

 ptotransmitter-**U**mweltschutz-**T**echnologie e.V.

---

**Forschungsbericht 2002/2003**

### Vorwort

Die große Resonanz auf den Jahresbericht 2000/2001 des Optotransmitter-Umweltschutz-Technologie e.V. (OUT e.V.), die erfreulicherweise u.a. zu einer Reihe von neuen wissenschaftlichen Kontakten und entsprechenden gemeinsamen Projektanträgen geführt hat, ist Anlass, auch für die Jahre 2002 und 2003 einen analogen Bericht herauszugeben. Mit diesem Forschungsbericht wendet sich der OUT e.V. an die Öffentlichkeit mit dem Ziel, einen Überblick über die Forschungstätigkeit in den Jahren 2002 und 2003 zu geben; insbesondere betrifft das die im Rahmen von Forschungsprojekten erreichten wissenschaftlichen Ergebnisse sowie die Verwendung der finanziellen Mittel, die entsprechend zur Verfügung standen.

Der Bericht verdeutlicht, daß es Wissenschaftlern und Mitarbeitern des OUT e.V. gelungen ist, eine Reihe von anspruchsvollen Ergebnissen zu erzielen, die vorrangig von kleinen und mittelständischen Unternehmen genutzt werden oder zur Nutzung anstehen. Dafür gebührt allen Mitgliedsunternehmen und Mitgliedern des OUT e.V. Anerkennung und Dank. Dank ist aber auch vor allem den Förderinstitutionen und Kooperationspartnern zu sagen, ohne deren Unterstützung und Hilfe die Durchführung der Forschungsprojekte unmöglich gewesen wäre; das betrifft vor allem das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, die Fraunhofer Service GmbH und die VDI/VDE IT GmbH, die als Projektträger des BMWA wesentlich zur erfolgreichen Durchführung der Projekte im OUT e.V. beigetragen haben, die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. / Außenstelle Berlin, die Senatsverwaltung für Wirtschaft und Betriebe des Landes Berlin und die Technologiestiftung Innovationsagentur Berlin GmbH / Außenstelle Berlin-Adlershof.

Der OUT e.V. unterstreicht mit der Herausgabe und dem Vertrieb dieses Forschungsberichtes seinen Charakter als externe Industrieforschungseinrichtung und bietet auch auf diesem Wege die erzielten Forschungsergebnisse potentiellen Nutzern und technologietransferorientierten Institutionen an.

Gleichzeitig hat dieser Bericht aber auch die Aufgabe, weitere wissenschaftliche Kontakte anzubahnen, um zukünftige effektive Kooperationen zu gestalten. Der OUT e.V. geht davon aus, dass auch zukünftig Verbund- und Netzwerkprojekte eine außerordentlich wichtige Form effektiver Zusammenarbeit sein werden.

Ein spezifisches Dienstleistungsangebot, das im wesentlichen Leistungen darstellt, die außerhalb der Forschungsprojekte im Rahmen des wirtschaftlichen Geschäftsbetriebes bzw. des Zweckbetriebes des OUT e.V. ständig zur Nutzung angeboten werden, trägt wesentlich zum effektiven Technologietransfer der FuE-Ergebnisse bei.

Trotz der erreichten Ergebnisse und Erfolge wird nicht übersehen, daß es auch zukünftig großer Anstrengungen bedarf, um das erreichte Niveau zu halten und weiter zu erhöhen; dazu ist es vor allem notwendig, die künftige Forschungstätigkeit weiterhin schwerpunktmäßig und anwendungsorientiert zu gestalten und zur Sicherung der notwendigen Kontinuität mittel- und langfristige stabile Rahmenbedingungen zu schaffen bzw. zu erhalten.

Berlin, Januar 2004

Dr. H. Dittmann  
Stellvertretender Vorstandsvorsitzender

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Kurzdarstellung des OUT e.V.</b>	<b>4</b>
1.1	Vorstand, Geschäftsführung und Wissenschaftlicher Beirat	4
1.2	Bisherige Entwicklung des OUT e.V.	5
1.3	Arbeits- und Forschungsschwerpunkte des OUT e.V.	6
<b>2.</b>	<b>Übersicht zu den 2002/03 laufenden Projekten im OUT e.V.</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>Wissenschaftliche Projekte im OUT e.V. (Einzeldarstellung)</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b><i>Einzelprojekte</i></b>	
3.1.1	Optoelektronischer Sensor zur Messung von Steighöhe und Verunreinigungsgrad	
3.1.2	Entwicklung von epitaxiefähigen LiAlO <sub>2</sub> -Wafeln	
3.1.3	Entwicklung funktionalisierter Mikrotiterplatten für Affinitätstechnologien	
3.1.4	Entwicklung neuer Messverfahren für A <sub>III</sub> B <sub>V</sub> -pn-Übergänge	
3.1.5	Entwicklung einer $\Gamma/\beta$ -Sonde für die Nuklearmedizin	
3.1.6	Beleuchtungs-LED mit sonnenlichtähnlichem Spektrum	
3.1.7	Si-basierte ICP-Beschichtung von organischen und Glassubstraten	
<b>3.2</b>	<b><i>Kooperationsprojekte</i></b>	
3.2.1	Optimierung der HL-LED und Charakterisierung der Testperipherien	
3.2.2	Entwicklung eines Laborreaktors sowie von Kontrollsystemen	
3.2.3	Entwicklung von Bolometerschichten für ungekühlte Mikrobolometer	
3.2.4	Entwicklung und Anwendung optoelektron. Entfernungsmessmethoden	
3.2.5	Opt. Untersuchungen im NIR u. Entwicklung eines neuen Lasermessverfahrens	
3.2.6	Magnetronsputterverfahren für temperaturstabilen lift off-Prozess	
3.2.7	Flexible Strukturierung mit UV-Laserstrahlung	
3.2.8	Entwicklung neuer Charakterisierungsmethoden für PLED	
3.2.9	Laufzeitverlängerung von Alkalielektrolyten	
<b>3.3</b>	<b><i>Netzwerkprojekte</i></b>	
3.3.1	Funktionalisierte Trennmembranen	
3.3.2	Optoelektronik in der Biotechnologie	
<b>4.</b>	<b>Kooperationspartner des OUT e.V.</b>	
<b>5.</b>	<b>Wissenschaftliches Leben und wichtige Ereignisse</b>	
<b>6.</b>	<b>Mittel des OUT e.V.</b>	
<b>7.</b>	<b>OUT e.V. auf einen Blick</b>	
<b>8.</b>	<b>Ausblick</b>	
<b>9.</b>	<b>Überblick über alle im OUT e.V. bearbeiteten Forschungsprojekte</b>	

## **1. Kurzdarstellung des OUT e.V.**

### **1.1 Vorstand, Geschäftsführung und Wissenschaftlicher Beirat**

#### **1.1.1 Vorstand**

##### **Vorstandsvorsitzender**

Dr. Henning Dittmann (amtierend)  
Köpenicker Str. 325b  
12555 Berlin  
Telefon: (030) 65 76-26 71  
Telefax: (030) 65 76-26 72  
e-mail: info@out-ev.de

##### **Stellvertretender Vorstandsvorsitzender**

Dr. Henning Dittmann  
Köpenicker Str. 325b  
12555 Berlin  
Telefon: (030) 65 76-26 71  
Telefax: (030) 65 76-26 72  
e-mail: info@out-ev.de

#### **1.1.2 Geschäftsführer**

Dr. Henning Dittmann  
Köpenicker Str. 325b  
12555 Berlin  
Telefon: (030) 65 76-26 71  
Telefax: (030) 65 76-26 72  
e-mail: dr.dittmann@out-ev.de

#### **1.1.3 Wissenschaftlicher Beirat**

Dr. Wolf Albrecht  
Prof. Dr. Jürgen Bendig  
Dr. Manfred Blaschke  
Prof. Dr. Klaus Däumichen  
Dr. Henning Dittmann  
Dipl.-Chem. Gabi Grützner  
Prof. Dr. Heinz Klose  
Dr. Bernd Kloth  
Dr. Alexander Kraft  
Dr. Adrian Mahlkow  
Dr. Wolfgang Rehak  
Dr. Uwe Schedler  
Dipl.-Ing. Andreas Thun  
Dipl.-Chem. Norbert Wutzke

## **1.2 Bisherige Entwicklung des OUT e.V.**

Der Optotransmitter-Umweltschutz-Technologie e.V. (OUT e.V.), der am 19.06.1991 am Standort Berlin-Oberschöneweide gegründet wurde, ist ein gemeinnütziger eingeschriebener Verein privaten Rechtes und seit 1997 Mitglied des „Verbandes innovativer Unternehmen e.V.“

Der satzungsgemäße Zweck des OUT e.V. ist die Förderung von Wissenschaft und Forschung auf den Gebieten der Mikro- und Optoelektronik sowie des Umweltschutzes; der OUT e.V. bietet seine Ergebnisse und Dienstleistungen allen nachfragenden Unternehmen zur Nutzung an.

Die Hauptgeschäftsfelder (Branchen) sind:

- Mikro / Optoelektronik,
- Umweltschutz,
- Analytik und Recycling,
- Solartechnik und Sensorik,
- Beschichtungstechnologien,
- Halbleitermeßtechnik,
- Projektmanagement / Weiterbildung.

Der OUT e.V. arbeitet mit einer Reihe von renommierten wissenschaftlichen Kooperationspartnern zusammen, besitzt enge Kontakte zu einer Vielzahl von Forschungseinrichtungen und Institutionen der Forschungs- und Wirtschaftsförderung sowie des Technologietransfers und bietet durch seine Kompetenz und wissenschaftliche Leistungsfähigkeit Voraussetzungen und Gewähr für die erfolgreiche Bearbeitung von FuE-Vorhaben.

Als etablierte und überregional agierende externe Forschungseinrichtung ist der OUT e.V. zuverlässiger und kompetenter Partner für eine Vielzahl von kleinen und mittleren Unternehmen – vorrangig im Berliner und Brandenburger Raum. Der OUT e.V. arbeitet u.a. im Innovationsnetzwerk Berlin „Intelligentes Meßsystem“ sowie im „Berliner Kompetenzverbund Mikrosystemtechnik“ mit.

Durch die konsequente Realisierung aller Forschungsprojekte hat der OUT e.V. eine Reihe hervorragender und anwendungsorientierter Forschungsergebnisse für einen breiten Nutzerkreis bereitgestellt und wirksam dazu beigetragen, günstige Möglichkeiten zur Entstehung technologieorientierter Unternehmen zu schaffen; damit hat der OUT e.V. wesentlich dazu beigetragen, den Standort Berlin-Südost als Zentrum der industrienahen Forschung und des effizienten Technologietransfers auszubauen.

Der OUT e.V. ist als externe Industrieforschungseinrichtung nicht nur Träger von entsprechenden, öffentlich finanzierten Forschungsprojekten, sondern auch Auftragnehmer zur Lösung von Forschungsaufgaben kleiner und mittlerer technologieorientierter Unternehmen. Im OUT e.V. wurden bisher mehr als 65 Forschungsprojekte und eine Reihe von umfangreichen Forschungsaufträgen erfolgreich abgeschlossen, und es liegen daher umfangreiche und langjährige Erfahrungen zur Beantragung, Bearbeitung, Leitung, Durchführung und Abrechnung von Förderprojekten sowie zur Nutzung der Ergebnisse vor. Die Kompetenz des OUT e.V. besteht daher vorrangig in seiner Eigenschaft als externer Industrieforschungseinrichtung in

Verbindung mit umfangreichen Erfahrungen in Technologietransfer und Projektmanagement.

Es ist der Anspruch des OUT e.V., das Niveau und den Anwendungsbezug der wissenschaftlichen Arbeiten und Ergebnisse ständig weiter zu erhöhen und dabei auch neue Formen zu finden, die wissenschaftlichen Kontakte und Kooperationen weiter auszubauen und eine aktive Rolle im wissenschaftspolitischen Leben - vorrangig im Lande Berlin - zu spielen.

### **1.3 Arbeits- und Forschungsschwerpunkte des OUT e.V.**

#### **1.3.1 Arbeitsschwerpunkte**

- Durchführung industrienaher, anwendungsorientierter Forschungsvorhaben mit breitem Spektrum von Anwendungsmöglichkeiten für einen großen Nutzerkreis.
- Intensive Kooperation mit anderen Forschungseinrichtungen und wissenschaftlichen Instituten.
- Unterstützung bei der Umsetzung von Forschungsergebnissen (vorrangig in klein- und mittelständischen Unternehmen).
- Beratung und Unterstützung bei Konzipierung und Durchführung von Forschungsvorhaben sowie bei Beantragung und Bewirtschaftung von Fördermitteln.
- Realisierung eines effektiven Technologietransfers und Unterstützung bei Firmengründungen.
- Bereitstellung eines spezifischen Dienstleistungsangebotes.
- Zusammenarbeit mit staatlichen, kommunalen und privaten Institutionen und Behörden auf dem Gebiet von Wissenschaft, Forschung und Forschungsförderung.

#### **1.3.2 Forschungsschwerpunkte**

- Entwicklung umweltverträglicher Verfahren zur Fertigung optoelektronischer Bauelemente im IR-, VIS- und UV-Bereich.
- Sensortechnologie und Signalverarbeitung.
- Entwicklung von Verfahren und Technologien zur Anwendung von Beschichtungsprozessen und zur Untersuchung von Kontaktproblemen.
- Entwicklung kundenspezifischer optoelektronischer Bauelemente
- Erarbeitung umweltgerechter Einsatzmöglichkeiten für energiesparende hocheffiziente optoelektronische Bauelemente.
- Entwicklung von hochempfindlichen Messverfahren zur Charakterisierung von elektrischen und optischen Größen an Halbleiteroberflächen sowie Untersuchungen von Oberflächenrekombinationserscheinungen.
- Entwicklung von hochempfindlichen und spezifischen Analyseverfahren.
- Entwicklung und Untersuchung von Photoresisten auf Polymerenbasis.
- Optimierung der Flüssigphasenepitaxie zur Herstellung hocheffizienter LED-Chips und deren Technologieentwicklung.
- Materialuntersuchungen für den Denkmalschutz.



2. Übersicht zu den 2002 / 2003 bearbeiteten FuE-Projekten im OUT e.V.

Nr.	Proj.-Nr.	Projekt (Kurzbezeichnung)	Laufzeit	Zuwendungsgeber *	Zuwendung
<b>Einzelprojekte</b>					
1.	170/01	Optoelektr. Sensor zur Messung von Steighöhe u. Verunreinigungsgrad	05/01 – 11/02	BMWA / FHS	212.486
2.	171/01	Entwicklung von epitaxiefähigen LiAlO <sub>2</sub> -Wafeln	06/01 – 07/02	BMWA / FHS	105.499
3.	167/01	Entwicklung funktionalisierter Mikrotiterplatten für Affinitätstechnol.	06/01 – 11/02	BMWA / FHS	210.925
4.	83/02	Entwicklung neuer Messverfahren für A <sub>III</sub> B <sub>V</sub> -pn-Übergänge	04/02 – 09/03	BMWA / FSG	122.292
5.	82/02	Entwicklung einer $\Gamma/\beta$ -Sonde für die Nuklearmedizin	06/02 – 10/03	BMWA / FHS	149.018
6.	225/03	Beleuchtungs-LED mit sonnenlichtähnlichem Spektrum	02/03 – 05/04	BMWA / FHS	131.233
7.	1179/03	Si-basierte ICP-Beschichtung von organischen und Glassubstraten	07/03 – 07/05	BMWA / FHS	242.353
<b>Kooperationsprojekte</b>					
1.	42208	Optimierung der HL-LED und Charakterisierung der Testperipherien	10/01 – 02/03	BMWA / AiF	91.777
2.	42210	Entwicklung eines Laborreaktors sowie von Kontrollsystemen	01/02 – 06/03	BMWA / AiF	119.047
3.	42211	Entwicklung von Bolometerschichten für ungekühlte Mikrobolometer	03/02 – 10/03	BMWA / AiF	118.804
4.	42213	Opt. Untersuchungen im NIR u. Entwicklq. eines Lasermessverfahrens	04/02 – 08/03	BMWA / AiF	124.768
5.	100177	Entwicklung und Anwendung optoelektr. Entfernungsmessmethoden	04/02 – 03/04	Berlin / IBB	81.822
6.	42212	Magnetronsputterverfahren für temperaturstabilen lift off-Prozess	07/02 – 11/03	BMWA / AiF	115.337
7.	42214	Flexible Strukturierung mit UV-Laserstrahlung	08/02 – 10/03	BMWA / AiF	83.785
8.	42215	Entwicklung neuer Charakterisierungsmethoden für PLED	09/02 – 02/04	BMWA / AiF	109.760
9.	42216	Laufzeitverlängerung von Alkalielektrolyten	01/03 – 06/04	BMWA / AiF	87.710
<b>Netzwerkprojekte</b>					
1.	16 INO 132	Funktionalisierte Trennmembranen (INNONET)	09/02 – 08/04	BMWA / VDI	442.917
2.	103 N	Optoelektronik in der Biotechnologie (NEMO)	10/03 – 03/06	BMWA / AiF	142.200
<b>17 FuE-Projekte / 1 Netzwerkmanagement-Projekt</b>			<b>05/01 – 08/04</b>	<b>BMWA / IBB</b>	<b>2.691.733</b>

\*: FHG: Fraunhofer Service Gesellschaft mbH

AiF: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsgemeinschaften

IBB: Investitionsbank Berlin



### 3. Wissenschaftliche Projekte im OUT e.V. (Einzeldarstellung)

#### 3.1 Einzelprojekte

##### 3.1.1 Optoelektronischer Sensor zur Messung von Steighöhe und Verunreinigungsgrad

(Projektlaufzeit: 01.05.2001 - 30.09.2002)

*Prof. Dr. Heinz Klose, Dipl.-Ing. Hans Hensel, Christian Janietz*

#### **Zielstellung:**

Entwicklung eines faseroptischen Sensors auf LED-Basis unter Verwendung diskreter und/oder integrierter Si-Photoempfänger und von Plastiklichtwellenleitern (POF), der schnell die Höhe eines Flüssigkeitspegels zu bestimmen gestattet und gleichzeitig Aussagen zum Verunreinigungsgrad der Flüssigkeit und zur Art der Verunreinigung in situ mitliefert, wobei alle Messdaten computertechnisch auf der Basis von LabVIEW mittels Bordrechner zur Prozesssteuerung herangezogen werden können.

#### *Schwerpunkte der Entwicklung:*

- Entwicklung eines optisch nutzbaren Bypasses mit eventuell parallelen Begrenzungsflächen und optischer Hilfsmittel für die definierte Ein- und Auskopplung der Strahlung,
- theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Lichtstreuung im kurzwelligen sichtbaren und nahen infraroten Spektralbereich in Abhängigkeit von der Reinheit des Wassers und typischer Verunreinigungen sowie Spektrenauswertung zur Auffindung allgemeiner und verwendbarer Algorithmen, wie sie beispielsweise in Voruntersuchungen erzielt wurden,
- Charakterisierung der zu verwendenden UVED/LED/IREN (OLED/pLED) bzgl. der elektrischen und insbesondere der optoelektronischen Eigenschaften,
- Verallgemeinerungen der Ergebnisse auf andere Flüssigkeiten als Wasser,
- Arbeiten zur spektralen Charakterisierung der UVED/LED/IREN (OLED/pLED) im Verhältnis zueinander, um die Signaltrennung zu detektieren,
- Untersuchungen verwendbarer POF und Entwicklung notwendiger Kopplungen,
- Entwicklung der PC-Steuerung der Mess- und Auswertevorgänge,
- Erprobungen eines Labormusters und Überarbeitung des Labormusters,
- Ermittlung der endgültigen Sensorparameter in einer Typenwaschmaschine,

#### **Ergebnisse:**

Auf der Basis von handelsüblichen Halbleiteremitterdioden, Lichtwellenleitern und faseroptischen Kompaktspektrometern wurde ein Sensor entwickelt, mit dem man simultan die Steighöhe und den Verunreinigungsgrad von Wasser und auch anderen transparenten Flüssigkeiten bestimmen kann. Während die Steighöhe mit dem entwickelten Sensor mit einer Auflösung bestimmt werden kann, die etwa dem halben Durchmesser der verwendeten Halbleiterstrahlungsemitter entspricht (im Normalfall etwa 2,5 mm), konnte ein neues Sensorprinzip mit handelsüblichen LED erarbeitet werden, das Höhenauflösungen bis in den 10 µm-Bereich gestattet.

Mit dem neuen Sensor lassen sich in situ Verunreinigungszustände von Wasser - insbesondere die Lösungszustände von unterschiedlichen Detergenzien und Schmutz - in Abhängigkeit von der Zeit und der Temperatur bestimmen. Abgerüstete Varianten des Sensors, die anstelle eines faseroptischen Kompaktspektrometers selektiv empfindliche diskrete Photoempfänger nutzen, wurden ebenfalls getestet. Alle erarbeiteten Lösungen konnten als Schutzrechte angemeldet werden.

Potentiell bietet die für den Sensor erarbeitete Messmethodik auch die Möglichkeit, die Härte von Wasser und die Oberflächenspannung unterschiedlicher Flüssigkeiten in situ zu bestimmen, was mit Patentanmeldungen abgesichert werden kann. Die in-situ-Bestimmung beider Größen hat große anwendungstechnische Bedeutung, da sie normalerweise nur mittels Laboruntersuchungen realisiert werden können.

Der entwickelte Sensor kann mit entsprechenden Modifikationen auch zur Charakterisierung anderer Flüssigkeiten herangezogen werden.

Aus den Untersuchungen konnten zahlreiche neue Erkenntnisse gewonnen werden, die zum Teil auch in den angemeldeten Patentschriften Eingang fanden. Zu solchen neuen Erkenntnissen gehören eine universelle Nutzung hybrider weißer LED sowie von Halbleiterinjektionsdioden im nahen UV (UVED) und im Roten (LD), die extrem hohe Auflösung der Steighöhenmessung und die Nutzung selektiver Nachweise von transmittierter und gestreuter Strahlung durch Verunreinigungen in der Flüssigkeit mit Hilfe relativ einfacher diskreter Halbleiterbauelemente, die die Kosten für universelle Sensoren erheblich senken.

Die Testung des entwickelten Sensors erfolgte in einem Vollwaschautomaten mit unterschiedlichen Detergenzien und verschiedenen verschmutzten Waschflotten, während die Steighöhenbestimmungen an unterschiedlichen Wässern und auch an anderen Flüssigkeiten erprobt wurden. Dabei konnte gezeigt werden, dass Höhenauflösungen bis in den 10 µm-Bereich unter Verwendung herkömmlicher Lichtemitterdioden erreicht werden können.

### **Anwendungsmöglichkeiten:**

Eine unmittelbare Nutzung und Anwendung der erzielten Ergebnisse erfolgten im OUT e.V. bereits während der Projektlaufzeit; durch die Nutzung der Ergebnisse konnten im OUT e.V. bereits mehrere Forschungsaufträge und Beratungsleistungen durchgeführt werden, die zu entsprechenden Einnahmen geführt haben.

Durch die erfolgreiche Bearbeitung des Projektes hat der OUT e.V. seine Kompetenzen auf dem Gebiet der Sensorik wesentlich erweitert.

Durch die im Projekt erzielten FuE-Ergebnisse werden wesentliche Voraussetzungen geschaffen, um neue Anwendungsfälle von optoelektronischen Sensoren zu generieren.

Die Applikation eines Sensors, der eine Bestimmung des Flüssigkeitsstandes mit analoger Ausgabe in Form rechenstechnisch weiter verarbeitbarer Signale bei gleichzeitiger Angabe des Verunreinigungsgrades erlaubt, ist bisher nicht bekannt, wenn man nicht sehr teure und schlecht integrierbare Analysegeräte heranzieht.

Auf der Basis dieser neuen Entwicklungen und der Nutzung des erreichten Standes der Technik bei aktiven und passiven Bauelementen ist es generell möglich, neue Sensoren zu entwickeln, die komplex einsetzbar sind und außerordentlich kostengünstig hergestellt werden können; das betrifft z.B. auch den Einsatz bei Füllstandsanzeigen.

Geht man davon aus, dass allein in Deutschland von unterschiedlichen Herstellern mindestens vier Millionen Waschmaschinen und mindestens eine Million Waschtrockner bzw. Spülmaschinen pro Jahr hergestellt werden, dann kann der zu entwickelnde Sensor in mindestens 20% der genannten Geräte eingesetzt werden.

Darüber hinaus können modifizierte Sensoren in der Automobilindustrie, der Kryotechnik, der Umweltanalytik und in Wasserüberwachungsanlagen eingesetzt werden.

Da die Entwicklung der LED-Produktion und die Fertigung von Photodetektoren mit etwa 40% bis ins Jahr 2003 konzipiert werden, wird eine ähnliche Entwicklung bei Geräten und Systemen, die durch die Nutzung solcher optoelektronischen Bauelemente erst ermöglicht werden, erwartet. Daraus folgt für die Sensorentwicklung zum einen eine kontinuierliche Erweiterung des Typenangebots an UVLED/LED/IRELED und zum anderen eine Preisregression, die die Entwicklung eines qualitativ hochwertigen Billigsensors sicherer macht und damit auch einen Markt erschließt, der dieser Sensorik bisher nicht zugänglich war.

### **3.1.2 Entwicklung von epitaxiefähigen LiAlO<sub>2</sub>-Wafeln**

(Projektlaufzeit: 01.06.2001 - 31.07.2002)

*Dr. Peter Rotsch, Dipl.-Chem. Jörg Fink,*

#### **Zielstellung:**

Entwicklung einer Technologie zur Oberflächenbehandlung – vorrangig zur Politur, zur chemischen Ätzung und zur Feinreinigung - von (100)-LiAlO<sub>2</sub>, die eine wirtschaftliche Fertigung von epitaxiefähigen Scheiben in industriellem Maßstab ermöglicht.

#### *Schwerpunkte der FuE-Arbeiten:*

- Charakterisierung der Kristalleigenschaften. In diesem Schwerpunkt wurden Untersuchungen zur Realstruktur des tetragonalen LiAlO<sub>2</sub>, Raumgruppe 4<sub>2</sub>2<sub>1</sub>2 und zur Visualisierung von Realstruktur- und Oberflächendefekten vorgenommen.
- Entwicklung einer mechanochemischen Politur (Vor- und Endpolitur) ohne verdeckte Oberflächenfehler durch Einführung einer Feinpolitur.
- Charakterisierung der Oberfläche im Bezug auf Deckschichten und Vermessung der Scheibengeometrie.
- Entwicklung einer Politurnachbehandlung zur Entfernung von Poliermittelrückständen, Einbettungsmitteln und Partikeln.
- Charakterisierung von polierenden, materialabtragenden Ätzsystemen mit der Zielrichtung der Reinigung und der Entfernung von durch Schleifprozesse generierten gestörten Deckschichten.
- Charakterisierung der Eigenschaften der polierten Oberfläche und deren Stabilität bei der Lagerung. Wesentlicher Punkt waren Wahl und Testung einer geeigneten Verpackung.

- Erarbeitung eines konkreten Algorithmus für die Technologie zur Oberflächenbehandlung von  $\text{LiAlO}_2$ .

### Ergebnisse:

Es wurde eine Polierstrecke aufgebaut, bestehend aus einem speziell angepassten Poliertisch, einem Aufkittplatz, der Poliermaschine IBS 300 Profiline sowie einer Poliermittelversorgung, die mit insgesamt drei Poliermitteln und der Möglichkeit, sowohl Poliermittel im Mischrohr vorzumischen als auch in-situ-Mischung von Poliermitteln vorzunehmen, ausgestattet ist.

Die Dicke der bearbeiteten Scheiben wurde mit dem Waferdickenmessgerät MX 301 bestimmt, das sowohl zur Bestimmung der Abträge als auch zur Abschätzung der TTV (total thickness variation) genutzt wurde. Die weitere Charakterisierung erfolgte mittels Interferenzkontrast-Mikroskopie und Mikrorauigkeitsmessung (Auflösung  $< 2 \text{ nm}$ ).

Der Polierprozess erfolgte als zweistufiger Prozess; zunächst wurde die Vorpolitur hinsichtlich der Abträge und der erreichten Ebenheiten untersucht. Abbildung 1 auf Seite 26 zeigt die Abtragsrate über dem Polierdruck. Bei den gewählten Bedingungen werden bei einem Abtrag von  $20 \mu\text{m}$  die Bearbeitungsspuren der vorgelagerten Schritte entfernt und eine polierte Oberfläche mit einer Ebenheit (TTV)  $< 8 \mu\text{m}$  sicher erreicht. Der Schwerpunkt zukünftiger Untersuchungen liegt bei der Weiterentwicklung der Feinpolitur; derzeit werden Mikrorauigkeiten  $< 20 \text{ nm}$  bei einer Scanlänge von  $2 \text{ mm}$  erreicht.

Für die Reinigung der polierten Scheiben wurde eine Prozessfolge zusammengestellt, die die typischen Verunreinigungen des Polierprozesses und das Aufkittmittel sicher entfernt (Untersuchungen zur Stabilität der polierten Flächen sind nachfolgend vorgehen).

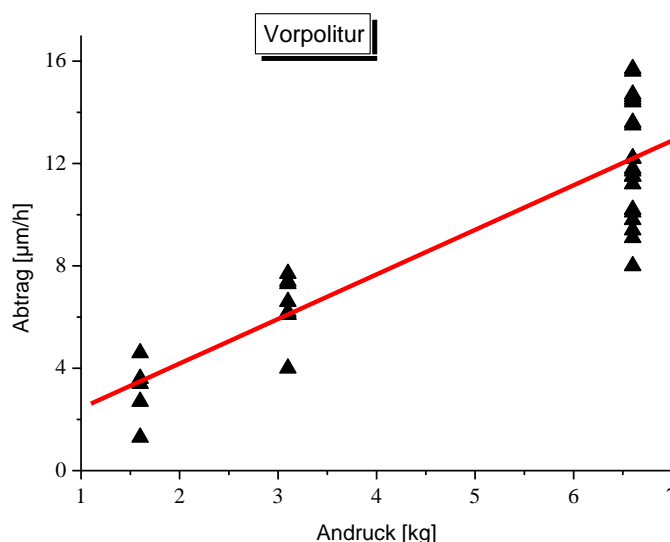


Abb. 1) Abtragsrate über dem Polierdruck

Die durch die Politur sichtbar gemachten Realstrukturdefekte wurden zusammengestellt und analysiert.

## **Anwendungsmöglichkeiten:**

Eine unmittelbare Nutzung und Anwendung der erzielten Ergebnisse erfolgten im OUT e.V. bereits während der Projektlaufzeit; durch die Nutzung der Ergebnisse konnten im OUT e.V. bereits mehrere Forschungsaufträge und Beratungsleistungen durchgeführt werden, die zu entsprechenden Einnahmen geführt haben.

Durch die erfolgreiche Bearbeitung des Projektes hat der OUT e.V. seine Kompetenzen auf dem Gebiet der Mikro / Optoelektronik wesentlich erweitert.

Die Ergebnisse der Forschungsarbeiten können extern durch eine Reihe von KMU durch Aufbau einer Scheibenfertigung genutzt werden; der Investitionsbedarf besteht dabei im Aufbau einer Kristallzüchtungstechnologie.

Darüber hinaus bestehen Anwendungsmöglichkeiten bei Forschungsinstituten – z.B. beim Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) und beim Institut für Kristallzüchtung (IKZ) an der Nutzung der erzielten FuE-Ergebnisse.

### **3.1.3 Entwicklung funktionalisierter Mikrotiterplatten für Affinitätstechnologien**

(Projektlaufzeit: 01.06.2001 - 30.11.2002)

*Dipl.-Chem. Silke Zillmann, Dipl.-Chem. Berta Burgos Glaria, Dipl.-Ing. Rainer Schubert, Dipl.-Chem. Jörg Fink*

#### **Zielstellung:**

Entwicklung einer neuen Generation funktionalisierter Mikrotiterplatten (MTP) auf der Grundlage einer bereits vorhandenen Basistechnologie.

*Schwerpunkte der FuE-Arbeiten:*

- Entwicklung funktionalisierter MTP mit Sensorschichten für die Detektion von pH-Wertänderungen und Änderung des Red/Ox-Potentials.
- Entwicklung funktionalisierter MTP bzw. Membranfilter-MTP für die kovalente Ankopplung von Biomolekülen.
- Entwicklung funktionalisierter MTP bzw. Membranfilter-MTP für die kovalente Ankopplung von Biomolekülen mit integrierter Sensorschicht.
- Entwicklung neuartiger MIP-funktionalisierter MTP (MIP: molekular geprägte Polymere).

#### **Ergebnisse:**

Es wurden Verfahren zur Oberflächenfunktionalisierung von Mikrotiterplatten für verschiedenste Anwendungen in der Affinitätstechnologie etabliert sowie Verfahren für die funktionelle Beschichtungen der Oberflächen der Kavitäten von Mikrotiterplatten entwickelt, die für eine kovalente Ankopplung von Biomolekülen geeignet sind.

Darüber hinaus erfolgten die Umsetzung der gewonnenen Ergebnisse und die Etablierung einer automatisierten Versuchs- und Fertigungsanlage für die Funktionalisierung von Mikrotiterplatten.

Insbesondere wurden u.a. folgende relevante FuE-Ergebnisse erreicht:

- Auswahl geeigneter Trägermaterialien und Etablierung von Verfahren für die funktionelle Beschichtung der Oberflächen der Kavitäten der MTP.
- Entwicklung, Aufbau, Untersuchung und Optimierung einer Apparatur für die Erfassung und Kontrolle aller relevanten technologischen Parameter bei der Oberflächenfunktionalisierung im MTP-Format.
- Umfassende Untersuchung und Optimierung von Funktionalisierungsprozessen (u.a. durch Kontaktwinkel- und Emissionsmessungen).
- Analytische Bewertung der Oberflächenmodifizierung und Untersuchung der Abhängigkeit des Modifizierungsgrades von Schichthöhe, UV-Belichtungszeit, Monomerkonzentration und weiteren Parametern.
- Funktionalisierung von MTP-Oberflächen für die kovalente Ankopplung von Biomolekülen.
- Entwicklung von Testverfahren zur Charakterisierung der erzeugten funktionellen Oberflächen.
- Erzeugung, Charakterisierung und Optimierung von pH- und red/ox-sensitiven Polymerbeschichtungen im MTP-Format.
- Untersuchungen zur Nutzung von funktionellen Kavitäten in molekular geprägten Polymeren.

Im Rahmen des Projektes wurden umfangreiche Investitionen angeschafft, die auch zukünftig zu Forschungszwecken im OUT e.V. eingesetzt werden, insbesondere betrifft das den Pipettierautomaten „Lissy“ der Fa. Zinsser Analytic.

### **Anwendungsmöglichkeiten:**

Eine unmittelbare Nutzung und Anwendung der erzielten Ergebnisse erfolgten im OUT e.V. bereits während der Projektlaufzeit; durch die Nutzung der Ergebnisse konnten im OUT e.V. bereits mehrere Forschungsaufträge und Beratungsleistungen durchgeführt werden, die zu entsprechenden Einnahmen geführt haben.

Durch die erfolgreiche Bearbeitung des Projektes hat der OUT e.V. seine Kompetenzen auf dem Gebiet der Biotechnologie wesentlich erweitert.

Durch die im Projekt erzielten FuE-Ergebnisse werden wesentliche Voraussetzungen geschaffen, um neue Anwendungsfälle von MTP zu generieren.

Die entwickelten Fertigungstechnologien und MTP sind auf die Anforderungen der parallelisierten Hochdurchsatzanalytik und -stofftrennung abgestimmt. Die neuen Mikrotiterplatten schaffen die Voraussetzungen, um bereits auf dem Markt vorhandene Produkte zu verdrängen sowie weitere der vielfältig vorhandenen potentiellen Anwendungen zu bedienen.

Durch die Anwendung der Funktionalisierungsverfahren wird es möglich sein, zu einfach handhabbaren Sensorsystemen im Mikrotiterplattenformat - beispielsweise für die Bestimmung von pH-Werten und Wasserstoffperoxid - zu gelangen. (Das Interesse, einen Sensor für Wasserstoffperoxid zu entwickeln, resultiert aus der Tatsache, dass eine ganze Reihe von ELISA-Systemen, z.B. die Bestimmungen von Glucose mit Glucoseoxidase, von Triglyceriden mit Lipasen, von Creatin mit Creatinase und viele

andere Verfahren, auf der enzymatischen Freisetzung von Wasserstoffperoxid und einer anschließenden Farbreaktion beruhen.)

Durch die Technologie des molekularen Prägens können darüber hinaus Oberflächen für verschiedenste Anwendungen im Bereich der Affinitätstechnologien erzeugt werden. Diese Rezeptorschichten aus molekular geprägten Polymeren besitzen Eigenschaften von Antikörpern und können wiederum besonders in der ELISA-Technik Anwendung finden, was zu einem erheblichen Preisvorteil gegenüber herkömmlichen ELISA-Systemen auf der Basis von biologischen Materialien führt. Weiterhin weisen die synthetisch erzeugten MIP-Rezeptorstrukturen erhebliche Vorteile bezüglich Lagerstabilität und Handling auf.

### **3.1.4 Entwicklung neuer Messverfahren für $A_{III}B_V$ -pn-Übergänge**

(Projektlaufzeit: 01.04.2002 - 30.09.2003)

*Dr. Gunther Kaden, Dipl.-Ing. Adelheid Klampfl, Christian Janietz*

#### **Zielstellung:**

Entwicklung von drei neuen Messverfahren, die die einfache Ermittlung relevanter physikalisch-technologischer Parameter von  $A_{III}B_V$ -pn-Übergängen wie der Minoritätsträgerlebensdauer  $\tau_r$ , der Oberflächenrekombinationsgeschwindigkeit  $s_o$ , der Oberflächenzentrendichte  $N_{it}$  und der Oberflächenladungsdichte  $Q_{is}$  erlauben sowie eine Trennung von Volumen- und Oberflächenleckströmen der pn-Übergänge ermöglichen.

Die Entwicklungsarbeiten beinhalten neben dem Aufbau der entsprechenden Messplätze die Konsolidierung und Vervollkommnung der Auswertung, der Ansteuerbedingungen und des Messregimes, die Optimierung der verwendeten Gatediodenstrukturen und den Einsatz der Verfahren für unterschiedliche  $A_{III}B_V$ -Materialien (GaAs, GaP, AlGaAs, AlInGaP und GaAsP).

#### **Ergebnisse:**

Mit der neu entwickelten  $I_F(V_F)$ -Methode konnten aus den Vorwärtsstromkennlinien  $I_F(V_F)$  von GaP-, AlInGaP (grün, gelb, orange, rot)-, GaAsP-, AlGaAs- und GaAs-LED-Chips durch eine Trennung des Vorwärtsstromes in den Diffusions- und den Rekombinationsstrom die Minoritätsträgerlebensdauern  $\tau_p$  und die Oberflächenrekombinationsgeschwindigkeiten  $s_o$  ermittelt werden. Es wurden umfangreiche Messungen von  $\tau_p$  und  $s_o$  in Abhängigkeit von Oberflächenbehandlungen der LED-Chips mit  $(NH_4)_2S$ , mit einem Plasma ( $O_2$ ,  $CF_4$ ,  $H_2$ , Ar) und durch Ätzungen mit HF sowie von Temperungen durchgeführt. Eine sichere Verbesserung der LED-Chips (d.h.  $\tau_p$  wächst,  $s_o$  fällt), die auch zu beträchtlichen Erhöhungen der Leuchtstärke der LED-Chips führte, konnte mit  $(NH_4)_2S$  erzielt werden. Mit einem  $CF_4$ -Plasma waren Verbesserungen von LED-Chips bei GaP-haltigen Materialien und mit dem Ar-Plasma bei GaAs-haltigen Verbindungen möglich.

Mit der ebenfalls neu entwickelten  $I_F(V_G)$ -Methode wurde die Oberflächenkomponente des Rekombinationsstromes durch ein Gate über dem pn-Übergang der  $A_{III}B_V$ -pn-Übergänge gesteuert. Aus den gemessenen Strommaxima und -minima konnten die

Oberflächenrekombinationsgeschwindigkeit  $s_0$  an der Halbleiteroberfläche und die Lebensdauer  $\tau_0$  der Träger in der Verarmungszone des  $A_{III}B_V$ -pn-Überganges bestimmt werden. Damit wurde eine zuverlässige Trennung des Rekombinationsstromes in einen Oberflächen- und einen Volumenanteil möglich. Das erlaubte bei der Herstellung der pn-Übergänge die getrennte technologische Optimierung beider Anteile sowie bei Degradationsuntersuchungen (Lebensdauertests) die Zuordnung der Ursache von unerwünschten Stromerhöhungen entweder zu den pn-Übergängen oder zur Halbleiteroberfläche.

Die Ladungspumpmethode wurde erstmals an  $A_{III}B_V$ -pn-Gatedioden zur Bestimmung der Oberflächenzentrendichte  $N_{it}$  eingesetzt und dafür unterschiedliche Ansteuerungsbedingungen mit periodischer Rechteck- und Dreieckspannung in verschiedenen Frequenzbereichen untersucht. Mit der Ladungspumpmethode konnte eine Erhöhung der Oberflächenzentrendichte  $N_{it}$  nach einer Avalanche-Injektion von heißen Löchern in das PECVD-SiN<sub>x</sub> von GaAs-Gatedioden sowie infolge einer Bestrahlung mit UV-Licht von GaP-Gatedioden nachgewiesen werden.

### **Anwendungsmöglichkeiten:**

Die neuen Methoden können zur Optimierung von technologischen Verfahrensschritten bei der Herstellung von LED- und pn-Photodiodenchips eingesetzt werden, um deren Marktfähigkeit zu steigern (Erhöhung der Helligkeit bzw. Photoempfindlichkeit der Chips, Verringerung der Leckströme, Erhöhung der elektrischen Stabilität u.a.m.). Insbesondere kann die Einführung neuer Verfahrensschritte (z.B. einer Schwefelpassivierung oder spezieller Plasmabehandlungen der Halbleiteroberfläche), die zu einer wesentlichen Erhöhung der Helligkeit von LED-Chips sowie der Photoempfindlichkeit von pn-GaP-Photodiodenchips führt, initiiert werden. Außerdem werden die neuen Methoden auch zur Aufklärung und Verhinderung von Degradationsprozessen an LED- und Photodiodenchips nach Strom-, Spannungs-, Temperatur- und Strahlungsbelastungen eingesetzt.

Im Ergebnis des Projektes werden u.a. folgende Dienstleistungen vom OUT e.V. angeboten:

#### *Bestimmung von Parametern*

Bisher sind in den mittelständischen Unternehmen der  $A_{III}B_V$ -Halbleitertechnologie keine Messmöglichkeiten für die Parameter  $\tau_{min}$ ,  $s_0$  und  $N_{it}$  vorhanden; diese sind jedoch erforderlich und sehr erwünscht.

#### *Überprüfung von technologischen Teilschritten*

Es werden quantitative Zusammenhänge zwischen dem technologischen Prozess und den erreichten physikalisch-technologischen Parametern erhalten. Insbesondere sind die Optimierung von Nassätz- und Plasmaprozessen sowie Schwefelbehandlungen und die Beurteilung der Qualität von Epitaxie- und Isolatorschichten wichtig.

#### *Optimierung des gesamten technologischen Prozesses*

Es werden höhere Helligkeiten bei LED-Chips und höhere Photoempfindlichkeiten sowie geringere Leckströme in Sperr- und Flussrichtung erhalten.

#### *Hinweise für die Verbesserung von technologischen Anlagen*



Als Beispiel kann die Verringerung der Plasmaschäden durch geeignete Konstruktion der Plasmareaktoren dienen, die durch eine Verringerung der Grenzflächenzustandsdichte  $N_{it}$  nachgewiesen werden kann.

### **3.1.5 Entwicklung einer $\Gamma/\beta$ -Sonde für die Nuklearmedizin**

(Projektlaufzeit: 01.06.2002 - 31.10.2003)

*Dipl.-Ing. Norbert Heilig, Dipl.-Phys. Rainer Wolf, Frank Leonhardt, Christian Janietz,*

#### **Zielstellung:**

Ziel des beantragten Vorhabens ist es, eine kombinierte  $\Gamma/\beta$ -Sonde zu entwickeln, die in einem Sondenkopf mit einem  $\varnothing < 15$  mm getrennt sowohl die hochenergetische  $\Gamma$ -Quanten von 511 keV effizient nachweist als auch bei hoher  $\Gamma$ -Hintergrundstrahlung die stark lokalisierte  $\beta$ -Strahlung ohne Störungen detektiert und das dazu erforderliche prozessorgesteuerte Anzeigegerät zu entwickeln, das die Messergebnisse intelligent darstellt und sie für die weitere (optionale) Datenverarbeitung in einem PC aufbereitet.

Es ist ein komplettes nuklearmedizinisches Messsystem zum Einsatz in der operativen Krebstherapie mit einer kombinierte  $\Gamma/\beta$ -Sonde und einem prozessorgesteuerten Meßsystem zu entwickeln. Prinzipiell besteht dieses Messsystem aus einer Operationssonde (OP-Sonde) und einer Anzeigeeinheit, die die Messergebnisse sowohl optisch (Display; Bargraph) als auch akustisch (Beep, Sound) anzeigt und die Weiterverarbeitung der Messdaten in einem optional anschließbaren PC ermöglicht.

Das Messsystem muss die einschlägigen Vorschriften der Europäischen Medizin-CE erfüllen und für den Einsatz in Operationsräumen sowohl in Krankenhäusern als auch in entsprechenden Privatpraxen geeignet sein.

#### **Ergebnisse:**

Mit der  $\gamma/\beta$ -Sonde wurde eine hochwertige und neuartige Sonde entwickelt, die sowohl im  $\beta$ - als auch  $\gamma$ -Bereich sehr sensibel ist. Das Design der Sonde ist gelungen, die Handlichkeit ist sehr gut, die Sterilisierung der Sondenhülse mit integriertem Saphirfenster ist garantiert.

Das Steuergerät wurde nach neuesten technischen Erkenntnissen entwickelt und zeichnet sich im geplanten Gehäuse durch ein ausgezeichnetes Design aus. Die vorgegebenen hohen technischen Parameter konnten erreicht werden. Für die Lösung der Aufgabe wurden zwei 8-Bit-Mikroprozessoren eingesetzt.

Das von Netz gespeiste Steuergerät zeigt in einem großen blau-weißen LCD-Display in 27 mm hohen Ziffern die aktuelle Zählrate sowie alle notwendigen Einstellungen an. Ein Bargraph und drei verschiedene Melodien geben dem Nutzer einen schnellen Überblick über die Strahlungsintensitäten. Ein zusätzlicher Warnton signalisiert das Unterschreiten der Versorgungsspannungen.

Bei Einspeisung über einen Akkumulator wird auf dem Display der aktuelle Ladezustand dargestellt, bei Unterschreitung einer vorgegebenen Akkuspannung wird das Warnsignal ausgelöst. Die Schwellwertdiskriminierung bei  $\gamma$ - und  $\beta$ -Aktivitätsmessungen mittels Nuklidwahltasters gestattet durch das Setzen von Energie-

fenstern eine vollständige Unterdrückung der Streustrahlung. Über die RS-232-Schnittstelle an der Rückwand können die Messdaten in einen PC eingelesen und in einer Excel-Datei gespeichert werden.

Der erste Prototyp des Steuergerätes wurde entsprechend den neuesten Marktkenntnissen mit einem Medizinischen Netzteil aufgebaut. Der Austausch der Netzteileneinheit gegen eine noch zu entwickelnde Akkueinheit stellt kein Problem dar.

Die Klassifizierung des Systems wird in die Klasse IIA nach Medizinprodukte-Richtlinie 93/42/EWG, Anhang IX und §13 Medizinproduktegesetz vom 09.06.1994 erfolgen.

### **Anwendungsmöglichkeiten:**

Einsatzfeld des Mess-Systems mit einer  $\gamma/\beta$ -Operationssonde sind alle medizinischen Einrichtungen, an denen die PET-Technologie betrieben wird oder in deren Nähe ein PET-Zentrum eingerichtet ist. Das sind Krankenhäuser, Kliniken, Hospitäler, private und staatliche medizinische Forschungseinrichtungen sowie große Privatpraxen. In Deutschland sind das mehr als 100, weltweit sind es über 1000 mit steigender Tendenz. Experten gehen davon aus, dass in den nächsten Jahren etwa 50% der gegenwärtig ca. 10000 nuklearmedizinischen Abteilungen auch die PET-Technologie nutzen werden.

Insbesondere gibt es Anwendungsbedarf im Klinikum der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Radiologische Klinik, Abt. Nuklearmedizin unter Dr. D. Lange, das bereits im Jahre 1998 großes Interesse an einer solchen Sonde bekundete. Ebenso war schon zum damaligen Zeitpunkt das Klinikum in Bad Berka unter Prof. Baum sehr an solch einem OP-Sondensystem interessiert.

### **3.1.6 Beleuchtungs-LED mit sonnenlichtähnlichem Spektrum**

(Projektlaufzeit: 01.02.2003 – 31.05.2004)

*Dr. Peter Rotsch, Dr. Adrian Mahlkow, Dipl.-Ing. Rainer Schubert*

### **Zielstellung:**

Zielstellung des Projektes ist, von einer Analyse und einem quantitativen mathematischen Modell ausgehend, das die Emission der zugrundeliegenden LED mit der Absorption und Emission eines oder mehrerer Leuchtstoffe kombiniert, auf der Basis neuer Leuchtstoffe die Farbwiedergabe einer LED auf 95% zu steigern.

Die Erfahrungen des OUT e.V. mit Leistungs-LED und deren Einsatz nutzend, soll als Anwendungsbeispiel ein derartiges LED-Array als Leuchtmittel für die Mikroskopie in Abstimmung mit einem Mikroskophersteller (Mikroskoptechnik Rathenow GmbH) entwickelt und aufgebaut werden.

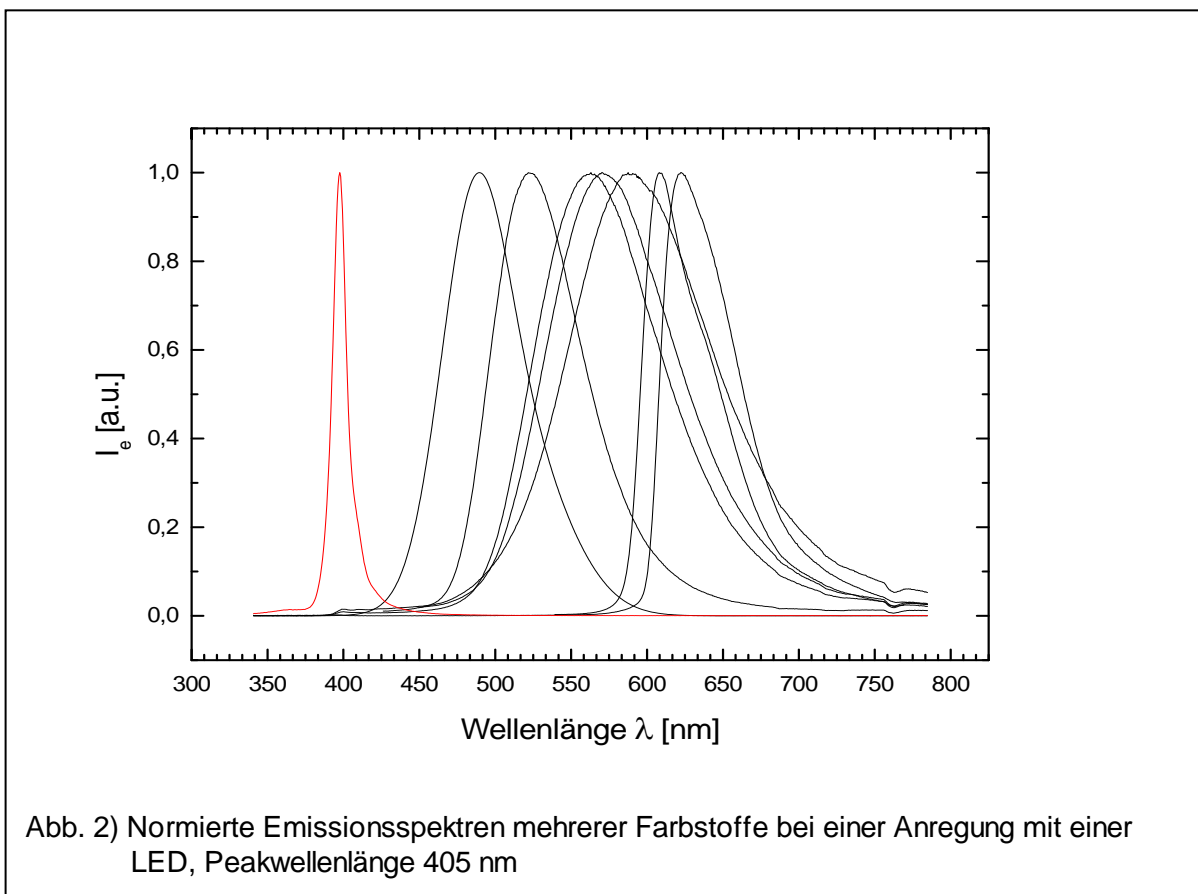
Folgende wissenschaftlichen und technischen Arbeitsziele sollen im Projekt realisiert werden:

- Aufstellung eines analytischen (oder eines numerischen) Modells zur Beschreibung des resultierenden Emissionsspektrums aus den Komponenten LED und Farbstoffgemisch.

- Erarbeitung einer Datenbank auf experimenteller Basis, aus der im „Baukastensystem“ LED-Chip / Farbstoffgemisch die zu erwartenden Spektren und Intensitäten vorhersehbar sind.
- Funktionsmuster einer weißen LED mit einem Farbwiedergabeindex  $> 95\%$  bei einer Farbtemperatur von 5500 K beziehungsweise 3000 K (Modell schwarzer Strahler).
- Nachweis von Einsatzgrenzbedingungen und erreichbare Zuverlässigkeiten, auch unter Hinzuziehung des erweiterten thermischen Modells der LED.
- Aufbau eines Demonstrationsmodells einer LED-basierenden Lichtquelle für die Mikroskopie.

### Zwischenergebnisse:

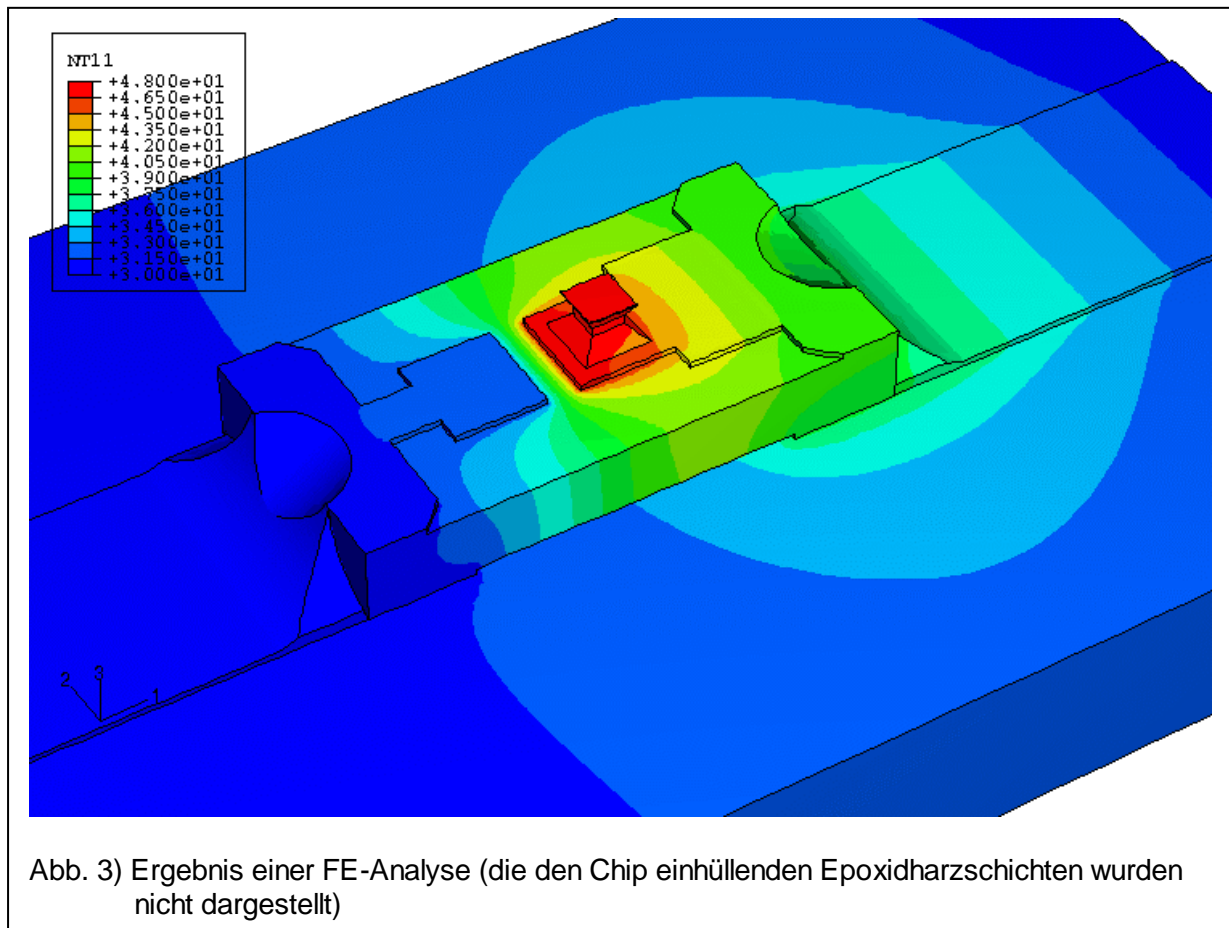
Es wurden zunächst zehn Farbstoffe analysiert, mit denen der geforderte Spektralbereich abgedeckt werden kann. Die spektrale Emission wurde in Abhängigkeit vom Anregungsspektrum analysiert, und es wurden mathematisch-analytische Modelle aufgestellt. Abb. 2 zeigt die Emissionsspektren mehrerer Farbstoffe bei einer Anregung mit einer LED ( $\lambda_p = 400 \text{ nm}$ ) im Vergleich.



Die entwickelte Messtechnik zur Charakterisierung der LED umfasst die optischen Systeme zur spektral aufgelösten Messung von Licht / Strahlstärke, Lichtstrom / Leistung und die radiale Abstrahlcharakteristik für den sichtbaren und UV-Bereich (195 – 780 nm). Das System wurde mit Ringversuchen getestet und die Kalibrierung auf absolute radiometrische und photometrische Daten bestätigt. Zur Ansteuerung wurde ein rechnergestützter Kennlinienschreiber für 0,01 bis 200 mA mit der Option der Erfassung

temperaturabhängiger Diodeneigenschaften aufgebaut. Flankierend wurde ein System zur Charakterisierung der Diodeneigenschaften im Impulsbetrieb (0,2 bis 10 % Einschaltdauer, Generatortaktfrequenz 0,064 bis 8 MHz) erstellt und getestet.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Analyse der Temperaturverteilung in einer weißen LED. Abb. 3 zeigt das Berechnungsergebnis einer Finite Element Analyse. Ein Ergebnis der Untersuchungen ist, dass ein aus thermophysikalischen Eigenschaften, im besonderen der Wärmeleitung, resultierender Einfluss auf das Degradationsverhalten der LED ausgeschlossen werden kann.



### Anwendungsmöglichkeiten:

Die internationale Entwicklung der LED-Technik zeigt, dass die Aufgaben- und Zielstellungen den Forderungen des Marktes voll gerecht werden. Nahezu alle bedeutenden LED- Hersteller arbeiten mit erheblichem Aufwand an der Problematik der Herstellung von LED mit hohem Lichtstrom und Farbtemperaturen im Bereich 2900 bis 4500 K.

Die Ergebnisse der Untersuchungen gestatten die Bereitstellung von Farbstoffgemischen für eine Abdeckung eines weiten Bereiches der Farbtemperatur und des Farb- raumes. Weitere Arbeiten werden sich auf die Verbesserung des Farbwiedergabeindex (CRI) konzentrieren.

Mit den Arbeiten zur Erweiterung der messtechnischen Möglichkeiten ist der OUT e.V. nunmehr in der Lage, die wesentlichen Eigenschaften von LED in einem weiten Bereich zu untersuchen. Die Vorbereitung und Begleitung der Thermosimulation hat die

Kompetenzen des OUT e.V. und das Dienstleistungsangebot auf dem Gebiet des Entwurfs thermisch optimierter Anwendungslösungen wesentlich erweitert.

### **3.1.7 Si-basierte ICP-Beschichtung von organischen und Glassubstraten**

(Projektlaufzeit: 01.07.2003 – 31.07.2005)

*Dipl.-Phys. Rainer Wolf, Dr. Gunther Kaden*

#### **Zielstellung:**

- Entwicklung von Niedertemperatur - ICPECVD – Beschichtungsprozessen auf relevanten Polymer-Substraten, wie Polyimid (belastbar bis 275 °C) als auch Polyester ( $T_{\text{Prozess}} < 125 \text{ °C}$ ).
- Untersuchung und Optimierung der Barrierenwirkung von Niedertemperatur-ICP-SiN gegenüber O<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O vor dem Hintergrund, diese Schichten als Verkapselung konkurrierend zur kostenintensiven Gehäusefertigung für OLED's einzusetzen.

Für den ersten Punkt sollen Schichtbildung und Bedeckung auf Polymer-Substraten untersucht werden mit der Vorgabe, die Prozesstemperaturen an der Polymeroberfläche stets unter deren Glastemperatur zu halten. Dies ist insofern ein Problem, als dass aus dem hochdichten ICP-Plasma ein erheblicher Wärmeenergieeintrag erfolgt, der durch eine effektive Kühlung abzuführen ist. Jegliches Aufschmelzen oder Kriechen des Substratmaterials ist zu verhindern. Weiterhin soll untersucht werden, ob es prozessinduzierte Änderungen in den Polymeren gibt, hervorgerufen z.B. durch Wechselwirkung mit UV-Photonen aus der intensiven Plasmaregion.

Für den zweiten Punkt stehen die Untersuchung und Optimierung der Barrierenwirkung von ICP-SiN im Mittelpunkt, die maßgeblich durch Defekte und Mikroporen beeinflusst werden kann. Löcher, Einschlüsse (Partikelgeneration), Mikrorisse und die Bedeckung von Substratrauhigkeiten sollen mit geeigneten Techniken - wie z.B. AFM - untersucht werden. Die Eignung von ICP-SiN als Barriere gegenüber O<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O soll auf polymeren und Glasunterlagen untersucht werden, letztere insbesondere werden als Träger für OLED's eingesetzt mit der Forderung nach Prozesstemperaturen < 80 °C!

#### **Zwischenergebnisse:**

- Schaffung der technologischen Voraussetzungen (Auswahl prozessrelevanter Polymer-Substrate, Realisierung der He-Rückseitenkühlung, Auswahl und Test von Transportmitteln für feuchteempfindliche Substrate, Realisierung einer glove-box an der Eingebekammer, Antest einer Klimakammer, Maskenentwurf für elektrische Messungen),
- Theoretische und experimentelle Arbeiten zur Eignung und Bereitstellung der spektroskopischen Ellipsometrie,
- Evaluierung bekannter Verfahren zur quantitativen Bestimmung der Barriereigenschaften dünner anorganischer Schichten,

- Untersuchung des Einflusses des Substratmaterials auf grundlegende Wachstums- und Schichtparameter.

**Anwendungsmöglichkeiten:**

Mit der Ausrichtung des Projektes auf die Entwicklung von ICPECVD-SiN als Nieder-temperaturbeschichtungsverfahren auf Polymer-Substraten und als Verkapselungsschicht wird dem stark wachsenden Markt für Dünnschicht-Displays, Solarzellen und TFT's auf Polymer-Substraten Rechnung getragen.

## 3.2 Kooperationsprojekte

### 3.2.1 Optimierung der HL-LED und Charakterisierung der Testperipherien

(Projektlaufzeit: 01.10.2001 – 28.02.2003)

*Dr. Ing. Adrian Mahlkow*

Das FuE-Vorhaben war Bestandteil und Teilprojekt des Kooperationsprojektes „Peripherie der Hochleistungs-Leuchtdiode“, das gemeinsam mit der ANDUS Electronic GmbH durchgeführt und vom BMWA im Rahmen des PROgramms „INNOvationskompetenz mittelständischer Unternehmen“ (PRO INNO) - Programmteil: Kooperationsprojekte KF gefördert wurde.

#### **Gesamtzielstellung:**

Die Gesamtzielstellung des Kooperationsvorhabens besteht in der Entwicklung von geeigneten, kostengünstigen Anschluss-Peripherien und den zugehörigen Technologien, um die vom OUT e.V. entwickelte Hochleistungs-Leuchtdiode (kurz: HL-LED) von potentiellen Anwendern in ihrem ganzen Bereich der erzielten Spezifikationen ausnutzen zu können. Dazu müssen Lösungen gefunden werden, die auf dem Markt befindliche Systeme möglichst kostenneutral in ihrem thermischen Widerstand um den Faktor drei unterbieten.

#### **Zielstellung des OUT e.V.-Teilprojektes:**

Der Anteil des OUT e.V. am Gesamtvorhaben besteht in der Optimierung der HL-LED und der Charakterisierung der Testperipherien.

Durch den OUT e.V. sind folgende Entwicklungsziele zu erbringen:

- Entwicklung weißer HL-LEDs.
- Thermosimulation von HL-LEDs auf verschiedenen Trägerplatten.
- Messungen mit der Thermographiekamera.
- Vergleich von Simulationsergebnissen mit den Messungen.
- Anpassung der Gehäuseform.

#### **Ergebnisse des OUT e.V.-Teilprojektes:**

Besonders Probleme bei der Langzeitstabilität der weißen Hochleistungs-Leuchtdiode (HL-LED) haben sich als wesentlicher Forschungsschwerpunkt herausgestellt. Durch Wahl verschiedenster Materialsysteme und durch das Konzept eines dreistufigen Vergusses ist dies in einem technologisch überzeugenden Maße gelungen, dass diese Ergebnisse gegenwärtig in den Produktionszyklus überführt werden. Die Anpassungen des Vergusses haben auch zu fakultativen mechanischen Änderungen in Form einer integrierten Linse mit 40° Öffnungswinkel geführt.

Es wurden verschiedene Modelle zur Entwärmung simuliert, Labormuster aufgebaut und mit Thermographie charakterisiert. Nach nur einer Anpassung der Materialparameter für die Rechnungen sind hervorragende qualitative und quantitative Reproduzier-

barkeiten der Messungen durch ein computergestütztes Modell gegeben. Die nachfolgende Bilderreihe zeigt dies exemplarisch an einer Entwärmungsstruktur mit thermischen Durchkontaktierungen in engstem Raster auf, bzw. unter dem Lötanschlusspad für eine einzelne HL-LED:

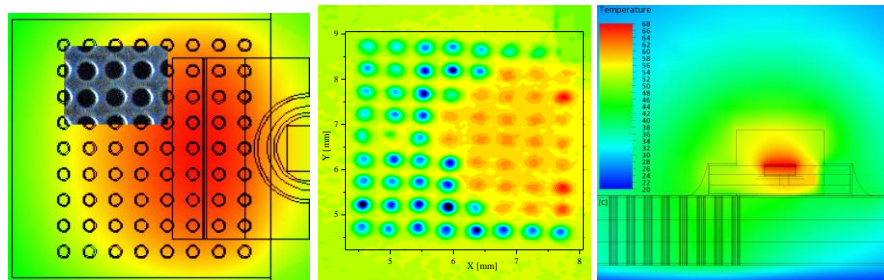


Abb. 4) Links (Aufsicht mit Mikroskopaufnahme) und rechts (Schnitt): Simulation Lötpad mit 72 thermischen Durchkontaktierungen (DK,  $\square$  0,2 mm) in sehr enger Anordnung (Bildausschnitt =  $3 \square 3 \text{ mm}^2$ ). Mitte: Thermographieaufnahme des linken Ausschnitts. Man kann durch die DKs den kalten Hintergrund erkennen.

Um die Überlegenheit der untersuchten Entwärmungsperipherien und der weißen HL-LED zu demonstrieren, wurden thermisch hochintegrierte LED-Spots aufgebaut, die die Ergebnisse des Kooperationsprojektes besonders eindrucksvoll „beleuchten“ und auf Nachfrage beim OUT e.V. bezogen werden können:

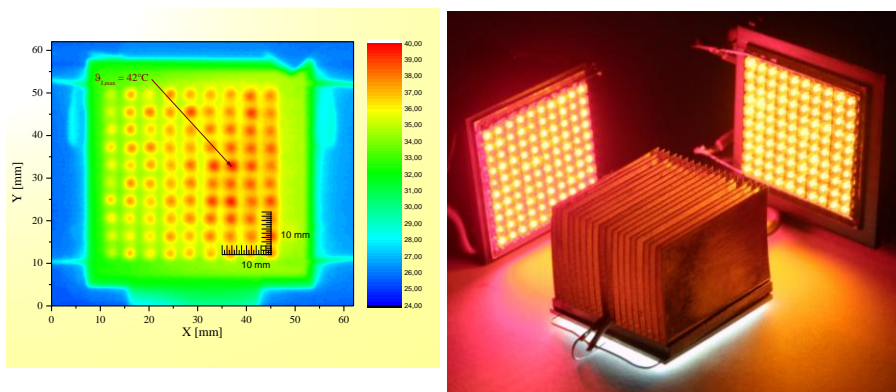


Abb. 5) Links thermographische Aufnahme eines HL-LED-Spots bei einer Verlustleistung von 80 Watt. Rechts eine Photographie verschiedener LED-Spots, im Vordergrund ein weißer Spot mit rein passiver Entwärmung.

### Anwendungsmöglichkeiten:

Für Anwendungen im mittleren Leistungsbereich von einigen wenigen Watt Verlustleistung pro Quadratzentimeter existieren zur Zeit nur ansatzweise Lösungen, wie spezielle Basis- und Hilfsmaterialien, die jedoch nicht kostengünstig und damit für eine breite Anwendung nicht praktikabel sind. Für einen breiten Einsatz der im Rahmen eines Forschungsprojektes vom OUT e.V. entwickelten Hochleistungs-Leuchtdiode sind aber gerade solche Lösungen von entscheidender Bedeutung. Die Hochleistungs-LED ist die konsequente Weiterentwicklung der bereits seit vielen Jahren auf dem Markt befindliche SMD-Chip-LED, die in Stückzahlen im Bereich von vielen Milliarden weltweit produziert und eingesetzt wird. Diese Standard-Bauelemente der Optoelektronik sind wenig auf thermische Aspekte hin optimiert, sie besitzen thermische Widerstände im



Bereich 300 - 1000 K/W und sind damit noch deutlich schlechter, als die Standard-Bauelemente der Mikroelektronik. Die maximalen Verlustleistungen in solch einem Leuchtelement liegen im Bereich von  $P_{25^{\circ}\text{C}} = 50 - 200 \text{ mW}$ . Bei gegebenem Wirkungsgrad der Lichtemission durch die LED-Chips ist die Lichtmenge festgelegt und kann nicht gesteigert werden.

Mit der HL-LED ist ein Bauteil entwickelt worden, das zur Zeit einen für den LED-Bereich unerreichbar niedrigen thermischen Widerstand von nur  $\approx 12 \text{ K/W}$  aufweist. In solch einem Bauteil können Verlustleistungen von bis zu 1500 mW umgesetzt werden, durch einfaches Vergrößern der LED-Chips kann bis zu der zehnfachen Lichtmenge emittiert werden. Die Integrationsdichte des Bauteils übertrifft alle zur Zeit auf dem Markt befindlichen Bauteile um fast eine Größenordnung.

Die HL-LED hat mit einer innovativen Peripherie das Potential, nach der Glühbirne und der Leuchtstoffröhre eine dritte Revolution in der allgemeinen Beleuchtungstechnologie auszulösen.

### **3.2.2 Entwicklung und Erprobung eines Laborreaktors sowie von Kontrollsystemen zur Steuerung und Überwachung des Abluftreinigungsprozesses**

(Projektlaufzeit: 01.01.2002 – 30.06.2003)

*Dipl.-Ing. Diane Hensel, Dipl.-Chem. Manuela Stadelmann*

Das FuE-Vorhaben war Bestandteil und Teilprojekt des Kooperationsprojektes „Entwicklung und Erprobung eines adsorptiven biologischen Abluftfilters“, das gemeinsam mit der Umwelttechnik Dr. Bartetzko GmbH durchgeführt und vom BMWA im Rahmen des PROgramms „INNOvationskompetenz mittelständischer Unternehmen“ (PRO INNO) - Programmteil: Kooperationsprojekte KF gefördert wurde.

#### **Gesamtzielstellung:**

Die Gesamtzielstellung des Kooperationsvorhabens besteht in der Entwicklung einer Technologie zur effektiven und ökonomischen Abluftreinigung auf der Grundlage biologisch adsorptiver Biofilter sowie in der Entwicklung und Erprobung von Kontrollsystemen zur Steuerung und Überwachung des Abluftreinigungsprozesses.

Folgende Aufgabenstellungen sind zu lösen:

- Aufbauend auf der erfolgreichen Entwicklung kombinierter biologisch / physikalischer Anlagen zur Wasserreinigung durch die „Umwelttechnik Dr. Bartetzko GmbH“ (UWT) soll ein vergleichbares Verfahren zur Abluftreinigung entwickelt werden.
- Entwicklung und Erprobung eines kombinierten biologisch adsorptiven Biofilters zur ökonomischen Reinigung von hochbelasteten Abluftströmen und zur Reinigung von hohen Abluftmengen, der u.a. bei Druckerei eingesetzt werden kann.
- Effektive Reinigung von schwer behandelbaren Substanzen (z.B. schwer wasserlösliche Verbindungen) und Minimierung der für konventionelle Biofilter typischen Betriebsprobleme.

- Entwicklung und Erprobung von Kontrollsystemen zur Steuerung und Überwachung des Abluftreinigungsprozesses, das kompatibel zu dem bei der „UWT“ entwickelten Systems im Bereich der Wasserreinigung ist.

### **Zielstellung des OUT e.V.-Teilprojektes:**

Die Zielstellung besteht in der Entwicklung und der Erprobung eines Laborreaktors sowie von Kontrollsystemen zur Steuerung und Überwachung des Abluftreinigungsprozesses.

Dabei wird auf Vorarbeiten der „Umwelttechnik Dr. Bartetzko GmbH“ (UWT) zurückgegriffen. UWT konnte durch vorhergehende Untersuchungen und Entwicklungen eine Reihe von Erfahrung im Bereich der adsorptiven Behandlung von Schadstoffen sammeln.

Die Kenntnisse und Erfahrungen im biologischen Schadstoffabbau – insbesondere aus Industrieprozessen und im Bereich der Grundwassersanierung - sollen in eine Laboranlage zur Abluftreinigung eingebracht werden. Die hierbei auftretenden Verfahrensmechanismen sollen in der Laboranlage geklärt werden.

Zur Dokumentation und Steuerung der Versuche muss eine Aufzeichnung der Betriebsparameter erfolgen. Herkömmliche Programme sind nicht auf die komplexen Anforderungen, die eine Versuchsanlage stellt ausgelegt, da hier eine hohe Flexibilität des Systems erwartet wird. Diese Anforderung kann durch die Entwicklung einer neuartigen Steuerung erbracht werden.

### **Ergebnisse des OUT e.V.-Teilprojektes:**

1. Es wurde ein Laborversuchsstand entwickelt und aufgebaut; seine physikalischen und verfahrenstechnischen Parameter wurden ermittelt.

Der Versuchsstand wurde aus vorhandenen Komponenten errichtet. Hierzu wurden als Filtersäulen zwei Bioreaktoren der Firma Schott verwendet. Das Reaktormaterial besteht aus Glas, damit man eventuelle Veränderungen über den Versuchszeitraum auch optisch verfolgen kann. Jede Säule hat ein Volumen von 1,5 l.

Da die Reaktoren parallel betrieben werden, wurde folgender Aufbau realisiert. Mittels eines Kompressors wurde ein gleichmäßiger Luftstrom erzeugt, der durch eine Gaswaschflasche geführt wurde, in dem sich der später aus dem Luftstrom zu entfernende Stoff befand. Hinter der Gaswaschflasche wurde der Strom geteilt und jeweils ein Teilstrom über eine Säule von unten nach oben geführt. Diese Führung der Luft soll ein Blockieren der offenen Gänge im Filterbett der Säulen verringern.

2. Für die Steuerung und Kontrolle der Laborreaktoren wurde die neuartige Software „MOVICON“ von der progea KG eingesetzt.

Die zu messenden Parameter - wie pH-Wert und Luftfeuchte - wurden mit Sensoren aufgenommen, die über Steckkarten mit einem PC verbunden waren.

Der PC diente neben Aufzeichnungsgerät für die einzelnen gemessenen Parameter auch als Steuereinheit der Luftzufuhr und der Befeuchtung der Biomasse, die sich im "biologischen Aktivkohlefilter" befand.

Für die Steuerung wurden softwareseitig PID-Regler eingesetzt, die eine leicht zu handhabende Veränderung an den zu steuernden Komponenten erlaubte.

In das System wurden zugleich verschiedene Alarmzustände - wie Ausfall des Kompressors, zu hoher Widerstand am Filtermaterial - integriert, so dass ein automatischer Notaus erfolgen kann. Wenn das System an ein Modem zur Datenfernübertragung angeschlossen wird - worauf es auch ausgelegt wurde - kann zusätzlich eine Alarmmeldung an das für die Anlage zuständige Bedienpersonal abgesandt werden.

Die Steuerung ist so ausgelegt, dass sie ohne weitere Anpassungen bei dem im Teilprojekt des Kooperationspartners entwickelten Technikumsreaktor verwendet werden kann.

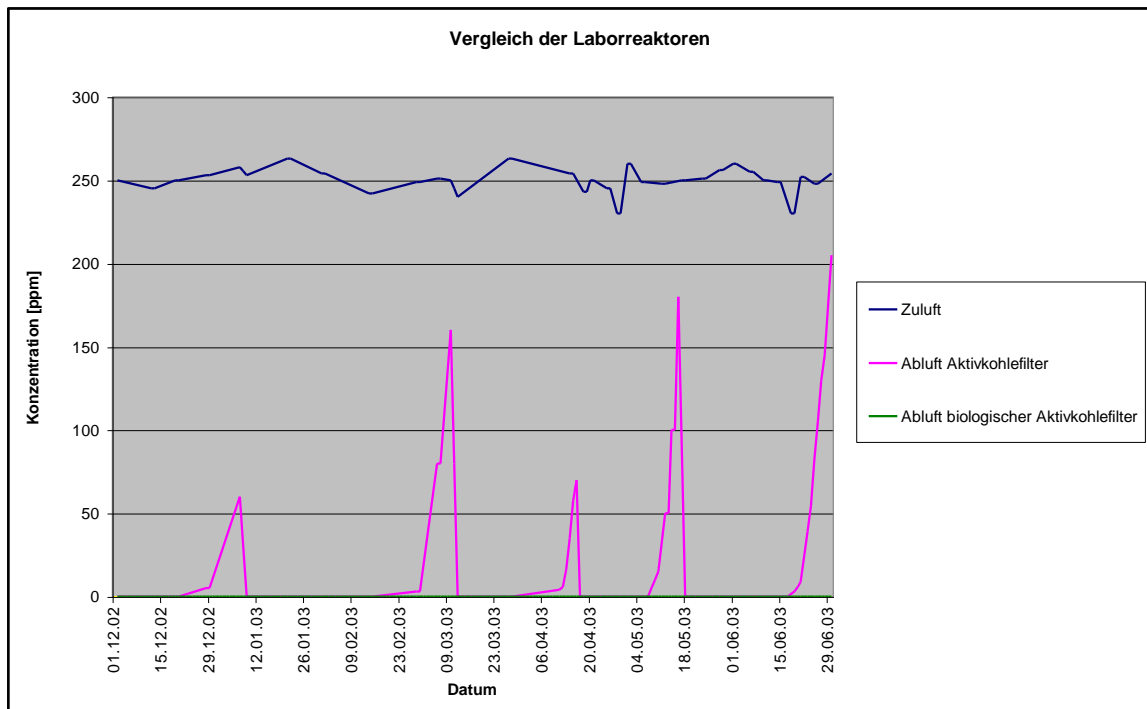


Abb. 6) Reinigung der synthetischen Luft im Dauerversuch / Vergleich Aktivkohlefilter mit Bioaktivkohlefilter

### Anwendungsmöglichkeiten:

Im Ergebnis des Kooperationsprojektes liegen ein vermarktbare System und ein Verfahren zu biologischen Abluftreinigung vor, die gemeinsam von der Umwelttechnik Dr. Bartetzko GmbH und dem OUT e.V. vermarktet werden können.

Die biologische Abluftreinigung ist eine Möglichkeit zur Reinigung von Abluftströmen und steht in Konkurrenz mit anderen chemisch / physikalischen Verfahren. Ein wesentlicher positiver Aspekt ist, dass biologische Verfahren zu den zerstörerischen Verfahren gehören. Hierbei findet eine Eliminierung der Schadstoffe oder eine Umwandlung in unbedenkliche Schadstoffklassen statt und nicht eine Verlagerung der Schadstoffe an andere Medien, welche dann aufwendig entsorgt oder regeneriert werden müssen und neue Kosten verursachen. Gesamtökonomisch betrachtet sind die biologischen Verfahren im allgemeinen kostengünstiger als vergleichbare chemisch / physikalische Verfahren. Sie besitzen eine relativ einfache Anlagenkonzeption und sind bei einer optimalen Anlagendimensionierung und Bedienung leicht zu betreiben.

### **3.2.3 Entwicklung von Bolometerschichten für ungekühlte Mikrobolometer**

(Projektlaufzeit: 01.03.2002 – 31.10.2003)

*Dipl.-Phys. Rainald Mientus, Dr. Bernd Schubert, Dipl.-Ing. Hans Hensel*

Das FuE-Vorhaben war Bestandteil und Teilprojekt des Kooperationsprojektes „Thermische Empfänger für eine Aktiv-Passiv-Technologie“ (APTA), das gemeinsam mit der *Infrared & intelligent sensors GmbH* durchgeführt und vom BMWA im Rahmen des PROgramms „INNOvationskompetenz mittelständischer Unternehmen“ (PRO INNO) - Programmteil: Kooperationsprojekte KF gefördert wurde.

#### **Gesamtzielstellung:**

Im Rahmen dieses Projektes soll untersucht werden, welche technologischen Strategien verfolgt werden können, um hochintegrierte kombinierte Passiv-Aktiv-IR-Empfänger zu realisieren. Zentraler Entwicklungspunkt eines solchen Sensors ist ein Empfängersystem für zwei Infrarotspektralbereiche, den nahen IR-Bereich (um 890 nm) und den langwelligen IR-Bereich (8 – 14  $\mu\text{m}$ ). Während der nahe IR-Bereich als Quantenempfänger vorzugsweise als Diode ausgeführt werden soll, handelt es sich bei dem langwelligen IR-Empfänger um einen thermischen Empfänger.

Mit „APTA“ soll eine Integrationsstrategie erarbeitet werden, die einen höheren Packungsgrad der Detektionselemente und der verarbeitenden Elektronik ermöglicht.

#### **Zielstellung des OUT e.V.-Teilprojektes:**

Umfassende Untersuchung unterschiedlicher Schichteigenschaften für den Einsatz als Bolometerschicht und die Entwicklung einer entsprechenden effektiven Bolometerschicht unter besonderer Berücksichtigung der Parameter Flächenwiderstand, Absorptionseigenschaften sowie Rauscheigenschaften und Rauschmechanismen.

#### **Ergebnisse des OUT e.V.-Teilprojektes:**

Es wurden Bolometerschichtsysteme - bestehend aus vergütetem Absorber, ausgewählter  $T_K$ -Schicht und Kontakt - auf zum Aufbau von Mikrobolometern präparierte Unterlagen abgeschieden.

Dazu wurde eine Technologie entwickelt, die es gestattet, Schichten mit einem negativen linearen Temperaturkoeffizienten  $-T_K$  bis zu  $2\%K^{-1}$  mit einstellbarem Widerstand zwischen  $100\text{ k}\Omega$  und  $1\text{ M}\Omega$  - wie vom Kooperationspartner gewünscht - mit besonders dünnen Schichten ( $< 1\ \mu\text{m}$ ) zu erzeugen. Dieser Widerstandsbereich bestimmt das Rauschen der Auswertelektronik und ist damit für die Gerätefunktion von grundlegender Bedeutung. Das entwickelte Verfahren ist im Unterschied zu anderen einfach und setzt preiswerte Materialien ein.

Das Bolometerschichtsystem wurde materialeitig auf maximale Haftung optimiert. Die eingesetzten Cr und CrN-Schichten werden in der Mikroelektronik typisch als haftvermittelnde Schichten eingesetzt.

Als Strahlungsabsorber wurde ein Metall eingesetzt. Dadurch kann mit dünnst möglichen Schichten eine maximale Absorption gewährleistet werden.

Zur elektrischen Trennung von Absorber- und  $T_K$ -Schicht im Schichtsystem dient eine dünne Isolatorschicht. Die  $T_K$ -Schicht wurde ohmsch kontaktiert.

Zur optischen Vergütung wurde in der vorgegebenen Teststruktur  $CrN_x$  eingesetzt. Mit einer Schicht der Dicke  $\lambda/4n$  lässt sich eine darunter liegende Cr-Absorberschicht auf Reflexionswerte  $< 1 \%$  entspiegeln.

#### **Anwendungsmöglichkeiten:**

Im Vordergrund stehen bei Anwendung als Bolometerschicht die Forderungen nach einem möglichst hohen Temperaturkoeffizienten, einer niedrigen thermischen Kapazität sowie einem definierten spezifischen Widerstand. Indem diese Ansprüche erfüllt werden, eignet sich das Material auch für weitere ähnliche Einsatzzwecke. So können optische Strahlungsempfänger bis in den nahen IR-Bereich entwickelt und zur berührungslosen Messung hoher Temperaturen benutzt werden.

Darüber hinaus eignet sich das Material zur Herstellung von spektral selektiven Absorberschichten. Diese werden derzeit international untersucht, um die Vergütung von solarthermische Anlagen zu optimieren.

#### **3.2.4 Optische Untersuchungen im NIR und Entwicklung eines neuen Lasermessverfahrens**

(Projektlaufzeit: 01.04.2002 – 31.08.2003)

*Dipl.-Ing. Berndt Apel, Dipl.-Phys. Rainer Wolf, Dipl.-Ing. Hans Hensel*

Das FuE-Vorhaben war Bestandteil und Teilprojekt des Kooperationsprojektes „Entwicklung eines Laser-Präzisions-Messverfahrens für große Entfernungen“, das gemeinsam mit der Silicon Sensor GmbH durchgeführt und vom BMWA im Rahmen des PROgramms „INNOvationskompetenz mittelständischer Unternehmen“ (PRO INNO) - Programmteil: Kooperationsprojekte KF gefördert wurde.

#### **Gesamtzielstellung:**

Die Gesamtzielstellung des Kooperationsvorhabens besteht in der Entwicklung eines neuen Lasermessverfahrens zur Präzisionsentfernungsmessung.

Das zu entwickelnde Lasermessverfahren muss Messungen bis zu Entfernungen von mindestens 10 km ermöglichen. Um einen maximalen Einsatzbereich für das neue Lasermessverfahren zu realisieren, wird mit einer so geringen Laserleistung gearbeitet, dass zufällig in den Laserstrahl gelangende Personen auch unter ungünstigsten Umständen keine Augenschädigungen erleiden. Somit können Gefahrenbereiche (z.B. lawinengefährdete Bereiche) vermessen (abgescannt) werden, auch wenn sich Personen dort aufhalten.

Gleichzeitig mit der Entwicklung des Lasermessverfahrens für große Entfernungen werden technologische Weiterentwicklungen erfolgen, die auch für Lasermessungen

in kürzeren Entfernungsbereichen zu Verbesserungen gegenüber dem jetzigen Stand führen werden.

Folgende Aufgabenstellungen sind zu lösen:

1. Untersuchungen im nahen infraroten Strahlungsbereich (NIR).
2. Entwicklung des Lasermessverfahrens.
3. Entwicklung eines neuen optischen Sensors.

### **Zielstellung des OUT e.V.-Teilprojektes:**

Optische Untersuchungen im NIR und Entwicklung eines neuen Lasermessverfahrens.

### **Ergebnisse des OUT e.V.-Teilprojektes**

Es wurden umfangreiche optische Versuche im NIR durchgeführt, und es wurde ein neues Lasermessverfahren entwickelt. Die optischen Versuche im NIR haben gezeigt, dass sich - insbesondere bei Vorhandensein von Dunstschichten - bessere Ergebnisse in bezug auf Messgenauigkeit und Reichweite erzielen lassen als bei Verwendung von Laserlicht im sichtbaren Bereich.

Nach Versuchen mit einer einstellbaren optischen Nahfeldunterdrückung bei sehr großen Messentfernungen kann eingeschätzt werden, dass diese Nahfeldunterdrückung ein wesentliches innovatives Leistungsmerkmal künftiger Laserentfernungsmesser sein wird.

Die Entwicklung und Erprobung von Oszillatoren bis maximal 1GHz führte gegenüber bei den bisher bekannten Laserentfernungsmessern zu der erwartenden höheren Auflösung des Messwertes.

Als Ergebnis des FuE-Vorhabens steht ein neues Lasermessverfahren zur Verfügung, das die Grundlage einer Palette von Laserentfernungsmessern ist.

Es erfolgte eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Software. Es wurde eine Methode entwickelt, die es ermöglichte, mit Hilfe des gesamten RAM-Bereiches des Computers auch bei sehr langen Messzeiten (bis zu 60 s im Messbereich von 10 km) alle Zwischenwerte für die Fouriertransformation abzuspeichern. Für jede Messung wird nur eine Fouriertransformation durchgeführt (mit hohen Zahlenwerten). Damit entfallen Mehrdeutigkeiten bei starkem Rauschen.

Folgende Messgenauigkeiten wurden erreicht:

Bereich bis	20 m	0,01 mm
Bereich bis	100 m	0,10 mm
Bereich bis	10.000 m	einige cm (je nach Reflektionsfaktor)

### **Anwendungsmöglichkeiten**

Der Markt für die berührungslose Laser-Entfernungsmesstechnik wächst nach Angaben aus der Fachliteratur um jährlich ca. 20 %.

Die Verwertung der Entwicklungsergebnisse ermöglicht die Konstruktion von Laserentfernungsmessern bei berührungsloser Messung mit vorher nicht möglichen Leis-

tungsmerkmalen. Damit werden sich in bisher bekannten Bereichen der berührungslosen Messtechnik Zuwächse ergeben und sich neue Bereiche erschließen.

Auf Grund der hohen Messgeschwindigkeit und Messgenauigkeit ist die Anwendung des neuen Lasermessverfahrens zur Konstruktion schneller Laserscanner möglich. Durch die gemeinsame Achse von Lasersender und –Empfänger kann bei Bewegungen des Lasers in zwei Ebenen und gleichzeitiger Entfernungsmessung ein zu messender Bereich dreidimensional vermessen werden. Die Vorteile der berührungslosen Messung kommen dabei zum Tragen. Unzugängliche Bereiche, insbesondere Gefahrenbereiche, können vermessen werden.

Werden die Messwerte des Laserscanners in Übereinstimmung mit einem gleichzeitig aufgenommenen Bild einer CCD-Kamera gebracht, erhält man ein räumliches, farbiges Bild des Objektes.

Der Einsatz des Laserscanners ist damit in vielen Bereichen - u.a. in Umweltschutz, bei Vermessungsaufgaben und Beobachten von Gefahrenbereichen (z. B. Lawinengefährdete Bereiche) - möglich.

### **3.2.5 Entwicklung und Anwendung optoelektronischer Entfernungsmethoden / Modellentwicklung**

(Projektlaufzeit: 01.04.2002 – 31.03.2004)

*Dr. Wilfried Wagner, Dipl.-Ing. Adelheid Klampfl, Dr. Henning Dittmann, Dipl.-Ing. Bernd Apel, Dipl.-Ing. Diane Hänsel*

Das FuE-Vorhaben war Bestandteil und Teilprojekt des Kooperationsprojektes „Entwicklung und Anwendung optoelektronischer Entfernungsmethoden“, das gemeinsam mit der *Infrared & intelligent sensors* GmbH und der EPIGAP Optoelektronik GmbH durchgeführt und vom Land Berlin durch die Investitionsbank Berlin im Rahmen des Innovationsförderprogramms gefördert wurde.

#### **Gesamtzielstellung:**

Entwicklung eines Sensorprinzips zur Erfassung dreidimensionaler Raumstrukturen für Türraumüberwachung und Fahrgastzählung und zur Verknüpfung mit anderen Informationen.

Der Schwerpunkt des Kooperationsvorhabens besteht darin, neue Ansätze zu finden, die es erlauben, die jeweiligen Spezifika in einer einheitlichen Sensorik herauszuarbeiten und insbesondere die Forderungen an eine Außensensorik zu formulieren und Lösungen zu erarbeiten. Es ist eine sichere Objekterkennung bei minimalen Kosten unter allen denkbaren Umgebungsbedingungen (Witterung, Temperatur, Lichtverhältnisse) zu realisieren.

Dabei werden mehrere Ziele verfolgt. Es werden die Arbeiten der Projektpartner *iris*-GmbH in Bezug auf Sensoren für den Türraum von Fahrzeugen des öffentlichen Personen-Nahverkehrs (ÖPNV) und die Aktivitäten der EPIGAP Optoelektronik GmbH in Bezug auf die Leistungsparameter von Sender und Empfänger theoretisch abgestützt. Andererseits entsteht ein Instrument für den Entwurf von optoelektronischen Sensoren, das vielseitig einsetzbar ist.

Bei der Dimensionierung von optoelektronischen Sensoren sind grundsätzlich zu berücksichtigen: Geometrische Bedingungen (Gesichtsfelder und optische Auflösung), energetische Betrachtungen, Signal-Rauschverhältnis und physikalische Grenzen.

Starke Modelle können den Entwurfsprozess von Sensoren sehr gut unterstützen. Von besonderem Interesse sind auch die multisensorischen Ansätze wie sie beispielsweise durch den Projektpartner *iris*-GmbH verfolgt werden. Die kooperativen Möglichkeiten verschiedener Sensorphysiken können abgebildet und auf diese Weise weiterentwickelt werden.

### **Zielstellung des OUT e.V.-Teilprojektes:**

Durch den OUT e.V. ist ein Modellssystem für optoelektronische Sensoren zur Detektion von Personen bzw. Personenhandlungen im Bereich einer automatischen Tür zu entwerfen.

Wesentlicher Inhalt ist die Entwicklung eines Softwaremodells für einen abstandsmessenden optoelektronischen Sensor. Ziel des zu entwickelnden Modells ist die Dimensionierung spezieller optoelektronischer Systeme, die über einen Sender, einen Empfänger und eine reflektierende Fläche verfügen.

Der innovative Kern kommt in der Eigenschaft der Erkennung von Grenzbedingungen für die genannte Sensorklasse zum Ausdruck. Dabei sollen Empfänger, Sender und reflektierende Flächen in für die konkrete Anwendung notwendige Umgebungsbedingungen eingebettet werden; d.h. es sind ebenfalls Programmmodule für die Modellierung von automatischen Türen zu entwerfen. Zu modellieren sind verschiedene Bewegungsarten der Türen sowie die Abbildungsverhältnisse nach geometrischen und energetischen Bedingungen für die zu konzipierenden Sensoren.

### **Ergebnisse des OUT e.V.-Teilprojektes:**

Hauptergebnis des Projektes ist ein Softwarepaket zur Simulation der Sensorwirkungsweise unter realistischen Anwendungsbedingungen. Der Signalverlauf am Sensor bei der Erfassung eines Objektes und gegebenen Eigenschaften dieses Objektes kann berechnet werden.

Wesentlichster Bestandteil des Simulationsprogramms ist eine Energiebilanzgleichung, die die vom Sensor emittierte Energie ins Verhältnis setzt zu der vom Objekt rückgestreuten und im Sensor wieder empfangenen Strahlungsenergie. Dafür müssen die Emitterparameter wie Abstrahlungsleistung, Wellenlänge und Abstrahlungskegel bekannt sein und die Empfängerparameter (Empfindlichkeit, äquivalente Rauschleistung), die je nach Empfängertyp (PIN-Photodiode, Avalanche-Photodiode, CCD-Matrix) stark variieren können. Die optischen Eigenschaften des Objektes - d.h. vor allem die Reflexionskoeffizienten - müssen natürlich auch bekannt sein. Das in Teilen bereits arbeitende Softwareprogramm wurde ursprünglich anhand von MathCad-Arbeitsblätter entwickelt. Ein Teil der Formeln wurde später zur einfachen Anwendung in Excel-Arbeitsblätter umgewandelt.

Das eigentliche Softwarepaket wurde in Delphi geschrieben. Es berechnet die im Empfänger ankommende Energie und die daraus resultierenden Signale. Eine wichtige Rolle spielen dabei die Rauscheigenschaften des Empfängers. Das Programm kann unterschiedliche Messvorgänge simulieren. Das können energetische Messungen sein,



die nur qualitative Aussagen über das Vorhandensein eines Objektes im Sensorbereich machen. Es können aber auch Impulslaufzeitmessungen simuliert werden, die den Abstand des Objektes zum Sensor bestimmen. Die Auflösung der Längenmessung hängt dabei empfindlich von den Rauscheigenschaften ab und bei Matrixempfängern von der Pixelzahl.

#### **Anwendungsmöglichkeiten:**

Die gewonnenen Ergebnisse ermöglichen das Testen neuer Sensoren unter typischen Anwendungsbedingungen ohne aufwendige und kostenintensive Installationen der Sensoren in den Fahrzeugen. Es sind beispielsweise Aussagen zum Störeinfluss durch intensive Sonnenstrahlung auf den Sensor möglich. Konkrete Gegenmaßnahmen (z.B. Filter) und ihre Auswirkung auf das Messergebnis können am Rechner untersucht werden. In Abhängigkeit von den eingesetzten Empfängerbauelementen können Aussagen über die zu erwartenden Signalstärken gemacht werden, die beim Entwurf der Auswertungs elektronik hilfreich sind.

#### **3.2.6 Entwicklung eines Magnetronputterverfahrens für einen temperaturstabilen lift off-Prozess zur Herstellung von Photonik-Bauelementen**

(Projektlaufzeit: 01.07.2002 – 30.11.2003)

*Dipl.-Phys. Rainald Mientus, Dr.-Ing. Adrian Mahlkow, Dipl.-Ing. Hans Hensel*

Das FuE-Vorhaben war Bestandteil und Teilprojekt des Kooperationsprojektes „Entwicklung von Verfahren zur Strukturierung dünner Metallisierungsschichten auf der Basis von lift off und PVD“, das gemeinsam mit der *micro resist technology GmbH (mrt)* und dem Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration durchgeführt und vom BMWA im Rahmen des PROgramms „INNOvationskompetenz mittelständischer Unternehmen“ (PRO INNO) - Programmteil: Kooperationsprojekte KF gefördert wurde.

#### **Gesamtzielstellung:**

Die Gesamtzielstellung besteht in der deutlichen Vereinfachung des bisherigen lithographischen Prozesses für einen sich anschließenden Sputterprozess durch die Entwicklung eines lithographischen Verfahrens mit einem temperaturstabilen Negativ-Photoresistsystem.

Mit diesem Negativ-Resistsystem sollen mittels einer Einfachbeschichtung und lithographischen Strukturierung die für den nach der Metallabscheidung (Sputtern) anschließenden Lift-off Prozess notwendigen unterschrittenen Strukturprofilkanten erzeugt werden. Weiterhin soll ein Magnetronputterverfahren zur Erzeugung dünner mittels eines Lift-off-Verfahrens strukturierter Kontaktschichten für die Halbleitermikro- und -optoelektronik entwickelt werden. Darüber hinaus soll ein Verfahren zur Erzeugung von Lotbumps mit einer Höhe von 3 bis zu 5  $\mu\text{m}$  mittels einer Kombination von Sputter- und Aufdampfprozessen auf großflächigen Siliziumsubstraten entwickelt werden.

#### **Zielstellung des OUT e.V.-Teilprojektes:**

Die Zielstellung besteht in der Entwicklung eines Magnetron-Sputterverfahrens zur Herstellung von Schichten, die mit einem durch den Kooperationspartner zu entwickelnden Lift-off-Prozess strukturierbar sind.

Dazu sind systematische Untersuchungen zur Wirkung des Energieeintrages aus dem Plasma von Magnetron-sputterprozessen in den Photoresist durchzuführen. In Abhängigkeit der Parameter Leistung, Zeitdauer, Totaldruck sind die Veränderungen in verschiedenen Resisten der Firma *mrt* GmbH zu untersuchen.

### **Ergebnisse des OUT e.V.-Teilprojektes:**

Im Rahmen des Projektes erfolgte die Verfahrensentwicklung. Dazu wurde zum ersten die Temperaturentwicklung in der Substratebene in Folge des Energieeintrages aus dem Plasma im örtlich statischen Beschichtungsregime gemessen. Zum zweiten wurde der Einfluss der Temperatur auf die mechanische Stabilität von Resisten untersucht, deren Vernetzungsgrad durch verschiedene Vorbehandlungen modifiziert worden war. Es wurden Parameter gefunden, die gewährleisten, dass die Substrattemperatur die für die Strukturierbarkeit mittels Lift-off kritische Temperatur nicht übersteigt. Diese Bedingung kann entsprechend den jeweiligen speziellen Anforderungen mit drei Verfahrensvarianten erfüllt werden:

1. Das Magnetron-sputtern wird mit niedriger Leistung ausgeführt, so dass die Substrattemperatur unter der kritischen Temperatur des Resistes bleibt. (Einsatz für Funktionsschichten geringer Dicke und geringer Restgasempfindlichkeit)
2. Das Magnetron-sputtern kann mit maximaler, nur gerätetechnisch begrenzter Leistung erfolgen, wenn der Beschichtungsprozess durch Abkühlphasen unterbrochen wird.
3. Dünne Resistschichten ( $0,5 \mu\text{m}$ ) können durch Vorwärmern oder Bestrahlung mit UV soweit ausgehärtet werden, dass ihre Liftfähigkeit auch nach einem PVD-Prozess bei 100 W über einige Minuten (TiPtAu/ $0,2-0,3 \mu\text{m}$ ) erhalten bleibt.

Ein spezielles Härtemessverfahren wurde eingesetzt. Dieses ermöglicht die Unterscheidung der Wirkungen unterschiedlicher Resistvorbehandlungen sowie Leistungseinträge durch den Sputterprozess.

### **Anwendungsmöglichkeiten:**

Wichtigste Anforderungen an das zu entwickelnde Verfahren waren Minimierung der Substraterwärmung während des Sputterprozesses und Erhöhung der Festigkeit des zu beschichtenden Resistes durch vernetzungsfördernde Maßnahmen vor dem Plasmaprozess. Die Ergebnisse können prinzipiell auch auf andere Beschichtungsverfahren und Plasmaätzprozesse in der Mikroelektronik übertragen werden. Darüber hinaus eignet sich das Verfahren grundsätzlich zum Beschichten verschiedenster temperaturempfindlicher Materialien. Das können Folien in der Verpackungsindustrie sowie optische Kunststoffe - z.B. für die Brillenfertigung - sein.

### 3.3 Netzwerkprojekte

#### 3.3.1 Entwicklung von Technologien für den Einsatz von funktionalisierten Trennmembranen zum Lösungsmittel- und Wasserrecycling sowie zur Emulsionsspaltung

(Projektlaufzeit: 01.09.2002 – 31.08.2004)

*Dr. Henning Dittmann, Dipl.-Chem. H. Rexin, Dipl.-Chem. M. Stadelmann, Dr. Dierck Jorcke, Dipl.-Ing. Wolfram Czinkewitz, Dipl.-Ing. Adelheid Klampfl*

Das FuE-Vorhaben ist Bestandteil und Teilprojekt des Netzwerkprojektes „Entwicklung von funktionalisierten Trennmembranen und von Technologien zum Lösungsmittel- und Wasserrecycling sowie zur Emulsionsspaltung (Kurzbezeichnung: Membranen)“, das gemeinsam mit der Humboldt-Universität zu Berlin sowie mit den gewerblichen Unternehmen ELIPSA GmbH (bis zum 30.09.2003), G.E.R.U.S. mbH, Poly-An GmbH und UWT GmbH auf der Grundlage eines Kooperationsvertrages durchgeführt und vom BMWA im Rahmen des Programms „Förderung von innovativen Netzwerken“ (InnoNet) gefördert wird.

Durch das Netzwerk werden die Technologiefelder „Biotechnologie“, „Polymerchemie“ und „Oberflächenfunktionalisierung“ belegt.

Der OUT e.V. hat die Koordinierung des Netzwerkes übernommen; Koordinator ist Dr. Henning Dittmann.

#### **Gesamtzielstellung:**

Inhalt des vorgesehenen FuE-Netzwerkprojektes ist es - ausgehend von den teilweise bereits etablierten Produkten und vorhandenen Technologien – neue, innovative Produkte zur Phasentrennung auf der Basis spezifischer neuer Polymermembranen zu entwickeln sowie neue entsprechende Einsatz- bzw. Anwendungsfälle zu erschließen.

Innovationsziel sind neue umweltfreundliche Anwendungsfälle zur Lösungsmittelrückgewinnung aus Abfallstoffen lackverarbeitender Betriebe (Anwendungsfall A), zum Grauwasserrecycling (Anwendungsfall B) sowie zur Emulsionsspaltung (Anwendungsfall C) auf der Grundlage neuentwickelter spezifischer Trennmembranen.

Die bei den Netzwerkpartnern – insbesondere bei den Forschungseinrichtungen - vorhandenen Kompetenzen werden auf die Lösung neuer Trennprobleme adaptiert; gleichzeitig wird nach neuen Möglichkeiten der Oberflächenfunktionalisierung systematisch und anwendungsbezogen gesucht. Ergebnisse werden daher sowohl Technologieerweiterungen als auch neue Technologien sein.

#### **Darstellung der Kooperation und Zielstellung des OUT e.V.-Teilprojektes:**

Der OUT e.V. bearbeitet die Entwicklung und die Erprobung von funktionalisierten Trennmembranen zum Grauwasserrecycling und zur Emulsionsspaltung sowie den Einsatz der Membranen für die konzipierten Anwendungsfälle.

Die Humboldt-Universität bearbeitet die Entwicklung und die Erprobung von funktionalisierten Trennmembranen für das Lösemittelrecycling.

Der Beitrag der KMU-Netzwerkpartner besteht in der materialeseitigen Bearbeitung der Trennprobleme und in der Durchführung von anwenderspezifischen Tests und Validierungen.

Die Bearbeitung des Projektes erfolgt im Rahmen von vier Komplexen:

Komplex A: *Einsatz von Membranen zur Lösungsmittelrückgewinnung aus Abfallstoffen lackverarbeitender Betriebe.*

Kooperationspartner: OUT e.V. / UWT GmbH.

Komplex B: *Einsatz von Membranen zum Grauwasserrecycling und zur Emulsionsspaltung.*

Kooperationspartner: OUT e.V. / G.E.R.U.S. mbH.

Komplex C: *Entwicklung und Erprobung neuer funktionalisierter Trennmembranen zum Grauwasserrecycling und zur Emulsionsspaltung.*

Kooperationspartner: OUT e.V. / HUB / ELIPSA GmbH.

Komplex D: *Entwicklung und Erprobung neuer funktionalisierter Trennmembranen für das Lösungsmittelrecycling.*

Kooperationspartner: OUT e.V. / HUB / Poly-An GmbH.

#### **Zwischenergebnisse des OUT e.V.-Teilprojektes:**

- Erprobung verschiedener bekannter Methoden zur Abtrennung von Lackpartikeln (Komplex A).
- Ermittlung typischer Zusammensetzungen von Grauwässern und Emulsionen sowie zur Untersuchung geeigneten Modellmischungen. Bestimmung von CSB-Werten typischer Grauwässer aus Haushalten (Badewanne, Dusche, Waschmaschine) (Komplex B).
- Erste Vorauswahl potentiell geeigneter funktionalisierter Trennmembranen für die Grauwasserreinigung und die Emulsionsreinigung sowie Ermittlung von Modifizierungsstrategien (Komplex B).
- Ersatz von Umkehrosmose-Membranen durch Nanofiltrations-Membranen mit minimalem Fouling bei der Grauwasserbehandlung / Abtrennung der Wasserphase durch eine Dünnschichthydrogel Komposit-UF-Membran mit maximalem Ölrückhalt und minimiertem Fouling bei der Emulsionstrennung / Charakterisierung der funktionalisierten Membranen hinsichtlich Permeabilität und Hydrophilie (Komplex C).
- Untersuchung zahlreicher wasserlöslicher Monomere bezüglich ihres Pfropfverhalten (Komplex D).
- Variation des Vernetzungsgrades durch Variation der Bestrahlungszeit (Komplex D).

#### **Anwendungsmöglichkeiten:**

Durch die FuE-Ergebnisse werden Probleme der Lösungsmittelrückgewinnung aus Abfallstoffen lackverarbeitender Betriebe, des Grauwasserrecycling sowie der Emulsionspaltung auf der Grundlage neuentwickelter spezifischer Trennmembranen gelöst.

Die KMU-Netzwerkpartner haben die Möglichkeit, kurzfristig und kostengünstig notwendige FuE-Ergebnisse in hoher Qualität zu erhalten und diese für die weitere Profilierung des Unternehmens gezielt zu nutzen; die Forschungseinrichtungen werden in die Lage versetzt, den Anwendungsbezug ihrer Arbeiten wirksam zu erhöhen, bestehende Kompetenzfelder auszubauen, neue Technologiefelder zu erschließen und damit die Fähigkeit zur Interdisziplinarität spürbar zu erhöhen.

Da die Umsetzung der Entwicklungsergebnisse bereits im Rahmen des Netzwerkprojektes sowohl infolge der Realisierung von Anwendungsfällen durch beteiligte Netzwerkpartner als auch durch die gezielte Vermarktung der Ergebnisse und die Ausweitung der Anwendungsfälle auf die gesamten Recycling-Branchen nach Abschluss des Projektes auf vertraglicher Basis erfolgt, wird ein wirksamer Beitrag geleistet, um die erzielten FuE-Ergebnisse umgehend zu nutzen und den unmittelbaren Technologietransfer zu gewährleisten.

Der besondere Anwendernutzen besteht in der Realisierung bisher ungelöster Trennprobleme – z.B. die Entsorgung von kompletten Emulsionen – sowie in der Ausweitung der Anwendungsfälle auf die gesamten Recycling-Branchen.

Der Wettbewerbsvorteil besteht sowohl in der Erschließung von Marktnischen als auch in der schrittweisen Verdrängung von konventionellen Verfahren.

### **3.3.2 Optoelektronik in der Biotechnologie**

(Projektlaufzeit: Phase I: 01.10.2003–30.09.2004;  
Phase II: 01.10.2004–31.03.2006)

*Dr. Henning Dittmann, Dr. Peter Rotsch, Dipl.-Ing. Adelheid Klampfl*

#### **Zielstellung und strategische Ausrichtung des Netzes**

Das Ziel besteht in der Schaffung eines überregional agierenden, stabilen und langfristig wirksamen offenen Netzwerkes „Optoelektronik in der Biotechnologie“ (OptoBioNet) aus zunächst sieben kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) aus dem Ostteil Berlins und dem neuen Bundesland Brandenburg sowie einer externen Industrieforschungseinrichtung aus dem neuen Bundesland Sachsen zur Erhöhung der Wirtschafts- und Innovationskraft der Netzwerkpartner durch Bündelung der Fachkompetenzen auf den Technologiefeldern „Optoelektronik“ (OE) und „Biotechnologie“ (BT) sowie durch Entwicklung entsprechender Systemkompetenzen, insbesondere durch gezielte Kooperation auf dem Gebiet von Forschung und Entwicklung – sowohl innerhalb des Netzwerkes als auch mit externen Partnern - in diesen Technologiefeldern.

Die geplanten Ziel- und Aufgabenstellungen stellen im wesentlichen Dienstleistungen für die beteiligten technologieorientierte und FuE betreibenden KMU und die Forschungseinrichtung dar.

*Das Konzept besteht u.a. darin, wichtige Phasen des gesamten Wertschöpfungsprozesses bei der Entwicklung innovativer Produkte durch KMU - angefangen von der innovati-*

*ven Idee bis zur Vermarktung durch Technologietransfer – durch spezifische und komplexe FuE-Vorhaben zu unterstützen und dazu notwendige Management- und Koordinierungsleistungen durch den OUT e.V. als Netzwerkmanager zu erbringen.*

Die Funktion des Netzwerkmanagers hat Herr Dr. Henning Dittmann übernommen.

Schwerpunkte liegen dabei auf den Gebieten

- der Konzipierung und Durchführung von komplexen FuE-Vorhaben,
- der Verkürzung der Entwicklungszeiten und der Markteinführung,
- der effektiven Umsetzung der erzielten FuE-Ergebnisse in innovative Produkte,
- des Projektmanagements für FuE-Vorhaben von KMU,
- der Akquisition von Aufträgen.

Das Vorhaben ist am Bedarf der Netzwerkpartner orientiert und stellt zugleich eine Maßnahme dar, die Attraktivität der Standorte von technologieorientierten KMU im Ostteil Berlins – u.a. im Innovationspark Wuhlheide (IPW) im Bezirk Treptow-Köpenick - weiter zu erhöhen und die dort angesiedelten Unternehmen wirkungsvoll zu unterstützen.

In dem konzipierten Netzwerk werden die Kompetenzen aus über zwölfjähriger, erfolgreicher Tätigkeit des OUT e.V. in Projektmanagement, Technologietransfer und KMU-spezifischen Beratungsleistungen gebündelt und aufbereitet zur Nutzung durch die Netzwerkpartner zur Verfügung gestellt; die übergreifende Kompetenz des OUT e.V. besteht darüber hinaus in seiner Eigenschaft als kompetenter externer Industrieforschungseinrichtung, die ihre FuE-Ergebnisse öffentlich anbietet und allen nachfragenden Interessenten zur Nutzung zur Verfügung stellt.

### **Bisherige Ergebnisse:**

- Bildung des Netzwerkes durch Erarbeitung einer Satzung sowie durch Abschluss von bilateralen Verträgen zwischen dem Netzwerkmanagement und allen Netzwerkpartnern auf der Grundlage der Netzwerkkonzeption.
- Erarbeitung erster Analysen und Einschätzungen.
- Konzipierung von FuE-Projekten sowie Erarbeitung und Einreichung mehrerer entsprechender Förderanträge.

### **Wirkungen und Effekte:**

Die gezielte Verbindung bzw. Bündelung von optoelektronischen Technologien und Bauelementen mit biotechnologischen Verfahren führt zu erheblichen Synergieeffekten, generiert neue Verfahren und Anwendungen und führt zu einer neuen Exzellenzstufe von Netzwerken.

Wesentliche wirtschaftliche Zielstellungen sind u.a.

- Sicherung des Wachstums der am Netzwerk beteiligten Partner und spürbare Erhöhung der Fähigkeit, auf ökologisch optimale Weise innovative optoelektronische und biotechnologische Produkte und Verfahren zu entwickeln und zu vermarkten,

- wirksamer Beitrag zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit, insbesondere der ökonomischen und finanziellen Stabilität der beteiligten KMU sowie zur Ausweitung gemeinsamer Marktaktivitäten,
- Steigerung der Expansionsfähigkeit der KMU mit damit verbundene Sicherung bzw. Schaffung von Arbeitsplätzen,
- deutliche Kostensenkungen und Einsparungen im nichtproduzierenden Bereich,
- Erhöhung der Attraktivität von Technologie- und Gründerzentren für die Ansiedlung innovativer, technologieorientierter Unternehmen sowie von Forschungseinrichtungen.

Das konzipierte Netzwerk „OptoBioNet“ belegt die Technologiefelder „Optoelektronik“ (OE) und „Biotechnologie“ (BT) und besteht aus folgenden Netzwerkpartnern:

Netzwerkpartner (NP):

<i>Beteiligte KMU</i>	<i>Technologiefeld</i>	<i>Standort</i>
1. ATTOMOL GmbH burg	BT	Lipten / Branden-
2. Crystal GmbH	OE	Berlin Ost
3. EPIGAP GmbH	OE	Berlin Ost
4. GESIMAT GmbH	OE	Berlin Ost
5. <i>iris</i> -GmbH	OE	Berlin Ost
6. PolyAn GmbH	BT	Berlin Ost
7. UWT GmbH	BT	Berlin Ost

*Netzwerk-Manager (NM):*

OUT e.V.	OE / BT	IPW / Berlin Ost
----------	---------	------------------

Darüber hinaus haben bereits mehrere KMU Anträge auf Mitgliedschaft im Netzwerk gestellt.

#### 4. Kooperations- und Netzwerkpartnerpartner des OUT e.V.

##### Gewerbliche Unternehmen und externe Industrieforschungseinrichtungen

Standort: Innovationspark Wuhlheide Köpenicker Str. 325, 12555 Berlin	Standort: WISTA Berlin-Adlershof Rudower Chaussee, 12489 Berlin
EPIGAP Optoelektronik GmbH FEE Berlin / Brandenburg e.V. GESIMAT GmbH GUT Analytik GmbH <i>micro resist technology</i> Opto-System GmbH OSAL Lichttechnik GmbH & Co.KG OSA Opto Light GmbH Berlin CrysTec GmbH KSM ELIOD GmbH	ASI Advanced Semiconductor Instruments Dr. Kieburg GmbH Fischer Scientific GmbH Gfal e.V. Ing.Büro für Spezialmeßtechnik GmbH SENTECH Instruments GmbH Analytical Control Instruments GmbH L.U.M. GmbH IfG – Institut für Gerätebau GmbH Institut für angewandte Photonik e.V.
Standort: Berlin-Oberschöneweide Ostendstraße, 12459 Berlin	Andere Standorte Berlin / Brandenburg
CRYSTAL GmbH G.E.R.U.S. mbH infrared & intelligent sensors ( <i>iris</i> -GmbH) Umwelttechnik Dr. Bartetzko GmbH Präzima GmbH SAMSUNG - European Research Center Silicon Sensor GmbH	<i>Aktiv-Elektronik GmbH</i> Dr. LAUSCH GmbH <i>ANDUS ELECTRONIC GmbH</i> INNOTECH Holztechnologien GmbH Spreehybrid GmbH Elektronische Prüf- und Meßtechnik GmbH <i>Yacoub Automatisierungstechnik</i> CFX Berlin Software GmbH Poly-An GmbH microtech electronic GmbH AUCOTEAM GmbH Dr. Lippstreu GmbH <i>Gesellschaft für Innovationsförderung mbH</i>

*kursiv: Kooperationspartner in den alten Bundesländern*



## Nichtgewerbliche Einrichtungen

### Universitäre und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen:

1. Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
2. Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH)
3. FhG für Angewandte Polymerforschung (FhG-IAP)
4. FhG für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (FhG-IZM)
5. Hahn-Meitner-Institut (HMI)
6. Heinrich-Hertz-Institut (HHI)
7. Humboldt-Universität zu Berlin (HUB)
8. Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik (PDI)
9. Technische Universität Berlin (TUB)

### Beratungs- und Förderinstitutionen

1. Arbeitsgemeinschaft Deutscher Technologie- und Gründerzentren (ADT)
2. Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V. (FEE)
3. EuroNorm GmbH
4. Gesellschaft für Innovationsforschung und Beratung (GIB)
5. Technologie- und Innovations-Agentur GmbH (T.IN.A.)
6. Technologiestiftung Innovationsagentur Berlin GmbH (TSB)
7. Verband Innovativer Unternehmen e.V. (VIU)

### Projektträger

1. Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF)
2. Beratungs- und Service-Gesellschaft Umwelt mbH (B&SU)
3. Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)
4. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
5. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
6. Forschungszentrum Jülich GmbH
7. Fraunhofer Service GmbH
8. Senatsverwaltung für Wirtschaft und Technologie / Investitionsbank Berlin
9. Stiftung Industrieforschung (SI)
10. VDI/VDE-IT TZ GmbH

## 5. Wissenschaftliches Leben und wichtige Ereignisse

Die Gestaltung und der Ausbau eines eigenständigen und anspruchsvollen wissenschaftlichen Lebens standen stets im Mittelpunkt der gesamten Tätigkeit; Grundlage dafür waren vor allem die im OUT e.V. bearbeiteten Forschungsprojekte und die damit verbundenen Verteidigungen von Projektanträgen, von Zwischen- und Abschlußberichten sowie die Durchführung von Symposien und ähnlichen wissenschaftlichen Veranstaltungen.

Kooperationswilligkeit und -fähigkeit aller Beteiligten haben dazu geführt, daß sich eine enge Zusammenarbeit und ein intensiver Erfahrungs- und Gedankenaustausch zwischen Wissenschaftlern des OUT e.V. und einer Vielzahl von Wissenschaftlern und Mitarbeitern universitärer und außeruniversitärer Forschungseinrichtungen sowie einer Vielzahl von kleinen und mittelständischen Unternehmen in der Region Berlin-Brandenburg entwickelt haben, die immer wieder zu neuen Ideen und innovativen Resultaten geführt haben. Dadurch werden günstige Voraussetzungen geschaffen, um auch im Rahmen von Verbundprojekten das hohe Niveau der Forschungstätigkeit im OUT e.V. zu gewährleisten. Darüber hinaus ist es gelungen, die Kooperationsbeziehungen auf den gesamten Berliner und Brandenburger Raum auszudehnen.

In bewährter Weise wurden dem wissenschaftlichen Beirat des OUT e.V. wissenschaftlich interessante Aufgabenstellungen und innovative Ideen zur Begutachtung vorgestellt und gemeinsam mit dem Vorstand in engem Kontakt zu kompetenten Forschungseinrichtungen sowie Projektträgern zur Realisierung empfohlen.

Es gibt eine Vielzahl von Kontakten zu Wissenschaftlern und wissenschaftlichen Institutionen sowie leistungsfähigen Wirtschaftspartnern im Berliner Raum und darüber hinaus.

Gleichermaßen intensiv sind die Kontakte zu Institutionen der Forschungs- und Technologieförderung, zu Projektträgern von Bundesministerien und des Landes Berlin sowie zu Dienststellen und Einrichtungen des Berliner Senats.

Die enge Zusammenarbeit mit Berliner Universitäten, der FHTW, dem Ferdinand-Braun-Institut, dem Institut für Kristallzüchtung, Max-Born-Institut, dem Paul-Drude-Institut, dem Hahn-Meitner-Institut sowie dem Institut für Angewandte Polymerforschung in Teltow förderte in starkem Maße den Einstieg in gemeinsame Kooperationsprojekte. Insbesondere hat sich die Mitwirkung im Rahmen des Innovationsnetzwerkes „Intelligente Messsysteme“ – geleitet von der Technologiestiftung Innovationsagentur Berlin GmbH / Außenstelle Berlin-Adlershof – förderlich auf die Entwicklung der Kooperationsbeziehungen, das wissenschaftliche Niveau der Forschungstätigkeit sowie die Praxisnähe der Forschungsprojekte ausgewirkt.

Vielfach haben Wissenschaftler des OUT e.V. an wissenschaftlichen Veranstaltungen, Seminaren, Workshops, Messen und Ausstellungen teilgenommen und sind dort auch aktiv aufgetreten (s.u.).

Zur Durchführung von Forschungsprojekten im Rahmen der Europäischen Gemeinschaft sind Kooperationsbeziehungen aufgebaut worden; ein entsprechender Antrag im Rahmen der Europäischen Gemeinschaftsforschung (CRAFT) wurde eingereicht.

Der OUT e.V. führte erfolgreich zu nachfolgenden Themen für seine Mitarbeiter, Mitglieder und interessierte Gäste verschiedene wissenschaftliche Veranstaltungen durch:

Öffentliches Seminar: „Mikrokomponenten und Optoelektronik“.  
(27.02.2002)

Öffentliches Seminar: „Laser für die Medizintechnik“.  
(11.09.2002)

Internes Seminar: „Forschungsschwerpunkte und aktuelle FuE-Themen im OUT e.V.“.  
(27.08.2003)

Internes Seminar: „Entwicklung von funktionalisierten Trennmembranen“.  
(27.08.2003)

Beeindruckende Beiträge wurden im wissenschaftspolitischen Bereich geleistet. Der OUT e.V. hat aktiv an der Erarbeitung von Konzeptionen zur Gestaltung der Wissenschaftslandschaft in Berlin beigetragen. Insbesondere betrifft das die Tätigkeit im Rahmen der Forschungs- und Technologiestelle des OUT e.V. sowie die Mitwirkung in einer Reihe von technologieorientierten Netzwerken.

### **Wichtige Ereignisse des OUT e.V. 2002**

- 23.01.2002            *Sitzung des Vorstandes des OUT e.V.*
- 27.02.2002            *Mitgliederversammlung des OUT e.V. im Manfred von Ardenne-Gewerbezentrum – Jahresvorschau; Öffentliches Seminar: Mikrokomponenten; Sitzung Wissenschaftlicher Beirat des OUT e.V.*
- 07.03.2002            *ELMAPS TC 6 Standardisation of LED moduls in München*  
14.05.2002            *Wissenschaftliche Beratung und Mitarbeit im internationalen*  
15.10.2002            *Normungsausschuss des OUT e.V. vertreten durch*  
*Herrn Dipl.-Ing. A. Mahlkow*
- 19.02.2002            *Arbeitsgemeinschaft „Solare Materialien“*  
14.05.2002            *Arbeitskreis vertreten durch Herrn Dipl.-Phys. R. Mientus*
- 06./07.03.02            *Aussteller auf der Laser-Optik Berlin-Adlershof*
- 09.04.2002            *Gesellschaft für Kristallzüchtung und Kristallwachstum*  
*Arbeitskreis vertreten durch Herrn Dr. P. Rotsch*
- April 2002            *Erscheinen des 4. Forschungsberichtes (2000/2001)*
- 25.04.2002            *Erfolgreiche Evaluierung des Projektes „Entwicklung und Anwendung optoelektronischer Entfernungsmessmethoden“ durch den Bewilligungsausschuss der IB-Berlin*
- 30.05.2002            *Beantragung des umfangreichsten Projektes in der Geschichte des OUT e.V. (InnoNet - Trennmembranen)*
- 19.06.2002            *OUT e.V. wird Mitglied in der GF<sub>a</sub>I*
- 25.06.2002            *Erfolgreiche Evaluierung durch das BMWA*

- 27.06.2002      *Erster Lizenzvertrag*
- 03.07.2002      *Sitzung des Vorstandes des OUT e.V.*
- 04.09.2002      *Sitzung des wissenschaftlichen Beirates des OUT e.V.; Einreichung neuer Projekte*
- 30.07.2002      *Bewerbung um den Innovationspreis Berlin/Brandenburg; Dipl.-Ing. A. Mahlkow: Entwärmungsperipherien für Hochleistungs-Leuchtdioden*
- 11.09.2002      *Mitgliederversammlung des OUT e.V. im Manfred von Ardenne-Gewerbezentrum; Öffentliches Seminar: Laser für die Medizintechnik*
- 10.12.2002      *Jahresabschluss des OUT e.V.*
- Lfd.              *Mitwirkung im Kompetenzzentrum für zukunftsorientierte Netzwerke im Arbeitskreis Innovationspark Wuhlheide-Berlin, vertreten durch Herrn Dr. H. Dittmann*
- Lfd.              *Mitwirkung im Innovationsnetzwerk „Intelligente Messsysteme“ Netzwerk im Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Berlin-Adlershof (WISTA), vertreten durch Herrn Dr. H. Dittmann*

### **Wichtige Ereignisse des OUT e.V. 2003**

- 20.01.2003      *Vortrag: FuE-Ergebnisse der Entwicklung von epitaxiefähigen LiAlO<sub>2</sub>-Wafeln im Ferdinand-Braun- Institut durch Herrn Dr. P. Rotsch*
- 22.01.2003      *Mitgliederversammlung, Jahresabschluss 2002, Vorstandswahl*
- 23.01.2003      *Projekttreffen der Kooperationspartner FhG-IZM / mrt / OUT e.V.*  
26.06.2003      *im Rahmen des BMWA-geförderten PRO INNO-Projektes „Entwicklung von Verfahren zur Strukturierung dünner Metallisierungsschichten auf der Basis von lift off und PVD“*
- 29.01.2003      *Öffentliche Verteidigung und Präsentation der FuE-Ergebnisse des BMWA-geförderten Projektes 171/01 „Entwicklung von epitaxiefähigen LiAlO<sub>2</sub>-Wafeln“ im Ferdinand-Braun-Institut Berlin*
- 13.02.2003      *Eröffnungsverteidigung des BMWA-geförderten Projektes 225/03 „Entwicklung von Beleuchtungs-LED mit sonnenlichtähnlichem Emissionsspektrum“*

- 25.02.2003 *Öffentliche Verteidigung und Präsentation der FuE-Ergebnisse des BMWA-geförderten Projektes 170/01 „Optoelektronischer Sensor zur Messung von Steighöhe und Verunreinigung“*
- Hj. 2003 *Arbeitsgemeinschaft „Solare Materialien“; Mitarbeit des OUT e.V., vertreten durch Herrn Dipl.-Phys. R. Mientus*
- 26.03.2003 *ELMAPS TC 6 Standardisation of LED moduls in München*  
04.06.2003 *Wissenschaftliche Beratung und Mitarbeit des OUT e.V. im internationalen Normungsausschuss, vertreten durch Dr. A. Mahlkow*  
22.10.2003
- 09.04.2003 *Sitzung des Vorstandes*  
*Sitzung des Forschungsbeirates des OUT e.V. zu laufenden, beantragten und konzipierten FuE-Projekten*
- April 2003 *Vortrag: „Weiße LED für Beleuchtungszwecke und Applikationen von Hochleistungs-LED“, Präsentation der FuE-Ergebnisse vor Industriepartnern in Lüdenscheidt durch Herrn Dr. P. Rotsch*
- 16.04.2003 *PRO INNO-Projekttreffen: FhG-IAP / Signal Construct / OUT e.V.*  
16.07.2003 *Entwicklung neuer Charakterisierungsmethoden für diskrete polymere Leuchtdioden*
- Mai 2003 *Vorträge: Hochleistungs-LED für Allgemeinbeleuchtung, Herr Dr. A. Mahlkow; Untersuchungen zur nachhaltigen und kostensenkenden Verfahren der Spülwasseraufbereitung beim Sägen und Schleifen von GaAs-Chips, Herr Dr. P. Rotsch / Herr Dr. W. Scheffe auf Umwelt-Technologie-Forum vom Förderverein Lokale Agenda 21 Trepow-Köpenick e.V.*
- 02.06.2003 *Präsentation der FuE-Ergebnisse „Peripherie der Hochleistungs-Leuchtdiode“ zum 10. Innovationstag der AiF - Jubiläumsveranstaltung der AiF Otto von Guericke*
- 18.06.2003 *Vortrag: Funktionalisierte Trennmembranen und Technologien zum Lösemittel- und Wasserrecycling, Dr. Dittmann auf VDIVDE-IT InnoNet Workshop – Innovative Netzwerke für die Medizin- und Umwelttechnik*
- 17.6./21.6.03 *Posterpräsentation: High-Power LED an its thermal management, vertreten durch Herrn Dr. A. Mahlkow auf NATO Advanced Research Workshop-UV Solid state Light Emitters and Detectors in Vilnius-Lithauen*
- 09.07.03 *Vorstandssitzung / Beiratssitzung*
- 13.08.03 *Vorstandssitzung / Personelle Veränderung*
- 27.08.03 *Vorstandssitzung / Mitgliederversammlung*

- Internes Seminar: Forschungsschwerpunkte und aktuelle Forschungsthemen*
- August 2003 *Videoaufnahme für Magazin „Technik und Film“, VDI Technologiezentrum, Abt. Laser- und Optikforschung Düsseldorf*
- 15.08.2003 *Erfolgreiche Anhörung im Bundesministerium für Wissenschaft und Arbeit zur Schaffung eines NEMO-Netzwerkes „Optoelektronik in der Biotechnologie“, vertreten durch Herrn Dr. H. Dittmann*
- 08./09.09.2003 *NEMO – Bewilligungsurkunde im 3. Förderwettbewerb „Netzwerkmanagement-Ost“ für Projekt: „Optoelektronik in der Biotechnologie“*
- 29.30.9.2003 *OUT e.V. ist Aussteller auf der 20. Jahrestagung des Bundesverbandes Deutscher Technologie- und Gründerzentren (ADT e.V.) im Innovationspark Wuhlheide Berlin*
- Sept. 2003 *Aufnahme des OUT e.V.; vertreten durch Herr Dr. A. Mahlkow; in den Gutachterausschuss der EU zur Bewertung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten im Rahmen von EU-Förderprojekten*
- 01.10.2003 *Auftaktveranstaltung NEMO-Netzwerk „Optoelektronik in der Biotechnologie“ im Manfred von Ardenne Gewerbezentrum im Innovationspark Wuhlheide Berlin*
16. – 30.10.2003 *Gemeinsame Forschungsarbeiten mit dem Hahn-Meitner-Institut im HASYLAB in Hamburg zur Thematik “Röntgenbeugungsuntersuchungen an Absorberschichten“ in Vorbereitung von gemeinsamen Veröffentlichungen, Herr Dipl.-Phys. R. Mientus*
- 15.10.2003 *Bewerbung zum Philip Morris Forschungspreis 2004 zur Thematik „Hochleistungs-Leuchtdiode“*
- 22.10.2003 *Internes Statusseminar zum InnoNet-Projekt „Trennmembranen“ in HU-Berlin Sektion Chemie in Berlin Adlershof; Teilnehmer: VDI/VDE, HU-Berlin, OUT e.V., Netzwerkpartner: GERUS GmbH, PolyAn-GmbH, ELIPSA GmbH, UWT GmbH*
- 27.11.2003 *Präsentation der Ergebnisse zum Projekt „Entwicklung neuer Charakterisierungsmethoden für diskrete polymere Leuchtdioden“ auf Anwender-Workshop, vertreten durch Herrn Prof. Dr. H. Klose*
- 12.12.2003 *Jahresabschluss des OUT e.V.*
- Hj. 2003 *Arbeitsgemeinschaft „Solare Materialien“, Mitarbeit des OUT e.V. im Arbeitskreis, vertreten durch Herrn Dipl.-Phys. R. Mientus*

- Hj. 2003                    *Gesellschaft für Kristallzüchtung und Kristallwachstum, Mitarbeit des OUT e.V. im Arbeitskreis, vertreten durch Herrn Dr. P. Rotsch*
- Lfd.                            *Mitwirkung im Innovationsnetzwerk „Intelligente Meßsysteme“ Netzwerk im Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Berlin – Adlershof (WISTA), vertreten durch Herrn Dr. H. Dittmann*

### **Öffentliche Verteidigungen von FuE-Themen und wissenschaftliche Präsentationen im Jahr 2002**

- 13.02.2002                    *Entwicklung von Hochleistungs-LED im Spektralbereich 450-940nm, BMWA gefördertes Projekt 324/00; Präsentation Herr Dipl.-Ing. A. Mahlkow*
- 12.03.2002                    *Vortrag: Magnetronspütern von TiN zur Kontaktierung von n-GaN, Forschungsarbeiten zu Beschichtungsprozessen; Präsentation Herr Dipl.-Phys. R. Mientus*
- 15.05.2002                    *„Sensitive Oberflächen-Kooperative Anwendung von NCTS“; BMWA gefördertes Projekt 323/00; Präsentation Herr Dr. B. Schubert*
- 05.06.-07.06.02              *5. th Workshop Diamond Elektrodes in Itzehoe; Posterpräsentation: Aktivkohle als Anodenmaterial; Frau Dipl.-Chem. M. Stadelmann*
- 16.09.-21.09.02              *Tagung DECHEMA in Düsseldorf; Posterpräsentation: Aktivkohle als Anodenmaterial; Frau Dipl.-Chem. M. Stadelmann*
- 22.-25.09.2002                    *Anwendungen für Hochleistungs-Leuchtdiode; Präsentation Herr Dipl.-Ing. A. Mahlkow, R. Haback in Maastricht; 15. Gemeinschaftstagung der Lichttechnischen Gesellschaften der Niederlande, Deutschlands, Österreichs und der Schweiz*
- 17.10.2002                    *Politur von LiAlO<sub>2</sub> – Substraten – ein Forschungsprojekt des OUT e.V.; BMWA-gefördertes Projekt 171/01; Präsentation Herr Dr. P. Rotsch; Sitzung des Informativen Arbeitskreises Keramikbearbeitung*
- 12.12.2002                    *Verteidigung der Dissertationsschrift zur Erlangung des Dr.-Ing. des Wissenschaftlichen Mitarbeiters Herrn Dipl.-Ing. A. Mahlkow: Optoelektronisches Sicherheitssystem*
- 19.12.2002                    *Entwicklung funktionalisierter Mikrotiterplatten für Affinitätstechnologien; BMWA-gefördertes Projekt 167/01; Präsentation Frau Dipl.-Chem. S. Zillmann*

## Öffentliche Verteidigungen von FuE-Themen und wissenschaftliche Präsentationen im Jahr 2003

- 20.01.2003      *Entwicklung von epitaxiefähigen LiAlO<sub>2</sub>-Wafers; BMWA-gefördertes Projekt 171/01; Abschlusspräsentation Herr Dr. P. Rotsch*
- 29.01.2003      *Entwicklung einer Gamma/Beta-Sonde für die Nuklearmedizin; BMWA gefördertes Projekt 82/03; Internes Seminar Herr Dipl.-Ing. N. Heilig*
- 29.01.2003      *Neue Messverfahren für A<sub>3</sub>B<sub>5</sub>-pn-Übergänge; BMWA-gefördertes Projekt 83/03; Internes Seminar Herr Dr. G. Kaden*
- 19.02.2003      *Entwicklung und Anwendung optoelektronischer Entfernungsmethoden; IBB gefördertes Projekt 100 17 716; Internes Seminar Herr Dr. W. Wagner*
- 19.02.2003      *Optimierung der HL-LED und Charakterisierung der Testperipherien; BMWA-gefördertes Projekt 42208; Abschlusspräsentation Herr Dr. A. Mahlkow*
- 25.02.2003      *Optoelektronischer Sensor zur Messung von Steighöhe und Verunreinigung; BMWA-gefördertes Projekt 170/01; Abschlusspräsentation Herr Prof. H. Klose*
- 18.06.2003      *Funktionalisierte Trennmembranen und Technologien zum Lösemittel und Wasserrecycling; BMWA-gefördertes Netzwerk-Projekt 16 INO 132; VDI/VDE-Workshop Präsentation Herr Dr. H. Dittmann*
- 31.07.2003      *Entwicklung und Erprobung eines Laborreaktors sowie von Kontrollsystemen zur Steuerung und Überwachung des Abluftreinigungsprozesses; BMWA-gefördertes Projekt 42210; Abschlusspräsentation Frau Dipl.-Ing. D. Hänsel*
- 06.08.2003      *Optoelektronische Charakterisierung polymerer Leuchtdioden mittels neuartiger Messverfahren; BMWA-gefördertes Projekt 42215; Internes Seminar Herr Prof. H. Klose*
- 22.10.2003      *Funktionalisierte Trennmembranen und Technologien zum Lösemittel und Wasserrecycling; BMWA-gefördertes Projekt 16 INO 132; Internes Statusseminar Dr. H. Dittmann*
- 01.10.2003      *Optoelektronik in der Biotechnologie; BMWA-gefördertes Projekt 000103N; Auftaktveranstaltung des NEMO-Netzwerkes Dr. H. Dittmann*



- 30.10.2003 *Entwicklung von Bolometerschichten für ungekühlte Mikrobolometer; BMWA-gefördertes Projekt 42211; Abschlusspräsentation Herr Dr. B. Schubert*
- 05.11.2003 *Entwicklung einer Technologie zur Feinstrukturierung mit kohärenter UV-Laserstrahlung; BMWA-gefördertes Projekt 42214; Abschlusspräsentation Herr Dipl.-Ing. K. Finn*
- 12.11.2003 *Optische Untersuchungen im NIR und Entwicklung eines neuen Lasermessverfahrens; BMWA-gefördertes Projekt 42213; Abschlusspräsentation Herr Dipl.-Ing. B. Apel*
- 18.12.2003 *Entwicklung eines Elektromembranverfahrens zur Elektrolytaufarbeitung von Alkali-Brennstoffzellen; Internes Seminar Herr Dipl.-Ing. W. Gietz*

### **Wissenschaftliche Publikationen 2002 / 2003**

- Mientus 02 *V.Weiß, R.Mientus, K.Ellmer : Texture of polycrystalline MoS<sub>x</sub> thin films magnetron sputtered from a metallic target in Ar-H<sub>2</sub>S atmosphere  
Materials Research Society 2002*
- Mientus 02 *R.Mientus, I.Sieber, K.Ellmer : Structure and morphology of reactively sputtered In<sub>0.9</sub>Sn<sub>0.1</sub>O<sub>x</sub> Layers  
Materials Research Society 2002*
- Wolf 02 *B.Gruska, D.Schmidt, K.Wandel, R.Wolf<sup>o</sup>: ICPECVD low temperature (≤ 130 °C) deposition of SiO<sub>x</sub>, SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> and SiN films  
Konferenz CS-Max 2002, San Jose, California, 11.-13.11.2002*
- Mientus 03 *V.Weiß, R.Mientus, K.Ellmer : In situ-EDXRD study of nucleation and growth of tungsten disulfide films deposited by reactive magnetron sputtering  
Materials Research Society 2003*
- Mientus 03 *K.Ellmer, R.Mientus, V.Weiß, H.Rossner : In situ energy-dispersive x-ray diffraction system for time-resolved thin-film growth studies  
MEASUREMENT SCIENCE AND TECHNOLOGY 2003*
- Wolf 03 *B.Gruska, D.Schmidt, K.Wandel, R.Wolf<sup>o</sup>: ICPECVD low temperature (130 °C) deposition of SiO<sub>x</sub>, SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub> and SiN<sub>x</sub> films  
Poster auf The 6th Israeli Conference on plasma science and applications*

### **Patentschriften 2002 / 2003**

- Dr. Mahlkow 02 Patentschrift: Verfahren zur Herstellung eines konversionslichtemittierenden Elements
- Prof. Klose 02 Patentschrift: Verfahren und Vorrichtungen zur Höhen- und Verunreinigungsbestimmung in Wassern und Flüssigkeiten
- Prof. Klose 02 Patentschrift: Verfahren und Vorrichtungen Bestimmung der winkelabhängigen spektralen und colorimetrischen Parameter von aktiven und passiven Licht- und Strahlungsquellen
- Prof. Klose 03 Patentschrift: Verfahren und Anordnungen zur Bestimmung von Veränderungen der Oberflächenspannung sowie zur Ermittlung des Niveaus transparenter Fluide
- Dr. Mahlkow 03 Gebrauchsmusteranmeldung: OUT e.V. / Lumaris GmbH&Co.KG

## 6. Mittel des OUT e.V.

### 6.1 Einnahmen

Der OUT e.V. finanziert sich aus Fördermitteln, Einnahmen aus dem wirtschaftlichen Geschäftsbetrieb (Beratungs- und Dienstleistungen) sowie dem Zweckbetrieb (Auftragsforschung), aus Mitgliedsbeiträgen und aus Spenden.

Der OUT e.V. erhält keine institutionelle Grundfinanzierung durch das Land Berlin oder den Bund.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die jährlichen Einnahmen (in DM bzw. EUR) des OUT e.V. für den Zeitraum von 1998 – 2003:

Einnahmen des OUT e.V. (in DM / EUR)						
	1998 (DM)	1999 (DM)	2000 (DM)	2001 (DM)	2002 (€)	2003 (€)*
Fördermittel	847.100	1.181.500	1.067.437	1.428.159	714.869	1.060.212
Umsatzerlöse	452.100	483.100	359.830	530.866	236.976	319.268
Sonstige **)	60.250	40.100	185.414	60.760	24.041	26.211
<b>Gesamt</b>	<b>1.359.450</b>	<b>1.704.700</b>	<b>1.612.681</b>	<b>2.019.785</b>	<b>975.886</b>	<b>1.405.691</b>

\*) vorläufige Zahlen

\*\*\*) einschließlich Beiträgen und Spenden

### 6.2 Geräteausrüstung

Der OUT e.V. verfügt über eine Geräteausrüstung - darunter umfangreiche spezielle Messtechnik - mit einem Gesamtzeitwert von ca. 0,2 Mio. € (per 31.12.2003); u.a. stehen folgende Geräte (Anschaffungswert > 5.000 €) zur Verfügung:

Gerätebezeichnung	Hersteller	Anschaffungswert (in €)
Cary Spektralphotometer	Varian GmbH Darmstadt	49.084
UNI-Prüfmaschine Shimadzu	Shimadzu Europa GmbH Duisburg	86.920
HPLC/GPC-Messplatz	Knauer Wiss. Gerätebau Berlin	37.345
Optisch-mechanischer Aufbau	div.	76.267
Tencor Alpha-Step 200	TENCOR Instruments GmbH München	40.889
Optischer Spektrumsanalysator Spectro 320	Instrument Systems GmbH München	44.046
Automatischer Vielfachsondentaster AVT 110	Vagatherm Anlagentechnik GmbH	16.117
Kennlinienmessplatz	FEST Elektronik GmbH	21.618
HF-Generator LPGL	SenVac GmbH	20.027
Picoamperemeter	AET GmbH / Hewlett Packard GmbH	17.792
Präzisions-Lock in-Verstärker	EG&G GmbH	5.410
Digitales Kapazitätsmessgerät	Analog Digital Elektronik GmbH	7.351
Steuereinheit	MKS Instr. GmbH	7.750
Absolutdruckaufnehmer	MKS Instr. GmbH	5.786
Plasmadiagnosesystem Hercules	Adolf-Slaby-Institut Berlin	29.105
Monochromatisches Beleuchtungssystem	AET GmbH	11.466
Quasistatisches VC-Meter	Keithley Instr. GmbH	11.990
Breitband-HF-Generator	Dressler HF Technik GmbH	6.936
LISSY-Universal Liquid Handling System	ZINSSER ANALYTIC GmbH	50.413
Kalibrierstandard Mod. OL-220M	OPTE-E-MA Engineering GmbH	6.880
LIGA-Mikrospektrometer System VIS 850 / NIR 1900	STEAG microParts GmbH	6.223
IBS PT Profiline 300	I-B-S GmbH	9.244
Berührungsloses Waferdickenmessgerät E+H MX 301	John P. Kummer GmbH	8.990

LED-High-Speed Test-u. Messsystem OL 770 UV- VIS/G	OPTE-E-MA Engineering GmbH	33.367
--	-------------------------------	--------

Durch diese Investitionen wurde eine moderne Gerätebasis geschaffen, die eine solide Grundausstattung für die Bearbeitung aller Projekte und Forschungsaufträge sowie für die Realisierung von Dienstleistungen darstellt.

## 7. OUT e.V. auf einen Blick

	1998 (DM)	1999 (DM)	2000 (DM)	2001 (DM)	2002 (€)	2003 * (€)
<b>Einnahmen</b> (in DM / €)	<b>1.359.450</b>	<b>1.704.700</b>	<b>1.612.681</b>	<b>2.019.785</b>	<b>975.886</b>	<b>1.405.691</b>
<b>Projekte</b> gesamt	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
Projekte beendet	3	6	4	7	3	8
Projekte begonnen	6	4	7	4	10	4
Natürliche Mitglieder	16	17	18	18	18	19
Institutionelle Mitglieder	6	10	10	11	12	13
<b>Zahl Dienstverträge</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>25</b>

\* vorläufige Zahl

## 8. Ausblick

Auch zukünftig wird sich die Forschungstätigkeit im OUT e.V. traditionell und anwendungsorientiert auf Schwerpunkte in der Mikro-Optoelektronik und des Umweltschutzes konzentrieren. Dabei werden als Grundlage mittel- und langfristiger Stabilität anspruchsvolle Projekte mit attraktiven wissenschaftlichen und technologischen Aufgabenstellungen bearbeitet werden, die sowohl hinsichtlich der Projektdurchführung als auch der Überführung der erzielten Ergebnisse langfristig wirken.

Ein Schwerpunkt wird weiterhin die Forschungstätigkeit im Rahmen von Netzwerken, Verbund- und Kooperationsprojekten sein; insbesondere betrifft das die Arbeiten im Rahmen des NEMO-Netzwerkes „Optoelektronik in der Biotechnologie“. Dadurch wird der OUT e.V. seine Profilierung zu einer überwiegend in den neuen Bundesländern agierenden, kompetenten externen Industrieforschungseinrichtung fortsetzen; die Rahmenbedingungen am attraktiven Standort des OUT e.V. im Innovationspark Wuhlheide mit ca. 140 kleinen und mittelständischen Unternehmen bieten dafür hervorragende Möglichkeiten. Darüber hinaus ist vorgesehen, die FuE-Kooperation zukünftig auf den europäischen Raum auszudehnen.

Die Durchführung von Forschungsaufträgen – vorrangig für KMU – bleibt als Mittel eines erfolgreichen direkten Technologietransfers von Forschungsergebnissen einerseits und andererseits als Maßnahme zur Erwirtschaftung von Eigenmitteln zur Kofinanzierung von Förderprojekten zentraler Bestandteil der Tätigkeit des OUT e.V..

Schließlich wird der OUT e.V. seine Dienstleistungen entsprechend seinem Satzungszweck kontinuierlich erweitern; auch zukünftig werden sowohl ein effektives Projektmanagement als auch eine effiziente Mittelbewirtschaftung für die institutionellen Mitglieder des OUT e.V. und darüber hinaus angeboten.

Insbesondere wird der OUT e.V. seine Tätigkeit als bundesweit agierender externer Berater für KMU bei der Konzipierung, Beantragung, Durchführung und Abrechnung von Forschungsprojekten im Rahmen der Forschungs- und Technologiestelle des OUT e.V. kontinuierlich fortsetzen und ausbauen.



## **Impressum**

### **Herausgeber:**

Optotransmitter-Umweltschutz-Technologie e.V.  
Köpenicker Str. 325b  
12555 Berlin

### **Zusammenstellung und Redaktion:**

Dr. Henning Dittmann  
Tel.: (030) 65 76-26 71  
Fax: (030) 65 76 26 72  
e-Mail: [dr.dittmann@out-ev.de](mailto:dr.dittmann@out-ev.de)  
<http://www.out-ev.de>

### **Layout:**

????????????????

### **Auflage:**

300 Exemplare

### **Redaktionsschluss:**

31. Januar 2004