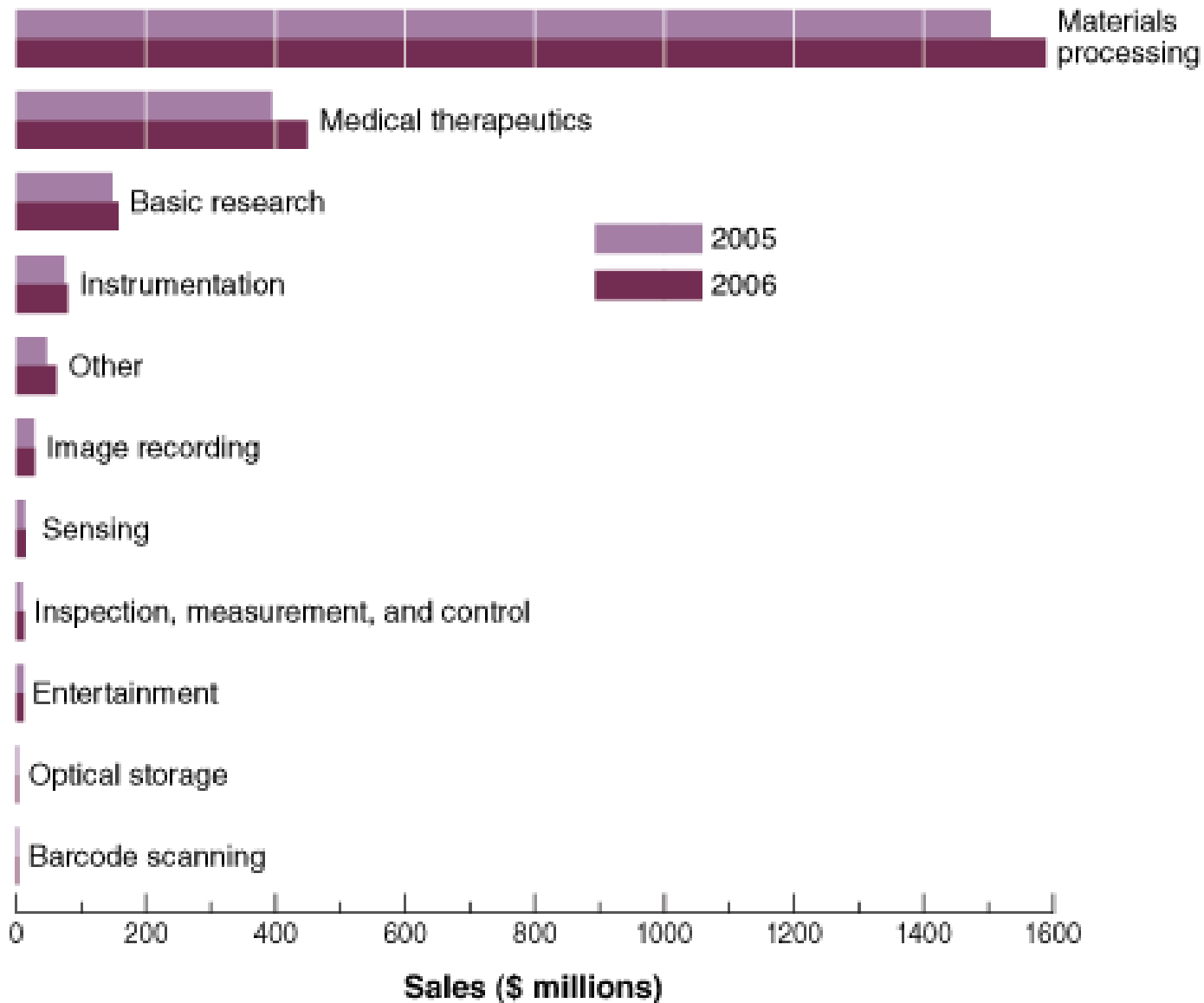
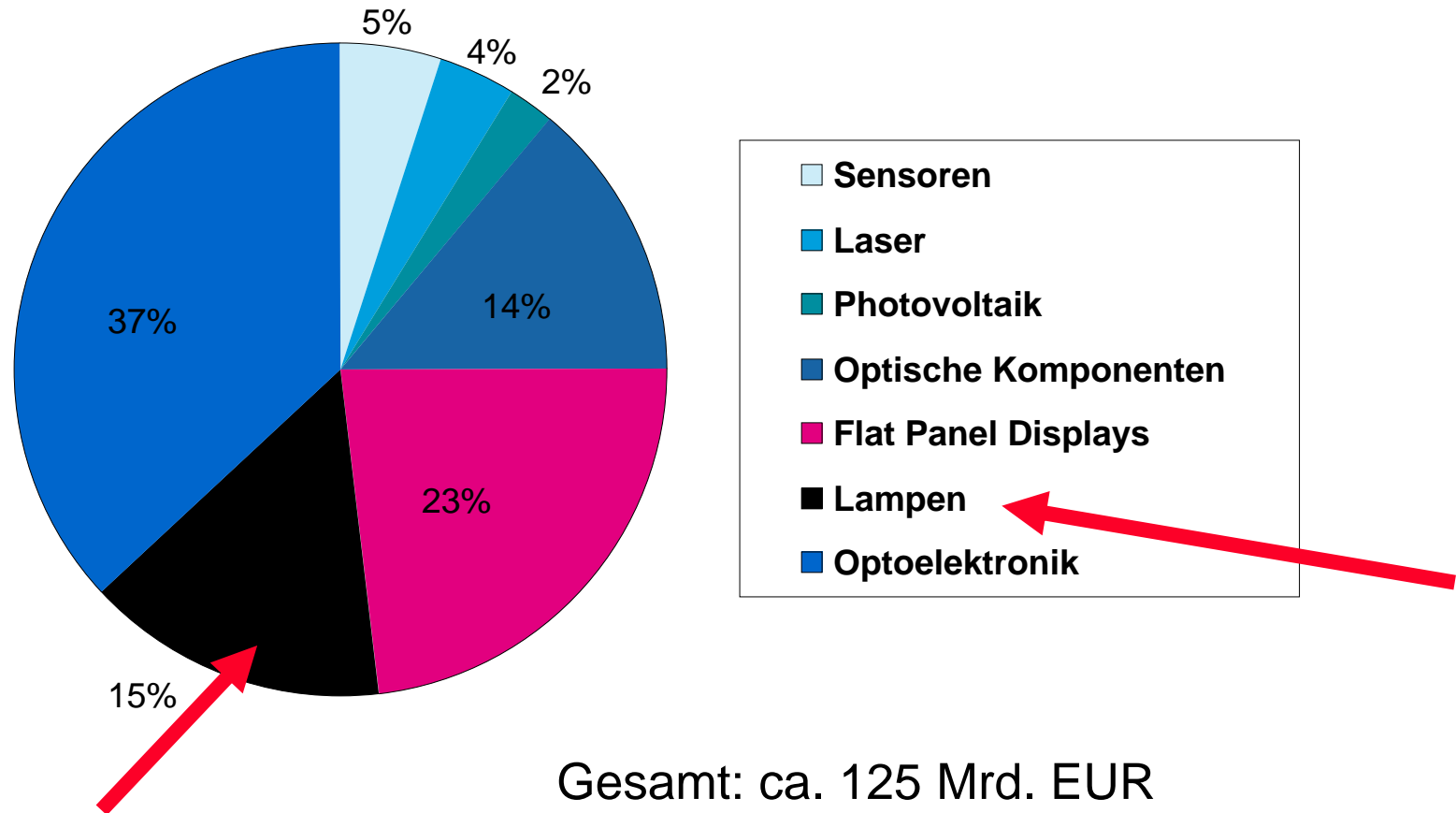
Figure 2. Worldwide **nondiode**-laser sales by application

Abb. I.18: Anwendungen von Nicht-Halbleiterlasern

# Weltmarkt Optische Technologien



Quelle: OIDA

Abb. I.11: Märkte für optische Technologien

# Segmentation of the illumination market and volumes

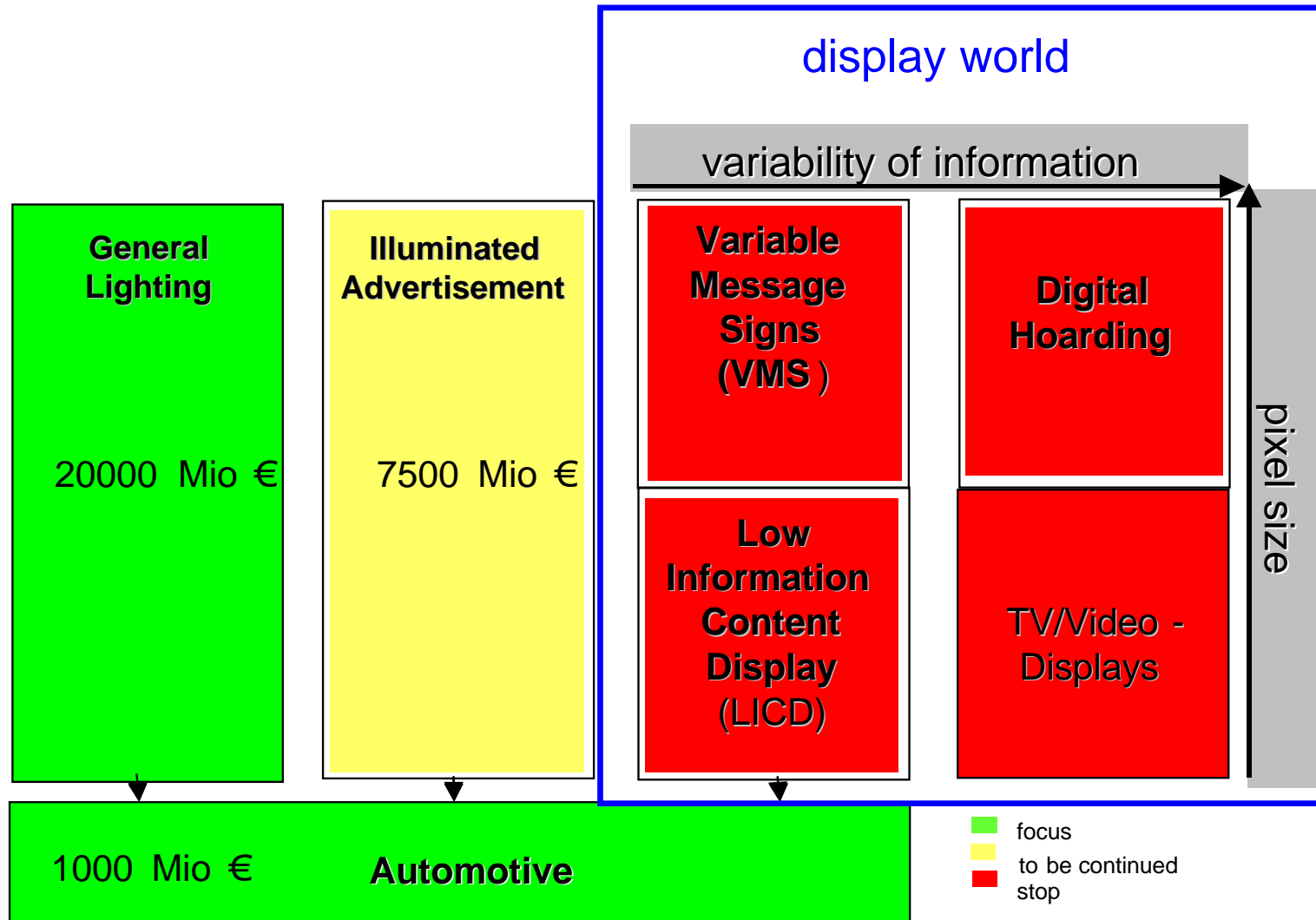


Abb. I.19: Weltmärkte Beleuchtung



# Marktbeispiel: Beleuchtung-Leuchtdioden

---

## Lampen

Weltmarkt: ca. 12,5 Mrd. EUR

Deutschland: ca. 0,65 Mrd. EUR

72% Allgemeinbeleuchtung

28% Auto- und Spezialanwendungen

Gesamter Lichtmarkt Deutschland: ca. 3,3 Mrd. EUR

Quelle: OSRAM

Ein wichtiger Trend: LEDs für die Beleuchtung.

# UHB LED market by application



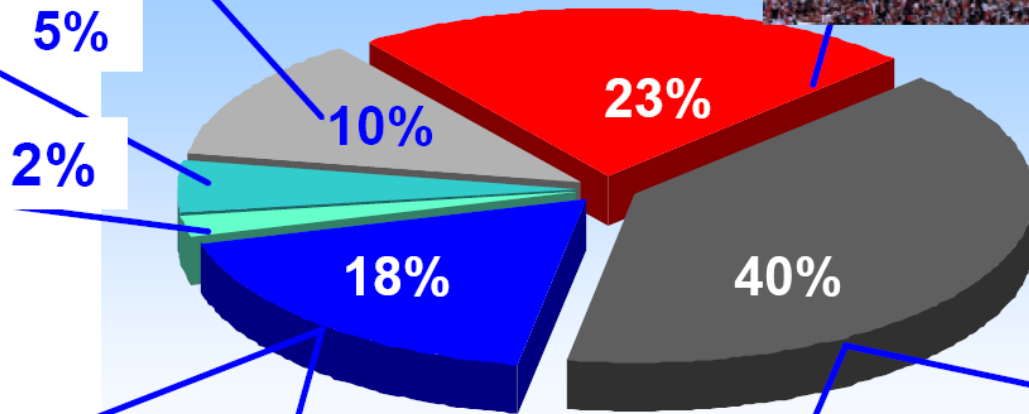
**Illumination**



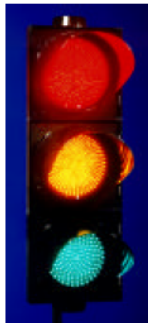
**Electronic equipment**



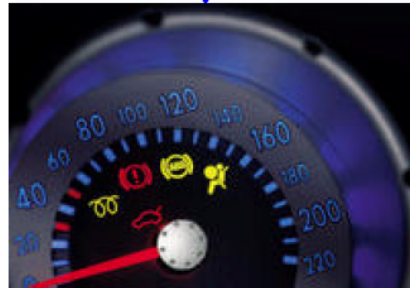
**Displays**  
Giant screens  
Signs



**Traffic Signal**



**Mobile appliances**



**Automotive**



Abb. 1.20: Anwendungen von High-Brightness LEDs

# LEDs für die Lichttechnik



**LED-Vollscheinwerfer  
beim Audi R8 (Automotive Lighting)**



**LED-Akzentbeleuchtung (Zumtobel)**



**LED-Scheinwerfer (LTI)**



**LED-Leuchte (LTI)**

# LEDs für die Lichttechnik: Ein Wachstumsmarkt

## HB LED global forecast 2006 to 2017

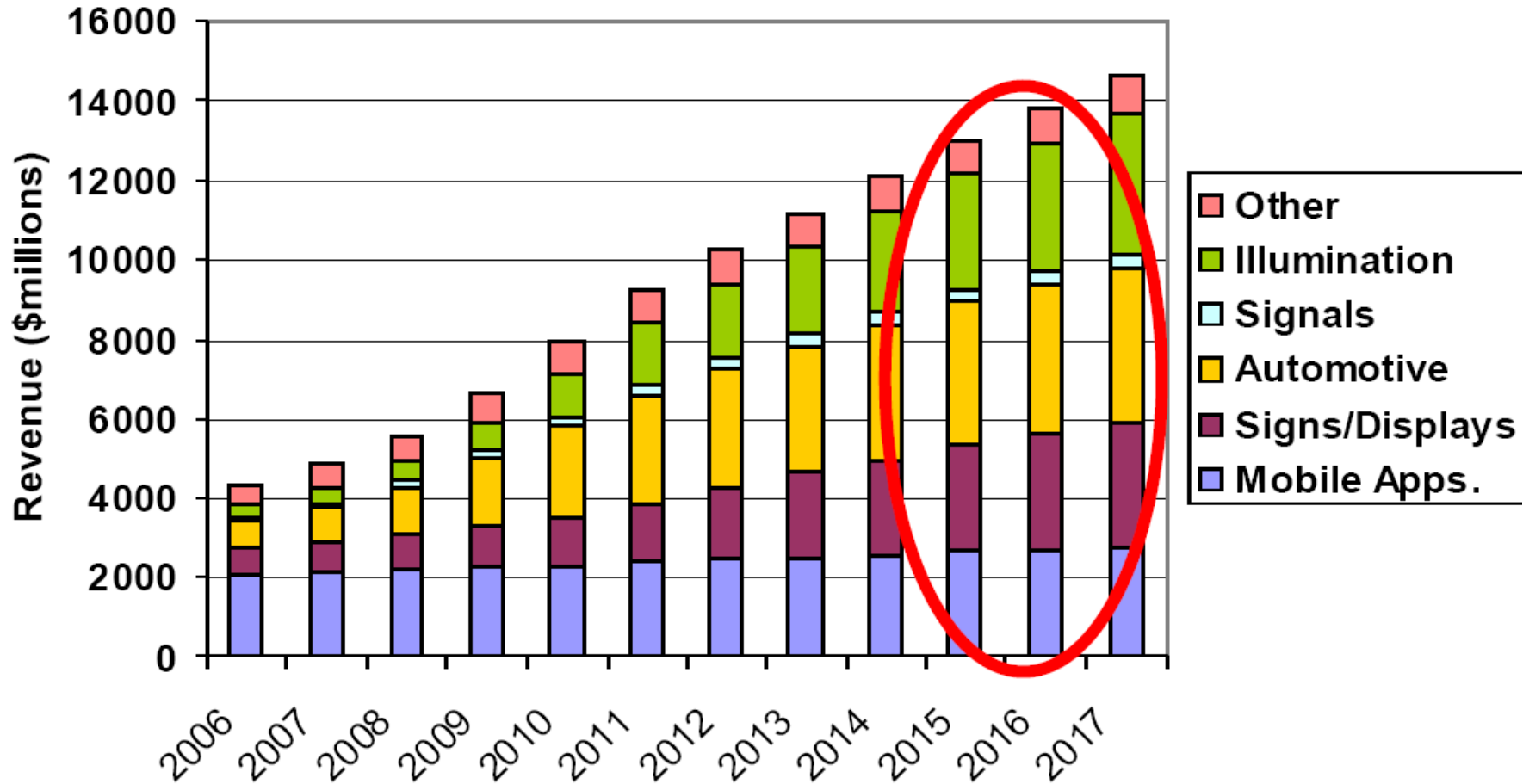


Abb. I.21: Märkte für Hochleistungs-LEDs