



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



# Optische Technologien

Wirtschaftliche Bedeutung in Deutschland



Der Autor dankt den Experten und Expertinnen aus der Industrie für ihre Diskussionsbeiträge, die wesentlich zu dieser Studie beigetragen haben. Den Industrieverbänden SPECTARIS und VDMA gebührt Dank für die bereitgestellten, umfangreichen Informationen, und der Arbeitsgemeinschaft Laser im VDMA für eine eigens durchgeführte Erhebung. Das Statistische Bundesamt hat dankenswerterweise Daten für die Studie zusammengestellt.

Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) erstellt. Die Aufgabenstellung wurde vom BMBF vorgegeben. Das BMBF hat das Ergebnis der Studie nicht beeinflusst; der Auftragnehmer trägt allein die Verantwortung für das Ergebnis.

#### **Autorenteam**

Optech Consulting Dr. Arnold Mayer  
Ochsengartenstraße 3, CH-8274 Tägerwilten  
www.optech-consulting.com

## **Impressum**

#### **Herausgeber**

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Öffentlichkeitsarbeit  
11055 Berlin

#### **Bestellungen**

schriftlich an den Herausgeber  
Postfach 30 02 35  
53182 Bonn

oder per

Tel.: 01805 – 262 302

Fax: 01805 – 262 303

(0,14 Euro/Min. aus dem deutschen Festnetz)

E-Mail: [books@bmbf.bund.de](mailto:books@bmbf.bund.de)

Internet: <http://www.bmbf.de>

#### **Gestaltung**

Bartkowiak GmbH & Co. KG, Tönisvorst

#### **Druck**

Siebel Druck & Grafik, Lindlar

#### **Bildnachweis**

Titelbild: EdgeWave GmbH, Würselen

**Bonn, Berlin 2007**



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



# Optische Technologien

**Wirtschaftliche Bedeutung in Deutschland**

## Vorwort



Die Optischen Technologien verbinden Tradition und Moderne; sie stehen für Wachstum und wirtschaftlichen Erfolg „Made in Germany“. Die zahlreichen großen und kleinen Unternehmen haben allein bei den Laserquellen zur Materialbearbeitung mit 2,4 Milliarden Euro einen Weltmarktanteil von 40 Prozent. Sie schaffen hochwertige Arbeitsplätze und Wertschöpfung in Deutschland. Die Optischen Technologien sind deshalb eines von 17 Innovationsfeldern in der Hightech-Strategie der Bundesregierung.

Die vorliegende Studie stellt zum ersten Mal Struktur und Umfang dieses wichtigen Industriebereichs systematisch dar und unterzieht sie einem internationalen Vergleich. Im Ergebnis wird deutlich: Deutschland ist in den Optischen Technologien gut aufgestellt. Die Unternehmen investieren weit überdurchschnittlich in Forschung und Entwicklung. Bis 2015 erwartet die Branche in Deutschland ein Wachstum, das noch über dem des Weltmarktes für Optische Technologien liegt.

In Deutschland gibt es eine breit aufgestellte Forschungs- und Technologielandschaft. Die Optischen Technologien geben in wichtigen Branchen – der Fertigungstechnik genauso wie der Medizin- und Biotechnologie oder der Beleuchtungstechnik – wesentliche Impulse. Wirtschaft, Wissenschaft und Politik müssen ihre Anstrengungen aber weiter ausbauen, um in einem intensiven weltweiten Wettbewerb mithalten zu können. Mit der Hightech-Strategie und den Beschlüssen der Forschungsunion zur Weiterentwicklung der Förderung in den Optischen Technologien hat die Bundesregierung dazu ein klares Konzept vorgelegt.

Ich danke den Branchenverbänden VDMA und SPECTARIS, die die Studie von Anfang an begleitet und Türen in der Branche geöffnet haben. Die zahlreichen Gespräche mit den Unternehmen sind die wichtigste Datenquelle dieser Studie.

Dr. Annette Schavan, MdB  
Bundesministerin für Bildung und Forschung

# Inhalt

<b>Zusammenfassung</b>	<b>8</b>
<b>1 Überblick</b>	<b>9</b>
Weltmarkt	9
Umsatz Standort Deutschland	11
Auslandsproduktion dt. Unternehmen und Inlandsproduktion ausl. Unternehmen	13
Exportanteil	14
F&E-Quote	14
Beschäftigung in Deutschland	14
Prognose Weltmarkt	15
Erwartung Umsatz Standort Deutschland 2015	16
Erwartete Beschäftigung 2015	17
Weltmarktanteile nach Regionen	17
<b>2 Produktionstechnik</b>	<b>18</b>
Produkte	18
Auswirkungen auf weitere Industriebereiche	19
Weltmarkt	19
Marktprognose	20
Umsatz und Beschäftigung Deutschland	20
Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland	21
<b>3 Bildverarbeitung und Messtechnik</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Bildverarbeitung</b>	<b>22</b>
Produkte	22
Auswirkungen auf weitere Industriebereiche	23
Weltmarkt	23
Marktprognose	23
Umsatz und Beschäftigung Deutschland	24
Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland	24
<b>3.2 Messtechnik</b>	<b>24</b>
Produkte und Weltmarkt	24
Auswirkungen auf weitere Industriebereiche	25
Marktprognose	25
Umsatz und Beschäftigung Deutschland	26
Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland	26

<b>4</b>	<b>Medizintechnik</b>	<b>27</b>
	Produkte	27
	Weltmarkt	28
	Marktprognose	29
	Marktanteile	29
	Umsatz und Beschäftigung Deutschland	29
	Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland	30
<b>5</b>	<b>Optische Kommunikationstechnik</b>	<b>31</b>
	Produkte	31
	Weltmarkt	32
	Marktprognose	32
	Marktanteile	33
	Umsatz und Beschäftigung Deutschland	33
	Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland	33
<b>6</b>	<b>Informationstechnik und Drucktechnik</b>	<b>34</b>
	<b>6.1 Informationstechnik</b>	<b>35</b>
	<b>6.2 Drucktechnik</b>	<b>37</b>
	Produkte	37
	Weltmarkt und Marktprognose	37
	Umsatz und Beschäftigung Deutschland	38
	Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland	38
<b>7</b>	<b>Beleuchtungstechnik</b>	<b>39</b>
	Produkte	39
	Energieverbrauch und CO2-Emission	40
	Weltmarkt	41
	Marktprognose	41
	Marktanteile	42
	Umsatz und Beschäftigung Deutschland	42
	Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland	42

<b>8 Flachdisplays</b>	<b>43</b>
Produkte	43
Weltmarkt	44
Marktprognose	44
Marktanteile	44
Umsatz und Beschäftigung Deutschland	45
Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland	45
<b>9 Energietechnik</b>	<b>46</b>
Produkte	46
Weltmarkt	46
Marktprognose	47
Marktanteile	47
Umsatz und Beschäftigung Deutschland	48
Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland	48
<b>10 Optische Komponenten und Systeme</b>	<b>49</b>
Produkte und Weltmarkt	49
Marktprognose	50
Marktanteile	50
Umsatz und Beschäftigung Deutschland	51
Erwartung Umsatz und Beschäftigung in Deutschland	51
<b>11 Informationen zu einzelnen Ländern</b>	<b>52</b>
Überblick	52
Japan	52
Taiwan	54
Korea	55
Nordamerika	56
<b>Anhang: Methodik und Datenbasis</b>	<b>58</b>
Überblick	58
Charakterisierung der Industrie in Deutschland	58
Weltmarkt und Marktprognose	59
Definition Weltmarkt und Umsatz Standort Deutschland	60

## Zusammenfassung

Am Standort Deutschland wurden im Jahr 2005 Produkte der Optischen Technologien (OT) im Wert von 16,3 Mrd. EUR hergestellt. In diesem Bereich waren 101.500 Personen beschäftigt, 86.700 Personen bei den OT-Herstellern und 14.800 Personen bei den Zulieferern.

In den nächsten zehn Jahren erwarten die Hersteller einen Zuwachs des Produktionsvolumens am Standort Deutschland um 8,5% pro Jahr. Weiterhin erwarten sie eine Zunahme der Beschäftigung um insgesamt 41.400 auf 142.900 Personen im Jahr 2015.

Die OT sind eine Querschnittstechnologie, und entsprechend verteilt sich die deutsche Produktion auf neun unterschiedliche Bereiche. Für jeweils 10% bis 15% des Produktionsvolumens stehen die Bereiche Produktionstechnik, Bildverarbeitung & Messtechnik, Medizintechnik & Life Science, Beleuchtungstechnik, Energietechnik, sowie optische Komponenten & Systeme. In den drei weiteren Bereichen der OT erzielen deutsche Unternehmen geringere Umsätze: optische Kommunikationstechnik (5% des Gesamtvolumens), Flachdisplays (6%), Informationstechnik (1%).

Die deutschen Hersteller produzieren überwiegend im Inland. Mit 3,0 Mrd. EUR beträgt die Auslandsproduktion knapp 20% der Inlandsproduktion. Im Ausland werden in erster Linie Produkte mit hohen fertigungsbezogenen Lohnkosten hergestellt. Ein starker Anstieg der Auslandsproduktion ist nicht zu erwarten, da die fertigungsbezogenen Lohnkosten in weiten Teilen der OT vergleichsweise gering sind. Auch dominieren in vielen Bereichen der OT kleine Unternehmen, für die umfangreiche Arbeitsplatzverlagerungen keine Option sind. Hingegen erfordert der Ausbau der Präsenz in den weltweiten Wachstumsregionen einen Personalausbau vor Ort für Vertrieb und Vertriebsunterstützung.

Der Weltmarkt für OT-Produkte beträgt 210 Mrd. EUR, wovon jeweils rund 25% auf die Informationstechnik und die Flachdisplays entfallen, und die verbleibenden 50% auf die übrigen Bereiche. Der Produktionsanteil des Standorts Deutschland beträgt insgesamt 8%, bezogen auf die Kernbereiche deutscher Aktivität jedoch 15%. Deutsche Unternehmen sind in den beiden größten Bereichen, der Informationstechnik und den Flachdisplays, wenig tätig.

Bis zum Jahr 2015 wird ein weltweites Produktionsvolumen von 439 Mrd. EUR erwartet. Das durchschnittliche jährliche Wachstum von 7,6% liegt deutlich über dem Weltwirtschaftswachstum und weist die OT als Wachstumsbranche aus. Diese Wachstumsprognose wurde durch die Entwicklung im Jahr 2006 voll bestätigt. Bedingt durch das gute weltwirtschaftliche Umfeld lag der Zuwachs des Weltmarktes für OT-Produkte gegenüber 2005 mit 11% sogar deutlich oberhalb der langfristigen Prognose.

Der Standort Deutschland ist in Bezug auf das zukünftige Wachstum gut positioniert. Nach Jahren stürmischen Marktwachstums für Flachdisplays und in der Informationstechnik werden zukünftig Bereiche mit größerer Beteiligung deutscher Unternehmen das Wachstum anführen. Hierauf gründet sich die Erwartung eines überproportionalen Umsatzwachstums am Standort Deutschland auf 37,0 Mrd. EUR im Jahr 2015, entsprechend einer jährlichen Zuwachsrate von 8,5%.

Die Hersteller am Standort Deutschland exportieren 65% ihrer Produkte, in einigen Bereichen der OT übersteigt die Exportquote 80%. Diese Werte liegen deutlich höher als für das verarbeitende Gewerbe in Deutschland insgesamt (41%). Die Hersteller geben 9,7% ihres Umsatzes für F&E aus (für das verarbeitende Gewerbe insgesamt liegt der Wert unter 5%). Da nicht nur in den F&E-Abteilungen hoch qualifiziertes Personal beschäftigt ist, sondern in mehreren Bereichen der OT auch in der Produktion, liegt der Anteil der Mitarbeiter mit einer Hoch- oder Fachhochschulausbildung bei 21%, ein Wert der ebenfalls markant über dem Vergleichswert des produzierenden Gewerbes (8%) liegt.

# 1 Überblick

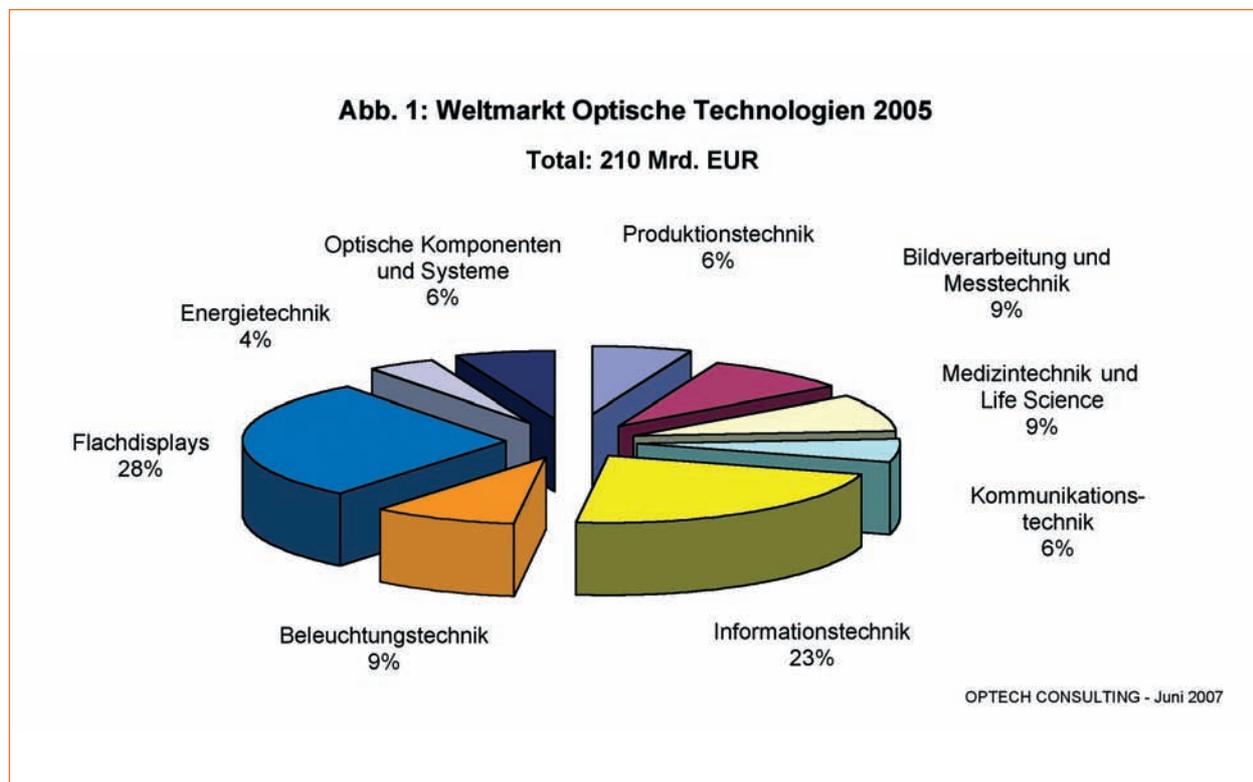
## Weltmarkt

Der Weltmarkt für Systeme und Komponenten der Optischen Technologien (OT) beträgt 210 Mrd. EUR (Jahr 2005). Die OT umfassen insgesamt neun Bereiche (Abb. 1). Die jeweils umsatzstärksten Produkte lassen sich aus Tabelle 1 entnehmen. Den größten Anteil am Markt der OT halten die Flachdisplays, mit einem Weltmarktvolumen von 61 Mrd. EUR<sup>1</sup>. Das dominierende Produkt hier sind die großflächigen LCD-Displays, wie sie in Notebooks, PC-Monitoren und zunehmend in Fernsehgeräten zum Einsatz kommen.

Auch die Informationstechnik steht mit 47,7 Mrd. EUR für einen herausragenden Anteil. Die dominierenden Produkte sind hier die Digitalkameras und Camcorder, die optischen Datenspeicherlaufwerke und die Laserdrucker. Auch die Systeme der professionellen Drucktechnik sind hier eingeordnet.

Die weiteren Bereiche der Optischen Technologien stehen jeweils für ein jährliches Weltmarktvolumen zwischen rund 10 und 20 Mrd. EUR. Im Bereich Medizintechnik & Life

Science (18,6 Mrd. EUR) steht die Augenoptik für nahezu das halbe Marktvolumen<sup>2</sup>, die andere Hälfte entfällt vor allem auf Mikroskope, Endoskope, Lasertherapiesysteme, Analysesysteme für Pharmaforschung und Biotechnologie sowie diagnostische Systeme. Für ein Marktvolumen von 19,0 Mrd. EUR steht der Bereich Bildverarbeitung & Messtechnik. Auf die Bildverarbeitung entfallen hierbei 7,4 Mrd. EUR und auf die Messtechnik 11,6 Mrd. EUR, wobei Binärsensoren und Spektrometer die größten Umsätze erzielen. Die Beleuchtungstechnik umfasst ein Marktvolumen von 18,5 Mrd. EUR, mit Lampen (13,0 Mrd. EUR) und LEDs (5,5 Mrd. EUR). Die Produktionstechnik steht für ein Marktvolumen von 12,8 Mrd. EUR, das je zur Hälfte auf die Segmente Lasermaterialbearbeitung und Lithografie entfällt. Die optischen Komponenten und Systeme erzielen einen Umsatz von 12,7 Mrd. EUR. Auf den Bereich Energietechnik, mit den Solarzellen und -modulen, entfällt ein Weltmarkt von 9,0 Mrd. EUR.



<sup>1</sup> Berücksichtigt sind die Herstellerumsätze mit Flachdisplays. Vollständige Monitore sind nicht berücksichtigt.

<sup>2</sup> Einbezogen wurden lediglich Brillengläser und Kontaktlinsen zu Herstellerpreisen. Der Einzelhandelsmarkt im Augenoptikbereich ist deutlich größer.

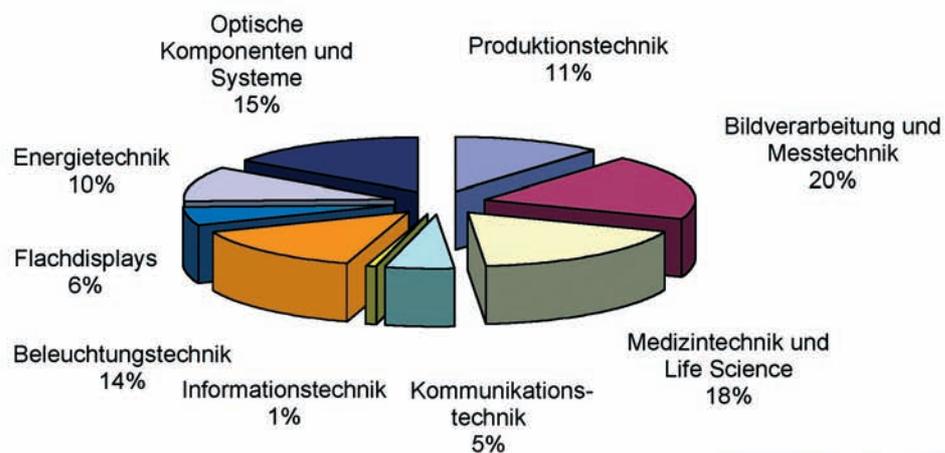
<b>Industrielle Produktionstechnik</b> Systeme zur Lasermaterialbearbeitung Lithografiesysteme Laserquellen für industrielle Produktionstechnik Optiken für Waferstepper	<b>Informationstechnik, Büroautomatisierung, Konsumelektronik</b> Optische Datenspeicherlaufwerke Laserdrucker und -kopierer, Fax- und MFP-Geräte, POD-Systeme Digitalkameras und Camcorder, Scanner Barcodescanner Systeme der Drucktechnik Laserquellen für die Informationstechnik Digitale Bildsensoren
<b>Bildverarbeitung, Messtechnik, Analytik</b> Bildverarbeitungssysteme und Komponenten Spektrometer und -module Binärsensoren Systeme für die Halbleitertesstechnik Systeme für die Faseroptik-Messtechnik Messsysteme für andere Anwendungen	<b>Beleuchtungstechnik</b> Lampen LEDs OLEDs
<b>Medizintechnik und Life Science</b> Brillengläser und Kontaktlinsen Lasertherapiesysteme Endoskopiesysteme Mikroskope Medical-Imaging-Systeme Ophthalmologische und sonstige diagnostische Systeme Systeme für Labormedizin, Pharmaforschung, Biotechnologie	<b>Flachdisplays</b> LCD-Displays Plasmadisplays OLED- und weitere Displays Displayglas und Flüssigkristalle
<b>Kommunikationstechnik</b> Systeme für optische Netzwerke Komponenten für optische Netzwerke	<b>Energietechnik</b> Solarzellen Solarmodule
	<b>Optische Geräte und Komponenten</b> Optische Komponenten und optisches Glas Optische Systeme Systeme und Komponenten soweit nicht anderweitig berücksichtigt

Optech Consulting - Juni 2007

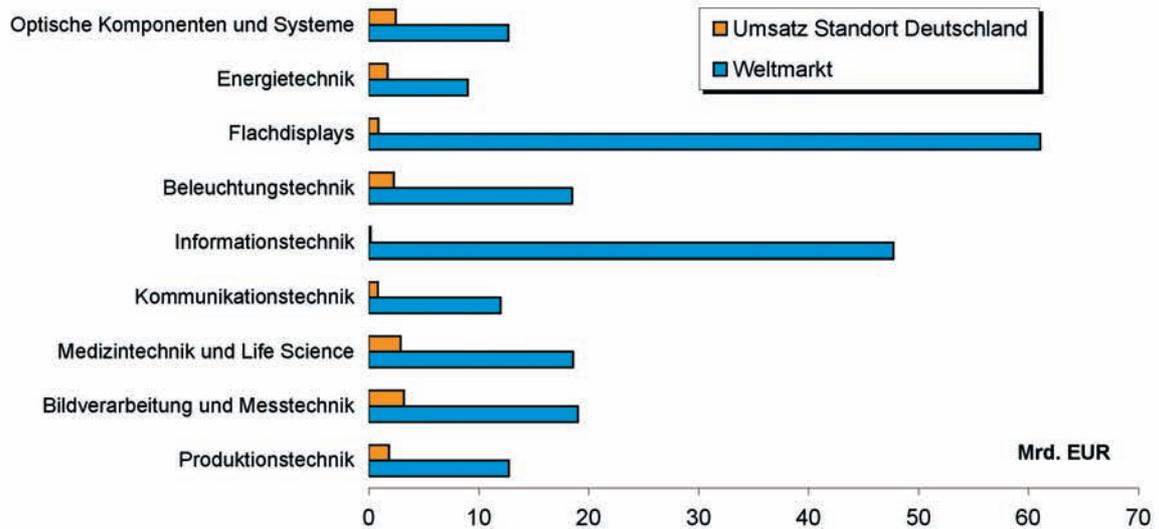
Tabelle 1: Bereiche und wichtige Produkte der OT

**Abb. 2: Umsatz OT Unternehmen Standort Deutschland 2005**

Total: 16,3 Mrd. EUR



**Abb. 3: Umsatz Standort Deutschland und Weltmarkt 2005**



OPTECH CONSULTING - Juni 2007

### Umsatz Standort Deutschland

Der Umsatz produzierender OT-Unternehmen am Standort Deutschland beträgt 16,3 Mrd. EUR (Abb. 2). Dies beinhaltet die weltweiten Umsätze, soweit sie dem Standort Deutschland zuzurechnen sind (Inländerumsatz). Hierbei sind nur die Herstellerumsätze berücksichtigt, die nachgelagerte Wertschöpfung wird nicht betrachtet<sup>3</sup>. Auch Umsätze von Unternehmen, die in Deutschland lediglich Vertriebs- und Serviceorganisationen unterhalten, bleiben unberücksichtigt.

Insgesamt beträgt der Anteil des Standorts Deutschland am Weltmarkt 8 %. Deutschland ist in den beiden umsatzstärksten Bereichen, der Informationstechnik und den Flachdisplays, produktionsseitig nur in geringem Umfang vertreten (Abb. 3). Betrachtet man die OT ohne diese beiden Bereiche, dann beträgt der Anteil des Standorts Deutschland 15 %. In sechs der verbleibenden sieben Bereiche (Ausnahme: Kommunikationstechnik) kommt der Standort Deutschland auf Umsatzvolumina von jeweils rund zwei bis drei Mrd. EUR (Abb. 4), bei Weltmarktanteilen zwischen 15 % und 20 %. Die Marktanteile weisen dem Standort Deutschland in den sechs

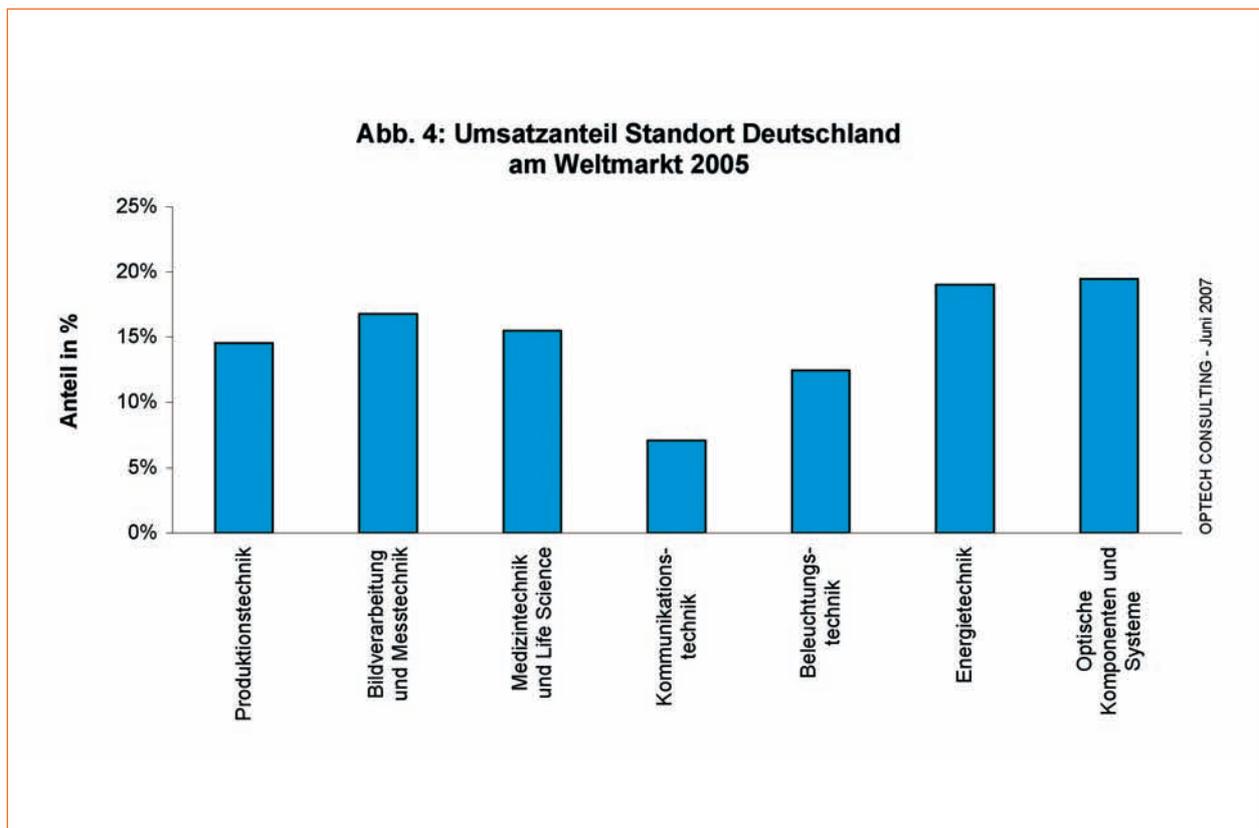
Bereichen jeweils die Position des Umsatzzweiten zu. Führend sind Japan (Produktionstechnik, Beleuchtungstechnik, Energietechnik, optische Komponenten & Systeme) bzw. Nordamerika (Bildverarbeitung & Messtechnik, Medizintechnik & Life Science). Der größte Umsatz am Standort Deutschland entfällt auf den Bereich Bildverarbeitung & Messtechnik mit 3,2 Mrd. EUR.

<sup>3</sup> Die nachgelagerte Wertschöpfung kann ein Vielfaches des hier betrachteten Umsatzes umfassen, wie etwa in der Beleuchtungstechnik oder in der Augenoptik.

Bereich	Produktschwerpunkte
Produktionstechnik	Laser und Systeme für die Materialbearbeitung, Optiken für Lithografiesysteme
Bildverarbeitung und Messtechnik	Bildverarbeitungssysteme, Binärsensoren
Medizintechnik und Life Science	Endoskope, Lichtmikroskope und Operationsmikroskope
Informationstechnik	Systeme für die Drucktechnik
Beleuchtungstechnik	Lampen, LEDs
Flachdisplays	Flüssigkristalle (Material)
Energietechnik	Solarzellen, Module, Material
Optische Systeme und Komponenten	Optische Komponenten und Objektive für industrielle Anwendungen, klassische optische Systeme

Optech Consulting - Juni 2007

Tabelle 2: Produktschwerpunkte Standort Deutschland



Umsatz Standort Deutschland		Weltmarktanteil			
		< 5%	5 bis 9%	10 bis 19%	20% und mehr
5 Mrd. EUR und mehr					
1 bis 4 Mrd. EUR				Produktionst., BV & Messt., Med't. & Life Science, Beleuchtungst., Energietechn., Opt. Komp. & Syst.	
0,5 bis 1 Mrd. EUR	Displays		Kommunikationstechnik		
< 0,5 Mrd. EUR	Informationstechnik				

OPTECH CONSULTING - Juni 2007

Abb. 5: Umsatz Standort Deutschland und Weltmarktanteil

### Auslandsproduktion dt. Unternehmen und Inlandsproduktion ausl. Unternehmen

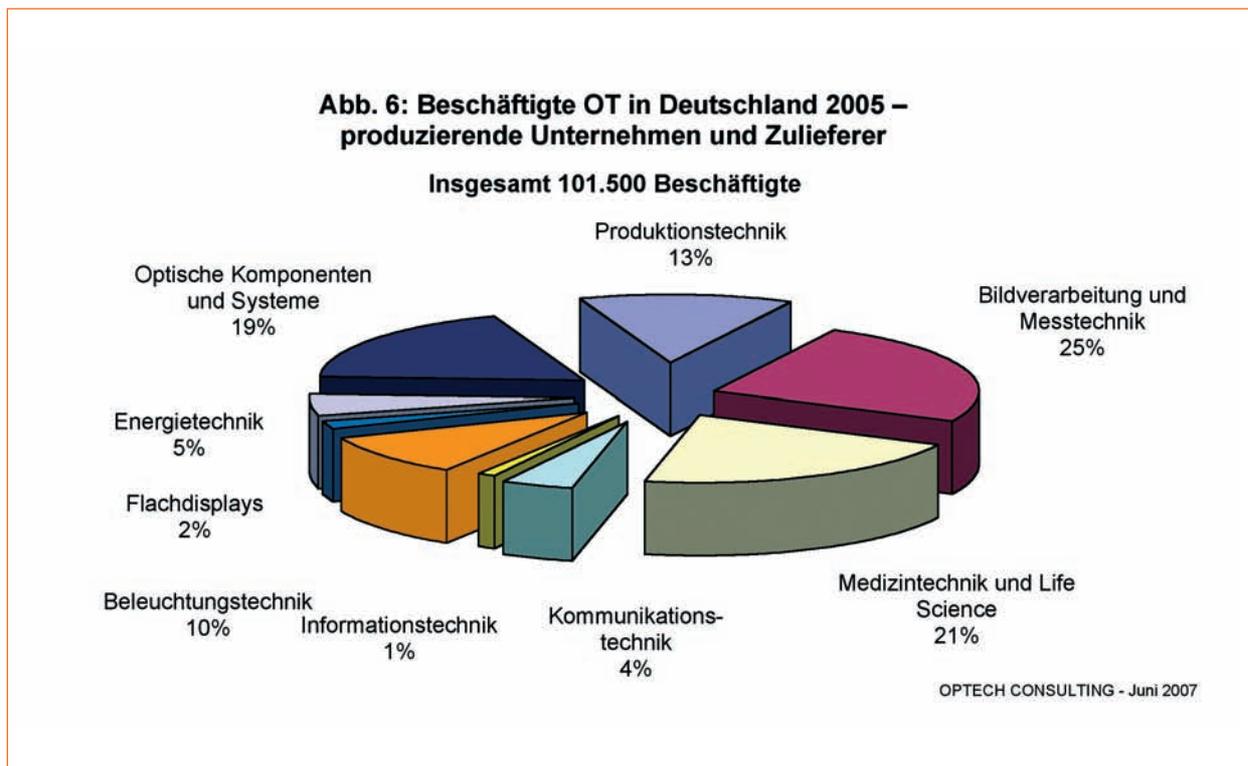
Insgesamt ist die Produktion deutscher Unternehmen an ausländischen Standorten mit gut 3,0 Mrd. EUR mehr als doppelt so groß wie die Produktion ausländischer Unternehmen in Deutschland mit knapp 1,5 Mrd. EUR.

Ausländische Unternehmen produzieren in Deutschland in den Bereichen

- **Beleuchtungstechnik.** Unternehmen aus den Niederlanden, den USA und aus Japan unterhalten Fertigungsstätten für Lampen in Deutschland.
- **Medizintechnik und Life Science.** Unternehmen aus der Schweiz, Japan, Belgien, den USA und Italien produzieren Mikroskope, Endoskope, Geräte für das Medical Imaging sowie Laser und Lasersysteme für die therapeutische Lasermedizin.
- **Bildverarbeitung und Messtechnik.** Unternehmen aus den USA produzieren Spektrometer.
- **Produktionstechnik.** Unternehmen aus den USA fertigen Laser und Lasersysteme für die Materialbearbeitung.

Ein Teil dieser Fertigungsstätten datiert Jahrzehnte zurück. In jüngerer Zeit waren vermehrt Übernahmen kleinerer deutscher Unternehmen mit speziellem Know-how durch Unternehmen überwiegend aus Nordamerika zu verzeichnen.

Den Schwerpunkt der Produktion deutscher Unternehmen im Ausland bildet die Beleuchtungstechnik. In diesem Bereich sind alle führenden Unternehmen mit ihren Fertigungsstätten weltweit aufgestellt, wobei insbesondere Fertigungskosten eine Rolle spielen (personalintensive Fertigung einfacher Produkte). Im Gesamtbereich der OT ist der Anteil der Auslandsproduktion mit weniger als 20 % gering. Die deutschen OT-Hersteller sind überwiegend nicht, oder nicht mehr, in Bereichen mit personalintensiver Fertigung einfacherer Produkte aktiv. Auch dominieren in mehreren Bereichen der OT kleine Hersteller, für die Fertigungsverlagerungen in großem Umfang keine Option sind.



## Exportanteil

Die Exportquote in den OT für den Standort Deutschland beträgt 65 %. Sie liegt damit um mehr als 50 % über dem Wert für das verarbeitende Gewerbe insgesamt (41 % im Jahr 2005<sup>4</sup>) und übertrifft auch die Werte im Bereich der hochwertigen Technik und der Spitzentechnik<sup>5</sup>. Die Exportquote liegt in acht der neun Bereiche der OT bei 60 % und darüber. Sie ist besonders hoch in der Produktionstechnik (85 %), in der Beleuchtungstechnik (75 %), sowie im Bereich Medizintechnik & Life Science (70 %). Auch in den Bereichen Flachdisplays (nahezu 100 %) und Informationstechnik (80 %) ist der Anteil sehr hoch, wenn auch bezogen auf eine eingeschränkte Produktbandbreite<sup>6</sup>. Eine Ausnahme bildet der Bereich Energietechnik, für den die Exportquote bei nur 15 % liegt. Deutschland ist hier, bedingt durch das Einspeisungsgesetz, der weltweit größte Nachfragemarkt für Solarmodule und derzeit Nettoimportland.

## F&E-Quote

Der Anteil der Ausgaben für Forschung und Entwicklung am Gesamtumsatz der deutschen Unternehmen im Bereich der OT beträgt beachtliche 9,7 %<sup>7</sup>. Mit 13 % bzw. 14 % ist die F&E-Quote besonders hoch in den Bereichen Bilderverarbeitung & Messtechnik bzw. Produktionstechnik. Für die Bereiche Medizintechnik & Life Science sowie optische Komponenten & Systeme liegt der Wert jeweils zwischen 7 % und 10 %. In den Bereichen Beleuchtungstechnik (5 %) und Energietechnik (knapp 3 %) ist die F&E-Quote geringer.

## Beschäftigung in Deutschland

In Deutschland sind insgesamt 101 500 Personen im Bereich der Herstellung von Produkten der OT beschäftigt. Hiervon sind 86 700 Personen bei den Herstellern von OT-Produkten beschäftigt und 14 800 Personen bei Zulieferern in Deutschland<sup>8</sup>. Für jeweils mehr als 20 % der Beschäftigten stehen die

<sup>4</sup> Statistisches Bundesamt, Fachserie 4/Reihe 4.1.1, Dezember 2005

<sup>5</sup> BMBF Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2006

<sup>6</sup> Die Exportquote in der Informationstechnik bezieht sich auf die Drucktechnik und im Bereich Flachdisplays auf Displaymaterialien.

<sup>7</sup> Zum Vergleich: Die F&E-Quote im deutschen Maschinenbau im Jahr 2005 betrug 3,4 % (VDMA, Maschinenbau in Zahl und Bild, 2007).

<sup>8</sup> Berücksichtigt sind Zulieferer von Material und Komponenten. Nicht berücksichtigt sind Zulieferer von Fertigungsausrüstung.

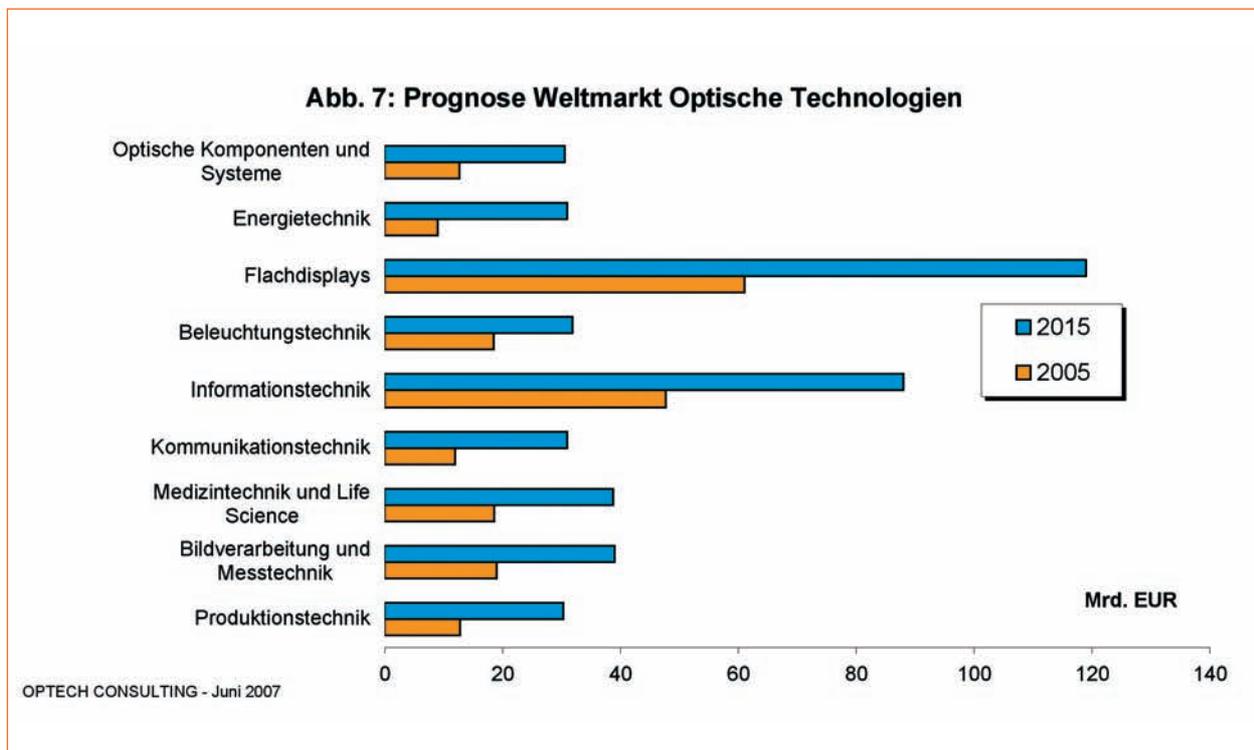
Bereiche Messtechnik & Bildverarbeitung und Medizintechnik & Life Science (Abb. 6). Zwischen 10 % und 20 % entfallen auf die optischen Systeme & Komponenten, die Produktionstechnik und die Beleuchtungstechnik. Für 1 % bis 5 % stehen die Energietechnik, die Displays, die Kommunikationstechnik und die Informationstechnik.

Innerhalb der Branche (OT ohne Zulieferer) liegt der Anteil der Beschäftigten mit Hoch- und Fachhochschulabschluss an der Zahl der Arbeitnehmer bei 21 %. Die Akademikerquote ist insbesondere hoch im Bereich Messtechnik & Bildverarbeitung (30 %). Hier sind Akademiker in erheblichem Umfang nicht nur in Forschung und Entwicklung beschäftigt, sondern auch in Produktion und Vertrieb. Mit 35 % noch höher liegt die Akademikerquote in der Produktionstechnik. Hier ist in führenden Unternehmen nur der kleinere Teil der Mitarbeiter in der Produktion tätig, während der größere Anteil auf Entwicklung, Vertrieb und interne Dienstleitung entfällt, Bereiche in denen wiederum die Akademikerquote hoch ist. Am niedrigsten ist die Akademikerquote mit 15 % in der Beleuchtungstechnik, die eine personalintensive Fertigung aufweist. Doch auch dieser Wert liegt noch erheblich über dem Durchschnitt der gewerblichen Wirtschaft (8,1 %) bzw. des produzierenden Gewerbes (8,0 %)⁹.

Zum Teil weisen Unternehmen auf eine Knappheit bei Ingenieuren und Physikern hin, in den Bereichen Energietechnik (auf Solarzellen spezialisierte Physiker und Ingenieure), Messtechnik (die kleinen Unternehmen in diesem Bereich haben Probleme, Ingenieure und Physiker zu finden) und partiell in der Lasermaterialbearbeitung (Konstrukteure).

### Prognose Weltmarkt

Der Weltmarkt für Produkte der OT wird langfristig mit 7,6 % pro Jahr wachsen und bis zum Jahr 2015 ein Volumen von 439 Mrd. EUR erreichen. Als das wachstumsstärkste Segment wird die Energietechnik angesehen (13,2 % Wachstum pro Jahr), wobei der erwartete Nachfrageanstieg hier überwiegend von staatlichen Fördermaßnahmen abhängt. Ebenfalls wachstumsstark sind (Wachstumserwartung 9 % bis 10 % pro Jahr) die Produktionstechnik, die optischen Komponenten & Systeme und die Kommunikationstechnik. Bei 6 % bis 7 % erwartetem Wachstum liegen die Bildverarbeitung & Messtechnik, die Medizintechnik & Life Science, die Informationstechnik sowie die Flachdisplays. Die Beleuchtungstechnik liegt knapp darunter bei 5,5 % pro Jahr. Die genannte nominale Wachstumsrate von 7,6 % entspricht, bei Zugrundelegung einer



⁹ BMBF Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2006

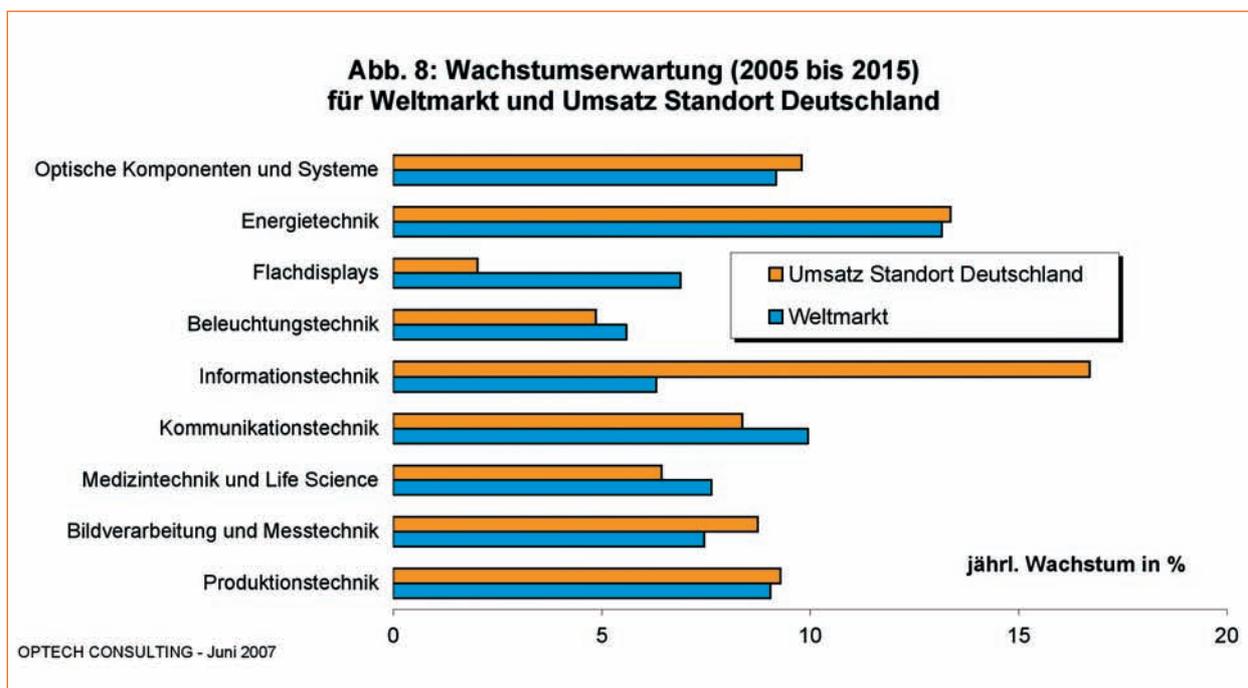
Inflationsrate von 2,1 %<sup>10</sup> einer realen Wachstumsrate von 5,5 %, ein Wert der markant oberhalb der Wachstumsrate der Weltwirtschaft liegt<sup>11</sup>.

Die Erwartung für das Weltmarktwachstum in den OT wurde durch die Entwicklung im Jahr 2006 bestätigt. Der Weltmarkt für OT-Produkte nahm gegenüber 2005 um 11 % zu. Der Zuwachs lag infolge des guten weltwirtschaftlichen Umfelds deutlich über dem erwarteten mittleren Wachstum von 7,6 %. Insbesondere stieg die Nachfrage in konjunktursensiblen Bereichen wie der Produktionstechnik (plus 20 %) stark an<sup>12</sup>.

Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass die Marktdynamik nicht nur von den Wachstumsraten bestimmt wird. In mehreren Bereichen der OT sind Technologiewechsel im Gange oder kündigen sich an, wie etwa das Vordringen der LEDs in der Beleuchtungstechnik, neuer Laser in der Produktionstechnik, oder der Einsatz der EUV-Technologie (Extreme Ultra Violet) in der Halbleiterfertigung.

### Erwartung Umsatz Standort Deutschland 2015

Die OT-Hersteller am Standort Deutschland erwarten bis zum Jahr 2015 einen Umsatz in Höhe von 37,0 Mrd. EUR. Im Vergleich zum Umsatz von 16,3 Mrd. EUR im Jahr 2005 entspricht dies einem mittleren jährlichen Zuwachs von 8,5 %. Das Wachstum ist damit höher als für den Weltmarkt OT (7,6 %). Ein wichtiger Grund für die positiven Umsatzerwartungen ist die Tatsache, dass deutsche Unternehmen in Marktbereichen und -segmenten tätig sind, für die in den nächsten Jahren überdurchschnittliches Wachstum zu erwarten ist<sup>13</sup>. Während in den letzten Jahren die Bereiche Flachdisplays und Informationstechnik das Wachstum der OT dominierten, werden für die nächsten Jahre die Energietechnik, die Produktionstechnik, die optischen Komponenten & Systeme und die Kommunikationstechnik die Wachstumsspitze bilden.



<sup>10</sup> Die weltweite Kerninflationsrate betrug in den Jahren 2000 bis 2005 im Mittel 2,1% (berechnet mit Daten der Reihe „World Economic Outlook“ des International Monetary Fund).

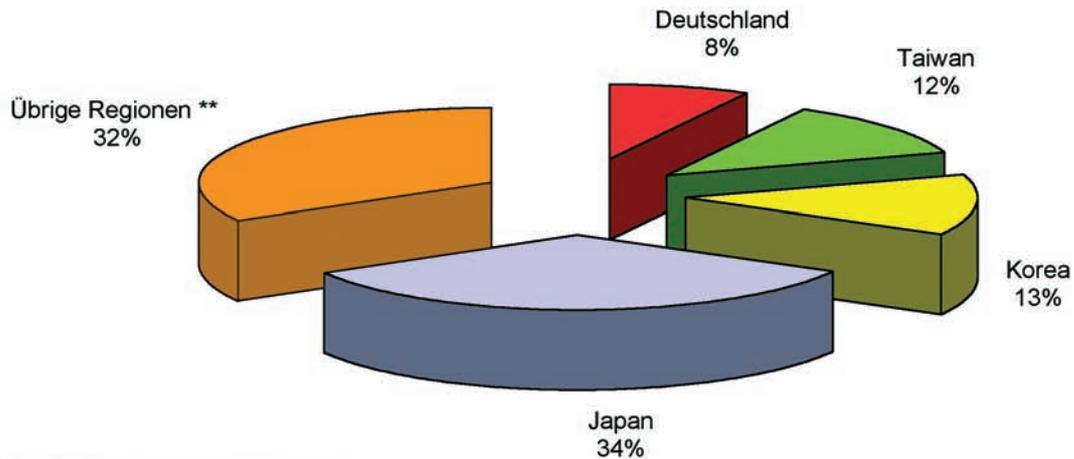
<sup>11</sup> Die Weltwirtschaft wuchs in den Jahren 2000 bis 2005 im Mittel um 3,8% (International Monetary Fund, Reihe „World Economic Outlook“).

<sup>12</sup> Die Marktvolumina für OT-Produkte für 2006 stammen aus Erhebungen, die Optech Consulting außerhalb der vorliegenden Studie durchgeführt hat. Diese Erhebungen beinhalten die Auswertung aktueller Publikationen führender Marktforschungsinstitute und, für die Produktionstechnik, Primärerhebungen durch Optech Consulting.

<sup>13</sup> Zu den Tätigkeitsschwerpunkten der deutschen Unternehmen vgl. auch Tabelle 2.

**Abb. 9: Produktionsvolumen OT 2005 nach Ländern \***

**Total: 210 Mrd. EUR**



\*) nach Ort der tatsächlichen Produktion  
 \*\*) Wert für übrige Regionen berechnet als Differenz aus dem Weltmarkt und den explizit aufgeführten Ländern

OPTECH CONSULTING - Juni 2007

Die erwartete Umsatzsteigerung am Standort Deutschland berücksichtigt Produktionsverlagerungen ins Ausland. Produktionsverlagerungen, bzw. der Aufbau neuer Kapazitäten im Ausland, werden beispielsweise für die Beleuchtungstechnik oder für die Energietechnik (Modulmontage) erwartet. Ein starker Anstieg der Auslandsproduktion für die OT insgesamt wird indes aus den angesprochenen Gründen nicht erwartet (geringer Anteil fertigungsbezogenen Lohnkosten; kleine Unternehmen in mehreren Bereichen der OT). Hingegen erfordert der Ausbau der Präsenz in den weltweiten Wachstumsregionen, vor allem in Asien, einen Personal- ausbau vor Ort für Vertrieb und Vertriebsunterstützung.

**Erwartete Beschäftigung 2015**

Für die Beschäftigung am Standort Deutschland erwarten die Unternehmen einen deutlichen Zuwachs. Innerhalb der nächsten zehn Jahre erwarten sie einen Anstieg von 101.500 Beschäftigten (2005) auf 142.900 Beschäftigte (2015), ein Zuwachs um 41.400 Beschäftigte. Diese Zahlen beinhalten die Zulieferung in Deutschland, die für 14.800 Beschäftigte im Jahr 2005 und für 20.600 Beschäftigte im Jahr 2015 steht.

Die erwartete Zunahme der Beschäftigung fällt mit durchschnittlich 3,5% pro Jahr deutlich geringer aus als das erwartete Umsatzplus von 8,5% pro Jahr. Der höhere Umsatz pro Mitarbeiter in Deutschland folgt aus erwarteten Produktivitätsfortschritten, auch durch Automatisierung. Gleichzeitig folgt ein Teil der Beschäftigten (Vertrieb, Service, Applikationsunterstützung, Engineering) den stärker wachsenden Auslandsmärkten, auch wenn die Produktion im Inland verbleibt. Bei Produktionsverlagerungen verbleibt in der Regel der produktivere Teil am Standort Deutschland.

**Weltmarktanteile nach Regionen**

Die Produktion in den Optischen Technologien wird insgesamt stark von Asien dominiert. Das Diagramm zeigt die Anteile der Regionen nach Umfang der Inlandsproduktion<sup>14</sup>. Japan hält einen Anteil von 34%, Korea und Taiwan tragen jeweils 13% bei. Die Anteile der weiteren Länder, die nicht in Detail untersucht wurden, ergeben sich als Differenz zum Weltmarkt zu 32%. Hiervon wiederum dürfte rund ein Drittel (d. h. rund 10% des Total) auf die übrigen Länder in Asien, allen voran auf China, entfallen. Der nordamerikanische Inlandsanteil an der OT-Produktion dürfte zwischen 11% und 14% liegen<sup>15</sup>.

<sup>14</sup> Für Deutschland ist der OT-bezogene Umsatz am Standort produzierender Unternehmen berücksichtigt.

<sup>15</sup> Die Bandbreite in Bezug auf den nordamerikanischen Anteil ergibt sich aus der Frage nach den tatsächlichen Produktionsstandorten, die hier nicht im Detail analysiert wurde. Nordamerikanische Unternehmen bedienen sich beispielsweise bei IT-Produkten in großem Umfang Produktionsstätten in Drittländern sowie sogenannter Electronic Manufacturing Services (EMS).

## 2 Produktionstechnik

Produktionstechnik – Produkte und Weltmarkt		
Produkte	Weltmarkt 2005 in Mrd. EUR	Weltmarkt 2015 in Mrd. EUR
Lasersysteme und Laserquellen zur Materialbearbeitung	5,95	16,1
Lithografiesysteme und Laserquellen für die Lithografie	6,8	14,2
<b>Summe</b>	<b>12,75</b>	<b>30,3</b>

Produktionstechnik – Kennzahlen Standort Deutschland	
Umsatz Standort Deutschland 2005 in Mrd. EUR	1,9
- hiervon Lasersysteme und Laserquellen zur Materialbearbeitung	1,2
- hiervon Lithografiesysteme und Laserquellen für die Lithografie	0,7
Auslandsproduktion dt. Unternehmen	0,55
Inlandsproduktion ausl. Unternehmen	0,14
Anzahl Beschäftigte in Deutschland im Jahr 2005	9.400
Akademikeranteil *	33 %
Exportanteil ex Standort Deutschland	85 %
F&E Quote *	13 %
Beschäftigte im Zulieferbereich in Deutschland im Jahr 2005 *)	3.900
Erwartung Umsatz Standort Deutschland im Jahr 2015 in Mrd. EUR	4,5
Erwartung Beschäftigung in Deutschland im Jahr 2015 (ohne Zulieferung)	14.500
Erwartung Beschäftigung in Deutschland im Jahr 2015 (inkl. Zulieferung)	20.500

\*) Teilweise geschätzt (Lithografie) wegen fehlender Unternehmensdaten

### Produkte

Produktionssysteme, die auf Optischen Technologien beruhen, sind einerseits die Lasersysteme zur Materialbearbeitung und andererseits die Lithografiesysteme. Komponentenseitig werden die Laserquellen zum Einsatz in diesen Systemen berücksichtigt<sup>16</sup> sowie die Optiken für die Waferstepper (Lithografiesysteme für die Halbleiterproduktion).

Die Lasersysteme zur Materialbearbeitung umfassen Maschinen und Anlagen, die das Licht eines Lasers als Werkzeug nutzen, um Materialien zu bearbeiten. Die derzeit wichtigsten Laserverfahren sind Schneiden, Schweißen und Beschriften. Weiterhin sind generative Verfahren zu nennen,

mit denen Objekte dreidimensional aufgebaut werden können. Bei der Herstellung von Halbleitern, Leiterplatten, Flachdisplays und Solarzellen kommen weitere Laserbearbeitungsverfahren zum Einsatz. Bei integrierten Schaltkreisen spielt das Lasertrimmen eine wichtige Rolle, bei Leiterplatten das Bohren von Durchkontaktierungen, bei der Herstellung von Flachdisplays werden Laser zur Strukturierung und zur Erhöhung der Ausbeute eingesetzt. Auch bei der Herstellung von Solarzellen dienen Laser zur Strukturierung.

Die eingesetzten Laserquellen umfassen heute vor allem CO<sub>2</sub>- und Festkörperlaser, teilweise kommen auch Excimer- und Diodenlaser zum Einsatz. Bei den Festkörperlasern vollzieht sich in vielen Bereichen ein Technologiewechsel hin zu

<sup>16</sup> Technische Lampen für die Produktionstechnik wurden zur Vereinfachung im Bereich Beleuchtungstechnik eingeordnet.

diodengepumpten Systemen, die als Stab-, Scheiben-, oder Faserlaser ausgeführt sind.

Lithografiesysteme umfassen vor allem die sogenannten Waferstepper für die Halbleiterproduktion. Weiterhin sind hier Scanner für die Flachdisplayproduktion, Maskenschreiber, sowie Laser-Direct-Imaging-Systeme für die Herstellung von Leiterplatten einbezogen.

Bei den Wafersteppern dominieren heute DUV-Systeme (Deep Ultra Violet), die mit 193 nm Excimerlasern ausgerüstet sind. Mit Hilfe der Immersionstechnik werden die abbildbaren Strukturgrößen derzeit weiter verkleinert. Bei weiter abnehmenden Strukturgrößen wird der Einsatz der EUV-Technologie (Extreme Ultra Violet) erwartet. Hier wird mit einem Plasma extrem kurzwelliges UV-Licht erzeugt. Als Lichtquellen kommen ein sogenanntes Pinch-Plasma oder ein Laser-erzeugtes Plasma in Frage.

In der Displayproduktion projizieren Scanner das Layout von der Maske auf das Panel. Weiterhin werden Laserschreiber zur Herstellung von Masken für Displays und Integrierte Schaltungen (ICs) eingesetzt. In der Leiterplattenproduktion übertragen Laser-Direct-Imaging-Systeme das Layout direkt vom Rechner auf die Leiterplatten. Diese Technologie ist relativ neu, bisher werden weit überwiegend noch Filme erstellt und mittels Lampenbelichtern auf die Leiterplatten übertragen<sup>17</sup>.

**Auswirkungen auf weitere Industriebereiche**

Vorteile der Laserverfahren für die Anwenderindustrien sind Automatisierung, Flexibilisierung, Qualitätssteigerung und Miniaturisierung. Der Erfolg der Laserverfahren ergibt sich

daraus, dass sie damit zentralen Entwicklungen und Anforderungen in der Fertigungstechnik gerecht werden. Insbesondere an Hochlohnstandorten sind dies wesentliche Vorteile für die Wettbewerbsfähigkeit der industriellen Fertigung. Neben den Anwendern profitiert auch die Werkzeugmaschinenindustrie von den neuen Laserfertigungsverfahren. So sind Lasermaschinen zu einem wichtigen Umsatzträger der deutschen Werkzeugmaschinenhersteller geworden. Mit einem Umsatzvolumen von 1,2 Mrd. EUR tragen sie inzwischen wesentlich zum deutschen Werkzeugmaschinenumsatz bei (10,4 Mrd. EUR im Jahr 2005<sup>18</sup>).

**Weltmarkt**

Der weltweite Markt für OT-Systeme und -Komponenten zur Materialbearbeitung und Lithografie umfasste im Jahr 2005 ein Volumen von 12,75 Mrd. EUR, wovon 5,95 Mrd. EUR auf Lasersysteme und Laserquellen zur Materialbearbeitung entfielen, und 6,8 Mrd. EUR auf Lithografiesysteme sowie auf die Laserquellen und Optiken für die Waferstepper.

Der Weltmarkt für Lasersysteme zur Materialbearbeitung betrug 4,6 Mrd. EUR<sup>19</sup>. Hiervon entfielen auf Lasersysteme zum Schneiden und Schweißen ca. 2,7 Mrd. EUR, auf Lasersysteme zum Beschriften und Gravieren ca. 650 Mio. EUR, auf Lasersysteme für andere Makrobearbeitungsverfahren ca. 370 Mio. EUR. Dies umfasst beispielsweise die generativen Laserverfahren für den Aufbau dreidimensionaler Objekte aus CAD-Daten. Auf Laserbearbeitungssysteme für die Produktion von Halbleitern, Leiterplatten, Flachdisplays und Solarzellen entfielen 0,9 Mrd. EUR.

Vorteile der Lasermaterialbearbeitung und -lithografie			
	Automatisierung	Flexibilisierung	Miniaturisierung
Schneiden	X	X	
Schweißen	X	X	X
Beschriften	X	X	X
Mikrobearbeitung	X	X	X
Mikrolithografie			X
Laser Direct Imaging			X

<sup>17</sup> Leiterplattenbelichter mit Lampen sowie Filmbelichter für die Leiterplattenherstellung werden hier nicht weiter betrachtet.

<sup>18</sup> Verein Deutscher Werkzeugmaschinenhersteller (VDW), „Deutsche Werkzeugmaschinenindustrie – Daten und Fakten 2005“

<sup>19</sup> Laser Materials Processing – 2006 Update, Optech Consulting, 2006

<sup>20</sup> Gartner Dataquest, zitiert in EE Times, 21. Juli 2006

<sup>21</sup> Gartner Dataquest, Pressemitteilung vom 21. Dezember 2005

Die Laserquellen für die Materialbearbeitung erreichten 2005 ein Marktvolumen von 1,45 Mrd. EUR<sup>19</sup>. Der Großteil entfiel auf CO<sub>2</sub>-Laser (710 Mio. EUR) und Festkörperlaser (620 Mio. EUR), vor Excimer- und Diodenlasern. Die Faserlaser sind unter Festkörperlaser subsumiert.

Der Weltmarkt für Waferstepper im Jahr 2005 umfasste 535 Systeme im Wert von rund 4,0 Mrd. EUR (5,0 Mrd. USD<sup>20</sup>). Dieser Wert umfasst vor allem die DUV-Waferstepper. Die 4,0 Mrd. EUR entsprechen 19 % des Weltmarktes für Wafer-Fab-Equipment in Höhe von 20,7 Mrd. EUR (25,7 Mrd. USD<sup>21</sup>). Der gesamte Weltmarkt für Halbleiter-Ausrüstungsgüter (Front End und Back End) im Jahr 2005 wird von Gartner Dataquest auf 33,6 Mrd. USD geschätzt, bei einem Investitionsvolumen der Halbleiterbranche in Höhe von 46,6 Mrd. USD. Es sei angemerkt, dass das Marktvolumen für Lithografiemasken, -material und Post-Exposure-Processing-Equipment noch einmal dieselbe Größenordnung erreicht<sup>22</sup>.

Der Weltmarkt für Scanner für die Flachdisplayproduktion, Maskenschreiber und Laser-Direct-Imaging-Systeme umfasste 2005 insgesamt 1,0 Mrd. EUR. Komponentenseitig beinhaltet der Markt für OT in der Lithografie ein Volumen von 1,9 Mrd. EUR, vor allem für die Objektive und Excimerlaser für die DUV-Waferstepper.

## Marktprognose

Bis zum Jahr 2015 wird erwartet, dass das Marktvolumen für Systeme der Lasermaterialbearbeitung und Lithografie auf 30,3 Milliarden EUR ansteigt, entsprechend einer mittleren jährlichen Zuwachsrate von 9,0 %. Für den Teilbereich Lasermaterialbearbeitung wird das stärkere Wachstum erwartet, von derzeit 5,95 auf 16,1 Mrd. EUR. Für den Teilbereich der Lithografie wird eine gute Verdopplung des Marktvolumens von 6,8 auf 14,2 Mrd. EUR erwartet.

In den letzten zehn Jahren wuchs der Markt für Lasermaterialbearbeitungssysteme um 11,3 % pro Jahr, von 1,57 Mrd. EUR (1995) auf 4,6 Mrd. EUR (2005). Für den Zeitraum von 2005 bis 2015 wird eine mittlere jährliche Zuwachsrate von 10,3 % erwartet, und für 2015 ein Systemmarkt von 12,3 Mrd. EUR<sup>23</sup>. Davon entfallen auf die Applikationen Schneiden, Schweißen, Beschriften und generative Verfahren 8,9 Mrd. EUR und auf die Bearbeitungsverfahren für die Bereiche Mikroelektronik, Flachdisplays und Solarzellen 3,4 Mrd. EUR.

Für die Laserquellen zur Materialbearbeitung ergibt sich bei proportionalem Wachstum für 2015 ein Volumen von 3,8 Mrd. EUR.

Für die Ausrüstungsinvestitionen im Halbleiterbereich erwartet Gartner Dataquest einen Anstieg des Weltmarktes von 33,9 Mrd. USD im Jahr 2005 auf 52,9 Mrd. USD im Jahr 2011. Hierbei soll der Markt für Wafer Fab Equipment von 26,0 Mrd. USD im Jahr 2005 auf 41,4 Mrd. USD im Jahr 2011 ansteigen<sup>24</sup>, entsprechend einer jährlichen Zuwachsrate von 8,1 %.

Die Markterwartung für EUV-Waferstepper liegt bei 100 Einheiten pro Jahr bis 2015. Bei einem erwarteten Stückpreis von 40 Mio. EUR entspricht dies einem Marktvolumen von 4,0 Mrd. EUR. Der Preis für einen DUV-Waferstepper liegt derzeit in der Größenordnung von 10 Mio. EUR, der Preis für die neueste Generation von Immersions-Lithographiesystemen bei 20 Mio. EUR (26 Mio. USD<sup>25</sup>). Daneben werden weiterhin i-Line-Stepper und DUV-Excimerlaser-Stepper zum Einsatz kommen. Wenn deren Marktvolumen im Jahr 2015 das heutige Niveau von 4,0 Mrd. EUR beibehält, dann ergibt sich für Waferstepper ein Marktvolumen von insgesamt 8,0 Mrd. EUR.

Für die Lithographiesysteme für die Flat-Panel-Display-Produktion wird in absehbarer Zukunft moderates Wachstum erwartet, nachdem in den letzten Jahren viele Fabriken für großformatige PC- und Fernsehdisplays ausgerüstet wurden. Stärkeres Nachfragewachstum wird für die Laser-Direct-Imaging-Systeme (LDI) erwartet, die erst am Beginn der Anwendung stehen. Diese Systeme ermöglichen die weitere Miniarisierung von Leiterplatten für mobile Elektronikgeräte. Auf der Komponentenseite bieten die Lichtquellen für die EUV-Waferstepper ein bedeutendes Marktpotenzial. Infolge der Komplexität der EUV-Lichtquellen geht man davon aus, dass der Wertanteil der Lichtquellen an den Steppern höher sein wird als heute. Geht man von einem Wertanteil von gut 10 % aus, dann beläuft sich das Marktvolumen im Jahr 2015 auf rund 500 Mio. EUR.

## Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Deutsche Unternehmen haben in mehreren Segmenten eine hervorragende Marktposition. Bei den Lasersystemen zur Materialbearbeitung beträgt der Marktanteil dt. Unternehmen (inkl. Auslandsproduktion) gut 20 %, bei den Laserquellen zur Materialbearbeitung gut 40 %.

<sup>22</sup> Business Communications Company, Markets for Technologies and Materials 2003, Pressemitteilung vom 3. Februar 2004

<sup>23</sup> Laser Materials Processing–2006 Update, Optech Consulting, 2006

<sup>24</sup> Gartner Dataquest, zitiert in evertiq, 4. Januar 2007

<sup>25</sup> The Information Network, zitiert in EDN, 24. Februar 2006

Insgesamt betrug im Jahr 2005 das Umsatzvolumen in Deutschland produzierender Unternehmen im Bereich OT für die Produktionstechnik 1,9 Mrd. EUR. Der Anteil ausländischer Unternehmen hieran war mit 0,14 Mrd. EUR gering. Dagegen betrug die Auslandsproduktion deutscher Unternehmen 0,55 Mrd. EUR (in den o.g. 1,9 Mrd. EUR nicht enthalten). Am Standort Deutschland waren im Jahr 2005 9.400 Mitarbeiter beschäftigt. Hinzu kamen 3.900 Mitarbeiter im Zulieferbereich in Deutschland.

Die folgenden Daten zu Produktion und Beschäftigung deutscher Unternehmen beruhen auf einer schriftlichen Befragung innerhalb des Mitgliederkreises der Arbeitsgemeinschaft Laser im VDMA. Die Mehrzahl der deutschen Unternehmen, die Laser und Lasersysteme für die Materialbearbeitung herstellen, gehören der Arbeitsgemeinschaft an, für die Nichtmitglieder wurde ein Zuschlag angesetzt. Das Umsatzvolumen am Standort Deutschland umfasste im Jahr 2005 1,2 Mrd. EUR. 5.600 Mitarbeiter waren bei den Herstellern in Deutschland beschäftigt. Die Akademikerquote der Mitgliedsfirmen der Arbeitsgemeinschaft Laser im VDMA beträgt 39,5%. Die Unternehmen geben 13,5% des Umsatzes für F&E aus. Ab Standort Deutschland beträgt die Exportquote nahezu 80%. Der Zulieferanteil beträgt 47,3% des Umsatzes, wovon wiederum 81% auf Lieferanten in Deutschland entfallen.

Die in Deutschland produzierenden Unternehmen sind überwiegend in Privatbesitz, auch nach Umsatz gewichtet. Weiterhin sind mehrere Unternehmen börsennotiert, wobei die Heimatbörsen entweder in Deutschland oder in den USA liegen. Bei den Betriebsstätten ausländischer Unternehmen handelt es sich in den meisten Fällen um in Deutschland gegründete Unternehmen, die sich in Privatbesitz befanden und zu einem späteren Zeitpunkt übernommen wurden, in den meisten Fällen von Unternehmen aus den USA.

In Deutschland werden derzeit nur in sehr geringem Umfang Lithografiesysteme hergestellt. Bei den wichtigsten Lithografiesystemen, den Wafersteppern, ist ASML aus den Niederlanden Weltmarktführer. Im Jahr 2005 betrug der Marktanteil von ASML 48,4%, vor den japanischen Unternehmen Nikon (33,1%) und Canon (Gesamtmarkt 4,3 Mrd. USD)<sup>26</sup>. Deutsche Unternehmen sind vor allem mit der Fertigung von Optiken beteiligt. Carl Zeiss liefert bekanntermaßen die Objektive für die Waferstepper von ASML. Die Carl Zeiss SMT AG weist für das Geschäftsjahr 2004/2005 einen Umsatz von 673 Mio. EUR aus<sup>27</sup>.

## Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Die deutschen Unternehmen erwarten, an dem prognostizierten Weltmarktwachstum in der Lasermaterialbearbeitung und Lithografie teilzuhaben. Im Bereich der Lasermaterialbearbeitung soll die gute Marktposition bei den Laserquellen und -systemen gehalten werden, trotz der technischen Herausforderungen durch diodengepumpte Festkörperlaser und Faserlaser und der Verschiebung des Nachfrageschwerpunkts in Richtung Asien. Die Mitgliedsfirmen der Arbeitsgemeinschaft Laser im VDMA erwarten für die nächsten zehn Jahre eine Umsatzsteigerung von durchschnittlich 8,3% pro Jahr. Derselbe Unternehmenskreis hatte in den letzten fünf Jahren (2000 bis 2005) ein Umsatzwachstum von durchschnittlich 9,0% pro Jahr erzielt (weltweite Umsätze der Mitgliedsfirmen der Arbeitsgemeinschaft mit Laserquellen und Lasersystemen). Da von Produktivitätssteigerungen auszugehen ist, sowie von einem weiter wachsenden Exportanteil (vermehrte Beschäftigung von Vertriebs- und Servicemitarbeitern im Ausland), wird von einem Beschäftigungswachstum im Inland von ca. 3% pro Jahr ausgegangen. Eine Verlagerung der Produktion in großem Umfang ins Ausland ist nach Einschätzung der Unternehmen nicht absehbar.

Im Bereich der Lithografie besteht die Chance, beim Technologiewechsel vom DUV zum EUV Marktanteile hinzuzugewinnen, insbesondere durch die Produktion von EUV-Strahlquellen, aber auch in weiteren Segmenten des Lithografiemarktes. Insgesamt wird mehr als eine Verdopplung des Produktionswertes am Standort Deutschland bis zum Jahr 2015 erwartet, und eine Verdopplung der Beschäftigung auf insgesamt 7.000 Personen.

<sup>26</sup> The Information Network, zitiert in Wafer News, 26. Februar 2006

<sup>27</sup> Geschäftsbericht Carl Zeiss zum Geschäftsjahr 2004/2005

## 3 Bildverarbeitung und Messtechnik

Bildverarbeitung und Messtechnik – Produkte und Weltmarkt		
Produkte	Weltmarkt 2005 in Mrd. EUR	Weltmarkt 2015 in Mrd. EUR
Bildverarbeitung	7,4	16,0
Messtechnik	11,6	23,0
<b>Summe</b>	<b>19,0</b>	<b>39,0</b>

Bildverarbeitung und Messtechnik – Kennzahlen Standort Deutschland	
Umsatz Standort Deutschland 2005 in Mrd. EUR	3,2
- hiervon Bildverarbeitung	1,0
- hiervon Messtechnik	2,2
Auslandsproduktion dt. Unternehmen	gering
Inlandsproduktion ausl. Unternehmen	gering
Anzahl Beschäftigte in Deutschland im Jahr 2005	21.400
Akademikeranteil	29 %
Exportanteil ex Standort Deutschland	60 %
F&E Quote	14 %
Beschäftigte im Zulieferbereich in Deutschland im Jahr 2005	3.700
Erwartung Umsatz Standort Deutschland im Jahr 2015 in Mrd. EUR	7,4
Erwartung Beschäftigung in Deutschland im Jahr 2015 (ohne Zulieferung)	31.200
Erwartung Beschäftigung in Deutschland im Jahr 2015 (inkl. Zulieferung)	36.500

### 3.1 Bildverarbeitung

#### Produkte

Die Produkte in der Bildverarbeitung umfassen einerseits die Systeme (inkl. Software) sowie die zugehörigen Komponenten<sup>28</sup>. Die weitaus meisten Bildverarbeitungssysteme werden heute in der industriellen Produktion eingesetzt, die nichtindustriellen Anwendungen treten dagegen deutlich zurück. Heute sind, weltweit betrachtet, die wichtigsten Anwenderbranchen die Halbleiterindustrie, die Elektronikindustrie und die Flachbildschirmindustrie. Für die nichtindustriellen

Anwendungen, namentlich konsumnahe Anwendungen, Sicherheitstechnik und Medizintechnik, wird jedoch zukünftig ein stark zunehmender Anteil erwartet.

Infolge der besonderen Industriestruktur in Deutschland und Europa sind für die deutschen Hersteller von Bildverarbeitungssystemen die Automobilindustrie und deren Zulieferer der wichtigste Nachfragesektor (30 %), gefolgt von der Glasherstellung (16 %), der Elektro-/Elektronikindustrie (10 %) sowie der Gummi- und Kunststoffherstellung (6 %)<sup>29</sup>. Die deutschen Systemanbieter realisierten im Jahr 2005 ein Fünftel ihres Umsatzes im Bereich der nichtindustriellen Anwendungen<sup>30</sup>.

<sup>28</sup> Die Systeme umfassen anwendungsspezifische und konfigurierbare Systeme. Die Komponenten umfassen Kameras, Smart Kameras, Framegrabbers, Beleuchtung und optische Komponenten.

<sup>29</sup> VDMA, Fachpressekonferenz auf der VISION 2006, Stuttgart, 04.07.2006

<sup>30</sup> Typische Beispiele sind hier das Unterscheiden von Leberfleck und Melanom, das automatische Erkennen von Gegenverkehr auf der Fahrbahn, das Lesen von Nummernschildern und Überweisungsträgern oder die Identifikation von Personen durch Iriserkennung oder das Scannen von Fingerabdrücken.

Bei den Anwendungen entfällt fast die Hälfte des Umsatzes der Systemanbieter auf die Inspektion von Teilen (46%). Die Inspektion von Endlosmaterialien ist mit 21% der zweitwichtigste Bereich. Messtechnische Anwendungen (2D und 3D) machen zusammen 13% des Umsatzes aus. Weitere wichtige Anwendungen sind visuell geführte Maschinen (z. B. Robot Vision), das Erkennen von Teilen und Schriftzeichen sowie das Codelesen.

### Auswirkungen auf weitere Industriebereiche

Die wichtigsten Aufgaben der Bildverarbeitungssysteme in der industriellen Produktion sind Produktionsüberwachung und Steuerung, sowie die Qualitätssicherung. Mit diesen Aufgaben ist die Bildverarbeitung ein ganz wesentlicher Bestandteil der industriellen Produktion. Wenn Komponenten zusammengefügt werden, dann ermöglicht die Bildverarbeitung dies „intelligent“ zu tun, beispielsweise indem Toleranzen erkannt und berücksichtigt werden. Dies trifft auf nahezu alle Anwendungsbereiche der Bildverarbeitung zu, von der Automobilindustrie bis zur Flachbildschirmproduktion. Ohne den Einsatz der Bildverarbeitung müssten die Vorprodukte und Fertigungsverfahren mit weit geringeren Toleranzen ausgelegt werden, und wären damit teurer oder undurchführbar. Dieser Zusammenhang verdeutlicht die Bedeutung der Bildverarbeitung, insbesondere für die automatisierte Fertigung an Hochlohnstandorten.

### Weltmarkt

Der US-Branchenverband Automated Imaging Association kam für das Jahr 2004 zu der Einschätzung eines Weltmarktvolumens in Höhe von 8,1 Mrd. USD bei einer erwarteten Wachstumsrate von durchschnittlich 14,2% bis zum Jahr 2009<sup>31</sup>. Legt man diese Daten zugrunde, dann ergibt sich für das Jahr 2005 ein Weltmarktvolumen von 7,4 Mrd. EUR (9,2 Mrd. USD).

Optische Technologien und Bildverarbeitung spielen auch in mehreren Bereichen der Sicherheitstechnik eine wichtige Rolle, bei der Gesichtserkennung, Iriserkennung, Handformerkennung, der Finger-Print-Erkennung und bei der Videoüberwachung mit automatischer Auswertung. Der weltweite Hard- und Softwaremarkt optischer Verfahren dürfte bei insgesamt ca. 300 Mio. EUR liegen (weitgehend in

den o.g. 7,4 Mrd. EUR enthalten). Marktdaten hierzu finden sich in mehreren Marktstudien<sup>32,33,34</sup>. Die deutschen Bildverarbeitungshersteller sind in diesem Wachstumssegment bisher unterproportional vertreten.

### Marktprognose

Nach den Erhebungen des US-Branchenverbandes Automated Imaging Association (AIA) betrug der Weltmarkt für Bildverarbeitungssysteme im Jahr 1998 ca. 4,6 Mrd. EUR<sup>35</sup>. Damit ergibt sich für den Zeitraum 1998 bis 2005 eine mittlere jährliche Wachstumsrate von 7,0%.

Für den Zeitraum 2004 bis 2009 ist die AIA mit ihrer Erwartung einer mittleren jährlichen Zuwachsrate von 14,2% optimistischer. Historisch schwankten die Zuwachsraten erheblich mit den Konjunkturzyklen. Hersteller in Deutschland erwarten eine langfristige Wachstumsrate von 7% bis 9%. Damit würde das Weltmarktvolumen bis zum Jahr 2015 ca. 16,0 Mrd. EUR erreichen. Hintergrund der Prognose ist die Einschätzung, dass der Markt der Bildverarbeitung noch nicht gesättigt und zukünftig eine größere Applikationsbreite zu erwarten ist.

Die Anwendung der Bildverarbeitung wird getrieben durch

- die Miniaturisierung der Bildverarbeitungssysteme.
- steigende Rechnerleistungen, die komplexere Aufgaben ermöglichen.
- die Kostendegression bei Bildverarbeitungssystemen (derzeit 5% bis 10% pro Jahr).
- die einfachere Bedienbarkeit durch zunehmende Standardisierung. Die Systeme sind von Bedienern in der Produktion ohne weiteres beherrschbar.

Als Wachstumsgebiete werden angesehen:

- Ausstattung von Kraftfahrzeugen mit Einparkhilfen und Spurwechselassistenten.
- Anwendungen in der Medizintechnik (Automatisierung Laborbetrieb, Diagnoseunterstützung).
- Sicherheitstechnik (z. B. automatisches Erkennen verdächtiger Vorfälle).

Dies beinhaltet zum Teil komplexe Aufgaben, wie z. B. im Sicherheitsbereich, wenn im Außenbereich verschiedene Wetterverhältnisse zu berücksichtigen sind.

<sup>31</sup> Machine Vision Markets: 2004 Results and Forecasts to 2009, Automated Imaging Association (AIA)

<sup>32</sup> World Biometric Report, Frost & Sullivan, 2002

<sup>33</sup> World Face Recognition Biometrics Market, Frost & Sullivan, 2006

<sup>34</sup> World Iris Recognition Biometrics Market, Frost & Sullivan, 2007

<sup>35</sup> Automated Imaging Association, April 1999, zitiert in Machine Vision News, Vol. 5, 2000

## Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Der deutsche Branchenumsatz (Inland und Export) in der Bildverarbeitung im Jahr 2005 betrug 1,016 Mrd. EUR<sup>36</sup>. Die Fachabteilung Industrielle Bildverarbeitung im VDMA führt regelmäßig Befragungen bei Herstellern im Bereich der Bildverarbeitung durch. Hochgerechnet aus den Angaben der teilnehmenden Unternehmen ergibt sich eine Mitarbeiterzahl von 6.150 für die Branche in Deutschland. Die Mitarbeiter haben zu ca. zwei Drittel Hochschul- oder Fachhochschulausbildung (Informatiker, Physiker). Die Branche ist durch kleine und mittelständische Unternehmen geprägt. Insgesamt erkennt die Fachabteilung Industrielle Bildverarbeitung im VDMA jedoch einen Trend zu steigender Unternehmensgröße, was einerseits auf die Wachstumsdynamik der Branche und andererseits auf Firmenzusammenschlüsse sowie die zunehmende Internationalisierung der Unternehmen zurückzuführen sei. Im Jahr 2005 betrug der Anteil der an der Erhebung des VDMA teilnehmenden Unternehmen mit 51 bis 100 Beschäftigten 21%. 5% der Firmen hatten mehr als 250 Beschäftigte. Mehrere Unternehmen sind börsennotiert: Basler, Isra, Parsytec. Die übrigen Unternehmen befinden sich weit überwiegend in Besitz der Gründer und führenden Mitarbeiter.

Gut zwei Drittel des Umsatzes in Höhe von 1,016 Mrd. EUR im Jahr 2005 entfiel auf Systeme, unterschieden in „anwendungsspezifische Systeme“ (57%) und „konfigurierbare Systeme“ (11%), das übrige Drittel entfiel auf Komponenten für die industrielle Bildverarbeitung, vor allem auf Kameras und Smart Cameras. Der Exportanteil lag 2005 bei 55% (europäische Länder 23%, Nordamerika 17%, Asien 14%).

Die meisten Unternehmen in der Bildverarbeitung sind Systemhäuser. Bezogen auf den Umsatz sind im Durchschnitt rund 30% Zulieferanteile, wovon wiederum ein Drittel auf deutsche Zulieferer entfällt. Insbesondere bei Optiken und Beleuchtungstechnik sind europäische und deutsche Zulieferer gut positioniert. Die Kameras kommen dagegen überwiegend aus Japan (Standardkameras) und den USA (höherwertige Kameras) und nur zu einem geringen Teil aus Europa und Deutschland.

## Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Die Produktion der deutschen Hersteller ist im Zeitraum 1996 bis 2005 von 256 Mio. Euro auf 1,016 Mrd. Euro gestiegen<sup>37</sup>, entsprechend einer jährlichen Wachstumsrate von 16,5%. Die deutschen Hersteller konnten demnach deutliche Marktanteile hinzugewinnen. Auch für die Zukunft rechnen deutsche Hersteller mit Zugewinnen von Marktanteilen. Der eigene Umsatz soll um 10% pro Jahr wachsen, im Vergleich zu den für den Weltmarkt erwarteten 7% bis 9%.

Für die Beschäftigung insgesamt sehen deutsche Unternehmen einen Zuwachs von 5% pro Jahr, der damit bei der Hälfte des angepeilten Umsatzwachstums liegt. Da das zukünftige Wachstum vermehrt im Ausland liegen wird, und dort Vertrieb und Service ausgebaut werden müssen, liegt der erwartete Zuwachs der Beschäftigung im Inland bei gut 3% pro Jahr. Produktionsverlagerungen sind dagegen für die durch kleine und mittelständische Unternehmen geprägte Industrie kein bedeutendes Thema. Denkbar wäre beispielsweise die Verlagerung der Produktion mechanischer Komponenten nach Asien.

Für das angepeilte Wachstum sind aus Sicht der deutschen Hersteller F&E-Anstrengungen zum Beispiel für Anwendungen in der Medizintechnik und in der Sicherheitstechnik notwendig. Ein Schlüsselthema ist die Entwicklung schneller Sensoren, hochauflösender Sensoren, Sensoren verschiedener Wellenlängenbereiche, sowie von Sensoren für die 3D-Messtechnik.

## 3.2 Messtechnik

### Produkte und Weltmarkt

Die optische Messtechnik umfasst eine Vielzahl von Systemen, überwiegend für industrielle Einsatzbereiche. Das gesamte Weltmarktvolumen im Jahr 2005 betrug 11,6 Mrd. EUR<sup>38</sup>. Das größte Segment stellen die Binärsensoren, zur Detektion der Anwesenheit eines Objekts bzw. groben Positionsbestimmung. Deren Weltmarkt umfasste ca. 5 Mrd. EUR. Spektrometer um-

<sup>36</sup> VDMA, Fachpressekonferenz auf der VISION 2006, Stuttgart, 04.07.2006

<sup>37</sup> VDMA, Fachpressekonferenz auf der VISION 2006, Stuttgart, 04.07.2006

<sup>38</sup> Nicht einbezogen wurden hier Infrarotsichtgeräte für die Bereiche Militär und Grenzschutz (vgl. Kapitel zu optischen Komponenten und Systemen). Weiterhin nicht einbezogen wurden militärische Rangefinder und Zielfindungssysteme.

fassten ein Weltmarktvolumen von gut 2 Mrd. EUR, einerseits mit den Laborspektroskopiegeräten<sup>39</sup> im Wert von 1,3 Mrd. EUR<sup>40</sup> und andererseits mit den Spektrometermodulen. Letztere dienen zum Einbau in die Laborspektrometer sowie zur Integration in Prozesslinien (On-Line-Emissions- und -Immisionsüberwachung, Prozessüberwachung und -steuerung). Prozessintegrierte Spektrometer kommen in den verschiedensten Bereichen zum Einsatz, von der chemischen Industrie bis zur Abfalltrennung. Die optische Messtechnik hat weiterhin große Bedeutung für die Halbleiterindustrie, mit Waferinspektionssystemen, Defect-Review-Systemen, Dünnschicht-Metrologiesystemen sowie Lithografie-Metrologiesystemen.

Weitere Marktsegmente, mit Umsätzen unter einer Milliarde EUR pro Jahr, werden von folgenden optischen Messsystemen dargestellt:

- Messsysteme für die faseroptische Industrie/Netzwerkbetreiber. Dies sind Optical Time Domain Reflectometers (OTDR), Optical Light Sources, Optical Power Meters, Optical Loss Test Sets, Remote Fiber Test Systems und Optical Spectrum Analyzers. Das Weltmarktvolumen im Jahr 2005 betrug 510 Mio. EUR (631,9 Mio. USD<sup>41</sup>).
- Messgeräte für geometrische Größen wie z. B. Länge, Abmessungen, Form, Oberflächenstruktur, etc. Dies sind beispielsweise Weißlichtinterferometer, Triangulatoren, Scanner oder auch Kamera-basierte Systeme.
- Messgeräte für dynamische Größen wie z. B. Beschleunigung, Schwingungen, dynamische Verformung. Zum Einsatz kommen beispielsweise Flugzeit- oder Speckle-Messsysteme.
- Messsysteme für den Bausektor und für die Geodäsie. Dies beinhaltet auch die sogenannten Laser-Tracker.
- Messgeräte für Partikel (Konzentration, Größenverteilung, Bewegung).
- In Ausnahmefällen werden optische Messgeräte auch für die Messung anderer Größen wie Temperatur oder Druck eingesetzt.

## Auswirkungen auf weitere Industriebereiche

Der Preisdruck an Hochlohnstandorten erfordert in vielen Industriebereichen zugleich eine automatisierte und flexible Produktion. Damit kann auf Kundenanforderungen flexibel und kostengünstig reagiert werden. So ist es für die Automobilindustrie zunehmend wichtig, unterschiedliche Fahrzeugmodelle auf einer Fertigungslinie zu produzieren. Damit werden Produktionslinien gleichzeitig auch auf Nachfolgeprodukte vorbereitet. Hierzu müssen Steuerung, Aktorik und Sensorik flexibel sein. Binärsensoren beispielsweise müssen auf unterschiedliche Objekte konfigurierbar sein.

## Marktprognose

Die Wachstumserwartungen für die einzelnen optischen Messsysteme fallen unterschiedlich aus. Für Binärsensoren wird ein fortgesetztes Wachstum von 8 % pro Jahr erwartet. Binärsensoren sind wesentliche Komponenten für die Fertigungsautomatisierung, ihre Nachfrage wird von der zunehmenden Automatisierung getrieben. Zukünftig werden vermehrt „intelligente“ Binärsensoren für die flexible Automatisierung in der Fertigung benötigt.

Für die optischen Messsysteme für die Halbleiterindustrie wird ein Zuwachs von ca. 9 % pro Jahr erwartet. Gartner Dataquest hob im Jahr 2006 die Wachstumsprognose für Automated Test Equipment an<sup>42</sup>, und erwartet nunmehr einen Nachfrageanstieg von 3,77 Mrd. USD im Jahr 2005 auf 7,21 Mrd. USD im Jahr 2011, entsprechend einer mittleren jährlichen Wachstumsrate von 11,4 %. Wie die Vergangenheit zeigt, liegen die langfristigen Wachstumsraten infolge der Zyklichkeit der Nachfrage bei knapp 10 %. Die optischen Messgeräte sind ein wesentlicher Bestandteil dieses Segments.

Für die faseroptische Messtechnik wird mittelfristig 5 % Marktwachstum erwartet. Nach der Untersuchung von Frost und Sullivan<sup>43</sup> sind ROADM (Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexer) und DWDM (Dense Wave Division Multiplexing) derzeit wichtige Treiber im Markt für faseroptische

<sup>39</sup> Die Laborspektrometer umfassen die UV/VIS-Spektrometer, IR-Transmissions- und Fourier-Spektrometer und die Raman-spektrometer.

<sup>40</sup> World Laboratory Analytical Instrumentation Markets, Frost & Sullivan, 2005

<sup>41</sup> World Fiber Optic Test Equipment (FOTE) Markets, Frost & Sullivan, 2006

<sup>42</sup> Gartner Dataquest, 2006. Nachdem Gartner zu Beginn des Jahres 2006 für Automated Test Equipment mittelfristig Nullwachstum prognostizierte, hob das Unternehmen die Prognose zum Jahresende auf 11,4 % an.

<sup>43</sup> World Fiber Optic Test Equipment (FOTE) Markets, Frost & Sullivan, 2006

<sup>44</sup> Frost & Sullivan Analytical Instruments Whitepaper, 2005

Messtechnik für die Produktion, Forschung sowie für Installation und Unterhalt der Netze. Für Spektrometer liegt die Erwartung bei einer Zunahme um rund 4 % pro Jahr. Während für prozessintegrierte Spektrometer ein Zuwachs von 3,8 % erwartet wird<sup>44</sup>, liegt der Wert für Laborspektrometer etwas höher. Schließlich erwarten die Hersteller für die Bereiche der geometrischen Messtechnik und der Messtechnik dynamischer Größen ein Nachfragewachstum von gut 7 % pro Jahr.

### Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Hersteller am Standort Deutschland im Bereich der optischen Messtechnik erzielten 2005 einen Umsatz von 2,2 Mrd. EUR. Das Schwergewicht hierbei bilden die Binärsensoren. Weiterhin erreichen Spektrometer sowie Messgeräte für geometrische und dynamische Größen nennenswerte Produktionsvolumina. Entsprechend entfallen rund zwei Drittel der 15.250 Beschäftigten auf das Segment der Binärsensoren.

Im Segment der Binärsensoren entfällt die Produktion in Deutschland überwiegend auf eine Handvoll Unternehmen, aber auch eine Reihe kleinerer Unternehmen ist hier tätig. Weltweit betrachtet sind japanische Unternehmen die wichtigsten Konkurrenten. Bei den Unternehmen in Deutschland sind heute 15 % der Beschäftigten Absolventen von Hoch- und Fachhochschulen, in den Bereichen Softwareentwicklung, Applikationsentwicklung und Kundenberatung. Rund ein Drittel der Zulieferteile kommen aus Deutschland. Bei der Herstellung von Binärsensoren umfasst die Zulieferung üblicherweise Gehäuse, Leiterplatten und elektronische Bauelemente sowie Optiken.

Für „Spektrometer, -photometer und -graphen, die optische Strahlen verwenden, mit elektronischen Bauelementen ausgerüstet“ weist das Statistische Bundesamt für 2005 ein Produktionsvolumen von 284 Mio. EUR aus<sup>45</sup>. Laut Statistischem Bundesamt produzieren in diesem Segment in Deutschland 17 Unternehmen. 1995 betrug das Volumen unter der betreffenden Meldenummer 199 Mio. EUR, der jährliche Zuwachs lag damit bei durchschnittlich 3,6 %. Weltweit sind weit über 100 Unternehmen mit der Produktion von Spektrometern beschäftigt, darunter Marktführer wie Shimadzu, Bausch&Lomb, Perkin Elmer, HP/Agilent oder Horiba.

Weiterhin halten Unternehmen in Deutschland nennenswerte Marktanteile bei Messsystemen für geometrische und dynamische Größen. Bereiche der optischen Messtechnik, in denen Unternehmen in Deutschland vergleichsweise geringe Marktanteile haben, sind dagegen die Halbleitermesstechnik (hier dominieren Unternehmen aus den USA und aus Japan), die faseroptische Messtechnik (USA, Japan), sowie die Messtechnik für den Bau- und Geodäsiesektor (USA, Skandinavien, Schweiz).

### Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland

In der optischen Messtechnik ist die Konkurrenz der deutschen Hersteller in Japan und Nordamerika angesiedelt, bei einzelnen Produkten auch in Frankreich und Großbritannien. Bei Standardsystemen wie Binärsensoren ist auch Konkurrenz aus weiteren asiatischen Ländern vorhanden. Hier besteht auch ein zunehmender Konkurrenz- und Preisdruck. Gleichzeitig verlangen die Kunden immer intelligentere Sensoren und Messgeräte. Hierin besteht die Chance, auch zukünftig die Marktanteile zu verteidigen und vom wachsenden Weltmarktvolumen zu profitieren. Insgesamt sehen sich die deutschen Messtechnikhersteller gut positioniert, um etwas stärker als der Weltmarkt zu wachsen. Während für den Weltmarkt eine Wachstumsrate von 7,5 % pro Jahr erwartet wird, gehen die Hersteller am Standort Deutschland im Durchschnitt von 8,7 % Wachstum aus. Für die Beschäftigung bedeutet dies ein zu erwartendes Wachstum von rund 4 % pro Jahr.

<sup>45</sup> Statistisches Bundesamt, Reihe IV B 5 (Produktion nach Güterarten – Deutschland)

## 4 Medizintechnik

Medizintechnik – Produkte und Weltmarkt		
Produkte	Weltmarkt 2005 in Mrd. EUR	Weltmarkt 2015 in Mrd. EUR
Endoskope und Zubehör	2,4	5,2
Augenoptik (Brillengläser, Kontaktlinsen)	9,0	12,7
Therapeutische Lasersysteme und Laser	1,7	2,8
Medical-Imaging-Systeme und diagnostische Systeme	1,8	5,8
Mikroskope und Operationsmikroskope	2,4	6,5
Sonstige Systeme der Labormedizin, Biotechnologie und Pharmaforschung	1,3	5,8
<b>Summe</b>	<b>18,6</b>	<b>38,8</b>

Medizintechnik – Kennzahlen Standort Deutschland	
Umsatz Standort Deutschland 2005 in Mrd. EUR	2,9
Auslandsproduktion dt. Unternehmen	*
Inlandsproduktion ausl. Unternehmen	ca. 0,5
Anzahl Beschäftigte in Deutschland im Jahr 2005	17.400
Akademikeranteil	13% **
Exportanteil ex Standort Deutschland	70%
F&E Quote	8% **
Beschäftigte im Zulieferbereich in Deutschland im Jahr 2005	4.000 **
Erwartung Umsatz Standort Deutschland im Jahr 2015 in Mrd. EUR	5,4
Erwartung Beschäftigung in Deutschland im Jahr 2015 (ohne Zulieferung)	21.400
Erwartung Beschäftigung in Deutschland im Jahr 2015 (inkl. Zulieferung)	26.200

\*) Daten teilweise nicht verfügbar. Insgesamt geringe Auslandsproduktion im Vergleich zum Umsatz.  
\*\*) Wert beruht teilweise auf Schätzungen, da Daten für zwei wichtige Unternehmen nicht verfügbar waren.

### Produkte

Im vorliegenden Bereich werden OT-Systeme und -Komponenten für den Bereich Medizintechnik und Life Science betrachtet. Dabei beinhaltet die Medizintechnik therapeutische und diagnostische Systeme für die in-Vivo- und in-Vitro-Diagnostik. Der Bereich Life Science schließt Systeme für die Forschung, insbesondere die Pharmaforschung und die Biotechnologie ein.

Wichtige Produkte der OT in Medizintechnik und Life Science sind Endoskope, augenoptische Produkte, Therapie-

lasersysteme, Systeme für das Medical Imaging, Mikroskope und Operationsmikroskope, sowie Plate- und Arrayscanner.

Im Segment der Endoskope sind starre und flexible Endoskope zu unterscheiden. Letztere verwenden teilweise optische Faserbündel zur Bildübertragung, teilweise handelt es sich um Kameraendoskope. Schließlich sind die Kapselendoskope zu nennen, bei denen die Kamera als Kapsel durch den Verdauungstrakt wandert. Neben den eigentlichen Endoskopen werden Systemkomponenten einbezogen wie Kameras und Videozubehör (Kamerasteuerung, Monitore, Dokumentationssysteme).

Die Einsatzgebiete der Endoskopie in der Humanmedizin sind vor allem:

- **starre Endoskopie:** Laparoskopie (ca. 35 % Anteil), Arthroskopie (ca. 30 % Anteil), Urologie und Gynäkologie (je 10 % bis 15 % Anteil), HNO (ca. 5 % Anteil).
- **flexible Endoskopie:** Gastroenterologie und Bronchoskopie.
- **Kapselendoskopie:** Gastroenterologie.

In der Augenoptik werden Brillengläser und Kontaktlinsen einbezogen. Betrachtet werden die Herstellerumsätze, nicht jedoch die (deutlich höheren) Einzelhandelsumsätze.

Bei den Therapielasersystemen werden die Systeme für die Ophthalmologie, die Chirurgie sowie für kosmetische Behandlungen einbezogen.

Im Segment Medical Imaging und diagnostische Systeme werden insbesondere folgende Systeme einbezogen:

- CR-Systeme (Computed Radiography).
- Systeme für die optische Kohärenztomographie.
- Systeme für die ophthalmologische Diagnostik.
- Fluoreszenzdiagnostiksysteme.

Dagegen werden die anderen bildgebenden Verfahren, wie Kernspintomographie oder Ultraschalluntersuchungsgeräte, hier nicht betrachtet. Es handelt sich zwar um „Bild“-gebende Verfahren, die jedoch nicht wesentlich Optische Technologien einsetzen. Auch werden Blutzuckermessgeräte und Pulsoximetrieeräte wegen des geringen Gehaltes optischer Technik hier nicht weiter betrachtet.

Im Segment Mikroskope sind Licht- und Operationsmikroskope (OP-Mikroskope) zusammengefasst. Die Anwendungsbereiche der Lichtmikroskope sind die Forschung, die Labormedizin und zu einem geringeren Teil der industrielle Bereich. Da die Hersteller keine detaillierten Daten veröffentlicht sehen möchten, werden hier alle Licht- und OP-Mikroskope zusammengefasst.

Schließlich sind im Segment sonstige Systeme der Labormedizin, Biotechnologie und Pharmaforschung subsumiert:

- Plate- und Arrayreader, für die Einsatzbereiche Forschung, Wirkstoffentwicklung und Diagnostik.
- Kapillare Elektrophoresegeräte, DNA Sequenzer und Zellsortierer.

## Weltmarkt

Der Weltmarkt für Endoskope beläuft sich auf ca. 1,3 Mrd. EUR, wobei etwas mehr als die Hälfte auf die flexiblen Endoskope entfällt. Schließt man Systemkomponenten ein (vor allem Kameras und Videodokumentationsgeräte), dann ergibt sich ein Gesamtmarkt von 2,3 Mrd. EUR. Kapselendoskope tragen weitere ca. 200 Mio. EUR zum Weltmarkt bei.

Augenoptik: Der weltweite ophthalmische Einzelhandelsmarkt betrug im Jahr 2005 56,8 Mrd. USD unter Einschluss von Brillengestellen, Brillengläsern, Kontaktlinsen und Zubehör<sup>46</sup>. Das Brillengläsersegment umfasste davon 24,8 Mrd. USD (Einzelhandelspreise). Zu Herstellerpreisen liegt der Weltmarkt für Brillengläser und Kontaktlinsen bei ca. 9 Mrd. EUR.

Für den Weltmarkt der Therapielasersysteme ermittelte Spectrum Consulting für das Jahr 2004 einen Umfang von 1,2 Mrd. EUR (1,4 Mrd. USD), und eine Prognose von 1,3 Mrd. EUR (1,58 Mrd. USD) für 2005. Hiervon entfielen auf kosmetische und Dentalanwendungen 843 Mio. USD, auf Ophthalmologie (inkl. refraktive Chirurgie) 467 Mio. USD und auf therapeutische Anwendungen<sup>47</sup> 110 Mio. USD. Der Weltmarkt für Laserquellen in der Medizin im Jahr 2005 betrug laut Laser Focus World 370 Mio. EUR (460 Mio. USD). Hiervon entfielen auf Nicht-Diodenlaser 320 Mio. EUR (395 Mio. USD)<sup>48</sup> und auf Diodenlaser 47 Mio. EUR (58 Mio. USD)<sup>49</sup>.

Der Weltmarkt für OT-basierte Medical-Imaging-Systeme betrug im Jahr 2005 rund 1,4 Mrd. EUR. Einbezogen wurde hier die Computed Radiography sowie das neue Verfahren der optischen Kohärenztomographie. Der Weltmarkt für die weiteren OT-basierten diagnostische Systeme, wie ophthalmologische Diagnostiksysteme und Fluoreszenzdiagnostiksysteme, umfasst rund 0,5 Mrd. EUR.

Der Weltmarkt für Mikroskope umfasst insgesamt ein Volumen von rund 2,5 Mrd. EUR. Eine genauere Aufschlüsselung wird hier auf Wunsch der beteiligten Unternehmen nicht gegeben. Dies umfasst die Lichtmikroskope und die Operationsmikroskope. Dabei sind die Mikroskope für die Medizin ebenso enthalten wie die Mikroskope für die Industrie. Auch Laser-Scanning-Mikroskope und Mehrphotonenmikroskope sind einbezogen.

Schließlich beläuft sich der Markt für die sonstigen OT-Systeme der Labormedizin, Biotechnologie und Pharmaforschung auf 1,3 Mrd. EUR. Den Löwenanteil hieran halten die Plate Reader, gefolgt von den Array Readern. Weiterhin sind die Zytometer und Kapillarelektrophoresegeräte (DNA Sequenzer) hier einbezogen.

<sup>46</sup> Strategy With Vision (SWV), zitiert im Jahresbericht 2005 der SHAMIR OPTICAL INDUSTRY LTD.

<sup>47</sup> Unter diesem Begriff subsumiert Spectrum Consulting die weiteren chirurgischen Anwendungen.

## Marktprognose

Für die OT-Produkte im Bereich Medizintechnik und Life Science wird insgesamt erwartet, dass der Weltmarkt von 18,6 Mrd. EUR (2005) auf 38,8 Mrd. EUR (2015) anwächst, entsprechend einer Zuwachsrates von 7,6 % pro Jahr. Ohne die Augenoptik (Brillengläser und Kontaktlinsen) liegt das erwartete Wachstum bei 10,5 % pro Jahr, von 9,6 Mrd. EUR im Jahr 2005 auf 26,1 Mrd. EUR im Jahr 2015.

Die Wachstumsraten im weltweiten Endoskopmarkt lagen in der jüngeren Vergangenheit bei 7 % pro Jahr, und auch zukünftig wird mit einer Fortsetzung dieser Wachstumsraten gerechnet. Die Wachstumsraten werden unterstützt durch den zunehmenden Bedarf an endoskopischen Untersuchungen und chirurgischen Eingriffen durch die alternde Gesellschaft. Abschwächend auf die Wachstumsraten wirkt dagegen die Konkurrenz durch andere Diagnoseverfahren. So könnten labordiagnostische Screeningverfahren endoskopische Verfahren teilweise ersetzen. Andererseits ist dann bei positivem Befund wieder eine endoskopische Untersuchung notwendig. Außerdem werden Endoskope nicht nur zur Diagnose, sondern auch zur Behandlung eingesetzt.

Der Weltmarkt für Brillengläser wächst mit einer Rate von 3,5 % pro Jahr, von 23,5 Mrd. USD im Jahr 2003 auf 29,8 Mrd. USD im Jahr 2010 (Einzelhandelsumsatz)<sup>50</sup>. Legt man dieselbe Wachstumsrate langfristig für die Herstellerumsätze zugrunde, dann ergibt sich für 2015 ein Marktvolumen von 12,7 Mrd. EUR.

In den letzten 10 Jahren wuchs der Markt für Medizinelasersysteme von 0,65 Mrd. EUR auf 1,3 Mrd. EUR (2005), entsprechend einer mittleren jährlichen Zuwachsrates von 7,3 %. Das Wachstum wurde vor allem von den kosmetischen Lasersystemen und den refraktiven Laserchirurgiesystemen getragen. Während sich in diesen Bereichen das Wachstum abschwächt, kommen weiterhin Wachstumssignale vom ophthalmologischen Markt, der aufgrund der alternden Gesellschaft Wachstumsraten von 5 % bis 10 % verspricht.

Für die Lichtmikroskope und Operationsmikroskope wird in den kommenden Jahren fortgesetztes Weltmarktwachstum von 11 % jährlich erwartet<sup>51</sup>.

Bei den Array Readern hängt die zukünftige Marktentwicklung vom Einsatz in der Labormedizin ab (bisher Anwendungen in der Wirkstoffforschung). Wenn häufige Krankheiten damit zu vertretbaren Kosten diagnostiziert werden

können, dann ist hier ein beträchtliches Marktpotenzial zu erwarten, und Wachstumsraten von mehr als 20 % sind auch langfristig möglich. Für Plate Reader wird weiteres Wachstum in der in der Wirkstoffforschung erwartet, wobei die Zuwachsrates längerfristig im hohen einstelligen Bereich erwartet werden.

## Marktanteile

Bei den starren Endoskopen sind Karl Storz, Olympus und Richard Wolf Weltmarktführer. Zwei der drei Firmen sind in Deutschland beheimatet, die dritte produziert auch am Standort Deutschland starre Endoskope. Dagegen dominieren bei den flexiblen Endoskopen die japanischen Hersteller Olympus, Pentax und Fujinon. Im Segment Brillengläser und Kontaktlinsen gilt das französische Unternehmen Essilor als Weltmarktführer. In Deutschland sind Carl Zeiss Vision und Rodenstock wichtige Produzenten. Im Segment Lasertherapiegeräte und Laser dominieren amerikanische Unternehmen, die hier Vorteile aus der Größe des heimischen Nachfragemarktes ziehen. Deutsche Unternehmen sind stark im Teilssegment Ophthalmologie. Im Segment Medical Imaging Systeme dominiert das japanische Unternehmen Fuji Film (CR Systeme). Am Standort Deutschland produziert das belgische Unternehmen Agfa. Im Segment Mikroskope und Operationsmikroskope ist Carl Zeiss stark vertreten. Weiterhin ist das schweizerische Unternehmen Leica Microsystems vertreten, das teilweise am Standort Deutschland produziert. Insgesamt weist Japan das größte Produktionsvolumen auf, mit den Produzenten Olympus und Nikon. Im Segment Plate- und Array-Reader dominieren amerikanische Unternehmen, ebenso wie bei Kapillarelektrophoresesystemen und DNA Sequenzern.

## Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Insgesamt erzielen am Standort Deutschland produzierende Unternehmen im Bereich Medizintechnik und Life Science einen Umsatz von 2,9 Mrd. EUR. Die Segmente mit hohen Umsätzen sind die Endoskopie, die Mikroskopie und die Augenoptik. Weiterhin werden nennenswerte Umsätze in den Segmenten Therapielasersysteme und -laserquellen, sowie Medical Imaging und diagnostische Systeme erzielt. Im Segment Lasertherapiegeräte haben deutsche Unternehmen Stärken in der Ophthalmologie. So werden Excimerlaser für die refraktive Chirurgie überwiegend in Deutschland

<sup>48</sup> Laser Focus World, Januar 2006

<sup>49</sup> Laser Focus World, Februar 2006

<sup>50</sup> Strategy With Vision (SWV), zitiert im Jahresbericht 2005 der SHAMIR OPTICAL INDUSTRY LTD.

<sup>51</sup> Frost und Sullivan, zitiert in Drug Researcher.com, 20. Juni 2005

hergestellt, ebenso wie ein bedeutender Teil der Systeme. Wenig vertreten ist der Standort Deutschland im Segment der Plate- und Array-Reader, der Kapillarelektrophorese-systeme und DNA-Sequenzier.

Das Statistische Bundesamt weist für einige der hier interessierenden Produkte Produktionsdaten aus:

- Für Endoskope wird für das Jahr 2005 ein Produktionsvolumen von 324 Mio. EUR (487.000 Stück) ausgewiesen. Die Daten berücksichtigen jedoch nur die Endoskope selbst, und beispielsweise nicht die Kamera- und Dokumentationskomponenten.
- Für Brillengläser und Kontaktlinsen wird ein Produktionswert von 680 Mio. EUR ausgewiesen. Für die Interpretation der Daten ist zu berücksichtigen, dass Rohlinge kundennah endbearbeitet werden (in verschiedenen Ländern).

Am Standort Deutschland sind bei produzierenden Unternehmen insgesamt 17.400 Personen beschäftigt, wobei wiederum der Löwenanteil von 14.300 Beschäftigten auf die Segmente Endoskopie, die Mikroskopie und die Augenoptik entfällt. Weiterhin sind jeweils in der Größenordnung von 1.500 Personen in den Segmenten Therapielasersysteme und -lasersquellen sowie Medical Imaging und diagnostische Systeme beschäftigt.

Im Bereich der Medizintechnik und Life Science produzieren ausländische Unternehmen im Umfang von ca. 500 Mio. EUR am Standort Deutschland, bei den Lasertherapiegeräten und Medizinlasern, bei Mikroskopen, und im Bereich Medical Imaging.

## Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Für die Entwicklung der Umsätze in der Vergangenheit sind mehrere Zeitreihen des Statistischen Bundesamtes verfügbar:

- Das Produktionsvolumen für Mikroskope in Deutschland ist von 81 Mio. EUR (1995) auf 340 Mio. EUR (2005) angestiegen<sup>52</sup>, d. h. mit 15,4% pro Jahr.
- Das Produktionsvolumen für Endoskope in Deutschland wuchs in den letzten zehn Jahren mit rund 5% pro Jahr.
- In den letzten zehn Jahren wuchs die Produktion von Brillengläsern und Kontaktlinsen in Deutschland von 600 Mio. EUR auf 679 Mio. EUR an, entsprechend einer jährlichen Wachstumsrate von 1,2%. Es sei jedoch noch einmal auf die schon angesprochene Problematik der Erfassung der Rohlinge hingewiesen.

Insgesamt wird für den Umsatz am Standort Deutschland eine Wachstumsrate von 6,4% pro Jahr erwartet. Dieser Wert ist etwas geringer als die Zuwachsrate für den Weltmarkt.

Die Gründe für die etwas geringere Zuwachsrate sind wie folgt:

- Wichtige Wachstumssegmente, wie OT-Systeme für die Biotechnologie und Pharmaforschung, sind von deutschen Unternehmen vergleichsweise schwach besetzt.
- Bei Standardprodukten drückt „billige“ Konkurrenz.
- Die großen Marktsegmente erfordern eine globale Aufstellung, unter Einschluss des führenden nordamerikanischen Marktes und Asiens. Zu einer solchen Aufstellung sind einerseits nur wenige deutsche Hersteller in der Lage. Andererseits kann die globale Aufstellung im Einzelfall auch die Produktion an Auslandsstandorten erfordern.
- Teilweise fehlen wichtige Technologien. So kommen 100% der Bildsensoren für die im Markt vordringenden Kameraendoskope aus Japan. Damit fällt zum einen ein beträchtlicher Teil der Wertschöpfung im Ausland an, zum anderen ist die veränderte Segmentierung des Technologieportfolios ein Angriffspunkt für neue Marktteilnehmer.

Das Beschäftigungswachstum am Standort Deutschland wird bei 3,0% erwartet, und liegt damit 3,4% Prozentpunkte tiefer als das Umsatzwachstum. Die Gründe für die geringere Zunahme sind der erwartete Produktivitätsfortschritt sowie die weiter zunehmende Internationalisierung von Vertrieb und Vertriebsunterstützung.

<sup>52</sup> Mikroskope ohne Teile und Zubehör. Die Daten des Statistischen Bundesamtes erfassen vermutlich auch nicht alle Mikroskope und OP-Mikroskope.

## 5 Optische Kommunikationstechnik

Optische Kommunikationstechnik – Produkte und Weltmarkt		
Produkte	Weltmarkt 2005 in Mrd. EUR	Weltmarkt 2015 in Mrd. EUR
Systeme	9,9	24,0
Komponenten	2,1	7,0
<b>Summe</b>	<b>12,0</b>	<b>31,0</b>

Optische Kommunikationstechnik – Kennzahlen Standort Deutschland *	
Umsatz Standort Deutschland 2005 in Mrd. EUR	0,85
Auslandsproduktion dt. Unternehmen	gering
Inlandsproduktion ausl. Unternehmen	gering
Anzahl Beschäftigte in Deutschland im Jahr 2005	3.700
Akademikeranteil	20%
Exportanteil ex Standort Deutschland	80%
F&E Quote	12%
Beschäftigte im Zulieferbereich in Deutschland im Jahr 2005	gering
Erwartung Umsatz Standort Deutschland im Jahr 2015 in Mrd. EUR	1,9
Erwartung Beschäftigung in Deutschland im Jahr 2015 (ohne Zulieferung)	5.000

\*) Die Daten für Deutschland sind Schätzungen, da ein wichtiger Marktteilnehmer nur einen geringen Teil der benötigten Daten beitrug.

### Produkte

Die Produkte der optischen Kommunikationstechnik umfassen die Netzwerkausrüstung für die Datenübertragung via Glasfasern. Die optische Datenübertragung kommt vor allem zum Einsatz in der Telekommunikation, aber auch in weiteren Bereichen wie lokalen Netzwerken (LANs), Kabel-TV (CATV) und Closed Circle TV (CCTV). Das mit Abstand größte Anwendungsgebiet, die Telekommunikation, umfasst ihrerseits die Segmente der Fernübertragung (Verbindung großer Städte), des Metrobereichs (Übertragung innerhalb der Städte) und des Accessbereichs. Ein wesentliches technisches Merkmal der Fernübertragung ist die Datenrate. Durch Einspeisen mehrerer Laserwellenlängen, sogenanntes Wavelength Multiplexing (WDM oder DWDM), werden pro optischer Faser Datenraten von heute 10 Gbit pro Sekunde erreicht, 40 Gbit/Sekunde und 100 Gbit/Sekunde sind angepeilt. Im Accessbereich kann die optische Verbindung bis zum „Street-Cabinet“ (Fiber to the Node – FTTN) reichen, oder als Fiber to the Premise (FTTP) bis zum Gebäude (Fiber to the Building – FTTB) oder zum einzelnen Kunden (Fiber to the Home – FTTH). Für den Accessbereich sind kostengünstige Lösungen erforderlich.

Die passiven optischen Netzwerke (PONs) bieten hier Lösungen, für die inzwischen auch Standards etabliert wurden.

Die optische Übertragungstechnik ist heute im Fern- und Metrobereich etabliert. Im Accessbereich dominieren noch stark Kupferkabel. Vor allem in Asien, allen voran Japan, werden optische Verbindungen vermehrt auch bis zum Kunden (FTTH) installiert. In Nordamerika haben sich große Netzbetreiber (Verizon, AT&T) jetzt für die vermehrte Installation optischer Technologie im Accessbereich entschieden (FFTN, FTTB, FTTH).

## Weltmarkt

Der Weltmarkt für optische Netzwerkausrüstung betrug im Jahr 2005 8,9 Mrd. EUR (11 Mrd. USD)<sup>53,54</sup>.

Dies umfasst folgende Systeme:

- **WDM** (Langstrecken- und Metro-Transportsysteme, die Wellenlängenmultiplexing einsetzen). WDM-Systeme haben einen zunehmenden Anteil, der zur Zeit bei ca. einem Drittel liegt (ca. 3 Mrd. EUR).
- **Sonet/SDH** (die „klassischen“ optischen Übertragungssysteme) sowie OED/MSPP (weiterentwickelte, neue Systemgeneration).
- **DCS, OCS** (Bandbreitenmanagementsysteme).

Hinzu kommen die optische Netzwerkausrüstung für die PONs<sup>55</sup> und die optischen Ethernetsysteme, die vor allem in lokalen Netzwerken eingesetzt werden, zukünftig aber auch vermehrt in die Telekommunikation Eingang finden werden. Mit den Beiträgen dieser beiden Segmente betrug der Markt für optische Kommunikationssysteme im Jahr 2005 knapp 10,0 Mrd. EUR. Der Weltmarkt für Komponenten der optischen Kommunikation betrug ca. 2,1 Mrd. EUR (2,6 Mrd. USD)<sup>56,57</sup>. Wichtige Komponenten sind die Transmitter und Receiver sowie die optischen Faserverstärker. Weitere Komponenten sind beispielsweise optische Koppler, Isolatoren, Abschwächer oder planare Wellenleiter-Schaltungen.

## Marktprognose

Mitte der neunziger Jahre lagen die Umsätze in der optischen Netzwerkausrüstung noch unter 5 Mrd. EUR. Während des Telecom-Hype stieg der Markt für optische Netzwerkausrüstung in den Jahren 1999 und 2000 auf ca. 30 Mrd. EUR (30 Mrd. USD<sup>58</sup>) an, um dann bis 2003 auf 6,8 Mrd. EUR (7,6 Mrd. USD<sup>59</sup>) zu fallen. In den Folgejahren litt die Nachfrage unter den Folgen dieser Entwicklung, durch überdimensionierte Netzwerke und durch hochverschuldete Netzbetreiber, denen das Geld für Investitionen fehlte. Dennoch erholte sich

der Markt in den Jahren 2004 bzw. 2005 auf 9,8 Mrd. USD bzw. 11,0 Mrd. USD, getrieben vom wiederauflebenden Bandbreitenbedarf, jetzt auch im Metrobereich.

Mittelfristig sind die Erwartungen an das Marktwachstum wie folgt:

- Das Marktforschungsunternehmen IDC erwartet für Systeme der optischen Netzwerkausrüstung für den Zeitraum 2005 bis 2010 ein Marktwachstum von 12 % pro Jahr.
- Der Markt für optische Kommunikationskomponenten soll von 2,9 Mrd. USD im Jahr 2005 auf 6,1 Mrd. EUR (7,6 Mrd. USD) im Jahr 2012 steigen<sup>60</sup> entsprechend einem jährlichen Wachstum von 12,7 %.
- Infonetics erwartet bis zum Jahr 2009 für PON FTTH ein Marktvolumen von 2,4 Mrd. EUR (3,0 Mrd. USD)<sup>61</sup>, bei einem Anstieg der „PON Ports“ von 2,2 Millionen Einheiten im Jahr 2005 auf 13,4 Millionen Einheiten im Jahr 2009.
- CIR erwartet bis zum Jahr 2011 ein Marktvolumen von 2,2 Mrd. EUR (2,7 Mrd. USD) für optische Ethernetausrüstung<sup>62</sup>.

Dies ergibt für Systeme und Komponenten die Erwartung eines Marktvolumens von 21 Mrd. EUR für das Jahr 2010. Ausgehend vom derzeitigen Volumen von 12 Mrd. EUR entspricht dies einem mittleren jährlichen Wachstum von 11,8 %. Dies ist in Übereinstimmung mit der Einschätzung der Experten, dass sich die derzeitigen Wachstumsraten um die 10 %-Marke fortsetzen werden, und innerhalb dieser Marktvolumina auch eine FTTH-Versorgung möglich sein wird.

<sup>53</sup> Ovum-RHK, zitiert in Red Viking Journal, 21. Februar 2006

<sup>54</sup> Die Schätzungen differieren bis zu +/- 25 %, je nach Marktforschungsunternehmen.

<sup>55</sup> Infonetics Research, zitiert in Marketwatch from Dow Jones, 5. Oktober 2006

<sup>56</sup> Wintergreen Research Group, 2006, Optical Component Market Opportunities, Strategies and Forecasts, 2006 to 2012

<sup>57</sup> RHK, zitiert in CompoundSemiconductor.net, 20. Januar 2004

<sup>58</sup> RHK, Interview Stéphane Téral, RHK, in global-electronics.net anlässlich der Fibercom 2005 in München

<sup>59</sup> KMI Research, Optical Networking: Worldwide Equipment Markets Update, August 2004

<sup>60</sup> Wintergreen Research Group, 2006, Optical Component Market Opportunities, Strategies and Forecasts, 2006 to 2012

<sup>61</sup> Infonetics Research, zitiert in Marketwatch from Dow Jones, 5. Oktober 2006

<sup>62</sup> CIR, Pressemitteilung vom 25. Mai 2006

## Marktanteile

Das Marktforschungsunternehmen RHK schätzt die Weltmarktanteile im Systembereich für 2005 wie folgt ein<sup>63</sup>:

- 23 % Alcatel-Lucent (Frankreich), wovon 16 % auf die frühere Alcatel und 7 % auf Lucent entfallen.
- 10 % Huawei (China)
- 10 % Nortel (Canada)
- 9 % Fujitsu (Japan)
- 7 % Tellabs (USA)
- 6 % Ericsson (Schweden)
- 6 % Siemens (Deutschland)
- 5 % Cisco (USA)
- 5 % NEC (Japan)
- 19 % Sonstige

Auf der Komponentenseite sah RHK im Jahr 2004 die Firmen JDSU und Agilent als Marktführer, mit jeweils ca. 15 % Weltmarktanteil, vor Sumitomo, Finisar, Bookham und Infineon, jeweils mit 6 % bis 8 % Marktanteil. Inzwischen hat sich Infineon weitgehend aus diesem Markt zurückgezogen und verkaufte Aktivitäten teilweise an die taiwanesisische EZConn und die amerikanische Finisar.

## Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Im Jahr 2005 waren in der Produktion von Systemen und Komponenten der Optischen Telekommunikation in Deutschland ca. 3.700 Mitarbeiter beschäftigt (Umsatz 850 Mio. EUR)<sup>64</sup>.

Siemens fertigt Systeme für den WDM-Bereich und bietet Komplettlösungen von der Fernübertragung bis zum Accessbereich an. Adva Optical, ebenfalls ein börsennotiertes Unternehmen, hat sich im Bereich der Metrosysteme positioniert.

Ca. 20 weitere Unternehmen fertigen oder entwickeln in Deutschland. Hierzu gehören auch die deutschen Standorte von Alcatel-Lucent und Ericsson-Marconi. Letztere gingen nach Übernahmen aus den ehemaligen Unternehmen SEL, PKI und ANT (Bosch Telekom) hervor. In der Folge der Übernahmen fanden an diesen Standorten Personalreduzierungen statt. Die Standorte sind heute überwiegend im Bereich F&E tätig.

## Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Die Prognose des zukünftigen Umsatzes und der Beschäftigung am Standort Deutschland beinhaltet auch eine Spekulation auf die Standortpolitik des neuen Gemeinschafts-Unternehmens von Siemens und Nokia zur Netzwerkausrüstung. Losgelöst von einzelnen Unternehmen ist zu hoffen, dass der Standort die bestehenden Marktanteile nunmehr weitgehend verteidigt, auch bei zunehmenden Anteilen des preissensitiven FTTH-Marktes. Die Beschäftigung wird in diesem Bereich deutlich weniger zunehmen als der Umsatz, da voraussichtlich ein zunehmender Teil der Komponenten, Module und Subsysteme importiert werden wird.

<sup>63</sup> RHK, zitiert in Telephony Online, 3. April 2006

<sup>64</sup> Werte beruhen teilweise auf Schätzungen, da wichtige Unternehmen nur einen Teil der benötigten Daten beitrugen.

## 6 Informationstechnik und Drucktechnik

Informationstechnik – Produkte und Weltmarkt		
Produkte	Weltmarkt 2005 in Mrd. EUR	Weltmarkt 2015 in Mrd. EUR
Optische Speicherlaufwerke	8,5	18,0
Digitalkameras, Camcorder, Scanner	19,5	28,0
Barcodelesegeräte	1,3	2,5
Laserdrucker und -kopierer, Faxgeräte, Multifunktionsdrucker	7,6	10,2
Print-on-Demand-Systeme (POD)	2,5	5,0
Systeme der Drucktechnik	1,1	2,8
Laserquellen für die Informationstechnik	1,6	3,5
Bildsensoren	5,6	18,0
<b>Summe</b>	<b>47,7</b>	<b>88,0</b>

Drucktechnik – Weltmarkt und Kennzahlen Standort Deutschland	
Weltmarkt im Jahr 2005 in Mrd. EUR	1,1
Erwarteter Weltmarkt im Jahr 2015 in Mrd. EUR	2,8
Umsatz Standort Deutschland 2005 in Mrd. EUR	0,15
Auslandsproduktion dt. Unternehmen	gering
Inlandsproduktion ausl. Unternehmen	gering
Anzahl Beschäftigte in Deutschland im Jahr 2005	1.000
Akademikeranteil	45 %
Exportanteil ex Standort Deutschland	80 %
F&E Quote	20 %
Beschäftigte im Zulieferbereich in Deutschland im Jahr 2005	gering
Erwartung Umsatz Standort Deutschland im Jahr 2015 in Mrd. EUR	0,75
Erwartung Beschäftigung in Deutschland im Jahr 2015 (ohne Zulieferung)	3.000
Erwartung Beschäftigung in Deutschland im Jahr 2015 (inkl. Zulieferung)	3.700

Unter dem Bereich Informationstechnik werden hier die Segmente der Konsumelektronik, der Büroautomation und der Drucktechnik zusammengefasst. Deutsche Unternehmen sind nur in der Drucktechnik in nennenswertem Umfang ver-

treten. Daher wird im Folgenden der Weltmarkt der OT in der Informationstechnik im Überblick dargestellt. Im Anschluss daran folgt eine detaillierte Betrachtung der Drucktechnik.

## 6.1 Informationstechnik

Das Produktspektrum der OT in der Informationstechnik umfasste im Jahr 2005 ein Weltmarktvolumen von 47,7 Milliarden EUR.

Dazu trugen folgende Segmente bei<sup>65</sup>:

- **Dateneingabegeräte** mit einem Weltmarktvolumen von 20,8 Mrd. EUR. Dies sind die Digitalkameras und Camcorder, die Scanner, sowie die Barcodelesegeräte.
- **Datenausgabegeräte** mit einem Volumen von 10,1 Mrd. EUR. Dies sind die Laserdrucker, Fax- und die Multifunktionsdrucker, sowie die Print-on-Demand-Systeme<sup>66</sup> (POD).
- **Optische Datenspeichergeräte** mit einem Marktvolumen von 8,5 Mrd. EUR. Diese umfassen Laufwerke für den PC-Bereich sowie für den Audio- und Videobereich<sup>67</sup>.
- **OT-Systeme** für die Drucktechnik mit einem Marktvolumen von 1,1 Mrd. EUR (vgl. Details weiter unten).
- **Optische Komponenten** für die Büroautomation und Konsumelektronik mit einem Weltmarktvolumen von 7,2 Mrd. EUR. Dies umfasst die Bildsensoren und die Laserquellen. Der Beitrag der Laserquellen in Höhe von 1,6 Mrd. EUR rührt überwiegend vom Einsatzbereich der optischen Datenspeichergeräte her.

Im Jahr 2015 wird ein Weltmarktvolumen für die Systeme und Komponenten von 88,0 Mrd. EUR erwartet. Dies entspricht einer mittleren jährlichen Zuwachsrate von 6,3 % für den Zeitraum 2005 bis 2015.

Für die einzelnen Systeme und Komponenten wird ein Marktvolumen wie folgt erwartet:

- **Eingabegeräte:** 30,5 Mrd. EUR, entsprechend einer mittleren jährlichen Zuwachsrate von 3,9%. Die Marktdurchdringung der schwergewichtig hier enthaltenen Digitalkameras und Camcorder ist inzwischen hoch.
- **Ausgabegeräte:** 15,2 Mrd. EUR, entsprechend einem mittleren jährlichen Wachstum von 4,2%. Das Marktwachstum bei den Laserdruckern und MFPs ist gering, Print-on-Demand-Systeme weisen dagegen deutliches Marktwachstum auf.

- **Optische Datenspeichergeräte** kommen auf ein Marktvolumen von 18 Mrd. EUR, entsprechend einem mittleren jährlichen Wachstum von 7,8%. Die im Vergleich zu der Entwicklung in den letzten zehn Jahren optimistische Prognose geht von einer breiten Anwendung der neuen, mit blau-emittierenden Lasern ausgerüsteten Speicherlaufwerke aus (PC, Video, Playstations).
- **OT-Systeme für die Drucktechnik:** 2,8 Mrd. EUR (vgl. Details weiter unten).
- **Optische Komponenten** für die Büroautomation und Konsumelektronik: 21,5 Mrd. EUR, entsprechend einem mittleren jährlichen Wachstum von 11,6%. Das Wachstum wird wesentlich getragen von den Bildsensoren, die zunehmend auch in Geräten zum Einsatz kommen, die hier nicht als OT-Systeme betrachtet werden. Dies sind beispielsweise Mobiltelefone und Notebooks. Aber auch die Laser für die optischen Datenspeichergeräte sollten von dem dort erwarteten Nachfrageanstieg profitieren.

Die umsatzstärksten Produkte sind Digitalkameras/Camcorder, optische Datenspeichergeräte, Laserdrucker/MFPs/POD-Systeme, sowie die Bildsensoren. Im Folgenden soll daher der Markt dieser Produkte näher betrachtet werden.

*Digitalkameras und Camcorder:*

Nach einer Studie von InfoTrends/CAP Ventures betrug im Jahr 2004 der Weltmarkt für Digitalkameras 19 Mrd. EUR (24 Mio. USD)<sup>68</sup>. Bis zum Jahr 2009 wurde ein Wachstum auf 31 Mrd. USD (25 Mrd. EUR) prognostiziert. Der japanische Industrieverband OITDA geht davon aus, dass die Märkte für Digitalkameras und Camcorder nach 2010 sich im Wesentlichen entsprechend dem Weltwirtschaftswachstum entwickeln werden<sup>69</sup>. Der OITDA geht davon aus, dass High-End-Digitalkameras und Camcorder zu einer Geräteklasse verschmelzen werden, während Low-End-Digitalkameras mit anderen Geräteklassen wie etwa Mobiltelefonen verschmelzen werden. Die Produkte Camcorder, Digitalkamera und Mobiltelefonkamera werden auch unter der Überschrift „Mobile Imaging“ zusammengefasst. Mobiltelefone werden in der vorliegenden Untersuchung jedoch nicht als optische Systeme gezählt, da sie in erster Linie der Kommunikation dienen. Allerdings werden die verbauten Bildsensoren, Displays und optischen Kom-

<sup>65</sup> Den genannten Marktvolumina liegen Herstellerpreise zugrunde. Damit schließen sich die Daten an die Produktionsstatistiken der Verbände in Japan und Taiwan an.

<sup>66</sup> Laserdrucker mit einer Druckleistung von 24+ Seiten pro Minute werden als POD-Systeme bezeichnet.

<sup>67</sup> Die kompletten Audio- und Videogeräte werden hier wertmäßig nicht berücksichtigt.

<sup>68</sup> InfoTrends CAP Ventures, zitiert in Lets Go Digital, 17. Dezember 2004

<sup>69</sup> „Vision for Optoelectronic Industry in the Future–Evolution and Development“, OITDA, 2002

ponenten in den entsprechenden Segmenten berücksichtigt. Die weltweiten Marktführer im Jahr 2004 (bei insgesamt 74 Millionen verkauften Kameras) waren Canon (17,1%), Sony (16,7%), Kodak (11,8%)<sup>70</sup>. Auch Olympus und Fuji halten hohe Marktanteile.

#### *Optische Datenspeichergeräte:*

Der Weltmarkt für optische Datenspeicherlaufwerke betrug im Jahr 2005 ca. 270 Mio. Stück im Wert von 8,5 Mrd. EUR. Diese Werte lassen sich auf Basis der Produktionsstatistik des japanischen Branchenverbandes OITDA<sup>71</sup> und des taiwanesischen Marktforschungsunternehmens MIC<sup>72</sup> abschätzen. In den letzten zehn Jahren ist das Marktvolumen für optische Datenspeicherlaufwerke nur wenig angestiegen, obwohl die Stückzahlen immens zugenommen haben und die Laufwerke technisch stark weiterentwickelt wurden. Insbesondere wurde die Speicherkapazität erhöht (früher CD jetzt DVD) und die Funktionen ausgeweitet (Lesen, Schreiben, Wiederbeschreiben, höhere Geschwindigkeit). Der weitgehend stagnierende Markt war eine Folge des Preisverfalls und der Konkurrenztechnologien, die auf die Nachfrage drücken. Im PC-Bereich sind dies die Festplatten, die ihr Marktvolumen deutlich expandieren konnten, sowie die neu hinzugekommenen Flash-Speicher. Im Audiobereich haben die MP3-Player die CD-Player inzwischen bezüglich des Marktvolumens überholt. Die Hoffungen der Hersteller ruhen nunmehr auf der nächsten Generation optischer Datenspeicherlaufwerke (DD-DVD bzw. BlueRay) sowie längerfristig auf optischen Volumenspeichern. In Taiwan sind ca. zehn Hersteller beheimatet (Marktführer sind BenQ und Asustek), eine ähnliche Anzahl von Herstellern in Japan. Hinzu kommen Samsung und LG aus Korea und Philips aus den Niederlanden, so dass weltweit rund 25 Hersteller verzeichnet werden.

#### *Laserdrucker und -kopierer, Faxgeräte, MFPs, POD-Systeme:*

Der Laserdruckermarkt hat sich in den letzten Jahren stark gewandelt. Neben Monochromlaserdruckern werden jetzt auch Farblaserdrucker in großen Stückzahlen produziert. In beiden Marktsegmenten gingen die Preise stark zurück, die Produzenten erzielen einen großen Teil des Umsatzes mit Verbrauchsmaterial. Gleichzeitig ist der Markt für Multifunk-

tionsdrucker (MFP) stark angestiegen (Drucken, Scannen, Kopieren, Faxen). Im Jahr 2005 dominierten weltweit die Monochromlaserdrucker (ca. 14 Millionen Stück verkauft im Jahr 2005), vor den Farblaserdruckern (3 Millionen verkaufte Einheiten)<sup>73</sup>. Bei den MFPs dominieren derzeit Geräte mit Ink-Jet-Druck-Ausgabe. IDC sieht für 2005 ein weltweites Marktvolumen für MFPs von 52 Mio. Stück. Knapp 50 % aller weltweit verkauften Laserdrucker stammen von HP, 10,5 Millionen Geräte soll der Hersteller 2005 verkauft haben. Auf Platz zwei folgen Samsung (8,7 % Marktanteil), Lexmark (5,9 %), Brother (5,5 %) und Canon (5,4 %). In den letzten zehn Jahren ist der Markt für Laserdrucker nach Wert aus den genannten Gründen kaum gewachsen. IDC sieht bei MFPs bis zum Jahr 2010 weltweit ein durchschnittliches jährliches Stückzahlwachstum von 9,6 %. Geht man davon aus, dass der Preisverfall bei den Geräten zukünftig weniger drastisch fortschreitet, dann sollte sich auch wertmäßig wieder Wachstum einstellen.

Deutliches Wachstum zeigt dagegen der Markt für Print-on-Demand-Systeme. Die Produktpalette reicht von Laserdruckern mit hohem Durchsatz bis zu Laser-Digitaldrucksystemen, die Offsetfarben verwenden (Beispiel HP/Indigo). Auch Tintenstrahlssysteme kommen zum Einsatz (Beispiel Xeikon). Entsprechend reicht die Preisspanne von unter 2.000 EUR bis zu über 100.000 EUR. InfoTrends schätzt, dass 2005 in den Nordamerika in rund 50.000 Betriebsstätten (Print Shops, In Plant Printing) 183.000 Systeme installiert waren<sup>74</sup>, und dass Nordamerika rund 40% der weltweiten Installation umfasst<sup>75</sup>. Dieser Markt wächst mit Zuwachsraten von rund 10 % pro Jahr. Gerätehersteller sind Xerox, HP, Konica-Minolta, Canon, Ricoh oder Kodak.

*Digitale Bildsensoren* erzielten laut IC Insights<sup>76</sup> im Jahr 2005 einen Umsatz von ca. 5,1 Mrd. EUR (6,3 Mrd. USD), entsprechend 1,5 Mrd. Stück. Seit 2001 ist der Markt von 0,91 Mrd. EUR (94.000 Stück) damit stark angestiegen. Der Durchschnittspreis im Jahr 2005 betrug demnach 3,40 EUR. Seit 2005 werden mehr CMOS-Sensoren verkauft als CCDs<sup>77</sup>. IC Insights erwartet, dass schon 2008 CMOS-Sensoren mehr als 90 % Marktanteil haben werden. Bis zum Jahr 2010 soll der Markt für digitale Bildsensoren laut IC Insights auf 10,3 Mrd.

<sup>70</sup> IDC, zitiert in Chip Online, 15.4.2005

<sup>71</sup> OITDA Activity Report, Vol. 19

<sup>72</sup> Market Intelligence Center (MIC), Pressemitteilung vom 4. Januar 2006

<sup>73</sup> EMC Guide, 29.05.2006

<sup>74</sup> Infotrends, The Future of Black & White Production Digital Printing, April 2007

<sup>75</sup> Infotrends CAP Ventures, Vortrag Charlie Corr, Infotrends CAP Ventures, auf der POD Japan, 5. Oktober 2005

<sup>76</sup> 2006 O-S-D Report, IC Insights, 2006

<sup>77</sup> In-Stat/MDR, Pressemitteilung vom 28. Oktober 2004

EUR (12,8 Mrd. USD) steigen (3,6 Milliarden Stück), entsprechend einem mittleren jährlichen Wachstum von 15,1%. Durch die niedrigen Stückpreise können Bildsensoren in einer Vielzahl von Geräten integriert werden („embedded applications“). Bei den CCD-Sensoren führen Sharp, Sony, Toshiba und Matsushita den Markt an. CMOS-Sensoren werden in den USA, in Taiwan und in Japan hergestellt. Hier spielen auch „fabless“ Hersteller (Auftragsfertigung) und Wafer Foundries eine wichtige Rolle. Auch EMS-Unternehmen spielen eine zunehmende Rolle in diesem Markt. So ist Flextronics, nach Übernahme des Geschäftsfeldes von Agilent, ein wichtiger Hersteller von Kameramodulen geworden.

## 6.2 Drucktechnik

### Produkte

Die Drucktechnik wurde in den letzten Jahrzehnten zunehmend digitalisiert. Die zu druckenden Inhalte (Text und Grafik) werden digital erstellt. Für die Bebilderung der Druckzylinder spielen OT und Lasertechnik eine wichtige Rolle.

Man unterscheidet verschiedene Druckverfahren:

- Der Offsetdruck ist am weitesten verbreitet (Weltmarktanteil gut 40 %). Die dominierenden Anwendungen sind der Akzidenzdruck und der Zeitungsdruck.
- Der Tiefdruck steht für rund 20 %. Die wichtigsten Anwendungen dieses Hochauflagedruckverfahrens sind der Verpackungsdruck und der Illustrationsdruck (Kataloge, Zeitschriften in hoher Auflage).
- Der Flexodruck mit dem Hauptanwendungsbereich Verpackungsdruck.

Bei allen drei Druckverfahren spielen OT eine wichtige Rolle für die Bebilderung der Druckmaschine. Beim Offsetdruck wurde früher ein Film belichtet, der zur Belichtung der Druckplatte dient. Dieses Verfahren ist noch weit verbreitet, während große und teilweise mittlere Druckereien schon weitgehend auf die Direktbelichtung der Druckplatten (Computer-to-Plate, CTP) umgestellt haben. Die Bebilderung des Druckzylinders, der noch direktere Weg, wird dagegen in der Praxis noch kaum beschritten. Beim Tiefdruck werden neben den etablierten Diamantgravursystemen nunmehr auch Lasergravursysteme zur Bebilderung der Druckzylinder eingesetzt. Auch beim Flexodruck werden verschiedene Laserverfahren zur Bebilderung der Druckzylinder verwendet.

Die optischen Systeme in der Drucktechnik umfassen folgende Geräteklassen:

- **Im Offsetdruck** die Druckplattenbelichter, die Filmbelichter, die digitalen Druckmaschinen, sowie die Laser-Proofing-Systeme.
- **Im Tiefdruck** die Laser-Gravursysteme sowie Laser-Belichtungssysteme für Etch-Stop-Masken.
- **Im Flexodruck** die Lasergraviersysteme für die Druckzylinder.

### Weltmarkt und Marktprognose

Insgesamt standen die optischen Systeme in der Drucktechnik im Jahr 2005 für ein Marktvolumen von 1,1 Mrd. EUR. Der größte Teil hiervon entfiel auf die Systeme für den Offsetdruck, dies sind die CTP-Systeme und die digitalen Druckmaschinen<sup>78</sup>. Die Druckzylinderbebilderungssysteme für den Tiefdruck und für den Flexodruck trugen in geringerem Maße zum Marktvolumen bei.

Im Offsetdruck wird die direkte Belichtung von Druckplatten weiter vorschreiten. Grosse Druckereien in den Industrieländern haben bereits vollständig auf CTP umgestellt. Mittlere Druckereien in Industrieländern und führende Druckereien in Schwellenländern haben teilweise umgestellt. Digitale Offset-Druckmaschinen werden als prinzipiell sehr interessant eingestuft. Andererseits sind die bisher verfügbaren Lösungen aus Kostengründen und wegen ihrer begrenzten Vielseitigkeit nicht geeignet, diesen Markt stark zu expandieren. Hier sind neue technische Lösungen notwendig, die diese beiden Engpässe adressieren. Inwiefern solche Lösungen in den nächsten zehn Jahren verfügbar sein werden, wird von den Experten vorsichtig beurteilt. Schließlich bieten aufeinander abgestimmte CTP-Systeme und Druckmaschinen eine Systemlösung für denselben Markt. Dieser Zusammenhang macht auch deutlich, dass die Schnittstelle zur Druckvorstufe eine zunehmende Bedeutung für Positionierung der Druckmaschinenhersteller hat.

Im Flexodruck sind Laserbebilderungsverfahren schon weitgehend eingeführt. Im Tiefdruck haben optische Verfahren bislang nur zu einem kleinen Teil die (ebenfalls digitale) klassische Diamantgravur ersetzt. Hier sind die Investitionskosten für eine Lasergravuranlage um ein Vielfaches höher als für eine Diamantgravuranlage, bei gleichzeitig höherer Produktivität. Mit einem weiteren Fortschreiten der Lasergravur wäre daher eine Konzentration auf größere Bebilderungsdienstleister verbunden. Schließlich sei noch darauf

<sup>78</sup> Filmbelichter und konventionelle Druckplattenbelichter werden hier nicht betrachtet.

hingewiesen, dass es auch neue Ansätze zum Einsatz Optischer Technologien in der Druckindustrie gibt. So wird diskutiert, mit Lasern Druckfarbe selektiv zu trocknen, ohne den Energieaufwand zur Erhitzung des Papiers aufbringen zu müssen.

Bis zum Jahr 2015 wird für optische Systeme in der Drucktechnik ein Marktvolumen von nahezu 3 Mrd. EUR erwartet. Der Löwenanteil hiervon entfällt auf Systeme für den Offsetdruck, vor allem CTP-Systeme, aber auch digitale Druckmaschinen. Der Anteil der digitalen Druckmaschinen wird, wie weiter oben dargestellt, von deren Leistungsfähigkeit abhängen. Der Anteil für Systeme für den Tief- und Flexodruck wird bei rund 300 Mio. EUR erwartet. Auch neue Systeme, wie beispielsweise die erwähnten Lasertrocknungssysteme, können einen Beitrag zum zukünftigen Marktvolumen leisten.

### Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Deutschland ist traditionell führend im Bereich der Druckmaschinenherstellung. Damit verbunden sind Namen wie Heidelberger Druckmaschinen im Bogenoffset (Akzidenzdruck), MAN Roland im Rollenoffset (Zeitungsdruck) und König & Bauer im Tiefdruck. Auch im Bereich der Druckvorstufensysteme war Deutschland lange Zeit führend, doch gerade mit der Digitalisierung und dem Aufkommen der CTP-Systeme gingen Marktanteile verloren. Bei der Produktion von CTP-Systemen dominierten in der Folge Unternehmen aus Nordamerika und Japan. In jüngerer Zeit wurde hier wieder etwas Terrain zurückgewonnen. Auch bei den Druckzylinderbelichtern für den Flexodruck und Lasergraviersystemen für den Tiefdruck gibt es Produkte deutscher Unternehmen, wenn auch die Marktführer derzeit in Belgien, Japan und der Schweiz angesiedelt sind.

Derzeit sind in Deutschland ca. 1.000 Personen im Bereich der optischen Drucksysteme beschäftigt, in erster Linie im Bereich der Offset-Druckplattenbelichter. Wegen der geringen Zahl der hier tätigen Unternehmen werden keine Einzelheiten dargestellt.

### Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Auf der Basis der starken Position im Druckmaschinenbereich, und der wiedergewonnenen technologischen Stärken in der Druckvorstufe, sind die Voraussetzungen günstig für eine wieder wachsende Produktion von optischen Systemen für die Drucktechnik. Längerfristig ist hier wieder ein Weltmarktanteil deutscher Unternehmen von 25 % bis 30 % möglich, entsprechend einem Umsatzpotenzial von ca. 750 Mio. EUR. Dies entspricht einer Beschäftigung von 3.000 Mitarbeitern.

## 7 Beleuchtungstechnik

Beleuchtungstechnik – Produkte und Weltmarkt		
Produkte	Weltmarkt 2005 in Mrd. EUR	Weltmarkt 2015 in Mrd. EUR
Lampen	13,0	16,7
LEDs und OLEDs	5,5	14,2
<b>Summe</b>	<b>18,5</b>	<b>31,9</b>

Beleuchtungstechnik – Kennzahlen Standort Deutschland	
Umsatz Standort Deutschland 2005 in Mrd. EUR	2,3
Auslandsproduktion dt. Unternehmen	1,7
Inlandsproduktion ausl. Unternehmen	0,7
Anzahl Beschäftigte in Deutschland im Jahr 2005	10.000
Akademikeranteil	15%
Exportanteil ex Standort Deutschland	75%
F&E Quote	5,2%
Beschäftigte im Zulieferbereich in Deutschland im Jahr 2005	gering
Erwartung Umsatz Standort Deutschland im Jahr 2015 in Mrd. EUR	3,7
Erwartung Beschäftigung in Deutschland im Jahr 2015 (ohne Zulieferung)	10.000
Erwartung Beschäftigung in Deutschland im Jahr 2015 (inkl. Zulieferung)	10.000

### Produkte

Lampen und LEDs erzeugen Licht aus elektrischer Energie. Wichtige Kriterien hierbei sind der Wirkungsgrad und die Wellenlänge (Farbe) des ausgestrahlten Lichts. Alle Lampen und LEDs wandeln nur einen Teil der elektrischen Energie in Licht um, der – bei den meisten Produkten größere – Teil der elektrischen Energie geht als Verlustwärme verloren. Leuchten sind Vorrichtungen, die Lampen mit Mechanik, Optik, Elektrik, Vorschaltgeräten und Steuerungstechnik versorgen und auch ästhetisch zur Geltung bringen. Die Leuchten werden hier nicht in die Marktbetrachtung einbezogen. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass der Markt für Leuchten denjenigen für die Lampen erheblich übersteigt.

Die Lampen umfassen ein breites Produktspektrum<sup>79</sup>:

- **Klassische Glühlampen.**
- **Halogenlampen.** Zunächst vor allem in Kraftfahrzeugscheinwerfern eingesetzt, sind diese inzwischen auch im Wohn- und Gebäudebereich weit verbreitet.
- **Entladungslampen,** mit einer deutlich höheren Effizienz als Glühlampen. Die Effizienz wurde in neuen Entwicklungen, wie den dünnen Entladungslampen, weiter gesteigert.
- **Kompaktentladungslampen** („Energiesparlampen“) mit integriertem Vorschaltgerät.
- **Hochdruckdampflampen,** z. B. Natriumdampflampen zur Straßenbeleuchtung oder Xenon-Lampen für Fahrzeugscheinwerfer.
- **Halogenmetaldampflampen** keramischer Bauart. Diese bieten heute die höchste Effizienz bei der Umwandlung von Elektrizität in Licht.

<sup>79</sup> LEDs werden in diesem Bericht nicht als Lampen bezeichnet, auch wenn sie zu Beleuchtungszwecken eingesetzt werden.

Lampen dienen der Ausleuchtung von Wohnräumen, Büros oder öffentlichen Plätzen. Sie kommen auch im Verkehrsreich zum Einsatz, in Fahrzeugen und zur Signalisation. Schließlich werden auch Lampen für den technischen Bereich einbezogen, etwa die Lampen für die Drucktechnik, und die UV-Lampen für Lithografiesysteme oder zur Trinkwasseraufbereitung<sup>80</sup>.

LEDs sind Halbleiterbauelemente, die elektrischen Strom in Licht umwandeln. In der Vergangenheit standen nur geringe Lichtleistungen zur Verfügung, und weißes Licht war nicht darstellbar. Entsprechend wurden die LEDs beispielsweise für Signalanwendungen eingesetzt, etwa für Indikatorlampen<sup>81</sup>. Die Entwicklung blau-emittierender LEDs im Jahr 1995 ebnete den Weg zu „weißen“ LEDs, und auch LEDs mit hoher Lichtleistung sind inzwischen verfügbar, die sogenannten HB LEDs (High Brightness LEDs). Damit erschlossen sich den LEDs Anwendungen in der Beleuchtung, zunächst beispielsweise in der Beleuchtung von Displays und Tastaturen, etwa von Mobiltelefonen. Inzwischen hat auch der Einsatz in der allgemeinen Beleuchtung begonnen.

Die erreichbare Lichtausbeute weißer LEDs liegt heute bei ca. 20 bis 70 Lumen/Watt (70 Lumen pro Watt entsprechen einem Wirkungsgrad von ca. 10 %), Produkte mit bis zu ca. 150 Lumen/Watt sind angekündigt, und theoretisch sind bis knapp über 300 Lumen/Watt erreichbar. Unter realen Anforderungen (Leuchtdichte, Farbe, Herstellkosten) dürfte jedoch die Grenze bei ca. 200 Lumen/Watt liegen. Damit würden LEDs den heutigen Wert hocheffizienter Entladungslampen von ca. 150 Lumen/Watt übertreffen.

Zukünftig werden neben Lampen und LEDs auch OLEDs (Organic Light Emitting Devices) zu Beleuchtungs-, Signalisations- und Anzeigezwecken zur Verfügung stehen. OLEDs erreichen derzeit einen vergleichsweise geringen Wirkungsgrad. Im Labor wurde ein Wirkungsgrad von ca. 10 % bei der Umwandlung von Elektrizität in Licht erzielt (Lichtausbeute ca. 70 Lumen/Watt). Dieses Niveau ist für Produkte notwendig, wenn OLEDs etwa mit Energiesparlampen konkurrieren sollen. Die Leuchtdichten sind jedoch vergleichsweise gering, so dass für höhere Beleuchtungsstärken große Flächen notwendig sind. Der Ersatz punktförmiger durch flächige Lichtquellen wirft Fragen auf, die noch nicht abschließend beantwortet sind. OLEDs lassen sich andererseits auf flexiblen

Substraten produzieren (Folien), wobei jedoch noch Probleme zu lösen sind, etwa da hier im Gegensatz zu Glassubstraten Feuchtigkeit eindringen und die Lebensdauer begrenzen kann.

## Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emission

Der Anteil der Energie für Beleuchtungszwecke am Gesamtenergieverbrauch in Deutschland beträgt gut zehn Prozent<sup>82</sup> und hat damit einen nennenswerten Anteil am Ausstoß des Treibhausgases CO<sub>2</sub>. Die Unterschiede der Lampentypen bezüglich der Lichtausbeute bei gleicher elektrischer Verbrauchsleistung sind enorm. Eine konventionelle Glühlampe liegt, je nach Gesamtleistung, bei 5 bis knapp 20 Lumen/Watt, Halogenlampen liegen bei 10 bis 25 Lumen/Watt. Im Vergleich dazu bedeuten Entladungslampen einen enormen Effizienzfortschritt. Mit rund 75 Lumen/Watt für eine Standard-Leuchtstoffröhre, und mit bis zu 150 Lumen/Watt für Hochdruckentladungslampen keramischer Bauart ist ihre Lichtausbeute deutlich höher als diejenige von Glühlampen. Heute werden nach Stückzahlen immer noch mehr Glühlampen als Entladungslampen gekauft. Nach der erzeugten Lichtleistung dominieren Entladungslampen jedoch bereits deutlich. Entladungslampen leisten somit bereits heute einen wesentlichen Beitrag zur Energieeinsparung und zur Begrenzung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. Würde man alle verbliebenen Glühlampen durch Entladungslampen ersetzen, ließe sich der gesamte Energieverbrauch zur Lichterzeugung in Westeuropa um weitere ca. 25 % reduzieren<sup>83</sup>.

LEDs (und je nach Anwendungsbereich auch OLEDs) stellen potenziell einen zusätzlichen Beitrag zur Energieeinsparung bereit. Heute erreichen beide Technologien noch nicht den Wirkungsgrad von Entladungslampen. Prinzipiell können LEDs auch den Wirkungsgrad effizienter Entladungslampen übertreffen. Es ist jedoch zu beachten, dass weder LEDs noch OLEDs die Lampen in allen Anwendungsbereichen ersetzen können. So müssen für höhere Beleuchtungsstärken viele LEDs zusammengeschaltet werden, wobei die Packungsdichte der Wärmeabfuhr Rechnung tragen muss, da bei Erwärmung der Wirkungsgrad der LEDs abnimmt. Punktförmige Lichtquellen hoher Lichtstärke sind weder mit LEDs noch mit OLEDs realisierbar.

<sup>80</sup> Diese dienen nicht der Beleuchtung, werden zur Vereinfachung jedoch im vorliegenden Kapitel einbezogen.

<sup>81</sup> Zur Vereinfachung werden auch Infrarot-emittierende LEDs einbezogen, mit Einsatzbereichen beispielsweise in der (drahtlosen) Datenübertragung oder in Optokopplern.

<sup>82</sup> Eine Darstellung des Energieverbrauchs unterschiedlicher Lampen, der daraus resultierenden Aspekte der Wirtschaftlichkeit und der CO<sub>2</sub>-Emission findet sich in der Broschüre „Beleuchtungsqualität mit Elektronik“ der Fördergemeinschaft Gutes Licht (Informationen zur Lichtenwendung, Heft 12).

<sup>83</sup> PlasmaNews, 3. Ausgabe Dezember 2005, TechPortal Plasmatechnologie

## Weltmarkt

Der Weltmarkt für Lampen und LEDs umfasste im Jahr 2005 18,5 Milliarden EUR. Hiervon entfielen 13,0 Milliarden EUR auf Lampen und 5,5 Milliarden EUR auf LEDs<sup>84</sup>.

Als Teilbereich des LED-Weltmarktes wird für den Markt der High Brightness LEDs ein Volumen von 3,2 Mrd. EUR (4,0 Mrd. USD) angegeben<sup>85</sup>.

Die Anwendungen der High Brightness LEDs betreffen:

- **Automobilanwendungen** (vor allem Rücklichter, Bremslichter, Instrumentenbeleuchtung, Innenraumbeleuchtung): 14 %
- **Beleuchtung allgemein** (Raumbeleuchtung, Effektbeleuchtung): 6 %
- **Signale/Signalisation** (Ampeln, Verkehrszeichen, Signalisation im Bahnbereich) und Displays (Werbetafeln): 16 %
- **Mobile Elektronik** (Beleuchtung von Tastaturen und Displays etwa von Mobiltelefonen, Blitzlampen für Mobiltelefone): 52 %
- **Andere Anwendungen** (Indikatorlampen und kleine Displays, Diverses): 12 %

Auf die LEDs für die allgemeine Beleuchtung entfielen nach einer anderen Datenquelle im Jahr 2005 rund 120 Millionen EUR (144 Millionen USD)<sup>86</sup>.

Die Anwendungen der Standard-LEDs (d. h. nicht „high brightness“) betreffen Indikatoren und Anzeigen (sichtbare Wellenlänge) sowie Optokoppler, optische Schalter, drahtlose Infrarotgeräte, und die optische Kommunikation (infrarote Wellenlängen).

## Marktprognose

Der Marktbereich „Licht“ - zunächst die Lampen und nunmehr die Lampen und die LEDs - ist in der Vergangenheit stärker gewachsen als die weltweite Wirtschaftleistung. Bis zum Jahr 2015 wird für Lampen, LEDs und OLEDs ein Weltmarktvolumen von 32 Milliarden EUR erwartet, bei einer

extrapolierten mittleren jährlichen Zuwachsrate von 5,6 %.

Geht man davon aus, dass sich LEDs wie weiter unten diskutiert in Teilen der allgemeinen Beleuchtung durchsetzen, dann wird sich das Marktwachstum für die Lampen zukünftig abschwächen. Der Weltmarkt für Lampen würde dann nur noch mit 2,5 % pro Jahr wachsen und im Jahr 2015 ein Volumen von 16,7 Milliarden EUR erreichen. Als wachstumsstarke Produktsegmente werden beispielsweise die hocheffizienten Entladungslampen und die HID-Lampen im Automobilbereich gesehen.

Für den Bereich der High Brightness LEDs erwartet Strategies Unlimited<sup>87</sup> bis zum Jahr 2010 ein Marktvolumen von 6,6 Mrd. EUR (8,2 Mrd. USD). Dies entspricht einer Zuwachsrate von 15 % pro Jahr (2005: 4 Mrd. USD). Während die Nachfrage für Mobiltelefone sättigt, führten inzwischen die Bereiche Signalisation, Automobil und allgemeine Beleuchtung das Nachfragewachstum an. Eine weitere Marktanalyse<sup>88</sup> erwartet bis zum Jahr 2013 ein Marktvolumen von 7,9 Mrd. EUR (9,8 Mrd. USD) für High Brightness LEDs. Bezogen auf das Basisvolumen von 3,2 Mrd. EUR im Jahr 2005 ergibt dies eine mittlere jährliche Zuwachsrate von 12 %. Im Bereich der allgemeinen Beleuchtung wird für HB LEDs ein Marktanstieg von 120 Mio. EUR im Jahr 2005 auf ca. 750 Mio. EUR (875 Mio. USD) im Jahr 2010 erwartet<sup>89</sup>. Für den Teilbereich der allgemeinen Beleuchtung erwartet iSupply bis 2010 ein Marktvolumen von 725 Mio. EUR (900 Mio. USD)<sup>90</sup>. Den Markt im Jahr 2005 sieht iSupply bei 150 bis 200 Mio. USD. Langfristig (2015) sieht der japanische Optoelektronikverband OITDA ein Marktvolumen für LED und OLED in der allgemeinen Beleuchtung in Höhe von 3,5 Mrd. EUR<sup>91</sup>.

Das Anwendungspotenzial für OLEDs in der Beleuchtungstechnik umfasst die Wohnraum- und Gebäudebeleuchtung, farbige Beleuchtung (Signalbeleuchtung, Dekorationsbeleuchtung), sowie die Display- und Instrumentenbeleuchtung. Für OLEDs in Beleuchtungsanwendungen gibt es derzeit kaum quantitative Marktprognosen. Eine Quelle<sup>92</sup> nennt das Ziel eines ca. 5 Mrd. EUR (6 Mrd. USD) Marktes für OLED-Beleuchtung im Jahr 2015. Dies entspräche dem sehr ehrgeizigen Ziel von rund 15 % des für 2015 projizierten Marktes für

<sup>84</sup> Der japanische Optoelektronikverband OITDA bezifferte den Weltmarkt für Beleuchtungstechnik im Jahr 2002 auf 29,2 Milliarden EUR (ohne LEDs), bei einer Wachstumsrate von 2,3 % pro Jahr, woraus sich für 2005 ein Weltmarkt für Beleuchtungstechnik in Höhe von gut 31 Milliarden EUR extrapolieren lässt. Diese Zahl bezieht sich auf Lampen und Leuchten.

<sup>85</sup> Strategies Unlimited, Pressemitteilung vom 20. Februar 2006

<sup>86</sup> iSuppli, zitiert in EE Times, 24.8.2005

<sup>87</sup> Robert Steele, Strategies Unlimited, in Laser Focus World, Juni 2006

<sup>88</sup> Nano Markets, The Global Market for High-Brightness LEDs, November 2005

<sup>89</sup> iSuppli, zitiert in EE Times, 24.8.2005

<sup>90</sup> Strategies Unlimited, zitiert in electronic design, 6. Januar 2006

<sup>91</sup> „Vision for Optoelectronic Industry in the Future–Evolution and Development“, OITDA, 2002

<sup>92</sup> EETimes, 9. Oktober 2006

Lampen und LEDs in Höhe von 32 Mrd. EUR. OLEDs stehen in Konkurrenz zu LEDs und Lampen, so dass es sich hier weitgehend um Substitutionsmärkte handelt.

## Marktanteile

Die weltweite Produktion von Lampen wird dominiert von Osram, Philips und General Electric. Osram, eine 100 %-Tochter von Siemens, und die niederländische Philips sind die Weltmarktführer bei Lampen, gefolgt von dem amerikanischen Konzern General Electric (GE), der vor allem im heimischen nordamerikanischen Markt tätig ist. Weiterhin sind NEC und Toshiba im Markt aktiv, sowie zahlreiche kleinere Hersteller, von denen wiederum eine erhebliche Anzahl in China angesiedelt ist. Die japanischen Hersteller bedienen vor allem ihren durch Standards abgeschotteten Heimmarkt.

Fragt man nach den Produktionsstätten, dann wird das Bild komplexer, da die großen Hersteller jeweils Produktionsstätten in mehreren Ländern unterhalten. Osram unterhält Produktionsstätten in europäischen Ländern, in Nordamerika, sowie in Asien. Andererseits unterhält Philips Produktionsstätten in Deutschland, und auch General Electric produziert am Standort Deutschland. NEC und Toshiba produzieren jeweils auch in Taiwan und Korea. In China gibt es mehr als 1.000 lokale Lampenhersteller.

Osram ist auch einer der Weltmarktführer bei der neuen Technologie der LEDs. Philips ist inzwischen durch den Zukauf von Lumileds in den USA ebenfalls unter den weltweit größten Herstellern vertreten. Weitere bedeutende Hersteller sind Cree, Nichia und Toyoda Gosei. Nach Regionen ist Japan führend als Hersteller von LEDs, gefolgt von Taiwan und Europa. Nordamerika, Korea und China folgen.

## Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Der Umsatz von Unternehmen am Standort Deutschland betrug 2005 ca. 2,3 Mrd. EUR. Dies beinhaltet die Produktion von Lampen (inkl. Spezial- und UV-Lampen) und LEDs. Davon entfielen auf deutsche Betriebsstätten ausländischer Unternehmen 0,7 Mrd. EUR. Umgekehrt entfielen auf ausländische Betriebsstätten deutscher Unternehmen 1,7 Mrd. EUR (in den genannten 2,3 Mrd. EUR nicht enthalten). Deutsche Unternehmen beschäftigen weltweit nahezu 40.000 Mitarbeiter.

In Deutschland selbst sind rund 10.000 Mitarbeiter bei den produzierenden Unternehmen beschäftigt, wobei der Akademikeranteil (Hochschüler und Fachhochschüler) bei ca. 15 % liegt. Im Zulieferbereich sind nur wenige Personen

beschäftigt, da die Fertigungstiefe produktbedingt sehr hoch ist. Der Exportanteil ex Standort Deutschland beträgt rund 75 %. Ein sehr hoher Wert, wenn man das hohe Volumen der Auslandsproduktion berücksichtigt. Die F&E-Quote der Unternehmen liegt bei gut 5 %. Diese für die Optischen Technologien vergleichsweise niedrige Quote ist auf den hohen Beschäftigungsanteil in der Fertigung zurückzuführen.

Das Statistische Bundesamt weist für 2005 folgende Daten für die Produktion von Lampen und Leuchten in Deutschland aus<sup>93</sup>:

- **Anzahl Betriebe:** 253
- **Beschäftigte:** 30.397
- **Produktionswert:** 5,4 Mrd. EUR
- **Exportquote:** 47 %

Die Aufteilung in die Bereiche Lampen und Leuchten ist anhand der Daten des Statistischen Bundesamtes nicht möglich.

Nimmt man die oben dargestellten Informationen zur Lampenproduktion hinzu, dann ergibt sich folgendes Bild für den Bereich der Leuchten:

- **Anzahl produzierende Unternehmen in Deutschland:** ca. 250
- **Beschäftigte:** ca. 22.000
- **Produktionswert:** ca. 4 Mrd. EUR

## Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Nach Einschätzung aus der Branche wird einerseits der Nachfrageschwerpunkt sich weiter nach Asien verschieben. Asien soll im Jahr 2015 mehr als 50 % des Weltlichtmarktes ausmachen<sup>94</sup>. Andererseits wird die Konkurrenz asiatischer Produzenten zunehmen (LEDs).

Dennoch gehen in Deutschland produzierende Unternehmen davon aus, ihren Weltmarktanteil halten zu können. Wenn dies gelingt, sollte ihr Umsatz entsprechend dem Weltmarktwachstum zulegen (Produktionsstandorte weltweit), mit der erwarteten Wachstumsrate von durchschnittlich 5,6 % pro Jahr.

In der jüngeren Vergangenheit konnte der Beschäftigungsstand in Deutschland gehalten werden. Dazu trug die gute Marktposition der hier produzierenden Unternehmen bei, ebenso wie die stetige Innovation. Um dem Kostendruck zu begegnen, müssen deutsche Hersteller entweder die Produktion automatisieren, oder die manuelle Fertigung reiferer Produkte an Standorte mit geringeren Kosten verlagern. Am Standort Deutschland werden die jeweils neueren, innovativen Produkte produziert. Daher sind stetiges Wachstum und Innovation nötig, um wie erwartet den Beschäftigungsstand in Deutschland halten zu können.

<sup>93</sup> Stat. Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 3.1, Jahr 2005

<sup>94</sup> FAZ.NET, 21. August 2006

## 8 Flachdisplays

Flachdisplays – Produkte und Weltmarkt		
Produkte	Weltmarkt 2005 in Mrd. EUR	Weltmarkt 2015 in Mrd. EUR
Flachdisplays	56,0	109,0
Displayglas, Flüssigkristalle	5,0	10,0
<b>Summe</b>	<b>61,0</b>	<b>119,0</b>

Flachdisplays – Kennzahlen Standort Deutschland	
Umsatz Standort Deutschland 2005 in Mrd. EUR	0,9
Auslandsproduktion dt. Unternehmen	gering
Inlandsproduktion ausl. Unternehmen	gering
Anzahl Beschäftigte in Deutschland im Jahr 2005	2.100 *
Akademikeranteil	20 % *
Exportanteil ex Standort Deutschland	nahe 100 %
F&E Quote	13 % *
Beschäftigte im Zulieferbereich in Deutschland im Jahr 2005	gering
Erwartung Umsatz Standort Deutschland im Jahr 2015 in Mrd. EUR	1,1
Erwartung Beschäftigung in Deutschland im Jahr 2015 (ohne Zulieferung)	2.400

\*) Geschätzte Daten auf Basis von publizierten Informationen der betreffenden Unternehmen. Wegen der Transparenz in diesem Segment (wenige Unternehmen) wurde auf entsprechende Fragen an die Unternehmen verzichtet.

### Produkte

Flachdisplays begegnen uns im Alltag in erster Linie in PC- und Notebookmonitoren und in Fernsehgeräten. Diese großflächigen Displays sind es auch, die den Flachdisplaymarkt wertmäßig bestimmen. Stückzahlmäßig führen die kleinen Displays den Markt an, etwa die Displays für Mobiltelefone. Nach Technologien dominieren die LCD-Displays, gefolgt von den Plasmadisplays. Nur der Wert der Displays selbst wird hier in die Marktbetrachtung einbezogen, nicht der Wert weiterer Integrationsstufen (Monitore, Notebooks, Fernsehgeräte). Auch bei den Projektionsdisplays auf LCD- oder DLP-Basis werden die bildgebenden Einheiten, nicht jedoch die Endgeräte wie Rückprojektionsfernsehgeräte oder Datenprojektoren einbezogen. Neben den Displays selbst werden das Displayglas und die Flüssigkristalle in die Marktbetrachtung einbezogen.

Außer den LCD- und Plasmadisplays sind eine Reihe weiterer Flachdisplays zu berücksichtigen. Der Einsatz der OLED-Displays, mit denen sich große Erwartungen für die Zukunft verknüpfen, hat bei kleinen Displays bereits begonnen. OLED-Displays bieten gute Eigenschaften in Bezug auf Farben und Betrachtungswinkel. Weiterhin sind die SED- bzw. FED-Displays zu nennen (Vorteile: Farben, geringer Stromverbrauch), die vor allem auf den Fernsehgerätemarkt abzielen. Schließlich gibt es neue Entwicklungen bei den Laserdisplays, die nunmehr als Rückprojektionsdisplays ebenfalls für diesen Markt entwickelt werden. Auf LED-Displays soll hier nicht weiter eingegangen werden<sup>95</sup>.

Schließlich sei noch auf das elektronische Papier hingewiesen (auch e-paper oder electronic ink). Es handelt sich um Displays, die Licht reflektieren wie normales Papier, den Inhalt beliebig lange ohne elektrische Versorgung halten aber dennoch ändern können, und im Idealfall flexibel wie Papier sind.

<sup>95</sup> LEDs hierfür werden im Kapitel zur Beleuchtungstechnik erfasst.

## Weltmarkt

Im Jahr 2005 umfasste der Markt für Flachdisplays laut Display Search rund 56 Mrd. EUR (70 Mrd. USD)<sup>96</sup>. Davon entfielen ca. 52 Mrd. EUR auf LCD-Displays, und hiervon der größte Teil (42 Mrd. EUR) auf TFT-LCDs (Thin Film Transistor LCDs), und der kleinere Teil (10 Mrd. EUR) auf LTPS TFT LCDs (Low Temperature Poly Silicon TFT LCDs) und PM LCDs (Passive Matrix LCDs). Auf Plasmadisplays entfielen gut 3 Mrd. EUR. Auf alle übrigen Flachdisplays (OLEDs, DLP, VFD, LCOS, HTPS TFT LCD und andere) entfiel gut 1 Mrd. EUR. Dabei hielten OLEDs im Jahr 2005 einen Anteil von 520 Mio. USD<sup>97</sup>.

## Marktprognose

Bis zum Jahr 2009 soll der Markt für Flachdisplays auf 79 Mrd. EUR (98 Mrd. USD) ansteigen<sup>96</sup>, entsprechend einer jährlichen Wachstumsrate von 8,8%. Nach Display Search betrug die Wachstumsrate in den letzten sieben Jahren 31% pro Jahr. Für die Prognose geht Display Search von einem Wachstum des gesamten Displaymarktes (Flachdisplays und CRTs) von 6,5% pro Jahr aus. Die hohen Wachstumsraten für die Flachdisplays sind auch eine Folge des weiteren Ersatzes der CRTs (Cathode Ray Tubes). Der Markt für CRTs soll laut Display Search von 7 Mrd. EUR (2005) auf 2 Mrd. EUR (2009) zurückgehen. Noch im Jahr 2000 hatte der Markt für CRTs ca. 20 Mrd. EUR betragen.

In den nächsten Jahren wird nicht nur die Substitution der CRTs weitgehend abgeschlossen sein, auch die Wachstumsraten im Markt für PCs und Notebooks werden zurückgehen. Gleichzeitig ist derzeit ein starker Preisverfall für großformatige LCD-Displays im Gange. Ein Argument für einen weiter steigenden Markt für große Displays sah der japanische Optoelektronikverband OITDA schon im Jahr 2002 in dem vielfachen Einsatz der billiger werdenden Displays in Wohn- oder Bürogebäuden (Ausrüstung in mehreren Räumen)<sup>98</sup>. Neue Marktchancen für kleine Displays ergeben sich bei einer Vielzahl tragbarer Geräte. Der OITDA projizierte in seiner Studie im Jahr 2002 für 2010 (2015) ein Marktvolumen für Flachdisplays in Höhe von 79 (139) Mrd. EUR. Die Projektion für 2010 ist aus heutiger Sicht konservativ, diejenige für 2015 dagegen optimistisch. Die amerikanische

Optoelectronics Industry Development Association (OIDA) erwartet für das Jahr 2015 ein Marktvolumen von 109 Mrd. EUR (135 Mrd. USD)<sup>99</sup>. Auf der Basis der 56 Mrd. EUR im Jahr 2005 entspricht dies einer mittleren jährlichen Zuwachsrate von 6,9%.

Hinsichtlich der Displaytypen erwartet die OIDA für das Jahr 2015 folgende Aufteilung:

- **LCDs:** 80 Mrd. EUR
- **OLEDs:** 19 Mrd. EUR
- **Plasmadisplays:** 7 Mrd. EUR
- **Sonstige Displays:** 3 Mrd. EUR

Hierbei ist sicherlich darauf hinzuweisen, dass sich bis 2015 die Technologien in größerem Umfang ändern können. So lassen sich die Marktanteile von OLED- oder SED-/FED-Displays heute nur eingeschränkt projizieren. Für letztere werden teilweise auch Marktvolumina oberhalb von 5 Mrd. EUR vorhergesagt. Diese Displaytypen konkurrieren mit den LCD-Displays um dieselben großen Anwendungsbereiche, so dass der Erfolg der einen Technologie zu Abstrichen bei der Nachfrage nach der anderen führen wird.

In diesen Projektionen wird „elektronisches Papier“ nicht explizit betrachtet. Die Marktprognosen für elektronisches Papier weisen je nach Quelle eine große Bandbreite auf, von 500 Mio. EUR innerhalb von zehn Jahren<sup>100</sup> bis zu 1 Mrd. USD<sup>101</sup> im Jahr 2010.

## Marktanteile

TFT-LCD-Displays werden überwiegend in Korea und Taiwan gefertigt. Beide Länder halten jeweils einen Marktanteil von ca. 40%, während Japan noch einen Anteil von rund 15% hält. China hat sich in den letzten Jahren auf einen Anteil von einigen Prozentpunkten vorgeschoben. Die Weltmarktführer sind die koreanischen Unternehmen Samsung und LG Philips, sowie die taiwanesischen Unternehmen AUO (Acer Unipac Optronics) und CMO (Chi-Mei Optronics). Bei den Plasmadisplays teilen sich weitgehend Korea und Japan den Markt: Samsung SDI, LG Electronics und Matsushita Electric bedienen jeweils 25% bis 30% des Marktes, während Pioneer und Fujitsu-Hitachi Plasma auf jeweils ca. 10% Marktanteil kom-

<sup>96</sup> Display Search, Vortrag David Hsieh, Display Search auf der Shanghai Intl. Industry Fair, Shanghai, China, 5. November 2005

<sup>97</sup> Chemical & Engineering News, 26. Juni 2006

<sup>98</sup> „Vision for Optoelectronic Industry in the Future–Evolution and Development“, OITDA, 2002

<sup>99</sup> Optoelectronics Industry Development Association (OIDA), Vortrag auf Photonics21 Forum, Brüssel, Februar 2007

<sup>100</sup> Pressemitteilung von SiPix vom 22. September 2004, anlässlich der Bekanntgabe einer strategischen Allianz mit BASF zu diesem Gegenstand

<sup>101</sup> Forbes, 25. Dezember 2006

men<sup>102</sup>. Asien dominiert nahezu alle Bereiche der Flachdisplayproduktion. Lediglich die DLP-Chips für Daten-, Heimkino- und Rückprojektionsfernsehergeräte werden in den USA produziert.

### Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Nach der Schließung der letzten Bildröhrenwerke verbleiben in Deutschland nur wenige Arbeitsplätze in der Displayproduktion. Es verbleibt die Fertigung von LCD-Displays in vergleichsweise geringem Maßstab bei einem japanisch-deutschen Gemeinschaftsunternehmen. Laut Statistischem Bundesamt wurden im Jahr 2003 in Deutschland LCD-Displays im Wert von 47,6 Mio. EUR gefertigt<sup>103</sup>. Sehr erfolgreich ist Merck bei der Fertigung von Flüssigkristallen für LCD-Displays. Merck erzielte im Jahr 2005 in der Sparte Liquid Crystals einen Umsatz von 739 Mio. EUR<sup>104</sup>. Seinen Marktanteil bei Liquid Crystals schätzt Merck auf 69 %<sup>105</sup>. Neben den Liquid Crystals liefert Merck auch ITO-beschichtetes Glas sowie Color Filter. Weiterhin produziert die Firma Schott Displayglas in Jena, wobei die Weiterverarbeitung in einem Gemeinschaftsunternehmen mit der japanischen Kuramoto in Korea erfolgt. Insgesamt sind in Deutschland gut 2.000 Personen in der Entwicklung und Fertigung von Flachdisplays und von Materialien für Flachdisplays beschäftigt.

### Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Vieles spricht dafür, dass deutsche Unternehmen ihre Marktanteile bei den Display-Materialien halten oder sogar ausbauen können, und damit vom weiteren Wachstum des Displaymarktes profitieren werden. Hierbei entsteht jedoch ein zunehmender Druck, in Asien präsent zu sein, nicht nur mit dem Vertrieb und Support, sondern zunehmend auch mit Teilen der Produktion. Bei Displayglas ist auch der Transportaufwand ein Grund für die kundennahe Produktion. Insgesamt fällt damit die Beschäftigungsprognose im Bereich der Displaymaterialien für den Standort Deutschland verhalten aus.

Bei den Flachdisplays selbst stehen mehrere Technologiewechsel an. Neben den OLEDs stehen vor allem SED- und Laserdisplays bereit. Solche Technologiewechsel bieten prinzipiell die Chance für neue Markteintritte, auch für europäische und deutsche Unternehmen. Eine genauere Betrachtung zeigt jedoch die Hürden. So wird darauf hingewiesen,

dass es sich bei den OLED-Displays nur teilweise um eine neue Technologie handelt. Der Kern sei hier die TFT-Technologie, die mit hoher Wahrscheinlichkeit kein Unternehmen außerhalb Asiens entwickeln werde, zu einem Zeitpunkt da das Marktwachstum abflache.

Inwiefern auch bei ganz neuen Entwicklungen, wie dem elektronischen Papier, das in Asien akkumulierte Flachdisplay-Know-How ein entscheidender Erfolgsfaktor ist, kann in der vorliegenden Studie nicht untersucht werden. Allerdings führt allein die Tatsache, dass asiatische Display-Marktführer dieses Thema massiv verfolgen, vielerorts zu einer negativen Einschätzung der Erfolgsaussichten europäischer Aktivitäten. Diese Einschätzung betrifft Mainstream-Aktivitäten in diesem Feld. Damit ist keine Aussage über die Erfolgsaussichten einzelner Ansätze für kleinere Aktivitäten in Europa getroffen.

Dass auch Unternehmen außerhalb Asiens partiell Marktanteile erringen können, macht die Entwicklung der DLP-Technologie in den USA deutlich. Allerdings stellt dies insofern eine Besonderheit dar, da es sich um eine neuartige Technologie handelt, und auch nur die Chips, nicht jedoch die Geräte in den USA gefertigt werden.

<sup>102</sup> Display Search. Das Unternehmen bestimmt regelmäßig die Marktanteile bei LCD- und Plasmadisplays.

<sup>103</sup> Für die Folgejahre wird vom Statistischen Bundesamt diese Meldenummer nicht ausgewiesen.

<sup>104</sup> Merck, Geschäftsbericht 2005

<sup>105</sup> Merck, Präsentation „100 Years Liquid Crystals“, 2004

## 9 Energietechnik

Energietechnik – Produkte und Weltmarkt			
Produkte	Weltmarkt 2005 in Mrd. EUR	Weltmarkt 2015 in Mrd. EUR	Produktion in Deutschland 2005 in Mrd. EUR
Solarzellen	4,0	12,0	0,77
Solarmodule	5,0	19,0	0,94
<b>Summe</b>	<b>9,0</b>	<b>31,0</b>	<b>1,71</b>

Energietechnik – Kennzahlen Standort Deutschland	
Umsatz Standort Deutschland 2005 in Mrd. EUR	1,71
Auslandsproduktion dt. Unternehmen	gering
Inlandsproduktion ausl. Unternehmen	gering
Anzahl Beschäftigte in Deutschland im Jahr 2005	5.000
Akademikeranteil	20 %
Exportanteil ex Standort Deutschland	15 %
Beschäftigte im Zulieferbereich in Deutschland im Jahr 2005	*
F&E Quote	3 %
Erwartung Umsatz Standort Deutschland im Jahr 2015 in Mrd. EUR	6,0
Erwartung Beschäftigung in Deutschland im Jahr 2015 (ohne Zulieferung)	13.000

\*) Beschäftigung im Bereich Wafer / Material in den Daten zur Branche selbst berücksichtigt.

### Produkte

Die bekannten Solarmodule integrieren im Allgemeinen auf einer Fläche von einem halben bis einem Quadratmeter mehrere zehn Solarzellen.

Die Wertschöpfungskette bis zum Solarmodul (100 % Wert) umfasst mehrere Stufen, deren Wertschöpfung für das Jahr 2005 wie folgt abgeschätzt wurde<sup>106</sup>:

- **Herstellung („Solar Grade“) Poly Silizium:** 24 %<sup>107</sup>
- **Herstellung Wafer:** 26 %
- **Zellenproduktion:** 14 %
- **Modulproduktion:** 36 %

Diese vierstufige Wertschöpfungskette<sup>108</sup> bis zum Solarmodul trifft auf die polykristallinen Silizium-Solarzellen zu, den

am weitesten verbreiteten Solarzellentyp. Diesen technisch verwandt sind die monokristallinen Solarzellen. Bei anderen, bisher weniger verbreiteten Solarzellentypen kann die Wertschöpfungskette beträchtlich hiervon abweichen. Dies trifft auf die amorphen Silizium-, die CIS- und die CdTe-Solarzellen zu, die weniger bzw. kein Silizium beinhalten. Die letztgenannten Typen werden in Dünnschichttechnik hergestellt.

### Weltmarkt

Die weltweite Solarzellenproduktion betrug im Jahr 2005 ca. 1,82 GW<sup>109,110</sup>.

Dies umfasst alle Solarzellentypen:

- **Polykristalline Silizium-Zellen:** 52,3 %
- **Monokristalline Silizium-Zellen:** 38,3 %

<sup>106</sup> Stand 2005; IEEJ, Institute of Electrical Engineers of Japan, Oktober 2006

<sup>107</sup> Dieser Wert ist 2005 infolge der Siliziumverknappung stark angestiegen (2004: 15 %).

<sup>108</sup> Hinzu kommen die hier nicht betrachteten System- und Installationskosten, die typisch bei 50 % des Modulpreises liegen.

<sup>109</sup> GW ist die Abkürzung für Gigawatt. Gemeint ist damit in diesem Kapitel GWP (Gigawatt Peak, also Spitzenleistung).

<sup>110</sup> Photon International, März 2006, Seite 100 ff

- **Amorphe Silizium-Zellen:** 4,7%
- **Sonstige Solarzellen (CIS, Ribbon Sheet Si, TdTe):** 4,7%

Bei einem durchschnittlichen Preis von ca. 2,20 EUR/Watt entsprechen die 1,82 GW einem Produktionsvolumen von rund 4,0 Mrd. EUR.

Die weltweite Installation von Photovoltaik-Modulen (PV) im Jahr 2005 bezifferte sich nach Solarbuzz auf 1,46 GW<sup>111</sup>. Bei einem angenommenen Durchschnittspreis von 3,40 Euro/Watt (Bandbreite ca. 3,30 bis 3,70 Euro) umfasste die weltweite Produktion damit ein Volumen von rund 5,0 Milliarden EUR.

IEEJ<sup>112</sup> schätzt, dass im Jahr 2005 PV-Module mit knapp 300 MW in Off-Grid-Anwendungen installiert werden, und mit gut 1.100 MW in On-Grid-Anwendungen, wobei letztere Anwendungen auch das weit stärkere Wachstum aufweisen.

Laut Solarbuzz wurden 2005 PV-Module mit insgesamt 837 MW in Deutschland installiert und Module mit 292 MW in Japan<sup>111</sup>. Der Bundesverband Solarwirtschaft sieht die Neuaninstallation in Deutschland im Jahr 2005 bei „mehr als 600 MW“<sup>113</sup>. In den Expertengesprächen wurde Deutschland bei ca. 700 MW gesehen.

Deutschland und Japan kamen laut Solarbuzz, bedingt durch staatliche Förderprogramme, zusammen auf einen Nachfrageanteil von 77%, während das restliche Europa (6%), Nordamerika (7%) und der Rest der Welt (10%) sich die übrige Nachfrage teilten.

## Marktprognose

In den letzten fünf Jahren ist die Solarzellenproduktion von 287 MW (2000) auf 1,82 GW (2005) angestiegen<sup>110</sup>, entsprechend einem mittleren jährlichen Wachstum um 45%. Ein großer Teil der heutigen Nachfrage für PV-Module resultiert aus staatlichen Förderprogrammen in Deutschland und Japan. Modellrechnungen zu den Kosten von Solarstrom im Vergleich zu den Kosten von konventionell erzeugtem Strom (die Rechnungen unterschieden zwischen Grundlast bzw. Spitzenlast) zeigen, dass das Nachfragevolumen voraussichtlich bis weit in das nächste Jahrzehnt hinein entscheidend von staatlichen Fördermaßnahmen bestimmt sein wird. Entsprechende Daten sind beispielsweise zusammengestellt von

der European Photovoltaic Industry Association<sup>114</sup> oder dem Institute of Electrical Engineers of Japan<sup>115</sup>. Dort sind auch Langfristszenarien für die Nachfrageentwicklung dargestellt. Diese orientieren sich für die nähere Zukunft vor allem an beschlossenen und erwarteten staatlichen Fördermaßnahmen, die auch die Installation eines europaweiten Einspeisungstarifes beinhalten. In der Branche gelten die zusammenfassenden Analysen der Bank Sarasin als konservativ-realistische Einschätzungen. Folgt man diesen, dann ergibt sich für das Jahr 2015 eine Nachfrageprognose von 12,7 GW<sup>116</sup>. Bei einem angenommenen Preis von ca. 1,50 Euro/Watt für Module im Jahr 2015 entspricht dies einem Umsatz mit Modulen von 19 Mrd. EUR und einer Zuwachsrate von 14,3% pro Jahr (2005: 5 Mrd. EUR). Der Marktwert der Zellen wird dann bei einem angenommenen Preis von 0,90 EUR/Watt ca. 12 Mrd. EUR betragen.

## Marktanteile

Nach der genannten Marktübersicht in Photon International war die Solarzellenproduktion im Jahr 2005 wie folgt aufgeteilt:

- **Japan:** 824 MW (45,3%)
- **Europa:** 513 MW (28,3%)
- **USA:** 155 MW (8,5%)
- **China:** 151 MW (8,3%)
- **Andere:** 173 MW (9,5%)

Als Marktführer werden genannt (Weltmarktanteil in Prozent; 100% = 1,82 GW):

- |                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| ■ Sharp (23,5%)              | ■ Q-Cells (9,1%)      |
| ■ Kyocera (8,4%)             | ■ Sanyo (6,9%)        |
| ■ Mitsubishi Electric (5,5%) | ■ Schott Solar (5,2%) |
| ■ BP Solar (4,7%)            | ■ Suntech 4,5%        |
| ■ Motech (3,3%)              | ■ Shell Solar (3,2%)  |
| ■ Andere (26,2%)             |                       |

Auf den Standort Deutschland entfielen nach der Marktübersicht bei der Zellenproduktion ca. 350 MW (ca. 20% Anteil). Der Bundesverband Solarwirtschaft sieht die Zellenproduktion in Deutschland für 2005 bei 312 MW<sup>117</sup>.

<sup>111</sup> MARKETBUZZ 2006, ANNUAL WORLD SOLAR PHOTOVOLTAIC (PV) INDUSTRY REPORT, 15. März 2006

<sup>112</sup> IEEJ, Institute of Electrical Engineers of Japan, Oktober 2006

<sup>113</sup> Bundesverband Solarwirtschaft, 8. März 2006

<sup>114</sup> European Photovoltaic Industry Association, „Global Presentation“, 25.11.2005

<sup>115</sup> IEEJ, Institute of Electrical Engineers of Japan, Oktober 2006

<sup>116</sup> Bank Sarasin, zitiert in FAZ.NET 07. Dezember 2006

<sup>117</sup> Bundesverband Solarwirtschaft, 25. April 2006

Auf Basis der Daten von Photon International ergibt sich folgende Aufteilung der weltweiten Modulproduktion im Jahr 2005 (Total laut Photon International: 1.564 MW):

- **Japan:** 524 MW
- **China:** 257 MW
- **Deutschland:** 253 MW
- **Rest Europa:** 272 MW
- **USA:** 150 MW
- **Andere:** 110 MW

Nach Einschätzung der befragten Experten könnte die Modulproduktion in Deutschland bis zu 300 MW betragen und damit bis zu 20 % über dem von Photon International publizierten Wert gelegen haben.

### Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Die oben genannte Zellenproduktion von 350 MW in Deutschland im Jahr 2005 entspricht bei einem Zellenpreis von 2,20 EUR einem Volumen von 770 Mio. EUR. Geht man von einer Modulproduktion von ca. 275 MW aus (Mittelwert der o.g. Schätzungen), dann entspricht dies bei einem Modulpreis von 3,40 EUR einem Volumen von 935 Mio. EUR.

Der Bundesverband Solarwirtschaft beziffert die Exportquote bei den Solarzellen mit 34 %<sup>118</sup>. Umgekehrt wurden Zellen in geringem Umfang importiert, da für die Modulproduktion rund 300 MW benötigt wurden. Bei den Modulen stand der Nachfrage in Deutschland in Höhe von ca. 700 MW eine Produktion in Höhe von ca. 275 MW gegenüber (Mittelwert der o.g. Schätzungen). Es wurden demnach Module mit 450 MW im Wert von ca. 1,5 Mrd. EUR importiert. Module und Zellen zusammengenommen importierte Deutschland damit Solartechnik im Wert von mehr als einer Milliarde EUR. Die Exportquote liegt, Zellen und Module zusammengenommen, bei ca. 15 %. Die F&E-Quote der Unternehmen in diesem Bereich liegt laut Geschäftsberichten im unteren einstelligen Prozentbereich (1 % bis 3 %).

Im Bereich der Solartechnik sind unter Einbeziehung der Wertschöpfung bis zu den Modulen in Deutschland rund 5.000 Mitarbeiter beschäftigt. Hiervon entfallen ca. 50 % auf die Zellenproduktion und Materialzulieferung, die anderen 50 % entfallen auf die Modulproduktion. In der Zellenproduktion ist der Umsatz pro Mitarbeiter sehr hoch, und erreichte

im Einzelfall nahezu 0,5 Mio. EUR<sup>119</sup>. Demgegenüber ist die Modulmontage arbeitsintensiv, und der Umsatz pro Mitarbeiter liegt nach Einschätzung aus der Branche unter 150.000 EUR. Auch ist zu berücksichtigen, dass die Mitarbeiterzahl derzeit wegen geplanter Produktionsausweitungen stark zunimmt.

### Erwartung Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Die herausragenden Rahmenbedingungen mit der weltweit stärksten Nachfrageförderung im eigenen Land hat zu einer Vielzahl von Herstellern von Solarzellen und -modulen in Deutschland geführt. Der größte Teil des Bedarfes an Solartechnik wurde im Jahr 2005 dennoch durch Importe gedeckt. Zukünftig dürfte der Nachfragemarkt deutlich polyzentraler werden. Neben Japan haben Taiwan, Korea und China die Solartechnik als ein Wachstumsgebiet identifiziert. Wenn die Dynamik der Produktionssteigerung in China anhält, wird das Land Deutschland in naher Zukunft vom zweiten Platz der Produzentenländer verdrängen.

Die Zellen- bzw. Modulproduktion stellen unterschiedliche Standortanforderungen. Die Zellenproduktion ist wenig personalintensiv. Entscheidend sind hier Technologie und Produktionskosten. Die Modulmontage ist dagegen sehr personalintensiv. Die Tatsache, dass in Deutschland Modulfabriken entstehen, ist begünstigt durch die derzeitige EU-Regionalförderung für Ostdeutschland. Bei den Modulen spielen - im Unterschied zu den Zellen - Transportkosten eine Rolle. Daher sehen die Hersteller bei den Modulen weniger einen Trend zur Produktion in Asien als z. B. in Osteuropa.

Vor dem Hintergrund dieser Rahmenbedingungen ist es eine Herausforderung für die deutschen Hersteller, die gegenwärtigen Marktanteile zu halten. Die Hersteller gehen davon aus, dass die Verteidigung der Marktanteile gelingt. Dieser Erwartung folgt die Projektion für Umsatz und Beschäftigung in Deutschland in der vorliegenden Studie. Die Branche geht weiterhin von einer deutlich zunehmenden Produktivität bei steigenden Produktionsvolumina aus<sup>120</sup>. Hieraus ergibt sich, bei einem erwarteten Produktionsvolumen am Standort Deutschland für Zellen und Module von 6 Mrd. EUR im Jahr 2015, die Erwartung einer Beschäftigung von 13.000 Mitarbeitern.

<sup>118</sup> Diese Zahl ist in Übereinstimmung mit der vom deutschen Marktführer Q-Cells für 2005 im Geschäftsbericht ausgewiesenen Exportquote von 36,8 %.

<sup>119</sup> Beim deutschen Marktführer Q-Cells produzierten laut Geschäftsbericht 2005 im Jahresmittel 625 Mitarbeiter 166 MW Solarzellen, und erzielten einen Umsatz von 299 Mio. EUR.

<sup>120</sup> In der Modulmontage kann die Produktivität durch Automatisierung gesteigert werden. Bei einigen Solarzellentypen entfällt prozessbedingt die herkömmliche Modulmontage.

## 10 Optische Komponenten und Systeme

Optische Komponenten und Systeme – Produkte und Weltmarkt		
Produkte	Weltmarkt 2005 in Mrd. EUR	Weltmarkt 2015 in Mrd. EUR
Optische Komponenten (inkl. optisches Glas)	3,7	10,8
Optische Systeme (inkl. abbildende Systeme)	6,6	14,6
Sonstige Komponenten und Systeme (nicht anderweitig berücksichtigt)	2,4	5,2
<b>Summe</b>	<b>12,7</b>	<b>30,6</b>

Optische Komponenten und Systeme – Kennzahlen Standort Deutschland	
Umsatz Standort Deutschland 2005 in Mrd. EUR	2,5
Auslandsproduktion dt. Unternehmen	gering
Inlandsproduktion ausl. Unternehmen	gering
Anzahl Beschäftigte in Deutschland im Jahr 2005	16.700
Akademikeranteil	17% *
Exportanteil ex Standort Deutschland	65% *
F&E Quote	9% *
Beschäftigte im Zulieferbereich in Deutschland im Jahr 2005	2.200 * #
Erwartung Umsatz Standort Deutschland im Jahr 2015 in Mrd. EUR	5,5
Erwartung Beschäftigung in Deutschland im Jahr 2015 (ohne Zulieferung)	21.700
Erwartung Beschäftigung in Deutschland im Jahr 2015 (inkl. Zulieferung)	24.600

\*) Die Daten beruhen teilweise auf Schätzungen, da wichtige Unternehmen keine segmentierten Daten beitrugen.  
#) Zulieferung nicht-optischer Produkte.

Im Folgenden wird der Weltmarkt für optische Komponenten und Systeme quantifiziert. Die Diskussion einzelner Marktsegmente beschränkt sich auf qualitative Informationen, da die Hersteller detaillierte quantitative Daten als vertraulich erachten. Als Hintergrundinformation werden die Daten amtlicher Statistiken wiedergegeben.

### Produkte und Weltmarkt

Unter „optische Komponenten und Systeme“ werden hier einerseits die klassischen optischen Komponenten (Linsen, Prismen, etc.) und Systeme (z. B. professionelle Foto- und Filmausrüstung) subsumiert. Andererseits werden Komponenten (z. B. Laser) und Systeme (z. B. Nachtsichtgeräte) berücksichtigt, die nicht anderweitig in dieser Studie einbezogen sind. Die optischen Komponenten und abbildenden

Systeme sind Kernbestandteile für einen bedeutenden Teil der weiteren OT-Produkte.

Der Weltmarkt für die derart definierten optischen Komponenten und Systeme umfasste im Jahr 2005 insgesamt 12,1 Mrd. EUR.

Hiervon entfielen

- 3,7 Mrd. EUR auf „klassische“ optische Komponenten und optisches Glas.
- 6,5 Mrd. EUR auf „klassische“ optische Systeme, inkl. abbildender Systeme (Objektive).
- 2,5 Mrd. EUR auf die sonstigen optischen Systeme und Komponenten.

Unter optischem Glas versteht man Glas für optische Komponenten, von der Digitalkamera bis zum Mikroskop. Glas

für Brillen, obwohl in großen Mengen produziert, spielt im Markt nur noch eine untergeordnete Rolle. Die optischen Komponenten beinhalten ungefasste und gefasste (auch verkittete) Komponenten wie Linsen, planoptische Komponenten (Prismen, Filter, Polarisatoren). Hierbei ausgenommen sind Brillengläser und Kontaktlinsen, die im Kapitel Medizintechnik & Life Science einbezogen sind. Weiterhin sind optische Fasern für die Bild- und Laserstrahlübertragung berücksichtigt<sup>121</sup>.

Die im vorliegenden Kapitel berücksichtigten Laser kommen in der Forschung, in der Messtechnik, Analytik, Ausrichttechnik und weiteren Gebieten zum Einsatz. Dies umfasst insgesamt einen Weltmarkt von 260 Mio. EUR (325 Mio. USD), berechnet auf Basis der Daten von Laser Focus World<sup>122</sup>. Dagegen sind die Laser für die Materialbearbeitung, für die Medizin, für die Kommunikationstechnik und für die Informationstechnik in den jeweiligen Kapiteln berücksichtigt.

Die optischen Systeme umfassen

- abbildende Systeme (Objektive), zur weiteren Integration (Kameras, Drucktechnik, etc.) oder als Wechselobjektive für den Fotobereich. Hierbei wurden die Objektive für die Mikrolithografie nicht einbezogen, da diese im Bereich Produktionstechnik berücksichtigt sind.
- „klassische“ optische Geräte wie Fernrohre, Ferngläser, Spektive, Zielfernrohre, Fotoapparate (ohne Digitalkameras), professionelle Foto- und Filmausrüstung (für die Fernseh- und Kinofilmproduktion; ohne Camcorder) sowie Ausrüstung für die Bearbeitung/Entwicklung von Fotos und Filmen.
- optoelektronische Systeme, die nicht anderweitig eingeordnet sind. Dies sind beispielsweise Infrarot- und Nachtsichtgeräte.

## Marktprognose

Das optische Glas und die optischen Komponenten werden überwiegend zur Integration in OT-Produkte verwandt, d. h. für die Produkte, für die in der vorliegenden Untersuchung ein Weltmarktvolumen von rund 200 Mrd. EUR und eine Wachstumsrate von ca. 7,5% ermittelt wird. Einerseits unterliegen optische Komponenten einer Preisdegression. Digitalkameras oder Mobiltelefone mit Kamerafunktion können nur dann für wenige zehn bis einhundert Euro gefertigt werden, wenn die eingesetzte Optik billig ist. Andererseits nimmt das Spektrum der Geräte, die optische Komponenten

integrieren zu, ebenso wie der „Optikgehalt“ der Geräte. Insgesamt weisen daher die optischen Komponenten ein höheres Wachstum auf als die genannten 7,5% des Gesamtbereiches der OT. Auch die Wachstumsraten im Markt der abbildenden Systeme liegen oberhalb dieser Marke. Dagegen ist das Bild bei den klassischen optischen Systemen gemischt. Während ein Teil der Systeme von der Digitalisierung wenig betroffen ist (beispielsweise Ferngläser, Fernrohre, Zielfernrohre), sind die Märkte für andere optische Systeme nahezu zusammengebrochen, etwa für die Fotoapparate oder die herkömmlichen Fotobearbeitungssysteme. Da dies schon weitgehend abgeschlossen ist, belasten diese Segmente die zukünftigen Wachstumsraten nur noch in geringem Ausmaß.

## Marktanteile

Bei optischen Komponenten dominiert Asien den Markt. Allein die japanische amtliche Produktionsstatistik weist ein Produktionsvolumen für optische Linsen und Prismen in Höhe von 1,64 Mrd. EUR aus<sup>123</sup>. Dieser Wert liegt deutlich höher als derjenige für die USA (430 Mio. EUR) und Deutschland (340 Mio. EUR). Brillengläser sind in diesen Werten nicht enthalten. Japan ist auch der größte Produzent von optischem Glas. Japanische Unternehmen sind sowohl bei Industrieglas als auch bei Glas für Konsumanwendungen gut positioniert. Europäische und nordamerikanische Produzenten sind vor allem im Bereich Industrieglas tätig. In China gibt es ebenfalls mehrere Hersteller von optischem Glas, vor allem für Massenware.

Bei den abbildenden Systemen (inkl. Kameralinsen) steht Japan ebenfalls an der Spitze, mit einem Produktionsvolumen von 1,61 Mrd. EUR (2004). Die deutsche Produktionsstatistik weist für Objektive ein Volumen von 290 Mio. EUR aus (2005). Die Objektive für die Waferstepper sind in beiden Werten nicht enthalten. Bei den klassischen optischen Systemen weist Deutschland ein hohes Produktionsvolumen auf, das sich nach Addition der entsprechenden Meldenummern des Statistischen Bundesamtes auf nahezu 1 Mrd. EUR beläuft (inkl. Teile und Zubehör). Die japanische Statistik lässt einen Vergleichswert nicht ableiten, der Wert für die USA ist deutlich niedriger. Dagegen ist die US-Industrie sehr stark im Segment der Infrarot- und Nachtsichtgeräte. In diesem Markt, der auf rund 1 Mrd. USD geschätzt wird, sind die amerikanischen Behörden (Grenzschutz) und das Militär die weltweit größten Nachfrager.

<sup>121</sup> Optische Fasern und Kabel für die Kommunikationstechnik sind in der vorliegenden Studie nicht berücksichtigt.

<sup>122</sup> Laser Focus World, Ausgaben Januar 2006 und Februar 2006

<sup>123</sup> Wert für 2003, spätere Werte nicht verfügbar

Produktion Optischer Komponenten und Systeme in Deutschland 2005 *	
Fernsehkameras:	34 Mio. EUR
Andere Instrumente, Apparate und Geräte, die optische Strahlen (UV-Strahlen, sichtbares Licht, Infrarotstrahlen) verwenden:	290 Mio. EUR
Optische Elemente aus Stoffen aller Art (z. B. Prismen, Linsen, Spiegel) (ohne gefasste Objektive und Filter), nicht gefasst:	171 Mio. EUR
dto. gefasst:	169 Mio. EUR
Objektive aus Stoffen aller Art, gefasst, für Instrumente, Apparate und Geräte (ohne solche für Foto- und Kinotechnik):	228 Mio. EUR
Objektive aus Stoffen aller Art für Fotoapparate, Filmkameras, Projektoren oder fotografische und kinematografische Vergrößerungs- oder Verkleinerungsapparate:	57 Mio. EUR
Ferngläser:	42 Mio. EUR
Fernrohre, optische Teleskope u.a. astronomische Instrumente und Montierungen dafür:	15 Mio. EUR
Zielfernrohre für Waffen; Periskope; Fernrohre für Maschinen, Apparate, Geräte oder Instrumente:	83 Mio. EUR
Andere optische Instrumente, Apparate, Geräte (z. B. Lupen, Stereoskope):	133 Mio. EUR
Teile und Zubehör für Ferngläser, Fernrohre, optische Teleskope u.a. astronomische Instrumente und Montierungen dafür:	37 Mio. EUR
Teile und Zubehör für Flüssigkeitskristallanzeigen, Laser u.a. optische Instrumente und Geräte:	100 Mio. EUR
Filmentwicklungsmaschinen und -ausrüstungen für Laboratorien:	93 Mio. EUR
Teile und Zubehör für Fotoapparate sowie für Filmkameras (auch Stative):	94 Mio. EUR
*) Soweit vom Statistischem Bundesamt erfasst <sup>124</sup> .	

## Umsatz und Beschäftigung Deutschland

Das deutsche Produktionsvolumen im Bereich der optischen Komponenten und Systeme beträgt 2,5 Mrd. EUR. Die vom Statistischen Bundesamt erfassten Produkte (vgl. Tabelle) belaufen sich auf einen Umsatz von rund 1,5 Mrd. EUR. Nicht enthalten sind hier beispielsweise das optische Glas, die Laserquellen, die optische Faserkomponenten oder die Infrarot- und Nachtsichtgeräte.

Die produzierenden Unternehmen beschäftigen in Deutschland 16.700 Mitarbeiter. Das Schwergewicht der Beschäftigung, mit mehr als 10.000 Mitarbeitern, liegt im Bereich der Systemfertigung. Die weiteren Beschäftigten arbeiten in der Komponenten- und Glasherstellung. Weitere Details werden aus Vertraulichkeitsgründen nicht dargestellt.

## Erwartung Umsatz und Beschäftigung in Deutschland

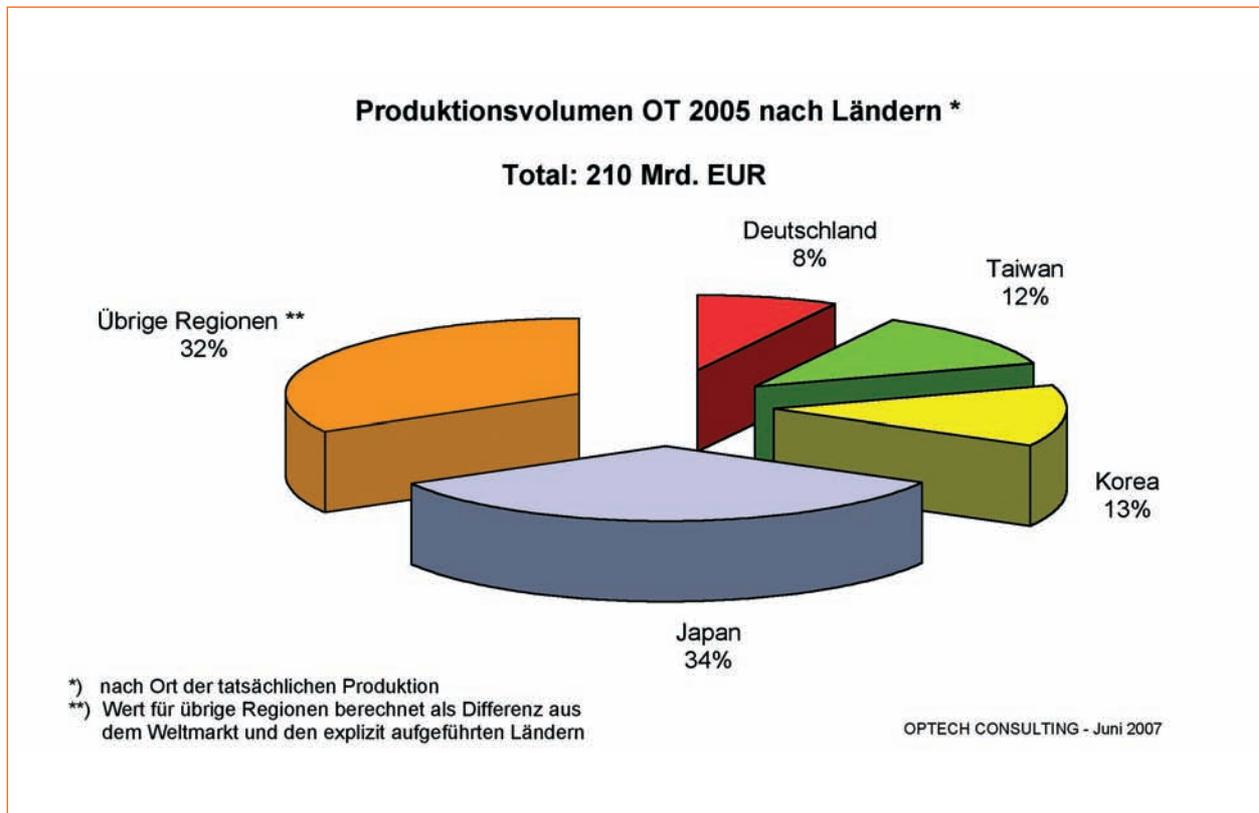
Für das Wachstum des deutschen Produktionsvolumens in der Vergangenheit geben die Daten des Statistischen Bundesamtes in einigen Segmenten Hinweise. So ist die Produktion

von Objektiven (ohne Objektive für Fotoapparate) in den letzten zehn Jahren von 66 Mio. EUR (1995) auf 229 Mio. EUR (2005) angestiegen (entsprechend einem Zuwachs von 11,8% pro Jahr), und diejenige von ungefassten und gefassten optischen Komponenten von 112 Mio. EUR auf 341 Mio. EUR (13,3% pro Jahr).

Für den Gesamtbereich optische Komponenten & Systeme beträgt das erwartete weitere Umsatzwachstum am Standort Deutschland 9,8% pro Jahr. Dieser Wert liegt etwas über dem erwarteten Weltmarktwachstum von 9,2%. Für die Beschäftigung wird eine Zunahme um 2% bis 3% pro Jahr erwartet. Die Differenz zum Umsatzwachstum ergibt sich aus der Notwendigkeit weiterer Produktivitätssteigerungen, auch durch Automatisierung. Gleichzeitig sind Produktionsverlagerungen in dieser Branche ein Thema. Inwieweit hochautomatisierte Fertigungsverfahren umgekehrt die Produktion von Massenkomponten (wie optische Komponenten für Konsumelektronik) nach Deutschland zurückholen können, bleibt abzuwarten.

<sup>124</sup> Stat. Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 3.1, Jahr 2005

## 11 Informationen zu einzelnen Ländern



### Überblick

Die Produktion in den Optischen Technologien wird stark von Asien dominiert. Die Abbildung zeigt die Anteile der Regionen nach Umfang der Inlandsproduktion<sup>125</sup>. Japan allein hält einen Weltmarktanteil von 34 %, Korea und Taiwan tragen jeweils 13 % bei.

Die Anteile der weiteren Länder wurden nicht im Detail untersucht und als Differenz zum Weltmarkt zu 32 % berechnet. Hiervon dürfte rund ein Drittel (knapp 10 % des Gesamtmarktes) auf die übrigen Länder in Asien, allen voran China, entfallen. Hier spielen auch sogenannte Electronic Manufacturing Services (EMS) eine wichtige Rolle<sup>126</sup>. EMS-Unternehmen unterhalten Fabriken in verschiedenen Teilen der Welt, vor allem auch in China. Auch bei der Einschätzung des nordamerikanischen Produktionsvolumens stellt sich

die Frage nach dem Anteil ausländischer Fertigungsstätten von US-Unternehmen und des EMS-Anteils, die hier nicht im Detail analysiert wurde. Der nordamerikanische Inlandsanteil an der OT-Produktion lässt sich dennoch mit einer Bandbreite von 11 % bis 14 % abschätzen. Auf Europa (ohne Deutschland) entfallen demnach die übrigen knapp 10 %.

### Japan

Die Inlandsproduktion Japans in den OT liegt bei gut 70 Mrd. EUR, der Weltmarktanteil bei 34 %. Das Schwergewicht im Produktionsspektrum ist die Informationstechnik. Japan ist jedoch auch in der Mehrzahl der übrigen OT-Bereiche Weltmarktführer. Lediglich im Bereich der optischen Kommunikationstechnik liegt der Marktanteil Japans knapp unter 20 %<sup>127</sup>.

<sup>125</sup> Für Deutschland ist der OT-bezogene Umsatz (d. h. inkl. Teile und Service) inländischer Betriebsstätten berücksichtigt.

<sup>126</sup> EMS-Unternehmen fertigen elektronische Geräte, auch solche der OT wie z. B. Digitalkameras, im Auftrag. Der Umfang der EMS wird durch die Mitarbeiterzahlen der betreffenden Unternehmen deutlich, die mehrere 100.000 erreichen.

<sup>127</sup> Überraschenderweise ist der japanische Weltmarktanteil im Bereich der optischen Kommunikationstechnik am geringsten, trotz der hohen Aufmerksamkeit, die dieser Bereich in Japan erhält.

In der OT-basierten Produktionstechnik ist Japan als Fertigungsstandort führend, durch eine starke Position von der Lasermakro- über die -mikrobearbeitung bis zur Mikrolithografie und der Lithografie für die Flachdisplayherstellung. In der Energietechnik (Solarzellen und Module) sind japanische Unternehmen ebenfalls führend. Sharp hält als Weltmarktführer bei der Solarzellenproduktion allein so viele Marktanteile, wie alle europäischen Hersteller zusammen. Auch in den Bereichen optische Komponenten & Systeme und in der Beleuchtungstechnik ist Japan führend, infolge einer starken Präsenz in jeweils vielen einzelnen Produktsegmenten. Im Bereich Medizintechnik & Life Science nimmt Japan den zweiten Platz hinter Nordamerika ein, mit einem Weltmarktanteil von gut 20 %. Schwächen in den Segmenten Medizinlaser und Augenoptik steht eine führende Marktposition in den Bereichen Endoskopie, Mikroskopie und Medical Imaging gegenüber. Auch in der Bildverarbeitung & Messtechnik nimmt Japan den zweiten Platz hinter Nordamerika ein, mit einer starken Position von der Bildverarbeitung über die Binärsensoren bis zur Halbleitermesstechnik. Im Bereich Flachdisplays liegt Japan auf dem dritten Platz. Hier liegen Korea und Taiwan an der Spitze.

Weitere Marktanteile, zusätzlich zu den oben genannten 34%, entfallen auf ausländische Produktionsstandorte japanischer OT-Unternehmen, vor allem in China und Taiwan.

Nicht zuletzt hat Japan die Basis dafür gelegt, dass heute Asien die führende Position in den OT einnimmt. Taiwan, Korea und China kommen inzwischen zusammen auf einen Weltmarktanteil in den OT von rund 30 %.

Im Folgenden sind die Förderprogramme des METI/NEDO dargestellt (Zeitraum (2004/2005), soweit deren Titel auf eine wesentlichen OT-Anteil schließen lässt<sup>128</sup>:

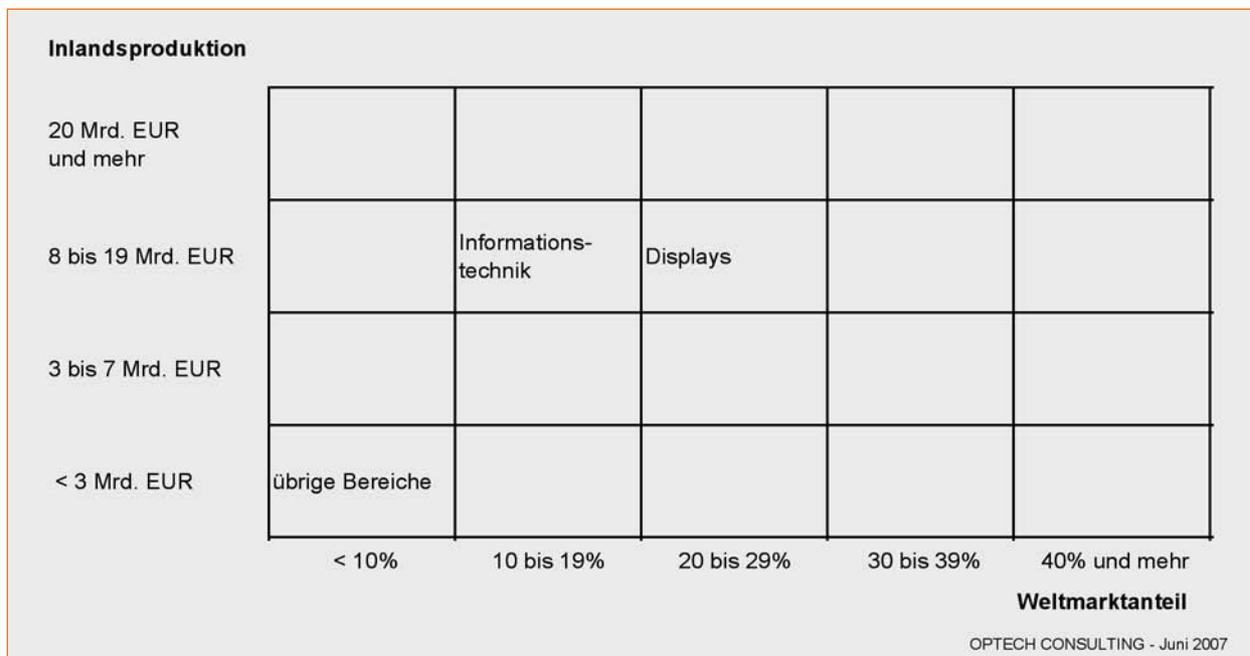
- Im Bereich **Industrial Technology Research and Development Projects** werden unter der Überschrift „Informations- und Telecommunications“ Projekte gefördert zur Mikrolithografie, zur optischen Kommunikationstechnik (Femtosekundentechnologie, photonische Netzwerke) sowie zur optischen Datenspeicherung.
- In demselben Bereich werden unter der Überschrift „Nanotechnology and Materials“ Projekte gefördert zu „full color rewritable paper“, FED Displays, zur Nanotechnologie für photonische Komponenten und für Displays sowie zu UV-emittierenden Halbleitern.
- Im Bereich **Projects for the Development of New Energy, Energy Conservation and Environmental Technologies** werden unter der Überschrift „Global Warming Prevention Technologies“ OLEDs gefördert, ebenso wie Fiber-to-the-Home und „Construction Materials Using TiO2 Based Photocatalysts“.

Inlandsproduktion					
20 Mrd. EUR und mehr				Informationstechnik	
8 bis 19 Mrd. EUR		Displays			
3 bis 7 Mrd. EUR		BV & Messtechnik, Medizin & Life Sc.	Beleuchtungstechnik	Produktionstechnik, Energietechn., Opt. Kompon. u. Systeme	
< 3 Mrd. EUR	Kommunikationstechnik				
	< 10%	10 bis 19%	20 bis 29%	30 bis 39%	40% und mehr
	<b>Weltmarktanteil</b>				

OPTECH CONSULTING - Juni 2007

Japanische Inlandsproduktion und Weltmarktanteil

<sup>128</sup> Übersicht unter <http://www.nedo.go.jp/english/activities/index2.html>



*Inlandsproduktion Taiwan und Weltmarktanteil*

- In demselben Bereich wird unter der Überschrift „New Energy Technology“ die Solartechnologie gefördert.

**Taiwan**

Die taiwanische OT-Produktion steht heute für 13 % des weltweiten Produktionsvolumens. Die Anfänge der OT in Taiwan liegen Mitte der neunziger Jahre. Der Sektor ist demnach in einem Jahrzehnt auf diesen beachtlichen Umfang gewachsen. Die Optoelektronikindustrie ist in Taiwan aus der starken IT-Industrie entstanden. Im IT-Bereich stehen taiwanische Unternehmen bei mehreren umsatzstarken Produkten an erster Stelle, so bei den Notebooks (heute werden mehr als 80 % alle Notebooks von taiwanischen Unternehmen produziert), Desktop PCs und Motherboards. Die Marktführerschaft im Bereich der IT-Produkte wurde jeweils auf das nächste Massenprodukt ausgedehnt, vom Motherboard zum Notebook, vom Röhren- zum LCD-Monitor. Heute werden 71 % der LCD-Monitore, 40 % der optischen Speicherlaufwerke und 42 % der Digitalkameras von taiwanischen Unternehmen gefertigt.

Die Produkte sind nicht immer als taiwanische Produkte erkennbar, wie beispielsweise bei Notebooks, die den Namen eines amerikanischen, japanischen oder auch europäischen (Marken-) Herstellers tragen. Weiterhin ist zu beachten, dass die viele IT-Produkte zwar von taiwanischen Unternehmen hergestellt werden, die Fabriken jedoch in China oder anderen Ländern gelegen sind<sup>129,130</sup>. Die Struktur der taiwanischen IT-Industrie wird mit einer Pyramide verglichen. Eine Handvoll Unternehmen sind die Innovationsführer mittels umfangreicher F&E. Kleinere und mittlere Unternehmen stellen nicht nur zahlenmäßig das Gros, sondern stehen auch für 85 % der Produktion.

In den Optischen Technologien sind die Zusammenhänge einfacher, da diese weit überwiegend im Land selbst hergestellt werden. Dies gilt insbesondere für die Flachdisplays, den umsatzstärksten Bereich der taiwanischen OT-Produktion. Das dominierende Produkt sind hier großformatige TFT-LCD-Displays, bei denen Taiwan einen Weltmarktanteil von rund 40 % hält. Viele diese Displays werden von taiwanischen Unternehmen in PC-Monitore und Notebooks integriert (in Taiwan und in Fertigungsstätten im Ausland). Weiterhin ist Taiwan stark im Bereich der OT-basierten Informationstechnik vertreten, mit der Fertigung von optischen Speicherlauf-

<sup>129</sup> Ab dem Jahr 1990 erfolgten Auslandsinvestitionen, vor allem in China. Schon 1992 wurden 10 % der IT-Produkte der taiwanischen Industrie im Ausland hergestellt, im Jahr 2002 waren dies bereits 64 %.

<sup>130</sup> Nach Angaben des Market Intelligence Centre (MIC) betrugten die Verkäufe von 14 führenden I&K-Produkten durch taiwanische Unternehmen im Jahr 2004 67,2 Mrd. USD. Davon wurden 72,1 % in China produziert.

werken, Digitalkameras und Scannern. Produkte mit geringerem Umsatz sind die LEDs und die Solarzellen. Für die LEDs nennt der taiwanesischer Optoelektronikverband PIDA ein Produktionsvolumen von 1,04 Mrd. USD (2004). Im Bereich der Solarzellen hält das taiwanesischer Unternehmen Motech einen Weltmarktanteil von 3%. In geringerem Umfang ist Taiwan in weiteren Produktklassen der OT vertreten: faser-optische Komponenten, Lasermaterialbearbeitungssysteme, Bildverarbeitungssysteme, Binärsensoren, optische Module für Kamera-Mobiltelefone, Laserdioden, CMOS-Bildsensoren.

Inzwischen wird die Stärke in den OT als Chance für die Zukunft gesehen. Da sich eine deutliche Wachstumsberuhigung bei den Flachdisplays abzeichnet, setzt man wieder auf die großen zukünftigen Marktsegmente. Dies sind insbesondere die LEDs und die Solarzellen. Auch die optische Kommunikationstechnik wird genannt.

Im Zeitraum 2003 bis 2007 läuft in Taiwan unter dem Namen National Nanotechnology Initiative (NNI) ein öffentlich finanziertes Förderprogramm von fast 700 Mio. USD. Die Initiative, namensgleich mit der Initiative in den USA aus dem Jahr 2001, fasst Forschungsaktivitäten zusammen, auch aus dem Bereich der Optoelektronik. Das Ministry of Economic Affairs (MOEA) und das National Science Council (NSC) tragen den größten Teil der Förderung bei.

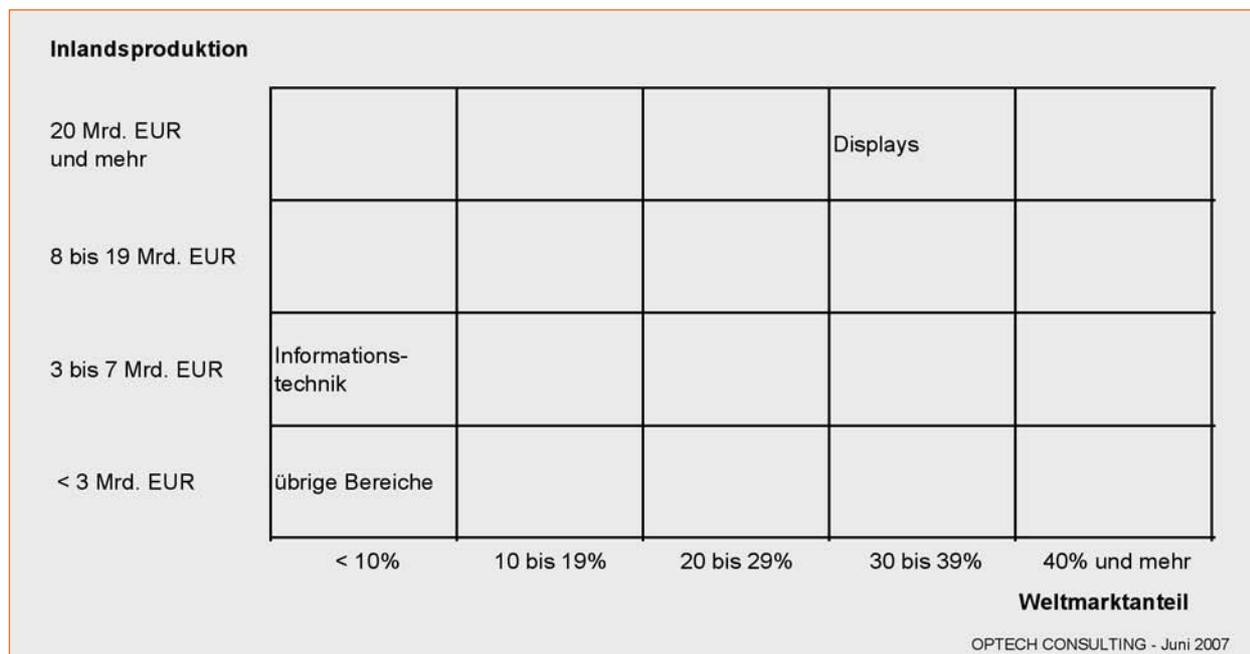
Das MOEA legt derzeit Augenmerk auf die Steigerung des lokalen Anteils bei Fertigungsanlagen und Materialien für die IC- und Flat-Panel-Display-Industrie. Das MOEA weist

darauf hin, dass von den jährlich ca. 10 Mrd. USD Ausrüstungs-investitionen in diesen Branchen nur 7% lokal bedient werden. Der lokale Bezug von LCD-Ausrüstung soll von 9% auf 15% gesteigert werden, der Bezug von Materialien für die LCD-Produktion von 17% auf 75%. Dieses Ziel ist auch deshalb wichtig, weil bei großen LCD-Displays die Materialkosten bis zu 80% der Herstellkosten betragen. Asahi Glass und Corning haben Fabriken in Taiwan eröffnet, ULVAC hat als LCD-Ausrüster ein Technologiezentrum in Taiwan etabliert.

In der Optoelektronikforschung spielt das Industrial Technology Research Institute (ITRI) eine wichtige Rolle. Das ITRI hat ca. 6.200 Mitarbeiter (Stand 2004) und ein Budget aus staatlicher Förderung und Industriekontrakten von rund 500 Mio. USD. Die Optoelectronics and Systems Laboratories (OES) des ITRI wurden 1987 gegründet und sind mit heute ca. 500 Mitarbeitern im Hsinchu Science Park angesiedelt. Dort wird auf den Feldern gearbeitet, in denen die taiwanesischer Industrie tätig ist: optische Datenspeicher (CD/DVD, HD-DVD), Kommunikationstechnik, Flachdisplays.

**Korea**

Auch in Korea sind die Optischen Technologien im Kontext der IT-Industrie zu sehen, die für einen guten Teil der koreanischen High-Tech-Industrie steht. Im Jahr 2004 exportierte Korea IT-Produkte im Wert von 74,3 Mrd. USD, die einem Drittel der Gesamtexporte des Landes entsprechen (254 Mrd.



Inlandsproduktion Korea und Weltmarktanteil

USD)<sup>131</sup>. Im Jahr 2005 betragen die IT-Exporte 78,02 Mrd. USD oder 143 % des koreanischen Außenhandelsüberschusses<sup>132</sup>. Die wichtigsten IT-Exportgüter waren Halbleiter (2004: 26,9 Mrd. USD) und Mobiltelefone (22,4 Mrd. USD), Monitore standen für 6,8 Mrd. USD<sup>133</sup>.

Die Displays sind das herausragende OT-Produkt der koreanischen Industrie. Bei den LCD-Displays halten Samsung und LG Philips jeweils einen Weltmarktanteil von rund 20 %, bei den Plasmadisplays gehören Samsung und LG Electronics zu den Weltmarktführern.

Auch in der OT-Informationstechnik dominieren Samsung und die LG-Gruppe. Der Weltmarktanteil von Samsung bei Laserdruckern (inkl. OEM-Geräte) wird auf 10 % geschätzt. Samsung stellt auch MFPs und Faxgeräte her. Bei Digitalkameras hatte Samsung 2005 einen Weltmarktanteil von 5 %<sup>134</sup>. Bei optischen Datenspeicherlaufwerken sind ebenfalls Samsung und LG auf dem Weltmarkt präsent.

Die koreanische Regierung hatte im Jahr 2003 die „10 Wachstumsmotor-Industrien“ benannt<sup>135,136</sup>. Diese sollen den Wandel der koreanischen Wirtschaft hin zu Produkten mit hoher Wertschöpfung vorantreiben, nachdem die traditionellen Wachstumsindustrien wie Automobilindustrie, Halbleiterindustrie und Telekommunikation unter dem Konkurrenzdruck nachrückender Länder leiden. Unter den zehn benannten Industrien ist das Gebiet Digital displays das einzige aus dem OT-Feld, und gleichzeitig mit nahezu der Hälfte des ausgewiesenen Forschungsbudgets das mit Abstand wichtigste.

Als weitere Zukunftsgebiete in den OT in Korea werden die Gebiete LED und Solarzellen angesehen. Auch die optische Telekommunikationstechnik wird genannt. Im Bereich der LEDs wird der Umsatz der koreanischen Hersteller im Jahr 2004 auf 728 Mrd. KRW (708 Mio. USD) geschätzt<sup>137</sup>. Um Korea im Bereich LEDs zu einer weltweit führenden Position zu verhelfen, wurde in Gwangju das „LED Valley“ Projekt ins Leben gerufen. Mit einem Budget von 100 Mio. USD für die Jahre 2005 bis 2008 wurde das Ziel gesetzt, hier einen Cluster von 40 bis 50 führenden LED-bezogenen Unternehmen anzusiedeln, vom Chip-Hersteller bis zum Systemhersteller.

Im Bereich der Solarenergie wurde das Programm „Solar Land 2010“ ins Leben gerufen. Für die Technologieentwicklung wurde für die Jahre 2002 bis 2008 ein Budget von 81 Mio. EUR (99,0 Mrd. KRW) und für die Verbreitung von PV-Systemen 129 Mio. EUR (157,9 Mrd. KRW) bereitgestellt. Die partizipierenden PV-Unternehmen kündigten an, weitere 82 Mrd. EUR (100,0 Mrd. KRW) für die eigene Technologieentwicklung auszugeben.

Die koreanische Technologiepolitik setzt auf Clusterbildung. Seit Gwangju als Cluster-Standort für die Photonik bestimmt wurde, haben sich Institutionen und Unternehmen dorthin orientiert, mit Neugründungen, Umzügen oder Errichtung von Niederlassungen. Auch das neu gegründete Korea Photonics Technology Institute (KOPTI) ist dort angesiedelt. In der ersten Phase der Entwicklung des Clusters wurden 2000 bis 2003 395 Mio. USD vor allem in die Errichtung einer F&E-Infrastruktur investiert. Dies umfasste auch das KOPTI Korea (Photonics Technology Institute), das ETRIOCC (ETRI-Optical Communications Center), das APRI (Advanced Photonics Research Institute) und das KITECH (Korea Institute of Industrial Technology).

## Nordamerika

In Nordamerika wird ein breites Spektrum von OT-Produkten hergestellt:

- **Informationstechnik:** US-Unternehmen wie Kodak und HP stellen Produkte der Konsumelektronik und der Büroautomatisierung her, wie beispielsweise Digitalkameras, Laserdrucker, Multifunktionsdrucker, Print-on-Demand-Systeme, Barcodelesegeräte, Scanner. Kodak ist durch die Übernahme von Creo inzwischen auch einer der Weltmarktführer im Bereich der Druckvorstufe.
- **Im Bereich der Bildverarbeitung & Messtechnik** halten nordamerikanische Unternehmen weltweit einen Marktanteil von rund einem Drittel und liegen damit an der Spitze. Besondere Stärken in der Messtechnik liegen im Segment der Spektrometer und der Halbleitermesstechnik.
- **Medizintechnik & Life Science:** Nordamerikanische Unternehmen sind führend im Bereich der medizinischen Lasersysteme und der Systeme für die Biotechnologie und Pharmaforschung.

<sup>131</sup> Korea IT Times Magazine (December 2005/Vol.18)

<sup>132</sup> EE Times, 4. Januar 2006

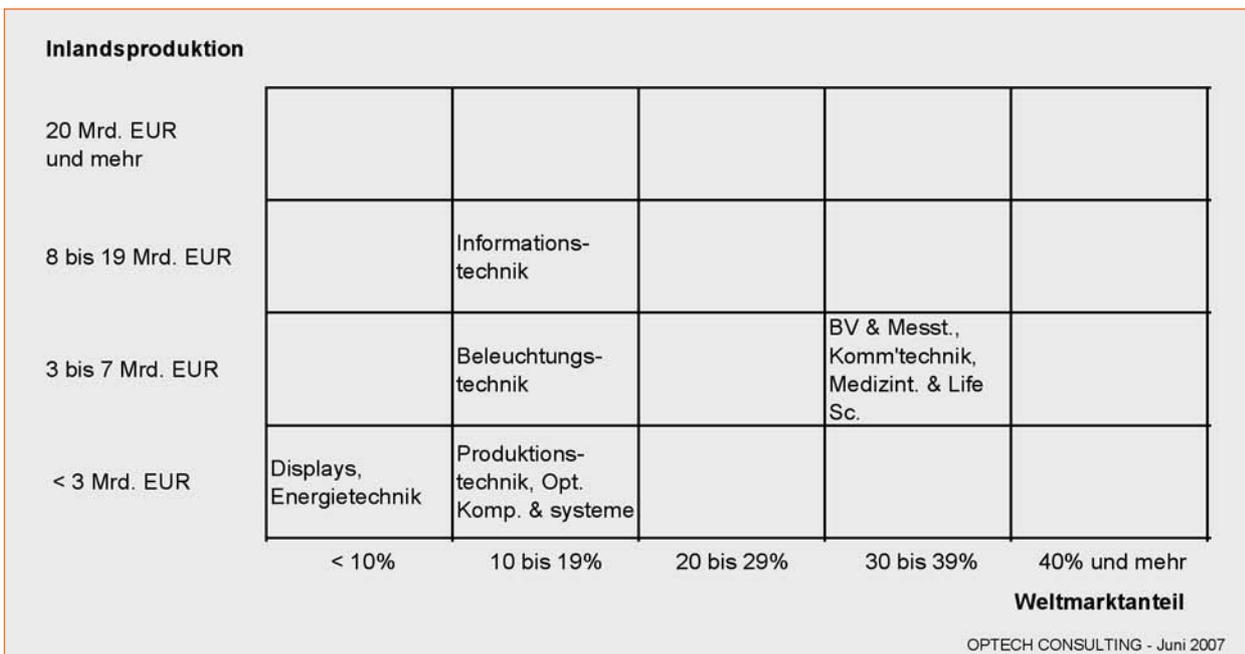
<sup>133</sup> IT Korea Journal, March/April 2005

<sup>134</sup> Photoscala, 20. September 2006

<sup>135</sup> Als die 10 Industrien wurden ausgewiesen: Digital TV/Broadcasting, Digital displays, Intelligent robots, Future automobiles, Next generation semiconductors, Next generation mobile telecommunications, Intelligent home networking, Digital contents & software solutions, Next generation batteries, New biomedicine & organ.

<sup>136</sup> Die Benennung der 10 Wachstumsmotorgebiete Ende 2003 folgte der Formulierung der „Vision 2025“ im Jahr 1999 und des „Frontier 21“ Programms bis 2010, ebenfalls im Jahr 1999.

<sup>137</sup> LED Magazine, 28. Januar 2005



Inlandsproduktion Nordamerika und Weltmarktanteil

- **In der optischen Kommunikationstechnik** halten nordamerikanische Unternehmen noch immer den Löwenanteil am Weltmarkt, auch wenn Alcatel-Lucent inzwischen Weltmarktführer ist, japanische Unternehmen ebenfalls nennenswerte Anteile aufweisen, und chinesische Unternehmen auf den Markt drängen.
- **Auch in den meisten weiteren Bereichen** sind nordamerikanische Unternehmen tätig, in der Produktionstechnik (Lasersysteme für die Halbleiterfertigung), der Beleuchtungstechnik und bei den optischen Systemen (Militär- und Zivilschutzausrüstung).
- **Im Bereich Displays** sind nordamerikanische Unternehmen mit der DLP-Technologie präsent.

Zur staatlichen Förderung der OT in den USA hat der US-amerikanische Branchenverband OIDA auf einer Präsentation Anfang dieses Jahres eine Übersicht vorgestellt<sup>138</sup>. Der OIDA kommt hierbei zu einer Summe von 180 Mio. USD jährlicher Förderung für die Photonik, auf Basis einer Bottom-Up-Zählung von Projekten und Förderschwerpunkten mit photonischen Themenstellungen. Der OIDA beklagt, dass die Photonik-Förderung über zahlreiche Programme des DOD und anderer Ministerien verstreut sei. In der Tat kam in den USA auch nach der COSE-Initiative kein Förderprogramm OT zustande. Das derzeitige „Buzz Word“ sei „Nano“. Als übergreifende Organisation wurde hierfür das NNI Programm installiert (National Nanotechnology Initiative), das derzeit rund 1,3 Mrd. USD Fördervolumen betreut. Hierin sind wieder Photonik-Projekte bzw. Projekte mit Photonik-Anteil ent-

halten (diese sind in der Systematik des OIDA in den o.g. 180 Mio. USD enthalten).

Laut OIDA wird in den USA die Photonik aus folgenden Budgets gefördert:

- **DOD** (Department of Defence, jährliche Förderung der Photonik derzeit insgesamt ca. 100 Mio. USD), unter anderem im DARPA-Programm („consistently strong support“). In DARPA-Projekten wurden Photonik-Themen vom optischen Chip-Interconnect bis zu effizienten Solarzellen gefördert. DARPA fördert auch vier Optoelectronics R&D Centers. Auch im SBIR/STTR-Programm (Small Business Innovation Research/Small Business Technology Transfer) des DOD werden Photonik-Projekte gefördert.
- **DOE** (Department of Energy, 20 Mio. USD). Förderung im Rahmen des SSL- Programms (Solid State Lighting) und in der NGLI (Next Generation Lighting Initiative). Gegenstand der Forschung sind hier LEDs und OLEDs.
- **NSF** (National Science Foundation, 20 Mio. USD).
- **DHHS** (Department of Health and Human Services, 20 Mio. USD).
- **NASA** (10 Mio. USD).
- **Für weitere Quellen** schätzt OIDA ein Volumen von 40 Mio. USD jährlicher Förderung. So fördert das NIST (National Institute of Standards and Technology) des DOC (Department of Commerce) Photonik-Projekte, in den letzten Jahren im Rahmen des ATP (Advanced Technology Program).

<sup>138</sup> Optoelectronics Industry Development Association (OIDA), Vortrag auf Photonics21 Forum, Brüssel, Februar 2007.

## Anhang: Methodik und Datenbasis

### Überblick

Im Mittelpunkt der vorliegenden Untersuchung stehen zwei Datenkomplexe, einerseits der Weltmarkt und andererseits der Umsatz und die Beschäftigung am Standort Deutschland (vgl. Abbildung A.1). Für jede dieser Größen wurde der Stand im Jahr 2005 bestimmt, sowie die Prognose bzw. Erwartung für das Jahr 2015. Weiterhin wurden Informationen zur Charakterisierung der Branche in Deutschland erhoben (Zulieferung, Exportquote, Auslandsproduktion etc.).

Die Daten wurden detailliert für die Bereiche und Segmente der OT erhoben. Da die OT eine Querschnittstechnologie bilden, finden OT-Produkte Verwendung in einer Vielzahl von Anwendungen, die in neun Bereiche geordnet wurden. Innerhalb der Bereiche wiederum ergeben sich Segmente, die sich primär an Produkten orientieren (vgl. Tabelle A.1).

Die Daten und Informationen stammen vor allem aus zwei Quellen. Dies ist einerseits die Diskussion mit den Industrieexperten und andererseits die Auswertung von Informationen aus der Marktforschung. Weitere Datenquellen waren für Teilbereiche der Untersuchung verfügbar.

### Charakterisierung der Industrie in Deutschland

Für die Charakterisierung der OT-Industrie in Deutschland stehen die Informationen der Experten im Mittelpunkt. Weitere Quellen sind hier Geschäftsberichte sowie Verbandsstatistiken, die wiederum auf schriftlichen Befragungen beruhen.

In einem Fall, zur Lasermaterialbearbeitung, wurde von der Arbeitsgemeinschaft Laser im VDMA eine dedizierte schriftliche Mitgliederbefragung durchgeführt. Im Bereich der Bildverarbeitung konnte für einen Teil der gesuchten Daten auf eine etablierte Statistik des VDMA zurückgegriffen werden.

Die direkt befragten Unternehmen, sowie die Unternehmen des Segments Lasermaterialbearbeitung kommen zusammen auf ein Umsatzvolumen von 8,5 Mrd. EUR. Bei einem Gesamtvolumen von 16,3 Mrd. EUR (Inländerumsatz) wurde damit für die Untersuchung gut die Hälfte des Umsatzvolumens direkt in Gesprächen bzw. schriftlichen Erhebungen erfasst. Die Daten für die andere knappe Hälfte der OT-Industrie in Deutschland beruhen auf Schätzungen der Industrieexperten. Die Schätzungen wurden jeweils segmentspezifisch abgefragt, d. h. die Experten schätzten jeweils die Daten für den eigenen Produktbereich im eigenen Land.

Für die Studie wurden insgesamt 50 Gespräche mit Industrieexperten geführt, zehn vor Ort bei den jeweiligen Unternehmen und 40 telefonisch. Die Gesprächspartner waren überwiegend Mitglieder der Geschäftsleitung, oder führende Mitarbeiter aus den Bereichen F&E und Marketing. Bei den Vor-Ort-Gesprächen wirkten zum Teil Gesprächspartner aus mehreren Unternehmensbereichen mit.

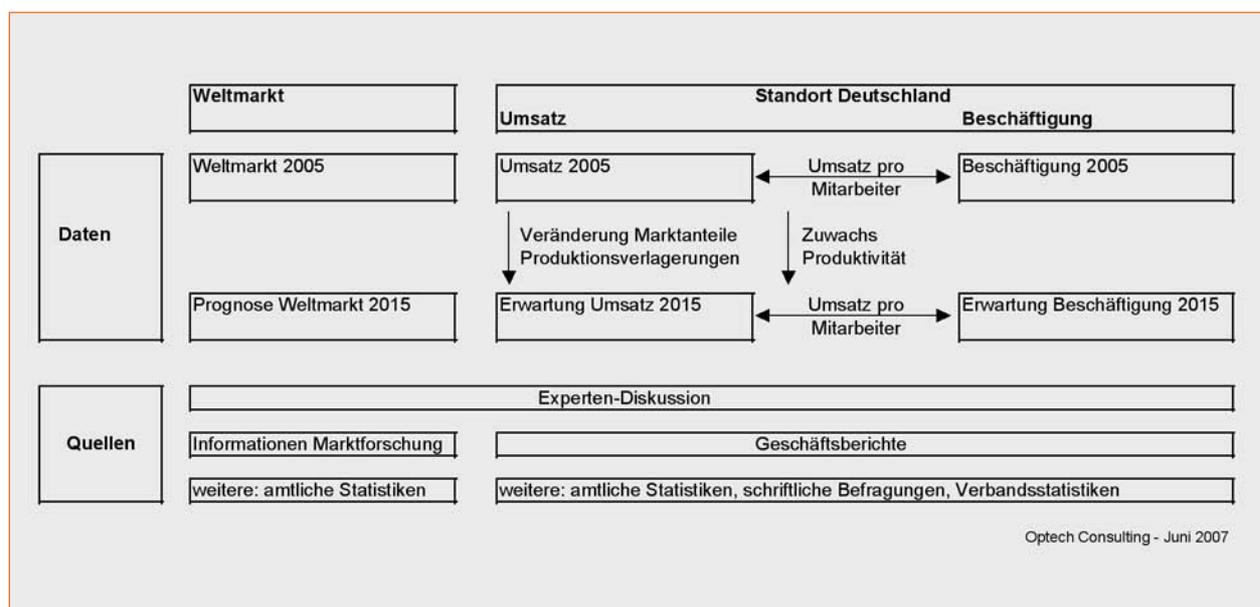


Abbildung A.1: Daten und Datenquellen

<p><b>Industrielle Produktionstechnik</b> Systeme zur Lasermaterialbearbeitung Lithografiesysteme Laserquellen für industrielle Produktionstechnik Optiken für Waferstepper</p> <p><b>Bildverarbeitung, Messtechnik, Analytik</b> Bildverarbeitungssysteme und Komponenten Spektrometer und -module Binärsensoren Systeme für die Halbleitermesstechnik Systeme für die Faseroptik-Messtechnik Messsysteme für andere Anwendungen</p> <p><b>Medizintechnik und Life Science</b> Brillengläser und Kontaktlinsen Lasertherapiesysteme Endoskopiesysteme Mikroskope Medical-Imaging-Systeme Ophthalmologische und sonstige diagnostische Systeme Systeme für Labormedizin, Pharmaforschung, Biotechnologie</p> <p><b>Kommunikationstechnik</b> Systeme für optische Netzwerke Komponenten für optische Netzwerke</p>	<p><b>Informationstechnik, Büroautomatisierung, Konsumelektronik</b> Optische Datenspeicherlaufwerke Laserdrucker und -kopierer, Fax- und MFP-Geräte, POD-Systeme Digitalkameras und Camcorder, Scanner Barcodescanner Systeme der Drucktechnik Laserquellen für die Informationstechnik Digitale Bildsensoren</p> <p><b>Beleuchtungstechnik</b> Lampen LEDs OLEDs</p> <p><b>Flachdisplays</b> LCD-Displays Plasmadisplays OLED- und weitere Displays Displayglas und Flüssigkristalle</p> <p><b>Energietechnik</b> Solarzellen Solarmodule</p> <p><b>Optische Geräte und Komponenten</b> Optische Komponenten und optisches Glas Optische Systeme Systeme und Komponenten soweit nicht anderweitig berücksichtigt</p>
--	--

Optech Consulting - Juni 2007

Tabelle A.1: Bereiche und Segmente der OT

Die befragten Unternehmen wurden unter folgenden Gesichtspunkten ausgewählt:

- Berücksichtigung aller neun OT-Bereiche sowie der Produktschwerpunkte der Industrie in Deutschland.
- Berücksichtigung der umsatzstärksten Unternehmen in Deutschland.
- Berücksichtigung der kleineren Unternehmen durch Stichproben.
- In den von kleinen Unternehmen dominierten Produktsegmenten wurden insbesondere auch Industrieexperten mit gutem Marktüberblick (z. B. Verbandstätigkeit) befragt.

Mit Themen wie Umsatz- und Beschäftigungsentwicklung wurden Punkte angesprochen, die aus Unternehmenssicht sensibel sind. Durch die Zusicherung von Vertraulichkeit waren in den Gesprächen offene Diskussionen möglich. Ein geringer Teil der angefragten Gespräche kam nicht zustande, wobei dann auf andere Unternehmen ausgewichen wurde. Soweit Gespräche nicht zustande kamen, liegen die Gründe überwiegend in firmeninternen Informationsregelungen oder Vertraulichkeitsverpflichtungen gegenüber Anteilseignern (börsennotierte Unternehmen). Der zugesicherten Vertraulichkeit wird im vorliegenden Bericht durch

die aggregierte Darstellung der Daten Rechnung getragen. Auch werden die Namen der befragten Unternehmen und Gesprächspartner nicht wiedergegeben, da diese mit Daten und Prognosen der jeweiligen Geschäftsfelder in Verbindung gebracht werden könnten.

## Weltmarkt und Marktprognose

Für Fragen des Weltmarktes und der Marktprognose sind Informationen aus der Marktforschung von zentraler Bedeutung. Partiiell liefern Produktionsstatistiken von Industriebänden Informationen. Weiterhin wurden amtliche Produktionsstatistiken ausgewertet (für Deutschland, Europa, Japan, die USA und Taiwan), die jedoch nur wenige Daten zum vorliegenden Untersuchungsbereich beitragen können.

In den einzelnen Marktsegmenten haben sich unterschiedliche Marktforschungsunternehmen etabliert, die ihrerseits im Dialog mit den Herstellern stehen, und deren Daten bei den Herstellern bekannt sind. Zunächst wurde das Datenangebot gesichtet und dann mit den Experten des jeweiligen Bereiches sowohl die Quellenauswahl als auch die Daten selbst diskutiert.

Insgesamt wurden für die vorliegende Untersuchung Daten aus rund 50 Marktstudien berücksichtigt. Dies ent-

spricht durchschnittlich mehr als fünf Marktstudien für jeden der neun Bereiche der OT. Die Marktstudien selbst waren für eine Auswertung nicht verfügbar. Zum einen können sie aus Kostengründen nicht angeschafft werden, zum anderen stehen die darin enthaltenen Informationen unter Vertraulichkeitsvorbehalt. Vielmehr wurden für die vorliegende Untersuchung die veröffentlichten Ergebnisse aus den Marktstudien herangezogen. Deren Detailliertheit genügt in den meisten Produktsegmenten den Erfordernissen der vorliegenden Studie. Wenn im Einzelfall weitere Details notwendig waren, wurden diese im Verlauf der Expertengespräche ergänzt.

### **Definition Weltmarkt und Umsatz Standort Deutschland**

Bei der Festlegung der zu erhebenden Daten wurde auch die Datenverfügbarkeit berücksichtigt. Die Segmentierung wurde so gewählt, dass zu den Segmenten einerseits Daten aus Marktstudien verfügbar sind und andererseits die Industrieexperten die Segmente überblicken können.

Ebenfalls aus Gründen der Datenverfügbarkeit wurde im Weltmaßstab das Produktionsvolumen von Systemen und Komponenten erhoben, für Deutschland jedoch die OT-bezogenen Unternehmensumsätze.

Weltweit betrachtet sind demnach Herstellerumsätze mit Systemen und Komponenten erfasst (d. h. ohne Teile, Service und Dienstleistungen). Das Produktionsvolumen entspricht im Weltmaßstab weitgehend dem Marktvolumen. Diese Größen sind üblicherweise in Marktstudien, Verbandsstatistiken und amtlichen Statistiken verfügbar.

Für Deutschland wurden OT-bezogene Unternehmensumsätze erfasst, die dem Standort Deutschland zuzurechnen sind („Inländerumsatz“ oder „Umsatz Standort Deutschland“). Diese Größe lässt sich innerhalb der Branche abfragen und schließt sich auch an die Anzahl der Beschäftigten an.

Während für den Weltmarkt demnach Umsätze mit Teilen und Service nicht einbezogen wurden, sind diese für den Standort Deutschland einbezogen. Andererseits werden für den Weltmarkt die Volumina von Systemen und Komponenten vollständig aufaddiert. Bei den Unternehmensumsätzen in Deutschland werden hingegen innerhalb von Unternehmen getätigte Komponentenumsätze nicht aufaddiert (geschlossene Märkte). Beide Sachverhalte betreffen für das Gesamtgebiet der OT jeweils weniger als zehn Prozent des Total und sind gegenläufig in ihrer Auswirkung auf das Verhältnis Weltmarkt/Umsatz Standort Deutschland.





Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unentgeltlich abgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen/Wahlwerbern oder Wahlhelferinnen/Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin/dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

