



OUT E.V.
FORSCHUNGSBERICHT
2008 / 2009

OPTOTRANSMITTER – UMWELTSCHUTZ – TECHNOLOGIE E.V.

FORSCHUNGSBERICHT OUT E.V.

1. Kurzdarstellung des OUT e.V.	5
Bisherige Entwicklung des OUT e.V.	5
Vorstand, Geschäftsführung und Wissenschaftlicher Beirat	6
Arbeits- und Forschungsschwerpunkte	6
2. Projekte	7
2.1. Einzelprojekte	9
2.1.1 Operationssonde mit „Activ Shielding“ für den Einsatz von PET-Nukliden	9
2.1.2 Entwicklung einer Low-Energy-3D-TOF-Pixel-Architektur	10
2.1.3 Verfahren und Vorrichtung zur Detektion von Sprengstoffen und Waffen	11
2.1.4 Gesichtserkennung mit Hilfe von 3D-Sensoren	13
2.1.5 Entwicklung eines Verfahrens zur metrisch gestützten erweiterten Realität	14
2.1.6 Entwicklung eines Low Energy – Low Cost Wasserstoffsensors	16
2.1.7 Entwicklung einer Funksonde für SLN-Detektion	18
2.1.8 Mobile Kommunikationsinfrastruktur für den Kriseneinsatz	19
2.1.9 Entwicklung eines dynamischen hochauflösenden Visualisierungssystems	21
2.1.10 Entwicklung ohmscher Kontakte für p-InGaAs	23
2.2. Vorlaufforschungsprojekte	25
2.2.1 Entwicklung spezifischer Dünnschichttransistoren	25
2.2.2 Entwicklung eines LED-Etalons	27
2.2.3 Entwicklung eines Tageslichtsimulators	29
2.3. Kooperationsprojekte	31
2.3.1 Entwicklung eines Verfahrens zum Materialauf- und -abtrag	31
2.3.2 Entwicklung einer Technologie zur Herstellung hochsensitiver Schichten	33
2.3.3 Infopoint/Energieautarkie und Darstellung	35
2.3.4 mo-sensnets/Entwicklung eines optoelektronischen Sensors	38
2.3.5 Filterbettreaktoren/Optischer Sensor zur Charakterisierung von Biofilmen	40
2.3.6 IR-Thermometer/Sensormodul-Elektronik und Anwendersoftware	41
2.3.7 LED Kalibriernormale/Entwicklung von Basistechnologien	43
2.3.8 ISM/Entwicklung des Sicherheitsmonitors und Gesamtsystemintegration	44
2.3.9 DIPRA/Hardwareplattform für DMR-Luftschnittstelle	46
2.3.10 Bio LED/Lichtaktuator	47
2.3.11 Varianten- und Sprachenmanagement für CENARIO hub	48
2.3.12 Entwicklung von Methoden und Verfahren zur Objektklassifikation	49
2.4. Investitionsprojekte	50
2.4.1 Ausbau des optischen Labors	50
2.4.2 Lichtsimulationssoftware incl. Rechnersystem	50
2.4.3 FTIR-Spektrometer	51
2.5. Forschungsprämie »Zwei«	52
2.6. Netzwerkprojekte	53
2.6.1 Optoelektronik in der Biotechnologie (Phase III)	53
2.6.2 Tunnelsicherheit (Phase II und III)	54
2.6.3 Systeme für Sicherheitsmonitoring (Phase III)	56
3. Kooperationspartner des OUT e.V.	57
4. Auftragsforschung	58
5. Wissenschaftliches Leben und wichtige Ereignisse	58
6. Mittel des OUT e.V.	64
7. Förderprojekte	66

VORWORT

Die große Resonanz auf den Jahresbericht 2006/2007 des Optotransmitter-Umweltschutz-Technologie e.V. (OUT e.V.), die erfreulicherweise u. a. zu einer Reihe von neuen wissenschaftlichen Kontakten und entsprechenden gemeinsamen Projekten geführt hat, ist Anlass, auch für den Zeitraum von 2008 bis 2009 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 2008 und 2009 zu geben; insbesondere betrifft das die im Rahmen von Forschungsprojekten erreichten wissenschaftlichen Ergebnisse und deren Anwendungsmöglichkeiten sowie die Verwendung der finanziellen Mittel, die entsprechend zur Verfügung standen.

Der Bericht verdeutlicht, dass es Wissenschaftlern und Mitarbeitern des OUT e.V. erneut gelungen ist, eine Vielzahl 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 Zuwendungsgebern 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 Technologie und das Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie die Projektträger EuroNorm GmbH, die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen Otto von Guericke e.V., die VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, die Forschungszentrum Jülich GmbH und die Technologiestiftung Innovationsagentur Berlin GmbH.

Der OUT e.V. unterstreicht mit der Herausgabe und dem Vertrieb dieses Forschungsberichtes seinen Charakter als erfolgreiche 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.

Das spezifische Dienstleistungsangebot im Rahmen des wirtschaftlichen Geschäftsbetriebes sowie umfangreiche Auftrags-

forschung im Rahmen des Zweckbetriebes des OUT e.V. tragen wesentlich zum kontinuierlichen und 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 langfristig stabile Rahmenbedingungen zu schaffen bzw. zu erhalten.

Auch zukünftig wird sich daher die Forschungstätigkeit im OUT e.V. traditionell und anwendungsorientiert auf Schwerpunkte in der Optoelektronik 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 der Netzwerke »Optoelektronik in der Biotechnologie«, »Tunnelsicherheit« sowie des Netzwerkes »Systeme für integriertes Sicherheitsmonitoring«. Dadurch wird der OUT e.V. seine Profilierung zu einer bundesweit agierenden, kompetenten externen Industrieforschungseinrichtung fortsetzen.

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.

Auch zukünftig werden sowohl ein effektives Netzwerk- und 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 kontinuierlich fortsetzen und ausbauen.

Dr. A. Mahlkow, Vorstandsvorsitzender

1. KURZDARSTELLUNG DES OUT E.V.

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 eine externe Industrieforschungseinrichtung mit Sitz im Innovationspark Wuhlheide.

Der satzungsgemäße Zweck des OUT e.V. ist die Förderung von Wissenschaft und Forschung auf den Gebieten der Mikro- und Optoelektronik sowie der Biotechnologie und des Umweltschutzes; der OUT e.V. bietet seine Ergebnisse und Dienstleistungen allen nachfragenden Unternehmen zur Nutzung an. Die Hauptgeschäftsfelder (Branchen) sind: Optoelektronik, Sensorik, Beschichtungstechnologien, Halbleitermesstechnik, Sicherheitsmesstechnik, Biotechnologie und Umweltschutz, Netzwerk- und Projektmanagement.

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 Forschungseinrichtung ist der OUT e.V. zuverlässiger und kompetenter Partner für eine Vielzahl von kleinen und mittleren Unternehmen – vorrangig in den neuen Bundesländern. Außerdem arbeitet der OUT e.V. im Innovationsnetzwerk Berlin »Intelligente Messsysteme« mit und ist Träger der Netzwerke »Optoelektronik in der Biotechnologie« (OptoBio-Net), »Tunnelsicherheit« (tusec) und »Systeme für integriertes Sicherheitsmonitoring (ne-sis) sowie Betreiber einer Forschungsstelle im Innovationspark Wuhlheide.

Durch die konsequente Realisierung aller Forschungsprojekte hat der OUT e.V. eine Vielzahl hervorragender und anwendungsorientierter Forschungsergebnisse für einen breiten Nutzerkreis bereitgestellt und damit wesentlich zur Entstehung und zur Stärkung technologieorientierter Unternehmen beigetragen. Damit hat der OUT e.V. wesentlich dazu beigetragen, den Standort Berlin-Südost als Zentrum der industrienahen Forschung und des effizienten Technologietransfers weiter 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 (KMU).

Im OUT e.V. wurden bisher mehr als 85 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.

Vorstand, Geschäftsführung und Wissenschaftlicher Beirat

Vorstand

Dr. Henning Dittmann
 Dr. Adrian Mahlkow
 Dipl.-Phys.. Rainald Mientus
 Dr. Wolfgang Rehak
 Dr. Peter Rotsch

Vorstandsvorsitzender

Dr. Adrian Mahlkow

Stellvertretender Vorstandsvorsitzender

Dr. Henning Dittmann

Geschäftsführer

Dr. Klaus-Dieter Gruner

Wissenschaftlicher Beirat

Dr. Manfred Blaschke
 Dr. Henning Dittmann
 Dipl.-Chem. Gabi Grützner
 Prof. Dr. Heinz Klose
 Dr. Bernd Kloth
 Dr. Alexander Kraft
 Dr. Adrian Mahlkow
 Dr. Peter Rotsch
 Dr. Wolfgang Rehak
 Dr. Uwe Schedler
 Dipl.-Ing. Andreas Thun
 Dipl.-Chem. Norbert Wutzke

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte

Arbeitsschwerpunkte

- Durchführung industrienaher, anwendungsorientierter Forschungsvorhaben mit breitem Spektrum von Anwendungsmöglichkeiten für einen großen Nutzerkreis.
- Intensive Kooperation mit FuE-treibenden KMU sowie 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.

Forschungsschwerpunkte

- Entwicklung innovativer Technologien 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 sowie zur Lagebestimmung in sicherheitsrelevanten Bereichen.
- Entwicklung von hochempfindlichen und spezifischen Analyseverfahren.
- Oberflächenfunktionalisierungen von polymeren Membranen zur Phasentrennung.

2. PROJEKTE

NR.	PROJ.-NR.		LAUFZEIT	ZUWENDER	ZUWENDUNG
EINZELPROJEKTE					
1	IW060250	Operationssonde mit »Activ Shielding« für den Einsatz von PET-Nukliden	04/06 - 03/08	BMWi/EN	163.197 €
2	IW060127	Entwicklung einer Low-Energy-3D-TOF-Pixel-Architektur (LENA)	06/06 - 05/08	BMWi/EN	207.468 €
3	IW070161	Verfahren und Vorrichtung zur Detektion von Sprengstoffen und Waffen	01/07 - 12/08	BMWi/EN	270.427 €
4	IW072030	Gesichtserkennung mit Hilfe von 3D-Sensoren	04/06 - 09/09	BMWi/EN	189.360 €
5	IW080045	Verfahren zur metrisch gestützten erweiterten Realität	01/08 - 12/09	BMWi/EN	269.244 €
6	IW080051	Entwicklung eines Low Energy - Low Cost Wasserstoffsensors	01/08 - 06/10	BMWi/EN	308.711 €
7	IW082094	Entwicklung einer Funksonde für SLN-Detektion	05/08 - 05/10	BMWi/EN	210.139 €
8	IW082051	Mobile Kommunikationsinfrastruktur für den Kriseneinsatz	07/08 - 07/10	BMWi/EN	220.163 €
9	IW090023	Dynamisches hochauflösendes Visualisierungssystem	11/08 - 12/10	BMWi/EN	352.665 €
10	MF090031	Entwicklung ohmscher Kontakte für p-InGaAs	05/09 - 05/11	BMWi/EN	280.864 €
VORLAUFFORSCHUNGSPROJEKTE					
1	VF080005	Entwicklung spezifischer Dünnschichttransistoren	09/07 - 08/09	BMWi/EN	281.955 €
2	VF081028	Entwicklung eines LED-Etalons	01/09 - 12/11	BMWi/EN	417.644 €
3	VF090021	Entwicklung eines Tageslichtsimulators	07/09 - 06/11	BMWi/EN	139.969 €
KOOPERATIONSPROJEKTE					
1	KF0005905	Entwicklung eines Verfahrens zum Materialauf- und -abtrag	04/06 - 03/08	BMWi/AiF	85.000 €
2	KF0005906	Entwicklung einer Technologie zur Herstellung hochsensitiver Schichten	10/06 - 09/08	BMWi/AiF	123.316 €
3	KF0005907	Infopoint/Energieautarkie und Darstellung	12/06 - 11/08	BMWi/AiF	97.505 €
4	10132839	mo-sensnets/Entwicklung eines optoelektronischen Sensors	05/07 - 06/09	Berlin/IBB	311.343 €
5	KF0005909	Filterbettreaktoren/Optischer Sensor zur Charakterisierung von Biofilmen	01/08 - 01/10	BMWi/AiF	124.860 €
6	KF0005910	IR-Thermometer/Sensormodul-Elektronik und Anwendersoftware	04/08 - 04/10	BMWi/AiF	116.138 €
7	KF0005912	LED Kalibriernormale/Entwicklung von Basistechnologien	07/08 - 04/10	BMWi/AiF	63.414 €
8	VP2073003	Entwicklung des Sicherheitsmonitors und Gesamtsystemintegration	01/09 - 04/11	BMWi/AiF	349.904 €
9	VP2073003	DIPRA/Hardwareplattform für DMR-Luftschnittstelle	02/09 - 07/10	BMWi/AiF	173.456 €
10	KF2073007	Bio LED/Lichtaktuator	05/09 - 04/12	BMWi/AiF	134.027 €
11	KF2073009	Varianten- und Sprachenmanagement für CENARIO hub	10/09 - 08/11	BMWi/AiF	174.795 €
12	KF2073010	Entwicklung von Methoden und Verfahren zur Objektklassifikation	10/09 - 12/11	BMWi/AiF	174.879 €

NR.	PROJ.-NR.		LAUFZEIT	ZUWENDER	ZUWENDUNG
INVESTITIONSPROJEKTE					
1	VF080005	Ausbau des optischen Labors	04/09 - 06/09	BMWi/EN	83.521 €
2	VF081028	Lichts simulationssoftware incl. Rechnersystem	05/09 - 05/09	BMWi/EN	72.022 €
3	VF090021	FTIR-Spektrometer	05/09 - 09/09	BMWi/EN	99.801 €
FORSCHUNGSPRÄMIE ZWEI (FPZ)					
1	FPZN0019	Recherche Entwicklung Sensorik/Trennmembranen; Forschungsbericht	05/08 - 09/08	BMBF/PtJ	10.781 €
2	FPZN0049	Konzeption: Erweiterung optische Messtechnik für LED/Dünnschichten	11/08 - 02/09	BMBF/PtJ	13.625 €
3	FPZN0052	Investition: Erweiterungsmodul SE800-50 für Ellipsometer SE 800	12/08 - 04/09	BMBF/PtJ	27.150 €
4	FPZN0079	Methodik zu spektroellipsometrischen Dünnschichtanalysen	05/09 - 02/10	BMBF/PtJ	30.660 €
5	FPZN0082	Entscheidungsgrundlage opt. Simulationssoftware; Matrix Fehlermanag.	05/09 - 12/09	BMBF/PtJ	23.971 €
NETZWERKPROJEKTE					
1	000 103 N	Optoelektronik in der Biotechnologie (OptoBioNet)/Phase III	07/06 - offen	Eigenfinanzg.	
2	000 104 N	Tunnelsicherheit (tusec)/Phase I und II	01/07 - 10/09	BMWi/AiF	145.800 €
3	015 401 N	Systeme für integriertes Sicherheitsmonitoring (ne-sis)/Phase III	03/07 - offen	Eigenfinanzg.	
Gesamt		25 FuE-/ 3 Netzwerk-/ 3 Investitions-/ 5 FPZ- Projekte	01/08 - 12/09		3.286.383 €**

*: EN: EuroNorm GmbH AiF: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen PtJ: Forschungszentrum Jülich GmbH

** : anteilige Zuwendung 2008/2009

2.1 EINZELPROJEKTE

2.1.1

Operationssonde mit »Activ Shielding« für den Einsatz von PET-Nukliden

Dipl.-Ing. Norbert Heilig, Kerstin Ehrensack

Projektlaufzeit: 01.04.2007 – 31.03.2008

Zielstellung: In der modernen Nuklearmedizin gewinnt die PET-Technologie immer stärker an Bedeutung. Die Einführung der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) hat zu scharfen und kontrastreichen dreidimensionalen Abbildungen des Inneren des Menschen geführt, wie sie bisher nicht erreicht wurden. Der Einsatz äußerst kurzlebiger PET-Radioisotope wie F^{18} , O^{14} oder O^{15} verursacht nur sehr geringe Strahlenbelastungen für Patienten und Personal. Da diese Elemente wesentlich am Stoffwechsel beteiligt sind, können sie einfach vom Körper absorbiert und durch geeignete Antikörper an die entsprechenden Orte im Körper angelagert und detektiert werden, so dass durch schnellere und sichere Diagnostik ein hervorragender Therapieerfolg erzielt werden kann. Diese PET-Methode stellt mittlerweile einen Standard in der Medizin dar.

Im FuE-Vorhaben soll ein komplettes nuklearmedizinisches Operationssondensystem zum Einsatz in der operativen Krebstherapie für hohe Strahlungsenergien ($E_\gamma > 300$ keV, speziell für den Einsatz von PET-Nukliden) entwickelt werden.

Schwerpunkte dabei sind die Entwicklung einer γ -Operationssonde mit einem »Active-Shielding« und ein prozessorgesteuertes Messsystem, das die dafür benötigte schnelle Signalverarbeitung sichert. Prinzipiell besteht dieses Messsystem aus der Operationssonde mit aktivem Schild und einer Auswert- und Anzeigeeinheit, die die Signale auswertet und in verwertbare Messergebnisse umwandelt, die Messergebnisse sowohl optisch (Display; Bargraph) als auch akustisch (Sound) anzeigt und die Weiterverarbeitung der Messdaten in einem über eine USB-Schnittstelle optional anschließbaren PC ermöglicht.

Das Operationssondensystem 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: Im Ergebnis des Forschungsprojektes liegt ein Sondensystem vor, das aus einer richtungsabhängigen Operationssonde und einem modern gestalteten multifunktionalen Steuergerät für den Betrieb der Sonde sowie für die akustische und visuelle Anzeige der Messdaten besteht.

Die Sonde hat eine hohe Sensitivität Z von $Z = 350 - 900$ cps/MBq (Nuklid: Ge^{68}), eine elektronisch einstellbare hohe Winkelauflösung von 32° bis 83° und eine Masse von 350 g (Titan) bzw. 450 g (Edelstahl). Das entwickelte Gesamtsystem wurde sowohl unter Laborbedingungen als auch im PET-Nuklidlabor erfolgreich getestet; es zeichnet sich u. a. durch leichte Bedienbarkeit und hohe Servicefreundlichkeit aus. Die erzielten Ergebnisse bei den Messungen mit der PET-Sonde und die volle Funktionstüchtigkeit des Steuergerätes bei leichter Bedienbarkeit dank automatischer Einstellungen sind für beide Systemkomponenten als hervorragend einzuschätzen.

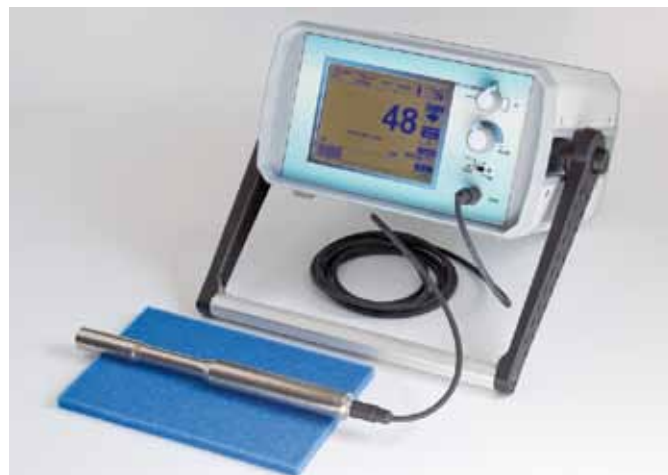


Abb. 1: Operationssonde

Anwendungsmöglichkeiten: Einsatzfeld der Operationssonde sind alle medizinischen Einrichtungen, an denen die PET-Technologie betrieben wird, also Krankenhäuser, Kliniken, Hospitäler, private und staatliche medizinische Forschungseinrichtungen sowie große Privatpraxen. Das sind in Deutschland ca. 500, weltweit sind es gegenwärtig ca. 5.000 mit steigender Tendenz. Experten gehen davon aus, dass in den nächsten zwei bis drei Jahren ca. 50 % der gegenwärtig ca. 15.000 nuklearmedizinischen Abteilungen auch die PET-Technologie nutzen werden. Bisher wird diese Technologie in erster Linie in der Diagnostik eingesetzt, die Vorteile bei der (operativen) Therapie liegen aber auf der Hand. Mit der steigenden Anzahl von PET-Zentren weltweit werden die gesamten Vorteile dieser Technologie auch breiter genutzt werden.

Die Methode ist patientenschonend auf Grund der niedrigen Strahlungsbelastung und der kleineren Operationswunden. Als direkte Folge kann die Verweildauer der Patienten in den Kliniken auf wenige Tage verringert werden. Hinzu kommt die hohe Erfolgsrate dieser operativen Therapie, die bei über 90 % liegt. Die Methode des »Sentinel Lymph Node« unter Einsatz von Tc^{99m} -Tracern wird bereits heute in größerem Umfang genutzt und stellt eine Standardtechnik dar. Die Verbindung mit der PET-Technologie bringt weitere entscheidende Vorteile. In einigen Ländern (z. B. Japan) ist Technetium als Tracer nicht zugelassen, wohl aber die PET-Technologie. Das Marktfenster für Operationssonden öffnet sich dort erst mit einer verfügbaren und handhabbaren PET-Sonde.

2.1.2 Entwicklung einer Low-Energy-3D-TOF-Pixel-Architektur

Dr. Wilfried Wagner; Dipl.-Phys. Rainer Wolf,
Dipl.-Ing. Adelheid Klampfl
Projektlaufzeit: 01.06.2006 – 31.01.2009

Zielstellung: Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines robusten 3D-Sensors, der durch sein hohes longitudinales und laterales Auflösungsvermögen zur Gesichtserkennung eingesetzt werden kann. Dieser Sensor kann in klassischen Anwendungsfällen (Zutrittskontrolle), aber vor allem im Transportwesen (Fahreridentifikation) und in der Medizin eingesetzt werden. Die medizinischen Anwendungen betreffen das Erkennen signifikanter Abweichungen von einer normalen Gesichtsstruktur zur Feststellung von Verletzungen.

Zur Erfüllung dieser Aufgaben sind in allen Fällen Auflösungen im mm-Bereich zwingend erforderlich, d. h. eine entsprechend hohe Pixelzahl wird in der Empfangsmatrix benötigt. Die dadurch bedingte erhöhte Energiedispersion auf dem Chip kann teilweise durch die deutlich verringerte Messdistanz kompensiert werden. Die entscheidende Maßnahme zur Erzielung eines deutlich verbesserten Signalrauschverhältnisses besteht in der Realisierung der Analog-Digital (A/D)-Wandlung in den Fokalebene – also auf dem Chip. Eine deutliche Reduktion der Rauscheinflüsse ist das Ergebnis. Der Effekt wird umso stärker ausgeprägt, je dichter der Ort der A/D-Wandlung an die Signalerzeugung heranrückt. Im Idealfall wird die A/D-Wandlung daher direkt in jedem einzelnen Pixel erfolgen.

Die bisher durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass der dafür erforderliche Hardwarebedarf (Siliziumfläche) relativ hoch ist. Problematisch und gleichzeitig die große Herausforderung des Projektes ist die Realisierung der komplexeren Pixelelektronik (zusätzliche A/D-Wandlung) auf einer deutlich verringerten Fläche infolge der stark erhöhten Pixelzahl. Dieser Flächenverlust kann auch durch die Skalierung der CMOS-Technologie von 0,6 μm auf 0,35 μm nicht vollständig kompensiert werden. Aus der Literatur bekannte Arbeiten haben aber bewiesen, dass es möglich ist, die komplexe Pixelelektronik auf einer stark reduzierten Fläche unterzubringen.

Ergebnisse: Es liegt der Prototyp eines 3D-TOF-Sensors vor. Die Pixelzahl von 1024 Pixeln bei einer Chipfläche von $7,47 \times 8,15 \text{ mm}^2 = 60,88 \text{ mm}^2$ ist vergleichbar mit bekannten Konkurrenzprodukten (3D-Sensor des Fraunhofer IMS). Das gilt auch für die prognostizierte Distanzauflösung.

Der Energieverbrauch konnte trotz Vervielfachung der Pixelzahl und Vergrößerung der Chipfläche bei gleichbleibender Technologie wesentlich reduziert werden.

Die gewählte Chiparchitektur bietet eine einfache Möglichkeit zum schrittweisen Übergang auf die spaltenweise A/D-Wandlung in Abhängigkeit von der verfügbaren Siliziumfläche und damit einen guten Ausgangspunkt für einen späteren Übergang zu einer verfeinerten Technologie.

Der Einbau von zusätzlichen Testpixeln und Testpunkten in das Sensordesign eröffnet die Möglichkeit einer Vielzahl von

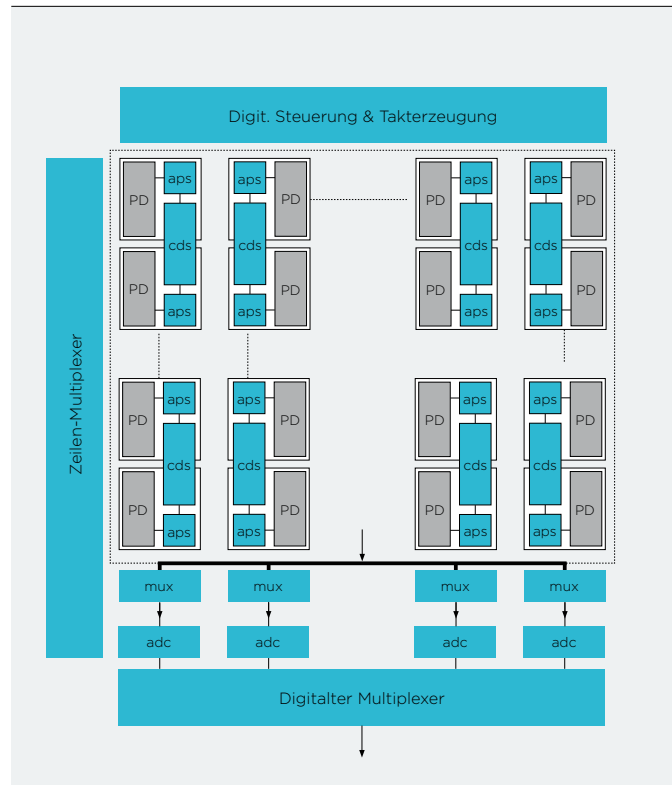


Abb. 2: Architektur mit spaltenweiser A/D-Wandlung in Gruppen von jeweils 8 Spalten

Messungen, die zu einem besseren Verständnis der Sensoreigenschaften und nachfolgend zu ihrer Optimierung genutzt werden können. Der Einbau einer für 900 nm optimierten Antireflexionsbeschichtung bringt einen deutlichen Gewinn an nutzbarer Laserleistung und damit an Abstandsauflösung.

Die für die ursprünglich geplante Anwendung notwendige laterale Auflösung lässt sich erst mit der Zurverfügungstellung der 0,35 μm CMOS-Technologie inklusive schneller Photodiode bzw. bei noch feineren Strukturen erreichen.

Die hier präsentierte Lösung unter Verwendung der 0,6 μm -Technologie stellt unter den gegebenen Bedingungen ein optimales Ergebnis für den späteren Übergang zu weiterentwickelten Technologien dar.

Der entwickelte Prototyp des 3D-TOF-Sensors (s. Abb. 2) besitzt folgende Parameter:

- Laterale Auflösung des Sensors entsprechend einer Pixelzahl von 1024 bei Sensorfläche von ca. $6 \times 6 \text{ mm}^2$.
- Distanzauflösung bei 1 m Entfernung und 2000 Akkumulationen ca. 1 mm. Maximale Reichweite ca. 3 m.
- Optimierte Antireflexionsbeschichtung für eine Messwellenlänge von 905 nm.

2.1.3 Verfahren und Vorrichtung zur Detektion von Sprengstoffen und Waffen bei der Personenkontrolle

Dr. Gerd Arnold; Dipl.-Ing. Ulrich Harder,
Dipl.-Ing. Thomas Brand
Projektzeitraum: 01.01.2007 – 31.12.2008

- 4 integrierte Analog-Digital-Wandler auf dem Chip zur Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses.
- Mehrfachnutzung von Schaltungsstufen zur Erhöhung des Füllfaktors des Chips.
- Verwendung einer Strahlaufweitung für die Laserdioden zur Gewährleistung der Augensicherheit auch bei hohen Laserleistungen und bei gleichzeitiger Verbesserung der Fremdlichtfestigkeit.
- Reduzierung des Energieverbrauchs des Chips um ca. 40 % bei vervierfachter Pixelzahl und gleicher Technologie (XB06) gegenüber früheren Entwicklungen.

Anwendungsmöglichkeiten: Die Gesichtserkennung ist aus dem reinen Forschungsstadium bereits herausgetreten und wird kommerziell vor allem in der Zutrittskontrolle bzw. an Grenzübergängen zur Verifikation von Personaldokumenten eingesetzt. Technisch werden vorrangig CCD oder CMOS basierte Kamerabilder mit speziellen Algorithmen ausgewertet. Dieser Ansatz ist aber für eine Reihe von Anwendungen, wie z. B. im Personenverkehr und in der medizinischen Assistenz, nicht ausreichend robust. Die 3D-TOF-Technologie eröffnet dafür eine technische adäquate Lösung, wenn man das Energieproblem entschärfen kann.

Potentielle Märkte sind u.a. die Fahreridentifikation (driver identification) und die Kontrolle der Fahrtüchtigkeit (Identifikation von Übermüdung).

Zielstellung: Im Zusammenhang mit den wachsenden Bedrohungen der Gesellschaft durch terroristische Aktivitäten besteht gegenwärtig ein großes Interesse an Verfahren und Vorrichtungen, mit deren Hilfe die illegale Herstellung, der Umgang, der Transport und der missbräuchliche Einsatz von Gift- und Sprengstoffen von den Sicherheitsorganen rechtzeitig erkannt und angezeigt werden können. Es besteht aktuell die vordringliche Aufgabe, neuralgische und leicht verletzbare Punkte der Zivilgesellschaft besser zu schützen. Dazu gehört der öffentliche Personenverkehr, insbesondere jedoch große Verkehrsterminals wie z. B. Flughäfen, da der Flugverkehr besonders empfindlich und mit verheerenden Auswirkungen zu treffen ist. In zunehmendem Maße ist aber auch ein verbesserter Schutz von öffentlichen Gebäuden und staatlichen Einrichtungen gefragt.

Aufgabenstellung des Projektes ist es, eine Vorrichtung in Form eines Portals zu entwickeln und aufzubauen, mit deren Hilfe es möglich sein wird, Personen auf das eventuelle Mitführen von Sprengstoffen bzw. Vorhandensein von Sprengstoffpartikeln, die durch den Umgang mit Sprengstoffen an der Kleidung der Person haften geblieben sind, zu kontrollieren.

Dazu soll ein torähnlicher Rahmen, der so dimensioniert ist, dass sich Menschen jeglicher Größe und Körperkonstitution ohne Probleme hindurchbewegen können, mit einem pneumatischen System ausgerüstet werden, welches für eine Zeitspanne von wenigen Sekunden solche Luftströmungsverhältnisse erzeugt, dass leicht haftende Staubpartikel sowie Fasern von der Kleidung der sich im Tor befindlichen Person abgetrennt werden.

Diese Partikel bzw. Fasern werden vom sammelnden Luftstrom in eine Anreicherungs Vorrichtung transportiert und dort auf einem speziellen Trägermaterial festgehalten. Durch zyklisches kurzzeitiges Aufheizen des Trägermaterials werden vorhandene Sprengstoffpartikel in den gasförmigen Zustand versetzt und über eine beheizte Transferkapillare in ein hochempfindliches Messgerät transportiert und dort analysiert. Als Messgerät wird ein für die Sprengstoffdetektion zu modifizierendes Ionenmobilitätsspektrometer (IMS) verwendet.

Zur Erreichung dieses Zieles sind folgende Aufgaben zu lösen:

- Entwicklung des Luftströmungssystems zur Sammlung von Partikeln und Fasern.
- Konzipierung der Anreicherungs Vorrichtung.
- Kopplung von Anreicherungs Vorrichtung und IMS mittels beheizter Transferkapillare.
- Modifizierung eines IMS durch Verwendung einer Hochtemperaturmesszelle und Ausstattung mit einem speziellen Einlasssystem.
- Bestimmung des optimalen Ablaufs im Zusammenwirken zw. Luftsammlersystem, Anreicherungs Vorrichtung und IMS.

- Entwicklung der elektronischen Steuerschaltung und der Steuersoftware.
- Test des gesamten Portals mit durch Sprengstoff präparierten Probekörpern.

Ergebnisse: Das entwickelte Demonstrationsmodell stellt einen Versuchsstand dar, der auch vom Äußeren her als ordentliches Durchgangsportal gestaltet wurde. Zunächst wurde ein erster vorläufiger Versuchsstand entwickelt und aufgebaut, mit dem bereits systematische Untersuchungen und Optimierungsarbeiten durchgeführt werden konnten. Mit diesem Aufbau – bestehend im Wesentlichen aus Gebläse, Luftsammeleleitungen, Umschaltventil, Voranreicherungs- vorrichtung, beheizter Transferleitung und IMS-System – wurde experimentell nachgewiesen, dass es möglich ist, kleinste Mengen TNT, in Ethylacetat aufgelöst und in definierten Mengen auf Baumwollfasern aufgetragen, nachzuweisen, wenn diese vom Luftsammelelement erfasst und in die Voranreicherungs- vorrichtung transportiert wurden (s. Abb. 3)

Die ermittelte Nachweisgrenze betrug 1 µg TNT. Mit diesem Ergebnis konnten die im NIJ Report des National Institute of Justice angegebenen Nachweisgrenzen erreicht werden, die allerdings für Drogen bestimmt wurden, was aber prinzipiell im gegebenen Fall keinen Unterschied ausmacht. Damit konnte ganz klar die prinzipielle Machbarkeit der Detektion von Sprengstoffen mit diesem Verfahren nachgewiesen werden. An diesem Versuchsstand wurden Strömungsmessungen durchgeführt. Die Strahlkraft der Luftströmung auf der einen und ihre Saugkraft auf der anderen Seite erwiesen sich zwar als gering, um z. B. Fasern von der Mitte des Portalrahmens zur Anreicherungs- vorrichtung zu transportieren, dennoch konnte mit diesem ersten Experimentierstand eine Reihe von Versuchen mit sichtbaren Wollfasern durchgeführt werden, um deren Transport vom Ort des Ansaugens bis zum Metallgitter in der Voranreicherungs- vorrichtung hinreichend gut verfolgen zu können. Dabei konnten wertvolle praktische Erfahrungen gesammelt und bereits Verbesserungen im Detail vorgenommen werden.

Die gewonnenen Erkenntnisse wurden beim Aufbau des zweiten Portalversuchsstandes berücksichtigt. Das Pneumatiksystem wurde wesentlich verbessert. Es besteht nun aus zwei Gebläsen, wobei das eine über ein Düsen- system Luft in den Portalinnenraum drückt und eine Luft- dusche erzeugt, wie man es von den Luftschleusen in den Eingangsbereichen von Halbleiterfabriken her kennt, durch die das Personal gehen muss, bevor es die Fertigungs- räume betreten darf.

Die Strömungsrichtung der Luft- dusche führt von oben nach unten. Mit demselben Gebläse wird im Fußbereich ein Luftvorhang erzeugt, der verhindern soll, dass Partikel den Bereich

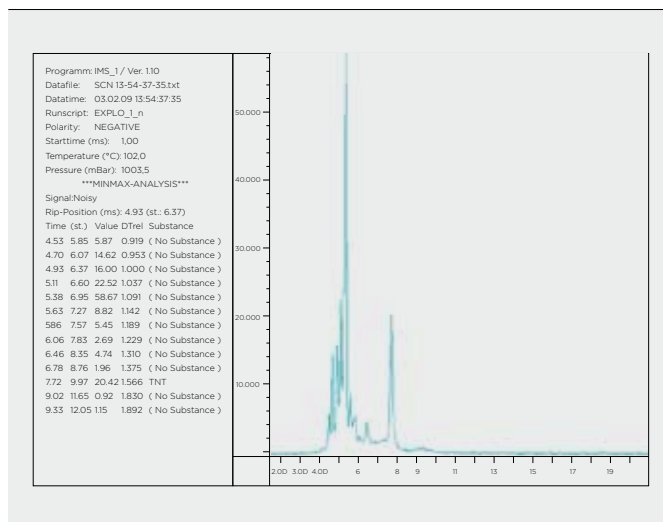


Abb. 3: Spektrum von 250 Nanogramm TNT

des Portalrahmens verlassen. Mit Hilfe des zweiten Gebläses wird die Luft am Boden des Portals abgesaugt und in die Voranreicherungs- vorrichtung transportiert, die auf Grund der experimentellen Erkenntnisse mit dem ersten Versuchsstand verbessert wurde.

Es ist gelungen, eine Vorrichtung zu entwickeln und aufzubauen, mit deren Hilfe interessierten Partnern vorgeführt werden kann, wie eine derartige Personenkontrolle abläuft und welche Komponenten dafür erforderlich sind. Im Verlaufe des Projektes sind bereits Kontakte zu potentiellen Partnern hergestellt worden, die jetzt systematisch erweitert werden.

Anwendungsmöglichkeiten: Die Personenkontrolltechnologie wird in den nächsten Jahren eine »industrielle Revolution« erleben. Hierbei wird die typische Metall- detektion sich zu einer innovativen Technologie hin verändern, die sowohl Sprengstoff- detektion als auch biologische, chemische und nukleare Detektion beinhaltet. Das bisherige System der Metall- detektion (single threat detection) wird durch Multifunktionssysteme (multi/all-threat detection) ersetzt werden müssen.

Solche Multifunktionssysteme werden in Durchgangssysteme integriert werden, die ebenfalls über biometrische Erkennungssysteme verfügen können.

Mit Hilfe des integrierten Portalmonitors können sowohl Sprengstoffspuren als auch Waffen an Personen nachgewiesen werden. Mit diesem Konzept wird der Übergang vom »single threat system« zu einem »multi threat« beschrritten. Mit solch einem kombinierten System, das in der Lage ist, Waffen und auch Sprengstoffe aufzufinden, wird den Sicherheitskräften ein modernes hochinnovatives Gerät zur Verfügung gestellt.

2.1.4 Gesichtserkennung mit Hilfe von 3D-Sensoren

Dipl.-Ing. Peter Lüdders, Ing. Horst Havemann,
 Dipl.-Ing. Hans Hensel
 Projektlaufzeit: 01.04.2007 – 31.09.2009

Zielstellung: Das Ziel des Projektes ist es, die Machbarkeit von einem 3D-Sensorsystem zu demonstrieren, das in der Lage ist, Gesichter von Personen zu verifizieren und zu unterscheiden. Der Markt für biometrische Systeme steigt in den letzten Jahren exponentiell an, wird jedoch bisher von Lösungen beherrscht, die die Anforderungen wie Erkennungsrate, Fehler-rate, Robustheit, Kosten nicht allumfassend erfüllen können. Bisherige Gesichtserkennungssysteme verwenden fast ausschließlich zweidimensionale Grauwert- oder Farbbilder als Datengrundlage, deren Nachteil vor allem die Abhängigkeit von Umgebungsbedingungen darstellt. Einige Entwicklungen basieren jedoch neuerdings auf dreidimensionalen Aufnahmesystemen (Laserscanner, Streifenprojektionsscanner, Stereosysteme), die jedoch hinsichtlich der Anforderungen an die Gesichtserkennung und den Markt einige wesentliche Nachteile aufweisen: Sie sind u. a. voluminös, sehr teuer, besitzen eine geringe Bildaufnahmezeit und erfordern eine rechenaufwendige Nachbearbeitung. Die dreidimensionalen Daten sind in diesem Projekt mit Hilfe von Sensoren, die auf der Grundlage von Time-of-flight (TOF) arbeiten, zu akquirieren. Der Vorteil gegenüber anderen 3D-Datenerfassungssystemen sind die Unabhängigkeit gegenüber wechselnden Umgebungsbedingungen – wie z. B. Beleuchtung – und kompakte Abmessungen sowie ein voraussichtlich moderater Kostenfaktor. Kein anderes System vereint die genann-

ten Vorteile. Zusätzlich zur TOF-Technik soll ein CMOS-Sensor RGB-Daten liefern, um die 3D-Entfernungsdaten mit Texturinformationen zu ergänzen und die Verifikation zu optimieren.

Ergebnisse: Aus dem prototypischen Aufbau und den Identifikationsergebnissen entstanden folgende Baugruppen: 3D-TOF-Sensor mit f/1,0 Optik und FPGA-Steuerung der Firma MESA Imaging (Q-Cam) / Power-Platine zur Spannungsversorgung / Interface-Platine / DSP-Modul. Der Musteraufbau in seiner Gesamtkonzeption (s. Abb. 4) konnte mit seinen Modulen und selbst gefertigten Platinen erfolgreich zusammengestellt werden, und Funktionstests verliefen erfolgreich. Die auf dem DSP implementierten Algorithmen erwiesen sich als robust und für die projektierten Anwendungen als echtzeitfähig. Der Musteraufbau erfüllt die geforderten Parameter: Arbeitsabstand von 0,3 bis 1 m, laterale Auflösung von 2 mm, longitudinale Auflösung von 1 mm, Augensicherheit nach Laserklasse 1 (DIN EN 60825), Versorgungsspannung von 12 V. Im Rahmen von Funktionstests wurden maximal 36 Personen von 3249 einander gegenübergestellten Personen falsch zurückgewiesen, obwohl das System sie hätte annehmen müssen. Vom System falsch akzeptiert wurden maximal 20 von 3249 Personen. Diese Werte hängen natürlich vom zuvor definierten Schwellwert ab. Dieser wurde für jedes Training automatisch

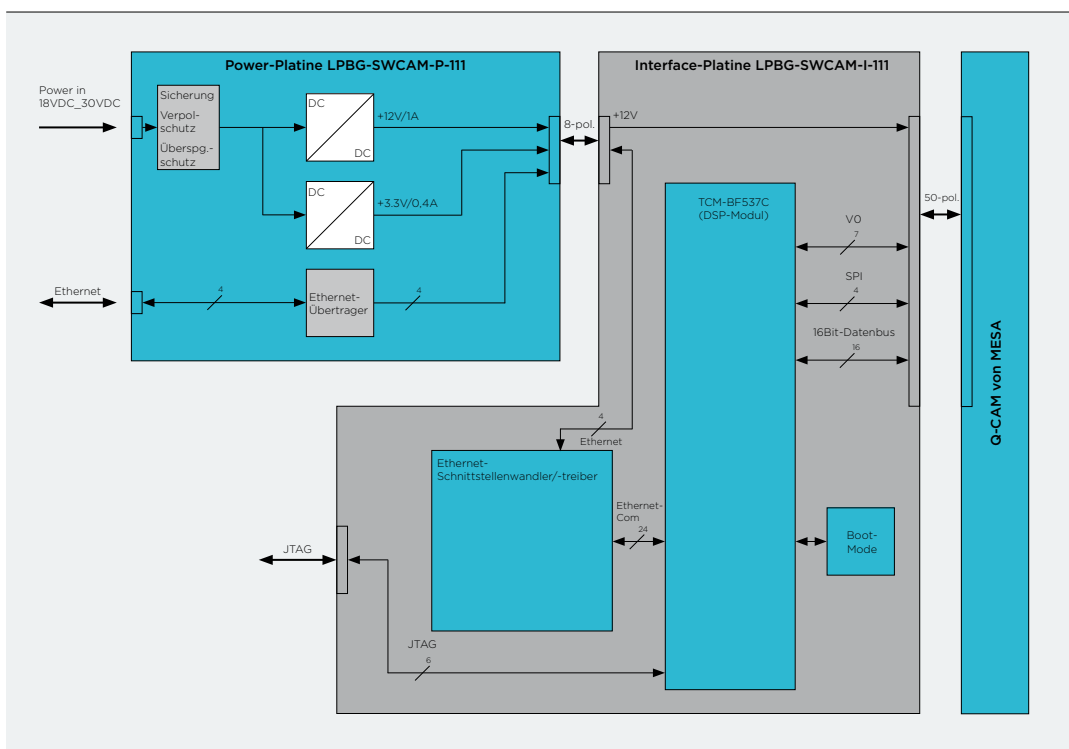


Abb. 4: Blockschaltbild des Musteraufbaus

2.1.5 Entwicklung eines Verfahrens zur metrisch gestützten erweiterten Realität

Dipl.-Inf. Tatjana Ebers, Dipl.-Inf. Gennady Pisarevski,
Dipl.-Ing. Kai Uwe Niemann, Dipl.-Ing. Lars Willberg
Projektlaufzeit: 01.01.2008 – 31.12.2009

errechnet und liegt bei ungefähr 10.000.000.

Das Verfahren zur Suche der Nasenspitze arbeitet sehr robust. Bei weniger als 0.5% der 2850 untersuchten Personenaufnahmen wurde die Nasenspitze nicht gefunden. Durch eine Erweiterung der Personendatenbank könnten genauere Ergebnisse bei der Detektion der Nasenspitze als auch bei der Ermittlung der Identifikationsgüte erzielt werden.

Die geringe durchschnittliche Fehlerrate von unter 1% für die Identifikation von Personen aus einem Personenkreis von 60 ist ein großer Erfolg für das Projekt, das in seiner Einzigartigkeit Biometrie mit der TOF-Sensorik verbindet.

Das Ziel der Personenidentifikation auf Basis von Gesichtsdaten konnte mit diesen hervorragenden Ergebnissen belegt werden.

Anwendungsmöglichkeiten: Die Anwendungsmöglichkeiten decken sich im Wesentlichen mit dem Projekt LENA (s. Punkt 2.1.2). Die Studie des BKA im Münster Hauptbahnhof zum Vergleich herkömmlicher Kamerasysteme liefert ein aktuelles Beispiel dafür, dass Gesichtserkennung mit 2D-Daten nicht robust genug ist. Im Abschlussbericht (»Gesichtserkennung als Fahndungshilfsmittel«, Juli 2007, www.bka.de) wird auf die Abhängigkeit von äußeren Einflüssen hingewiesen sowie auf die Tatsache, dass mit 3D-Daten erhebliche Verbesserungen zu erwarten sind. Bisher vorhandene 3D-Kamerasysteme besitzen die eingangs erwähnten erheblichen Nachteile, die mit dem 3D-TOF-Sensorsystemkonzept vermieden werden.

Ein Klassifikationskriterium für die Anwendungsmöglichkeiten ist die Unterscheidung der Datenaufnahmetechniken bzgl. der Aufnahmezeit: Entweder eine kurze Aufnahmezeit (one shot) oder eine fortwährende Aufnahme (streaming).

Zum ersten Punkt gehören zum Beispiel:

- Zutrittskontrolle für besonders gesicherte Firmengelände an Türen oder geeignet konstruierten Personenschleusen.
- Zugangskontrolle bei Bankautomaten (access control): Die Biometrie dient hier als Ersatz für die Kombination aus Bankkarte und PIN-Nummer.

Zu den Anwendungen mit andauernder Überwachung zählen beispielsweise:

- ständige Überprüfung auf Legitimation einer Person zur Steuerung eines Autos, LKWs, Schiffes oder Flugzeugs (driver identification),
- ständige Ermittlung der »Lebendigkeit« der Person, um zusätzlichen Schutz vor Täuschung durch Attrappen zu haben oder das Einschlafen der Person (z. B. Busfahrer) registrieren zu können.
- Erkennen unterschiedlicher Mimiken einer Person, z. B. bei psychologischen Tests, Spracherkennung aufgrund von Lippenbewegungen.

Zielstellung: Das vorliegende Projekt konzentriert sich auf die Frage, wie »die verborgenen Informationen«, also den menschlichen Sinnen nicht direkt zugängliche Daten eines Objektes oder auch Subjektes gewonnen werden können, um sie in einem weiteren Schritt einem Computerprogramm zur Verarbeitung bzw. auch Darstellung zur Verfügung zu stellen. Als »verborgene Information« sind im Sinne des Projektes die Abmessungen (Metriken) der Objekte, der Räume oder der Landschaften gemeint. Die metrischen Daten können dann zur Analyse von Objekten, zur Erstellung von Templates und deren Wiedererkennung verwendet werden.

Das Projekt entwickelt die Verfahren und entwirft eine Messkamera, die frei im Raum (manuell – nichtfixiert – stativlos) genutzt werden kann. Das hervorstechende Merkmal dieser Kamera ist der Einsatz von distanzmessenden 3D-Matrix-Sensoren, kombiniert mit Magnetfeld- und Gyrosensoren.

Im Rahmen des Projektes sind zwei Komplexe zu bearbeiten:

1. Es sind die Methoden zur Vermessung von Objekten zu entwickeln und die Anforderungen an eine Messkamera zu formulieren, die nicht fixiert und aus freier Hand verwendet werden kann. Dabei sind insbesondere die erreichbaren Messgenauigkeiten und deren Wirkungen auf eine künftige Verwendung der Messdaten zu untersuchen, d. h. die den Sensoren eigenen physikalischen Grenzen sind in dem System der Methodiken angemessen zu berücksichtigen. Es ist das Problem zu untersuchen, ob sich allgemeingültige Regeln für den Aufbau von Templates schaffen lassen oder ob für jegliches Objekt ein eigenes Format zu entwickeln ist. Das Template muss geeignet sein, ein Bildobjekt aus einer Datenbank wiederzufinden und damit die dem Computersystem bekannten »erweiterten Informationen« – also Datenbankeinträge – zu finden, so dass diese für eine Ausgabe im Sinne einer erweiterten Realität (AR) zur Verfügung gestellt werden können, bzw. einen Datenbankeintrag anzulegen, in dem die metrischen Daten der Realität den Bilddaten in geeigneter Weise hinzugefügt werden können.
2. Es ist eine Messkamera auf dem Niveau eines Demonstrators zu entwickeln, mit dem die im ersten Komplex erstellten Algorithmen, Methodiken und die Hardware des Demonstrators selbst untersucht und bewertet werden können. Im Ergebnis liegen ein Demonstrator sowie die Beschreibungen von Methoden und den erreichten Messgenauigkeiten vor.

Ergebnisse: Im Rahmen des Projekts wurde ein mathematisches Kameramodell entwickelt, das optische Parameter, Bildsensorparameter, Rauschen und Entfernung zum Objekt berücksichtigt. Zur Simulation von Aufnahmen wurde eine

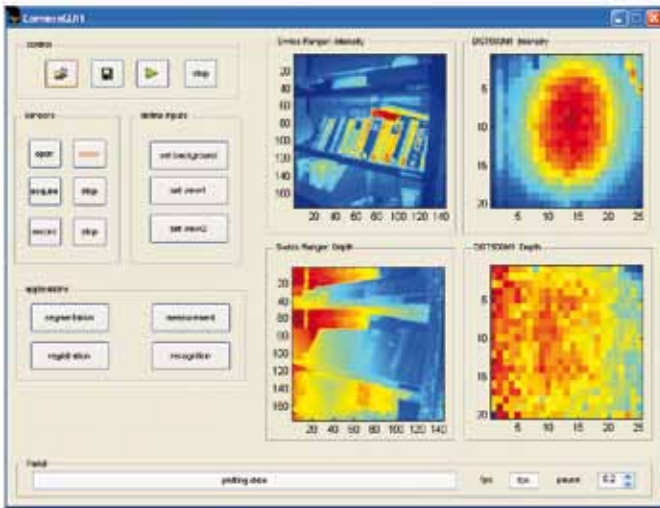


Abb. 5: Demonstratoraufbau einer Benutzerschnittstelle

Matlab-Toolbox für die Erzeugung von 3D-Objekten oder 2.5 D-Objektoberflächen, Berechnung der optischen Verzerrung und des Interpolationsfehlers, für die Feststellung oder Filterung des Rauschens, die Berechnung von Messgenauigkeit bei der Streckenmessung und Kantendetektion entwickelt.

Es wurde ein theoretisches Sensormodell aufgestellt, und die Messgenauigkeit im Bezug auf optische und geometrische Eigenschaften des Sensors wurde untersucht. Anschließend wurden Anwendungsszenarien für die Vermessung aufgestellt und eine Bildverarbeitungs pipeline entwickelt und umgesetzt. Die Pipeline beinhaltet Module zur Segmentierung, Registrierung und Erkennung von Objekten.

Es wurde ein Demonstrator entworfen und aufgebaut. Die Demonstratorbestandteile wurden auf der PC-Ebene integriert. Es wurde eine Messvorrichtung entworfen und umgesetzt. Auf Basis der durchgeführten Messungen wurden die Modellannahmen verifiziert. Im Rahmen der Templateentwicklung wurden mehrere Module zur Verarbeitung von Bilddaten entwickelt und anschließend in ein Gesamtsystem integriert. Da die entwickelten Anwendungsszenarien eine starke Nutzerinteraktion voraussetzten, wurde auf eine hardwarenahe Umsetzung verzichtet und eine umfassende nutzerfreundliche Anwendung entwickelt. In der Projektabschlussphase wurden die Projektergebnisse verifiziert und dokumentiert.

Anwendungsmöglichkeiten: Ein Anwendungsfeld bilden der Service und die Wartung im Bereich der Fahrzeuge und Fahrzeugkomponenten für den öffentlichen Verkehr, d. h. für Bahn und Bus. Weitere Anwendungen für die im Projekt zu entwickelnde Technologie liegen im Bereich der Qualitätssicherung, der Dokumentenerstellung, des Services und der Wartung. In Deutschland gibt es im Bereich der Mitgliedsfirmen des VDV (Verband der deutschen Verkehrsunternehmen) etwa 60.500 Fahrzeuge bzw. etwa 600 Fahrzeugbetriebshöfe bzw. Fahrzeugstandorte. Würde man jeden Betriebshof mit einer einzigen Messkamera ausrüsten, dann würde bei einem angezielten Marktpreis für eine Vermessungskamera von 6.000,- Euro ein Volumen von 3,6 Mio. Euro abgeschätzt werden können. Das Marktvolumen für die EU kann mit etwa einem Faktor von 5,9 errechnet werden. Dieser Faktor ist aus dem Bevölkerungsvergleich EU/D abgeschätzt worden; d. h. in Europa kann ein nachhaltiger Markt von etwa 2,1 Mio. Euro p. a. abgeschätzt werden. Der nordamerikanische Markt enthält unter Einrechnung des Schulbussektors etwa ein halb so großes Marktvolumen; damit wäre insgesamt ein Wert von ca. 9,0 Mio. Euro p. a. abzuschätzen.

Der Markteinstieg über den ÖPNV stellt einen ersten Schritt dar, um an Hand konkreten Serviceanforderungen die Leistungsfähigkeit des gewählten Ansatzes zu verifizieren. Gelingt die Verifikation im Fahrzeugbereich, so verfügt der OUT e.V. über seine Kooperationspartner (z. B. Raytek GmbH, Jenoptik AG, Pepperl+Fuchs, Aucoteam GmbH u. a.) über Möglichkeiten, diese Systeme auch in die Anlagen der Großindustrie einzuführen.

2.1.6 Entwicklung eines Low Energy - Low Cost Wasserstoffsensors

Dr. Wolfgang Rehak; M.Sc. Ronald Werner, Dr. Wilfried Wagner,
Dipl.-Ing. Adelheid Klampfl
Projektlaufzeit: 01.01.2008 – 31.12.2010

Zielstellung: Es ist das Ziel des vorgeschlagenen Projekts, einen Wasserstoffsensor als Halbleiterbauelement (und damit kostengünstig für einen Massenmarkt herstellbar) als Demonstrator zu realisieren. Es soll als kapazitive Struktur realisiert werden.

Eine Auswertelektronik soll sowohl zunächst für die Labortestung als auch später für die Feldtestung entwickelt und aufgebaut werden. Die Prototypen sollen sowohl im Labormaßstab unter Nutzung der Gasmischtechnik als auch in verschiedenen Anwendungsfeldern unter realen Bedingungen (z. B. Garagen, Brennstoffzellenbetriebsräume) charakterisiert werden.

Im Rahmen dieses Projekts sollen Sensoren entwickelt werden, die speziell an die Erfordernisse des Konzentrationsbereichs nahe der Explosionsgrenze angepasst sind.

Folgende konkrete Zielstellungen sind zu erreichen:

1. Konzeption und Realisierung eines Silizium-Bauelements, das in wesentlichen Teilen den Feldeffektstrukturen der Halbleiterindustrie entspricht (und damit in eine Produktion für den Massenmarkt überführt werden kann) und der Präparation von zwei Sonderschichten (LaF_3 und Pt/Pd) im Backup-Prozess.
2. Die hohen Anforderungen an die Grenzflächenstabilität sollen durch die Optimierung der Isolatoren und deren Anpassung an die Anforderungen der Ionenleiterschicht erreicht werden.
3. Der bei chemischen Sensoren zumeist notwendige Betrieb bei hohen Temperaturen soll durch eine Impulsheizung und Betrieb des Sensors bei Raumtemperatur ersetzt werden. Hierdurch wird eine Reduktion des Energieverbrauchs um den Faktor 1.000.000 angestrebt. Die Temperaturverteilung im Sensor hierzu ist zu berechnen, und eine optimale Heizergeometrie ist zu entwickeln.
4. Die Präparation der LaF_3 - und der Edelmetallschichten ist mit dem Ziel einer maximalen Selektivität und Langzeitstabilität zu gestalten.
5. Eine Auswertehardware soll sowohl den Einsatz unter Laborbedingungen als auch bei Feldtests ermöglichen. Der in diesem Projekt zu entwickelnde Wasserstoffsensor zeichnet sich durch einen extrem geringen Verbrauch aus, der im Rahmen des Projekts weiter optimiert werden soll. Dieser Sensor ist somit für energieautarke Systeme geeignet. Die Bearbeitung der Demonstratorstufe des Sensors ist ein ganz entscheidender Meilenstein auf dem Weg zum marktfähigen Produkt.

Zwischenergebnisse: Die entscheidende Forderung an die geplante Entwicklung des Wasserstoffsensors und dessen Funktionalität bei verschiedenen Wasserstoffkonzentrationen konnte erreicht werden. Die hierzu entwickelte und aufgebaute

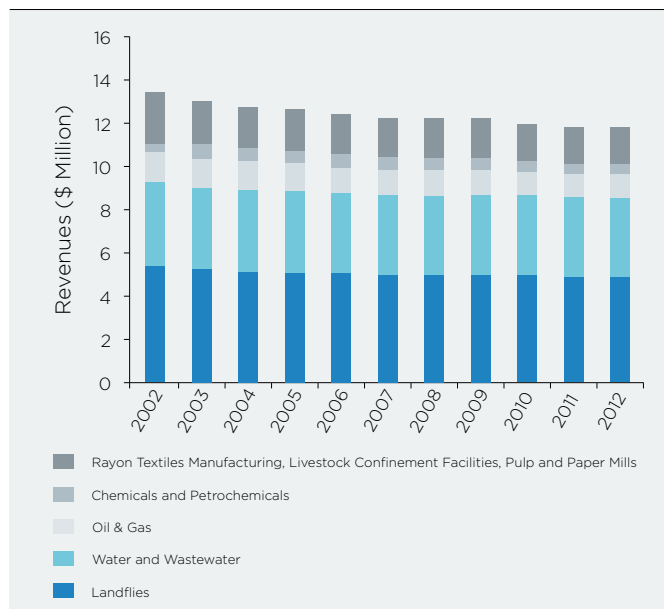


Abb. 6: Darstellung des Marktes für Gassensoren

Labormesstechnik konnte den dafür gegebenen Anforderungen voll gerecht werden. Es wurde gezeigt, dass die Sensorfunktion über einen extrem großen Bereich der Wasserstoffkonzentration charakterisiert werden kann. Der Aufbau eines Musterbauelementes ohne Heizer konnte realisiert werden.

Es wurde ein signifikanter Einfluss der Isolatorpräparation auf die elektrischen Eigenschaften des Sensorbauelements gefunden; insbesondere wurde der Einfluss der Palladiumpräparation auf die elektrischen Eigenschaften des Sensorbauelements umfassend untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden zur Optimierung des Bauelements und insbesondere zu dessen Temperaturfunktion genutzt werden. An der Entwicklung des Impulsheizers wird planmäßig gearbeitet.

Die Rechnungen zum thermischen Verhalten des Bauelements waren anfänglich durch erhebliche Probleme bei der Implementierung der Software gekennzeichnet. Nach der Lösung dieser Probleme konnten jedoch wichtige Ergebnisse erzielt werden, die relevante Schlussfolgerungen für die Auslegung des Bauelements ermöglichten. Hier ist auch in der weiteren Arbeit ein wichtiger Ansatz für die Optimierung gegeben. Diese Rechnungen haben auch wesentliche Rückkopplungen zum Ätzen der Membran ergeben, so dass hier auf eine wesentlich kostengünstigere Variante umgestellt werden konnte.

Die Sensitivität des untersuchten Sensors für Wasserstoff konnte über einen großen Konzentrationsbereich von Wasserstoff nachgewiesen werden. Die Herstellungsbedingungen der sensitiven Schichten konnten nachweislich verbessert und

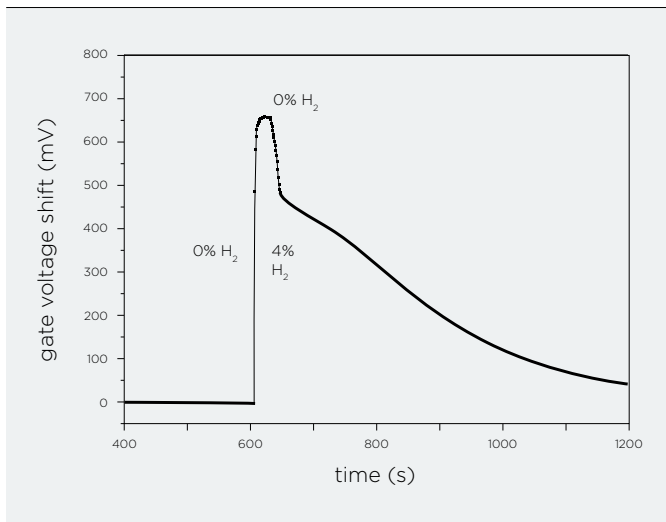


Abb. 7: Dynam. Ansprechverhalten des Sensor auf 4% Wasserstoff in Luft

reproduzierbar gestaltet werden. Eine Labor-Messanordnung für die simultane Messung mehrerer Sensoren konnte entwickelt und erfolgreich eingesetzt werden. Die durchgeführten Simulationsrechnungen lieferten maßgebliche Erkenntnisse bei der Entwicklung und Optimierung des Impulsheizers.

Es wurde ein Sensormodul entwickelt und aufgebaut, das durch die entwickelte Hard- und Software angesteuert werden konnte. Diese Anordnung wurde mit einer Temperaturregelung für eine Sensorreaktivierung kombiniert und konnte für Messungen von Wasserstoff/Luft-Gemischen verwendet werden. Erste Untersuchungen zeigten eine hohe Sensitivität des Sensors für Wasserstoff auch nach mehreren Monaten, wobei keine signifikanten Querempfindlichkeiten des Sensors gefunden werden konnten.

Anwendungsmöglichkeiten: Der Markt der Gassensorik (s. Abb. 6) ist ein dynamischer Markt. Man unterscheidet hier grob nach Funktionsprinzipien z. B. (elektrochemischer Sensorik, katalytischer Sensorik, Halbleiterbasierter Sensorik, IR basierter Sensorik etc.), Anwendungsgebieten (Industrieanwendungen und Heimbereich).

Die Wasserstoffsensorik ist neben Anwendungen in der chemischen Industrie vor allem im Umfeld der Brennstoffzellenentwicklung und in der Automobilindustrie von Interesse. Mit den aktuellen nationalen und internationalen Anstrengungen, die Folgen des Klimawandels zu begrenzen, ist hier mit einer höheren Dynamik zu rechnen.

Unabhängig von diesen Technologietrends ist die Nachfrage sowohl nach einem zuverlässigen Schwelbranddetektionssystem

– wofür der konzipierte Wasserstoffsensor die Basis bildet – als auch für das moderne Facilitymanagement interessant.

Im Rahmen der breiteren Anwendung der Wasserstofftechnologie als einer das Klima nicht belastenden Technologie wird ein massenhafter Bedarf an Wasserstoffsensoren in allen gesellschaftlichen Bereichen u. a. Garagen, Parkhäusern, Autos, Räumen mit stationären Anlagen, usw. entstehen, der schnell mehrere 100 Millionen Stück pro Jahr erreichen wird.

Mit den Ergebnissen dieses Projekts werden die entscheidenden Grundlagen dafür gelegt, einen massentauglichen Wasserstoffsensor in ein energieautarkes Mikrosystem einzubinden.

Der in diesem Projekt konzipierte Sensor ist international neuartig und hat aufgrund seines geringen Energieverbrauchs Alleinstellungsmerkmale. Die im Rahmen dieses Projekts entwickelten Lösungen haben deshalb auch weit über die konkrete Anwendung hinaus eine breite Anwendungsperspektive. Der erfolgreiche Abschluss dieses Projekts ist die Basis für ein Produkt, das damit das Marktpotential für einen Massenmarkt hat.

2.1.7 Entwicklung einer Funksonde für SLN-Detektion

Dipl.-Ing. Norbert Heilig; Kerstin Ehrensack
 Projektlaufzeit: 01.06.2008 – 31.05.2010

Zielstellung: Zielsetzung ist die Entwicklung eines neuen nuklearmedizinischen Gammasondensystems für den Einsatz in der operativen Krebstherapie mittels der SLN-Ektomie für Standardenergien. Kernbestandteil soll eine Funksonde sein, die wahlweise mit einem modifizierten Steuergerät oder mit einem PC/ Laptop betrieben werden kann.

Es ist eine drahtlose γ -Sonde für die Detektion von Standard-Tracern (140 keV- ^{99m}Tc) für die SLN-Methode zu entwickeln, die die gleichen technisch-physikalischen Parameter wie die bisherigen Standardsonden besitzt (Sensitivity >15.000 counts/MBq, Seitenabschirmung $> 99,95\%$, Einsatzzeit > 12 h ohne Nachladung, Durchmesser am Sondenkopf < 14 mm, Masse < 200 g).

Die Funksonde und das gesamte Gammasondensystem müssen die einschlägigen Vorschriften der Europäischen Medizin-CE erfüllen und für den Einsatz in Operationsräumen sowohl in Krankenhäusern als auch in entsprechenden Privatpraxen geeignet sein. Eine Sterilisierbarkeit der Funksonde wird angestrebt. Das gesamte Gammasondensystem muss CE-zertifizierbar sein.

Die Entwicklung des Funksonden-Messsystems erfolgt im Rahmen von drei Entwicklungsschwerpunkten (Komplexen):

1. Funksonde mit speziellem Sensorkopf, OP-geeignetem Gehäuse, Signalaufbereitung und -übertragung, Batterie und Ein- bzw. Ausschaltmöglichkeit, eventuell sterilisierbar. Besondere Forderung: Fallhöhe 1,5 m ohne Funktionsstörung; Betrieb mit Steuergerät oder PC/Laptop.
2. Empfangsmodul zum Anschluss an ein vorhandenes oder modifiziertes Steuergerät mit Stromversorgung, Signalverarbeitung, Signalaufbereitung und akustischer und optischer Anzeige. Dabei ist ebenfalls eine Ladevorrichtung für die Funksondenbatterie zu entwickeln.
3. USB-an anschließbarer Empfangsmodul zum Betrieb der Funksonde an einem Laptop oder PC. Das beinhaltet auch die Entwicklung der entsprechenden Software und eines Lademoduls für die Funksonde, eventuell aus der USB-Schnittstelle des PC.

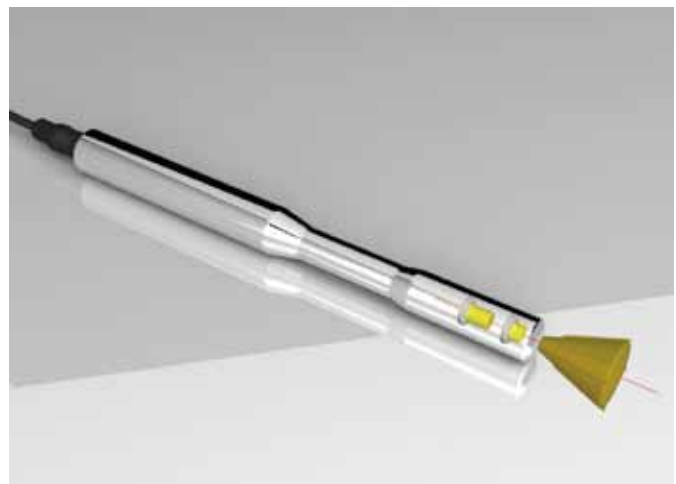
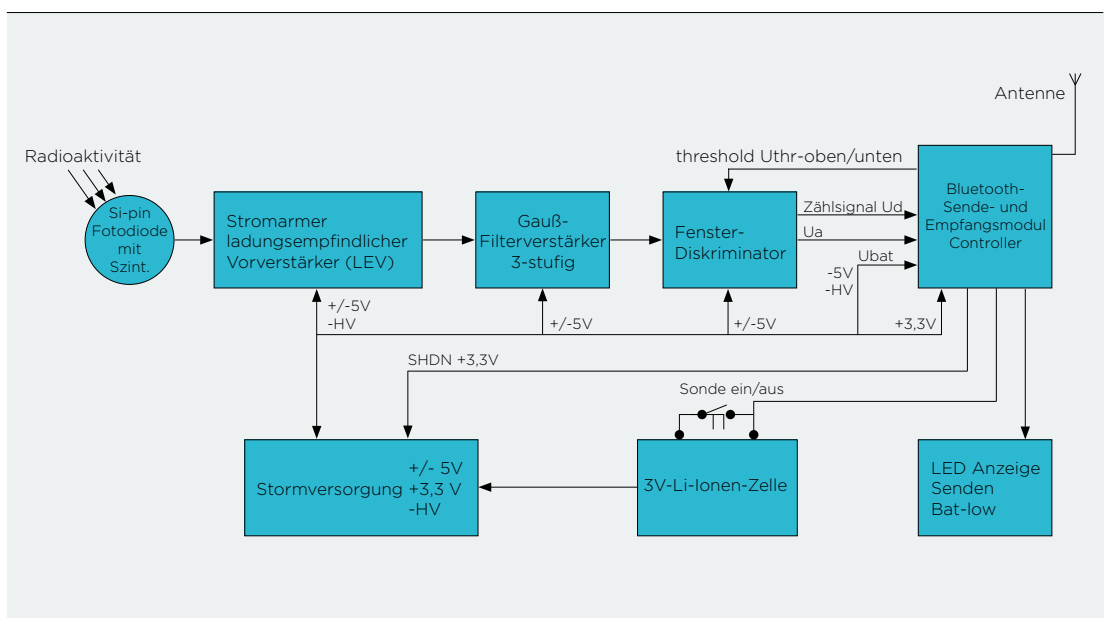


Abb. 9: Design der Funksonde

Entwicklungsschwerpunkt des Gesamtprojekts ist die physikalische und technische Realisierung des Funksonde und aller zu deren Betrieb nötigen Baugruppen.

Abb. 8: Blockschaltbild der Funksonde



2.1.8 Mobile Kommunikationsinfrastruktur für den Kriseneinsatz

Dipl.-Ing. Jörg Krebs; Dipl.-Ing. Timm Brück
Projektlaufzeit: 01.07.2008 – 31.07.2010

Zwischenergebnisse Im breadboard-Aufbau wurde der Nachweis erbracht, dass die getestete Baugruppe »Funksonde« mit den Dongles I und II und mit der entwickelten USB- und auch PC-Software problemlos funktioniert. Ein Einbau in entsprechende Gehäuse, der bisher noch nicht erfolgt ist, kann die Parameter noch verbessern.

Die äußere Hülle der Funksonde als Funktionsmuster hat folgendes Design – siehe Abb. 9.

Der neu entwickelte Sondenkopf ist als austauschbares Modul realisiert worden und erfüllt die gesetzten Anforderungen.

Anwendungsmöglichkeiten: Einsatzfelder der Funksonde sind alle medizinischen Einrichtungen, an denen die SLN-Technologie betrieben wird, also Krankenhäuser, Kliniken, Hospitäler, private und staatliche medizinische Forschungseinrichtungen sowie große Privatpraxen. Das sind in Deutschland ca. 1000, weltweit sind es gegenwärtig ca. 10.000 mit steigender Tendenz. Experten gehen davon aus, dass in den nächsten fünf Jahren in den Kliniken einerseits ein großer Ersatzbedarf für die jetzt im Durchschnitt ca. 7 – 10 Jahre alten Gammasondensysteme entsteht, andererseits ein zusätzlicher Bedarf durch die Ausweitung der SLN-Technologie auf andere Tumore (besonders im gynäkologisch/urologischen- und im HNO-Bereich). Eine nennenswerte Markterweiterung findet gegenwärtig hauptsächlich in den großen industriellen Schwellenländern wie Indien, China, Brasilien und den Osteuropäischen Staaten (sowohl Russland und Ukraine als nicht EU-Mitglieder) als auch in den kleineren Staaten, die bereits Mitglied der Europäischen Union sind, statt.

Mit der Markteinführung einer Drahtlossonde können also wesentlich neue Kunden erreicht werden und der Marktanteil signifikant vergrößert werden.

Ein zusätzlicher Bedarf entsteht gegenwärtig in Deutschland einerseits dadurch, dass mit der neuen S3-Richtlinie der Senologischen Gesellschaft, die die Ausweitung der Indikation bei der Hauptanwendung Mammakarzinom auch auf größere Tumore (T3-Tumore) empfiehlt, die operative Fallzahl mit Einsatz von Gammasonden sich weiter erhöht. Andererseits entsteht ein zusätzlicher Bedarf durch die Ausweitung der SLN-Technologie auf andere Tumore (besonders im gynäkologisch-urologischen- und im HNO-Bereich). Das führt zusätzlich zu einer wesentlichen Vergrößerung des Marktes für Gamma-sonden generell.

Wenn man annimmt, dass ca. 15.000 medizinische Einrichtungen alle sieben Jahre eine neue Sonde benötigen, entsteht ein Markt von ca. 2.000 Sonden jährlich. Bei einem angenommenen Anteil von 10 % und einem Systempreis von etwa 6 TEuro bis 9 TEuro kann ein Umsatz von 1 – 2 Mio. Euro nur mit diesem SONDENSYSTEM erzielt werden.

Zielstellung: Im Krisen- und Katastrophenfall sind üblicherweise verschiedene Organisationen mit dem Krisenmanagement beauftragt, wie zum Beispiel die Feuerwehr, die Polizei, und der Rettungsdienst. Für einen erfolgreichen Krisen- und Katastropheneinsatz ist eine effektive Koordination der Einsatzkräfte und Kommunikation untereinander im Einsatzgebiet entscheidend.

Als Basis für eine eigenständige, mobile Kommunikationsinfrastruktur gewinnen Ad-hoc-Netze immer mehr an Bedeutung. Ein Ad-hoc-Netz entsteht durch die drahtlose Vernetzung von mehreren Mobilern Routern (MR), die beispielsweise in die Einsatzfahrzeuge von Feuerwehr, Polizei, und Rettungsdienst integriert werden. Als Kommunikationstechnologie kann jegliche drahtlose Technologie eingesetzt werden, wobei sich hier in der Vergangenheit Wireless LAN (WLAN) als eine der praktikabelsten Technologien herauskristallisiert hat. An diese Mobilern Router werden die Endgeräte der Einsatzkräfte – wie zum Beispiel Tablet-PCs, PDAs, Laptops oder Sensoren – angeschlossen.

Ziel dieses FuE-Projektes ist es, eine mobile Kommunikationsinfrastruktur für den Krisen- und Katastrophenfall auf Basis eines Ad-hoc-Netzwerk zu analysieren, zu spezifizieren und prototypisch zu realisieren. Folgende Ziele müssen u. a. dafür erreicht werden:

- Analyse, Auswahl und Integration eines geeigneten Ad-hoc-Routing-Protokolls, welches die Mobilitätsanforderungen der anvisierten Einsatzszenarien optimal unterstützt.
- Sicherung des Systems gegen unbefugten Zugriff von außen mit Hilfe von geeigneten Sicherheitsmechanismen.
- Analyse und Realisierung eines automatischen Konfigurationsmechanismus. (Für den schnellen Aufbau der Kommunikationsinfrastruktur im Einsatzgebiet ist es notwendig, dass sich das Ad-hoc-Netzwerk automatisch und optimal konfiguriert, ohne dass Netzwerkexperten vor Ort notwendige Konfigurationen durchführen).
- Dienste-Analyse und Realisierung eines Quality of Service (QoS)-Konzeptes. Die übertragenen Daten haben unterschiedliche Bedeutungen und sollten demnach unterschiedlich priorisiert übertragen werden.
- Unterstützung von IPv6 (Internet-Protokoll) neben dem IPv4-Standard. Dieses FuE-Projekt ist zukunftsorientiert, und deshalb soll das spezifizierte System neben dem aktuellen IPv4-Protokoll auch das Internet-Protokoll der nächsten Generation (IPv6) unterstützen.
- Erstellung benutzerfreundlicher Management- und Überwachungsschnittstellen.

Zwischenergebnisse: Es wurden die relevanten Organisationen identifiziert, für die ein mobiles Kommunikationsnetzwerk für den Kriseneinsatz interessant und gewinnbringend ist. In den recherchierten Einsatzszenarien von Feuerwehr, THW, und Polizei (Spezialeinheiten) wird von Netzgrößen bis zu 20 Knoten gerechnet, wobei sich die Knoten während des Einsatzes mäßig bis hochmobil bewegen. Deshalb muss das WLAN-basierte Netzwerk relaisfähig sein, was von üblichen Ad-hoc-Routingprotokollen unterstützt wird.

Die initiale Systemarchitektur wurde dargestellt, und zwei grundlegende Konzepte für Ad-Hoc-Routing Protokolle wurden verglichen und vier standardisierte Protokolle beschrieben. Von den zwei beschriebenen proaktiven Protokollen hat sich OLSR als die bessere Wahl herausgestellt, vor allem da für OLSR bereits ausgereifte Implementierungen zur Verfügung stehen.

Die Systemarchitektur (s. Abb. 10) wurde dahingehend verfeinert, dass für die lokale Kommunikation die Verwendung von IEEE 802.11b mit dem Routing-Protokoll OLSR auf IP-Ebene festgelegt wird. 802.11b bietet ausreichend Bandbreite bei genügender Mobilitätsunterstützung und Stabilität.

Es wurde eine Sicherheitsarchitektur für das mobile Kommunikationssystem erarbeitet. Für die lokale Kommunikation wird hierfür IPsec verwendet, da es sowohl für Kontroll- als auch Nutzerdaten eingesetzt werden kann, ohne Modifikationen an Protokollen oder Treibern vornehmen zu müssen. Darüber hinaus unterstützt IPsec Zugangskontrolle, Authentifizierung und Verschlüsselung. Für die Teilnehmeranbindung per WLAN wird der Sicherheitsmechanismus WPA bzw. WEP zur Verschlüsselung verwendet und zusätzlich eine Zugangskontrolle – basierend auf MAC-Adressen – realisiert. Für die Sicherung einer Weitverkehrsanbindung wird eine VPN-Lösung in den Ad-hoc-Router integriert.

Es wurden die zu verwendenden Autokonfigurations-Mechanismen festgelegt. Aufgrund der Sicherheitsarchitektur muss die Konfiguration der Router manuell erfolgen.

Das QoS-Rahmenkonzept für ein mobiles Netzwerk wurde definiert. Da in einem drahtlosen mobilen Netzwerk keine Reservierungen vorgenommen werden können, basiert das QoS-Konzept auf Priorisierung. Priorisierung von Daten kann sowohl auf IP- als auch auf WLAN-Ebene erfolgen.

Außerdem wurde die Unterstützung von IPv6 untersucht. IPv6 kann ohne größere Konzeptänderungen im mobilen Kommunikationsnetz eingesetzt werden. Signifikante Änderungen sind nur bei der Autokonfiguration von Endgeräten notwendig, bei der anstatt DHCP nun Stateless Address Autoconfiguration eingesetzt wird.

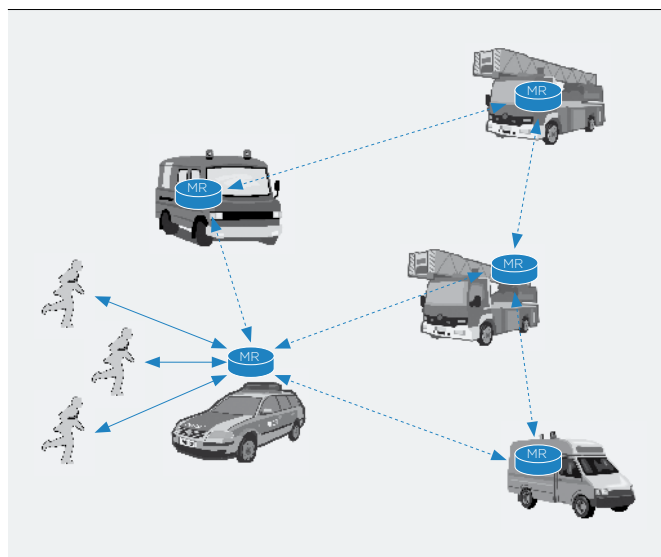


Abb. 10: Verfeinerte Systemarchitektur

Anwendungsmöglichkeiten: Ad-hoc-Netze sind für Kunden geeignet, die eine Kommunikationslösung in Gebieten benötigen, in denen keine bestehende Kommunikationsinfrastruktur besteht oder in denen die bestehende Infrastruktur zerstört wurde oder in Gebieten, in denen nur eine schmalbandige Kommunikationsmöglichkeit zur Verfügung steht, wie z. B. GPRS.

Daher sind Ad-hoc-Netze für folgende Märkte interessant, die in Krisensituationen eine schnell aufbaubare, autarke Kommunikationsinfrastruktur benötigen:

1. Organisationen des Katastrophenschutzes: Feuerwehr, Technisches Hilfswerk (THW), Bergwacht, Rotes Kreuz.
2. Organisation des Zivilschutzes: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK).
3. Polizei.

Zusätzlich sind Ad-hoc-Netze für militärische Operationen interessant, speziell für die Vernetzung von Truppenverbänden, da sich die Truppen ggf. in Gebieten ohne Infrastruktur oder mit zerstörter Infrastruktur befinden.

Darüber hinaus können Ad-hoc-Netze auch von Sicherheitsfirmen und Wach- und Schließgesellschaften für die drahtlose Übertragung von Überwachungsinformationen – wie Video-, Audio, und Bewegungssensordaten – verwendet werden, beispielsweise für die Überwachung von Gebäuden, Objekten oder Veranstaltungen, ohne eine verkabelte Infrastruktur aufbauen zu müssen.

2.1.9 Entwicklung eines dynamischen hochauflösenden Visualisierungssystems

Dipl.-Ing. Thomas Kindler, Dipl.-Ing. Wolfgang Schulz,
Dipl.-Chem. Stefan Naumann, Dirk Nickel, Dipl.-Ing. Holger Zeng
Projektlaufzeit: 01.11.2008 – 31.10.2010

Zielstellung: Entscheidend für die Durchführung von Kognitionsanalysen ist die reale Darstellung von Bildinformationen (Beschilderung, Informationstafeln, Piktogramme) in der tatsächlichen Größe und Kontraststärke entsprechend dem Abstand des Betrachters zum Objekt.

Im Mittelpunkt des FuE-Vorhabens steht die Entwicklung eines dynamischen, hochauflösenden Visualisierungssystems zur Qualifizierung von sicherheitsspezifischen Kognitionsanalysen im Planungsbereich. Ein Beispiel hierfür ist die interaktive kognitionsergonomische Analyse von sicherheitsrelevanten Bereichen (Flughafen- Bahnhöfterminals etc.). Der dabei dem Betrachter zu vermittelnde Eindruck ist durch den unmittelbaren Bezug zum Objekt (Projektionsebene liegt im Betrachternahbereich von 2 bis 3 m) gegeben.

Mit dem beabsichtigten Einsatz von maximal drei Projektoren kann eine wesentlich höhere Auflösung – bezogen auf den menschlichen Blick- und Fokussierungsbereich – gewährleistet werden. Die angestrebte Entwicklung soll die Einsatzpotentiale erheblich steigern, die gerade für den Einsatz für die Benutzergruppen ein wichtiges Kriterium darstellt.

Die hochauflösende, blickfeldausfüllende Projektion der darzustellenden 3D-Objekte und realistische Navigationsmöglichkeit sind zwei der bedeutendsten Anforderungen an das Projektionssystem, da nur qualitativ hochwertige Visualisierungen die analysebedingten Auflösungsanforderungen erfüllen und eine intuitive (ergonomische) Benutzung für die Akzeptanz beim Kunden bzw. Probanden relevant ist. Entscheidend ist die Entwicklung der Kongruenzfunktion bzgl. der realen Blickbewegung und der virtuellen Bewegung im Raum.

Die uneingeschränkte Orientierung und Navigation im virtuellen Raum sowie der erhöhte Immersionsfaktor sind durch eine Projektoreinheit (zwei Projektoren) zu gewährleisten, die die Bildinhalte auf das gesamte erforderliche Blickfeld von ca. 160° projiziert (Großbildprojektion).

Ein wesentliches Arbeitsziel des Vorhabens stellt der sogenannte Fokussierungsprojektionsbereich dar. Das menschliche Auge fokussiert nur einen kleinen Teilbereich des Sichtfeldes, in dem die Objekte als »scharf« wahrgenommen werden. Diese Eigenschaft nutzend, ist die permanente Bereitstellung eines »scharfen« Bildbereiches durch blicksynchrones Schwenken eines Projektionsbildes mit hoher Auflösung im Fokussierungsbereich (kleine Projektionsfläche) zu entwickeln. Die Kongruenz von Blickrichtung und Fokussierungsbild ist mittels Blickbewegungsmesssystem und Signalgenerierung/-transfer an die Fokussierungs-Projektor-Kalibriereinheit zu realisieren.

Im Ergebnis muss ein permanenter Abgleich der Positionen von Fokussierungsbild und Blickrichtung erfolgen, um eine hohe Nutzungsqualität des Systems gewährleisten zu können. Die angestrebte Entwicklungslösung besteht im Wesentlichen



Abb. 11: Testumgebung für Grundsystems mit Anordnung der Beamer incl. Versuchsschwenkeinrichtung

aus vier Hauptbaugruppen:

1. Dynamisches Projektionssystem.
2. Kalibrierungssystem für Fokussierungsbild.
3. Motion-Tracking-System.
4. Realtime-Rendering-System für Bild-in-Bild-Konvergenz.

Zwischenergebnisse: Kernstück der Entwicklung ist die Steuerung der virtuellen Kameras (s. Abb. 12) über ein Eye-Trackingsystem. Dabei soll durch die Erfassung des Blickpunktes der Fokussierungs-Beamer mit einer höheren Auflösung als das Gesamtbild den virtuellen Bildausschnitt zusätzlich auf die Projektionsebene projizieren. Für die positionsgenaue Steuerung sind die Kopfpositionsdaten in Bezug auf die Projektionsebene abzugleichen. Zum Einsatz kommt ein helmbasiertes Eye-Trackingsystem der Fa. SMI, da hier bereits Erfahrungen bzgl. der Analyse realer Umgebungen vorhanden sind. In der Abbildung 13 werden die auf die Koordinatenerfassung über Eye- und Head-Tracking basierenden Steuerungsabläufe dargestellt.

Die konstruktive Entwicklung und der Bau des Kalibrierungssystems erfolgten in mehreren Stufen mittels Durchführung mehrerer Tests mit gestaffeltem Belastungsprofil. Dabei kam anfangs ein Erprobungsgewichtsstück zum Einsatz, ehe die Konstruktion der Projektoraufnahme, der Schwenkeinrichtung und deren Montage erfolgten. Alternativ zu einer Beamerschwenkeinrichtung mit BOSCH-Komponenten wurde eine modifizierte Beamover-Lösung der Fa. Publitec beschafft und getestet. Im Ergebnis wurde diese als kostengünstigste Va-

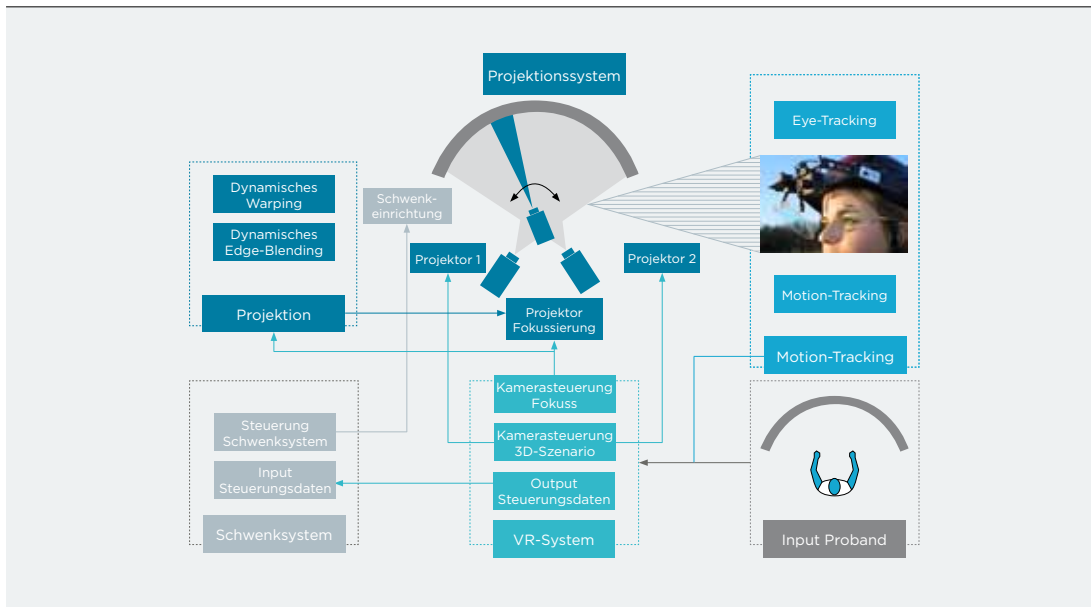


Abb. 12: Grundaufbau eines Visio-Systemes

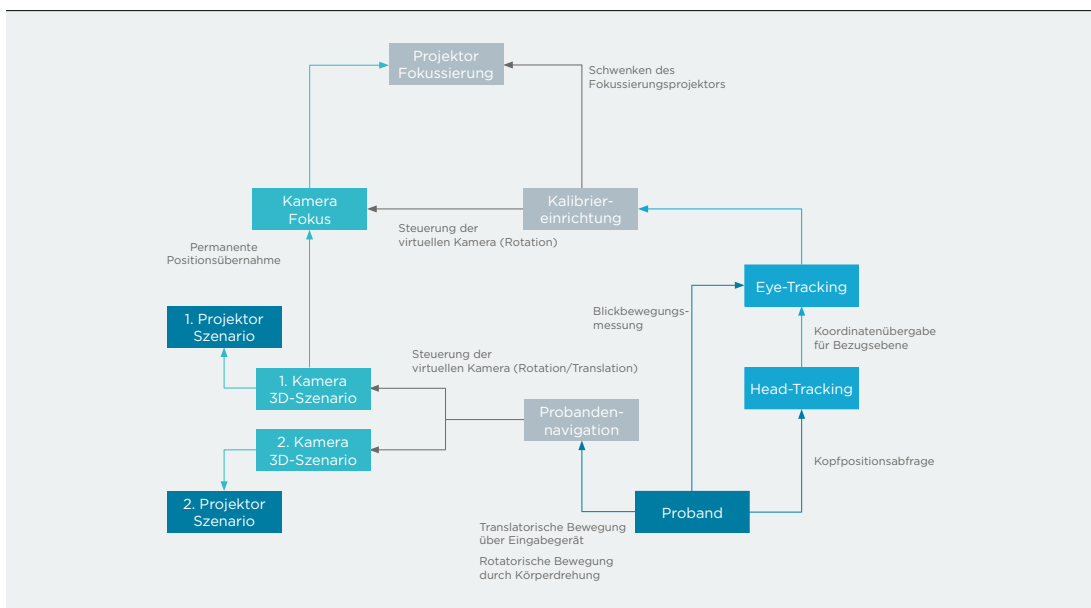


Abb. 13: Steuerungsabläufe unter Einbindung des Eye-Tracking

riante ausgewählt und auf die Erfordernisse angepasst. Die Entwicklung des Kalibrierungssystems stellt die Grundlage für das Gesamtsystem dar. Die Steuerungslösung basiert auf der Kopplung mit dem Motion-Trackingsystem, den von diesem ermittelten koordinatenspezifischen Parametern und deren Umwandlung in Steuersignale für die Schwenkeinrichtung. Ausgehend von Standard-Steuerpulten wurde deren Aufbau auf die Belange der Entwicklungsziele angepasst. Für die Verschmelzung sich überlagernder Bildkantenbereiche wird mittels projektor-spezifischer Software das Projektionsbild berechnet. Dann erfolgt eine Bildberechnung für den relevanten Kantenbereich. Dieser Prozess beansprucht unter Nutzung der bisherigen Software für die Einstellung zweier Projektoren mehrere Minuten. Somit ist die Verwendung der vorhandenen Edge-Blending-Software für die geplante dynamische Bildgenerierung und -kantenanpassung (bewegtes Fokussierungsbild im Umgebungsbild) nicht geeignet. Dies macht eine Weiterentwicklung der bestehenden Software erforderlich.

Anwendungsmöglichkeiten: Passagiere auf ihrem Weg durch Flughäfen, Bahnhöfen, Messen und anderen großen Gebäudekomplexen und -anlagen sind einer Flut von Wegweisern, Hinweisschilder und Informationstafeln ausgesetzt. Orientierungsverlust, Unsicherheitsgefühl, interkulturelle Unterschiede und Reizüberflutung stellen die Probleme dar, die durch eine gut geplante, mittels simulationsbasierter Kognitionsanalyse evaluierte Wegführung gelöst werden können. Das Visualisierungssystem stellt Planern und Analysten ein geeignetes Projektionssystem für die virtuellen Bildinhalte zur Verfügung. Aktuelle Projektionslösungen für den Virtuellen Reality-(VR)-Bereich (z. B. 3- bis 6-Seiten-Caves) weisen meist kostenintensive technische und technologische Komponenten (z. B. Laser-, Spiegelreflektions- oder Rückprojektion auf große Leinwände) auf. Monitorlösungen schränken durch deren bauliche Abmaße das Blickfeld stark ein und stellen nur eine geringe Immersion zum betrachteten Objekt her.

2.1.10 Entwicklung ohmscher Kontakte für p-InGaAs

Dipl.-Phys. Rainald Mientus, Dipl.-Ing. Hans Hensel,
Dipl.-Ing. Kurt Szuszinski, Dipl.-Mathem. Johanna Reck
Projektlaufzeit: 01.05.2009 – 31.05.2011

Zielstellung: Das Vorhaben betrifft eine Technologie zur Kontaktierung optoelektronischer Bauelemente. Ziel ist die Entwicklung eines Beschichtungsverfahrens zum Erzeugen bondfähiger, haftfester, flacher ($\leq 0,5 \mu\text{m}$), ohmscher Kontakte auf In-haltigen p-leitenden Halbleitern. Auf diesen Materialien basieren z. B. InGaAs-LEDs im Spektralbereich 980 - 1760 nm und InP-Photodioden mit maximaler Empfindlichkeit bei 1,3 μm . InGaAs-LED's eignen sich auf Grund ihrer Emissionswellenlänge als Sendebauelemente für Datentransfer durch Glasfasern. Diese weisen geringe Verluste durch strahlungsbedingte Alterung auf. InGaAs-LED's haben damit großes Anwendungspotential in strahlungsexponierter Umgebung.

Auf der Basis von GaInGaP wurden in den letzten Jahren auch Niedrigstrom (2-4 statt bisher 10-20 mA)-LEDs entwickelt (OSRAM), die im Vergleich zu herkömmlichen LEDs vielmehr Licht oder bei gleicher Helligkeit 20 % der bisher erforderlichen Energie benötigen. Insbesondere beim Einsatz in Mobiltelefonen oder anderen mobilen Geräten kann dadurch die Akkunutzungsdauer wesentlich erhöht werden.

Gegenstand des Projektes sind InGaAs-LEDs, die für spezifische Anwendungen – z. B. in der Medizintechnik – zum Einsatz kommen. Dafür erhalten sie von Massenware für allgemeine Beleuchtungszwecke abweichende spezifische Strukturen und werden in Stückzahlen im Bereich von ca. 500.000 Stück in KMU gefertigt. Medizin- und Sicherheitstechnik sind wichtige Marktsegmente für KMU, daher soll das zu entwickelnde Verfahren einfach zu handhaben, robust und zuverlässig sein.

Zwischenergebnisse: Die Wirkung einer nasschemischen Vorbehandlung auf die Oxidbedeckung der zu kontaktierenden Halbleiteroberfläche wurde mustermäßig an GaAs und AlGaAs untersucht. Mit dem Al-Zusatz wird die Bandlücke aufgeweitet, gleichzeitig die Oxidationsneigung stark erhöht. InP und InGaAs wurden nachfolgend einbezogen.

Für die nasschemische Vorbehandlung der GaAs und $\text{Al}_{0,31}\text{Ga}_{0,59}\text{As}$ Substrate wurden vier Ätzgemische benutzt ($\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}$, $\text{HCL}:\text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}$, KOH)

Für die trockenchemische Vorbehandlung der Halbleiteroberfläche wurde ein O_2 -Plasma genutzt. Es konnte eine nur geringe Zunahme der Eigenoxiddicke als Folge der Plasmabehandlung nachgewiesen werden. Für die HCL-geätzte Oberfläche betrug der unmittelbar nach dem Plasma gemessene Zuwachs 0,2 nm, für die NH_4OH -geätzte 0,4 nm. Der Einfluss des materialabhängigen Energieeintrages wurde untersucht. Beim Magnetronspütern ist der Energieeintrag in die zu beschichtende Oberfläche prinzipiell größer als beim Dampfen. Die Erwärmung auf Substratniveau wurde während des Sputterprozesses mit Hilfe eines auf eine Si-Scheibe geklebten Thermoelementes gemessen. Sputterleistung und Raten wurden technologisch

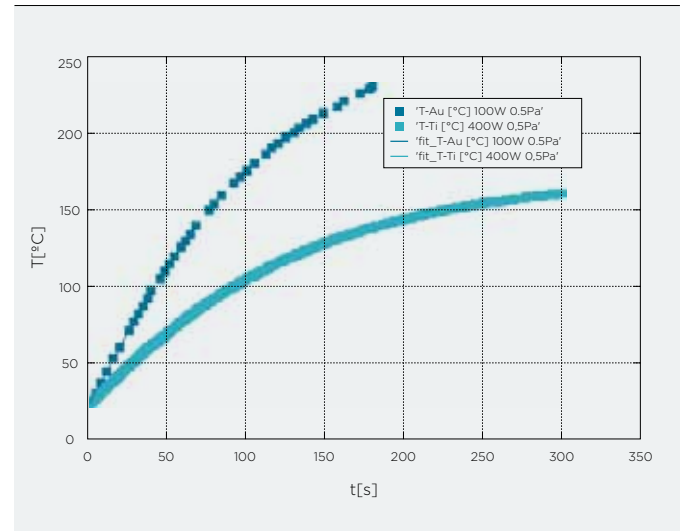


Abb. 14: Substraterwärmung während des Magnetronspüterns von Ti 400 W, 0,5 Pa und Au 100 W, 0,5 Pa

zweckmäßig gewählt (Targetdurchmesser: 75 mm). Wie die Abbildung 14 zeigt, steigt die Temperatur bei der Au-Abscheidung deutlich stärker an als die der Ti-Beschichtung (Faktor 2 im Anfangsteil). Das ist vor allem auf die doppelt so hohe Abscheiderate zurückzuführen.

Zur Untersuchung des Einflusses des verfahrensbedingten Energieeintrages auf die Schichthaftung wurden Elektronenstrahlverdampfen und Magnetronspütern verglichen. Dazu wurde an der Grenzfläche zum Halbleiter das gleiche Material Ti gewählt. Ti ist wie Cr ein in der Halbleiterindustrie typischer Haftvermittler. Bei den elektronenstrahlverdampften Schichten folgte eine Diffusionsbarriere (Ni). Darauf (bei den gesputterten Schichten direkt auf Ti oder Cr) folgte die Bondkontaktschicht aus Au (typisch mehrere 100 nm). Die Schichtsysteme wurden auf unterschiedliche Halbleitermaterialien (GaAs, InP, In-GaAs, GaAsP) abgeschieden. Die Strukturierung erfolgte mittels Lift-off. Die Resiststrukturierung wurde mit einem O_2 -Plasma und nachfolgender H_2SO_4 -Ätzung abgeschlossen, um eventuell auf der zu kontaktierenden Halbleiteroberfläche verbliebene Resistreste sicher zu beseitigen. Es wurde nachfolgend die Haftfestigkeit der Schichten in einem Bondtest geprüft. Als technologisch ausreichend wurden Bondungen bewertet, die Belastungen $> (14-17) \text{ p}$ (Zerreißen des Bonddrahtes) standhielten.

Aus den Versuchen leiten sich folgende Ergebnisse ab:

1. Auf GaAs liefern beide Verfahren Schichten, die in ihrer Beständigkeit gegenüber einer Bondanprobe vergleichbar sind.
2. Auf In- und P-haltigen Halbleitern ist die Haftfestigkeit bei beiden Verfahren geringer als auf GaAs. Die magnetrongesputterten Schichten (InGaAs+Ti: 85 %, +Cr: 65 %, InGaAsP+Ti: 30 %, +Cr: 30 %) bestehen die Bondanprobe häufiger als die elektronenstrahlgedampften (InGaAs+Ti: 60 %, InGaAsP+Ti: 20 %).

Der Einfluss des Materials auf die Haftungseigenschaften wurde untersucht. Der Ersatz des herkömmlichen Ti- oder Cr-Au-Kontaktes durch das Pd-haltige Schichtsystem erbrachte eine entscheidende Steigerung der Haftfestigkeit des Kontaktes.

Anwendungsmöglichkeiten: Seit 1997 wächst das Marktvolumen für optoelektronische Komponenten um jährlich durchschnittlich 15 %, und eine Veränderung dieses Trends ist nicht absehbar. Der Gesamtmarkt für optoelektronische Komponenten in Industrieanwendungen wird für 2008 mit 2,171 Mrd. USD angegeben [Reed Electronics Research, 2005]. Komponenten wie LEDs und Photodetektoren haben daran einen Anteil von fast 1 Mrd. USD. Es wird eingeschätzt, dass der Anteil InGaAs-basierter Komponenten daran ca. 1 % beträgt. Auf der Basis eigener Marktkontakte und -erfahrungen sowie abgeleitet

aus einer Trendprognose des ZVEI bis 2013 [Markt&Technik Nr. 1/2 v. 09.01.2009] wird der Markt 2012 für die im Punkt »Zielmärkte« (s. o.) genannten Anwendungen folgendermaßen eingeschätzt:

- a. Gesamt: ca. 3 Mio. USD; davon in EU: ca. 25 %
- b. Gesamt: ca. 2 Mio. USD; davon in EU: ca. 15 %
- c. Gesamt: ca. 2 Mio. USD; davon in EU: ca. 20 %

Bei einem in Europa relativ gut zugänglichen Markt von ca. 1,5 Mio. USD und weltweit ca. 7 Mio. USD sind besondere Schwierigkeiten bei der Refinanzierung der Entwicklungskosten für dieses geplante Projekt nicht erkennbar.

Es wird angestrebt, durch die Entwicklung der Kontaktierungstechnologie ein Marktanteil von ca. 30 % in der EU zu erreichen. Die zu entwickelnde Kontaktierungstechnologie als Schlüsseltechnologie wird die letzte technologische Barriere zur Fertigung von InGaAs-LEDs überwinden. Die Skalierungsfähigkeit des zu entwickelten Verfahrens soll im Rahmen dieses Projektes gezeigt werden, was das Risiko seiner späteren Einführung in die Chipfertigung senken wird.

Nach derzeitigem Erkenntnisstand wird davon ausgegangen, dass bei den an der Entwicklung interessierten Chipproduzenten vorhandene Anlagen nachgerüstet werden können, um das zu entwickelnde Verfahren produktiv anzuwenden. Das wirkt sich positiv auf die Investitionskosten aus und fördert die Bereitschaft zur Nutzung des Verfahrens.

2.2 VORLAUFFORSCHUNGSPROJEKTE

2.2.1

Entwicklung spezifischer Dünnschichttransistoren

Dipl.-Phys. Rainald Mientus; Dipl.-Phys. Rainer Wolf
 Projektlaufzeit: 01.09.2007 – 31.08.2009

Zielstellung: Ziel des Vorhabens war die Entwicklung eines flexiblen transparenten Dünnschichttransistors (TTFT) auf der Materialbasis von Sn dotiertem Indiumoxid (ITO). Als Schichtherstellungsverfahren wurde das Magnetronsputterverfahren bei Temperaturen von $< 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ benutzt, um flexible (organische) Unterlagen verwenden zu können. Die Ergebnisse werden in einer wissenschaftlichen Fachzeitschrift zur Publikation eingereicht. Die Patentfähigkeit der gefundenen Lösung wird geprüft.

Ergebnisse: Es wurden Muster von transparenten Dünnschichttransistorstrukturen aufgebaut (Transmission ca. 90 % 500 – 800 nm). Dabei wurde hochohmiges ITO ($> 1\text{ }\Omega\text{cm}$) als aktive Schicht zwischen niederohmigen ($< 10^{-3}\text{ }\Omega\text{cm}$) ITO-Kontakten benutzt. Typische I-U-Transistorkennlinien wurden gemessen. Im Einzelnen wurden folgende Ergebnisse erreicht:

1. Die Prozessregelung konnte so weit verbessert werden, dass die zum Aufbau von FET-Strukturen erforderlichen Schichten abgeschieden werden konnten. Der planmäßige Aufbau eines Plasmaemissionsmonitors ermöglicht es, den Beschichtungsverlauf zu verfolgen und ein gleichmäßiges Schichtwachstum zu kontrollieren. Damit wird eine notwendige Bedingung zur Realisierung homogener Schichten erfüllt, und die Prozesskontrolle wurde wesentlich verbessert.
2. Im Ergebnis der Untersuchungen zur Strukturierbarkeit konnten ITO-Schichten in für Labormuster ausreichender Weise strukturiert werden. Die entsprechende bisher noch nicht existierende Technologie zur Gestaltung von ITO-TFT-Strukturen wurde entwickelt.
3. Untersuchungen zur Bestimmung der Bandlücke erfolgten in umfangreichem Rahmen. Es wurden Bandlücken mit aus der Literatur bekannten Werten bestimmt, aber auch davon abweichende gefunden. An einer Bewertungsmethode der eingesetzten Verfahren muss weiter gearbeitet werden, um eine begründete Auswahl vornehmen zu können. Die Bandlücke ist ein wichtiger Parameter eines Halbleiters. Im Zusammenhang mit dem Aufbau eines transparenten TFT auf der Basis von ITO ist deren Kenntnis notwendig: Zur Bestimmung der Bandlücke wurden erfolgreich verschiedene Methoden eingesetzt. Weitere Untersuchungen sind notwendig um die Zuverlässigkeit der jeweiligen Methode bewerten zu können.
4. Feldeffektstrukturen konnten mit hochohmigem ITO als aktiver Schicht auf thermischem SiO_2 als Gateoxid auf Si aufgebaut werden (Abb 15a). Typische I-U-Abhängigkeiten und Transistorkennlinien wurden ermittelt. Bei magnetrongesputterten SiO_2 -Schichten reichte die Spannungsfestigkeit bzw. Defektfreiheit nicht aus, transparente Feldeffektstrukturen zu realisieren.

5. Transparente Feldeffektstrukturen mit hochohmigem ITO als aktiver Schicht konnten unter Verwendung magnetrongesputterter ZrO_2 -Schichten als Gateoxid zwischen ITO-Kontakten auf Glas realisiert werden (Abb 15b). Typische I-U-Abhängigkeiten und Transistorkennlinien wurden gemessen. Im Ergebnis der Untersuchungen wurde ZrO_2 in der erforderlichen Qualität für den Aufbau von Feldeffekttransistorstrukturen bereitgestellt und entsprechende Strukturen realisiert.

Abbildung 16 zeigt typische Transistor-Strom-Spannungskennlinien für SiO_2 . Mit zunehmender Torspannung werden im hochohmigen ITO (ca. $4\text{ }\Omega\text{cm}$) Ladungsträger akkumuliert. Das erhöht den Stromfluss zwischen Quelle und Senke. Mit zunehmender Spannung zwischen Quelle und Senke sättigt der Strom. Abbildung 16 b) verfolgt diesen Sättigungsstrom bei $U_{\text{GS}}=20\text{ V}$ in seiner Abhängigkeit von der Torspannung. An Hand dieser Abhängigkeit lässt sich ein für TFT wichtiger Parameter ablesen: das An/Aus-Verhältnis. Zwischen -20 und $+20\text{ V}$ steigt der Strom um sechs Dekaden. Der Gesamtanstieg kann noch größer ausfallen; er wurde nicht bis in die Sättigung mit negativen Spannungen verfolgt. Auf der rechten Achse der Abbildung 16 b) ist der Leckstrom aufgetragen. Er liegt mit ca. 10^{-11} A etwa eine Größenordnung unter den Literaturwerten (Yaglioglu u. a. APL89 (2006)062103). Aus dem Anstieg des Quelle-Senken-Stromes über der Torspannung konnte für die Beweglichkeit der Ladungsträger ein Wert von $13\text{ cm}^2/\text{Vs}$ abgeschätzt werden.

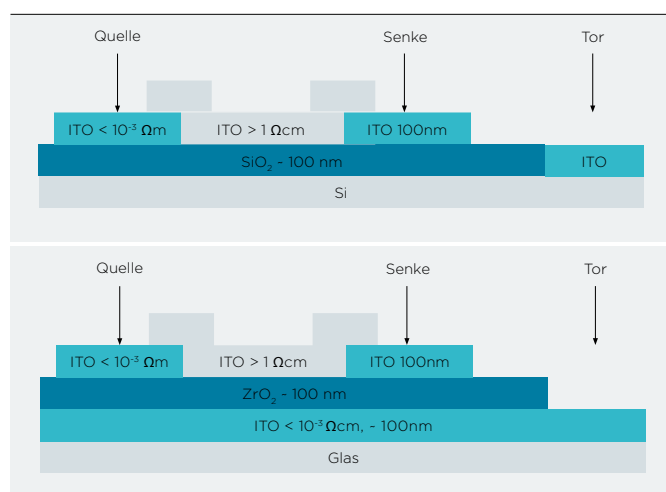


Abb. 15: Skizze des Aufbaus eines Feldeffekttransistors auf der Basis von hoch- (aktive Schicht) und niederohmigem (Kontakte) ITO und a) thermischem SiO_2 (Isolator) auf Si und b) ZrO_2 (Isolator) auf ITO (niederohmig) auf Glas

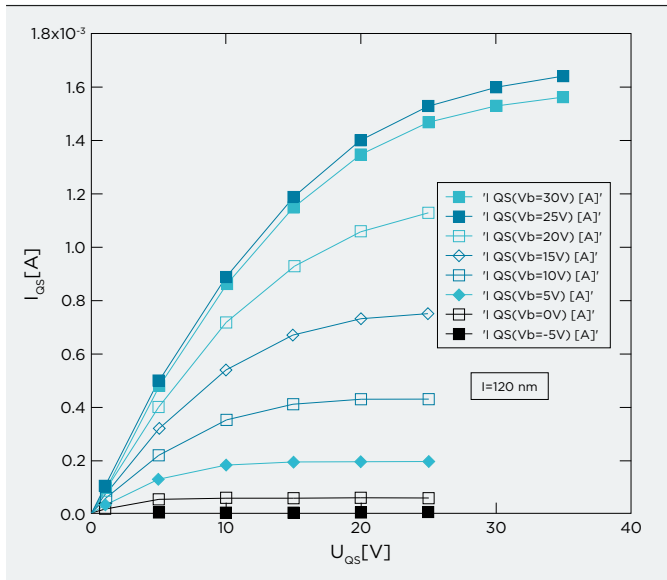


Abb. 16a: Strom über Spannung (Quelle-Senke) für 15 nm ITO (ca. 4 Ωcm) - thermisches SiO₂ (ca. 100nm)-Si-Struktur

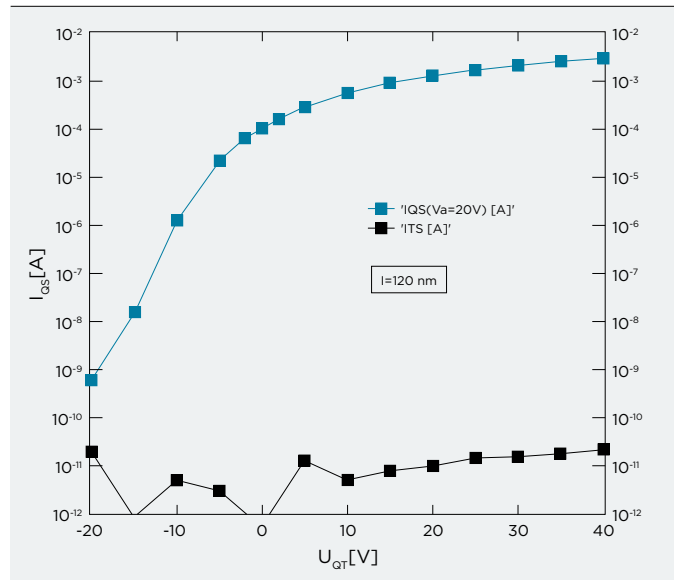


Abb. 16b: Strom über Spannung (Quelle Tor) für 15 nm ITO (ca. 4 Ωcm) - thermisches SiO₂ (ca. 100nm)-Si-Struktur

Die nachfolgende Abbildung 17 zeigt als Ergebnis der elektrischen Messungen auch hier typische Transistorkennlinien. Mit steigender Torspannung wachsen die Ströme zwischen Quelle und Senke. Bei 0 V Torspannung sperrt der Transistor jedoch nicht vollständig; es fließt ein geringer Strom; d. h. das ITO ist noch nicht vollständig verarmt. Das kann durch Anlegen einer niedrigen negativen Torspannung von -5 V erreicht werden. Bei fester Quelle-Senkenspannung im Sättigungsbereich des Stromes steigt dieser teilweise wurzelförmig mit der Torspannung. Aus einer solchen Abhängigkeit lässt sich die Ladungsträgerbeweglichkeit bestimmen.

Anwendungsmöglichkeiten: Dünnschichttransistoren (TFT) sind ein fundamentaler Baustein moderner Mikroelektronik wie z. B. flacher Bildschirme (flat panel display). Auf der Materialbasis von amorphem oder polykristallinem Silizium (a-Si, Poly-Si) wurden TFT in den letzten zehn Jahren zum Schlüsselement der Industrie flacher Bildschirme, wie seinerzeit Si-Bauelemente die Rechentechnik revolutionierten.

In Zukunft werden funktionelle Oxide große Bedeutung als Ergänzung oder Ersatz für a- und Poly-Si finden.

In Kombination mit transparenter Beschaltung (transparent-circuit-technologies) eröffnen sich für transparente TFTs breite Einsatzmöglichkeiten in der Automobilindustrie - z. B. bei Anzeigen an der Windschutzscheibe von Kraftfahrzeugen.

Für den Einsatz als aktive Schichten haben amorphe Materialien gegenüber mikrokristallinen den Vorteil geringerer Prozesstemperaturen und höherer Uniformität der Bauelementeigenschaften sowie besserer Abbildungstreue bei der photolithographischen Strukturierbarkeit.

Im Display-Bereich wird ein großes Anwendungspotential gesehen. Das betrifft besonders flache Bildschirme mit hoher Auflösung und geringem Energieverbrauch, flexible Bildschirme und verbesserte Lesbarkeit und electronic papers. In Europa gibt es verschiedene Netzwerke für Displaytechnologie und Anwendung, z. B. das Display-Net(weltweit), das ADRIA-display-network-europe und das DFF (Deutsches Flachbildschirmforum). In letzterem sind über 50 Firmen verbunden, die Spezialdisplays fertigen oder zuliefern.

Im Vergleich zu passiven LCD-Displays (TN, MTN, STN, ASTN, DSTN) sind für zukünftige Anwendungen Aktiv-Matrix-Displays (TFT-Basis) aussichtsreich, weil sie höheren Kontrast, kürzere Taktzeiten und größere Farbenzahl ermöglichen.

Die vorgesehene Entwicklung eröffnet ein qualitativ neues Feld für zukünftige Kooperationen in Verbundprojekten oder Auftragsforschung für KMU. Anschließende Entwicklungen zeichnen sich in Skalierungsaufgaben für Beschichtungs- und Strukturierungsunternehmen ab. Die zu erarbeitende Technologie wird an weiteren Materialsystemen auf der Basis von ITO/ZnO-Verbindungen erprobt werden.

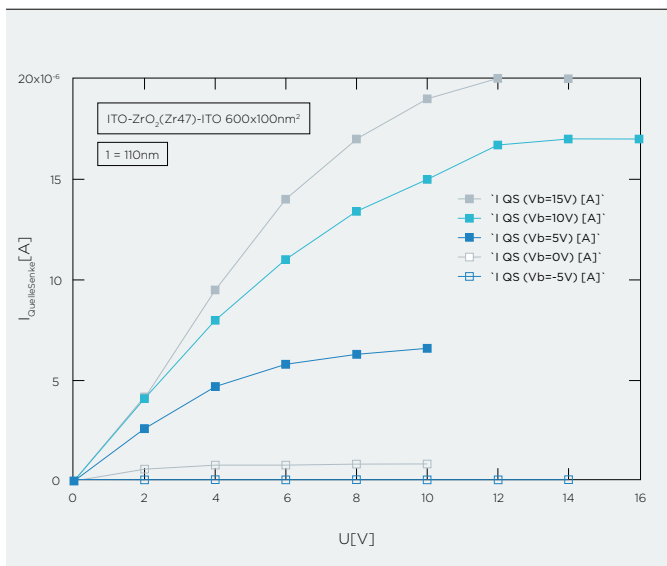


Abb. 17: Strom über Spannung (jeweils Quelle-Senke) für eine transparente (ca. 90 %) ITO-ZrO₂-ITO (jeweils ca. 100 nm) Struktur auf Glas, a) 600 x 100 μm²

2.2.2 Entwicklung eines LED-Etalons

Dr. Adrian Mahlkow, Dipl.-Ing. Nina Jeroch, Dirk Nickel,
Dipl.-Ing. Lars Willberg
Projektlaufzeit: 01.01.2009 – 31.12.2011

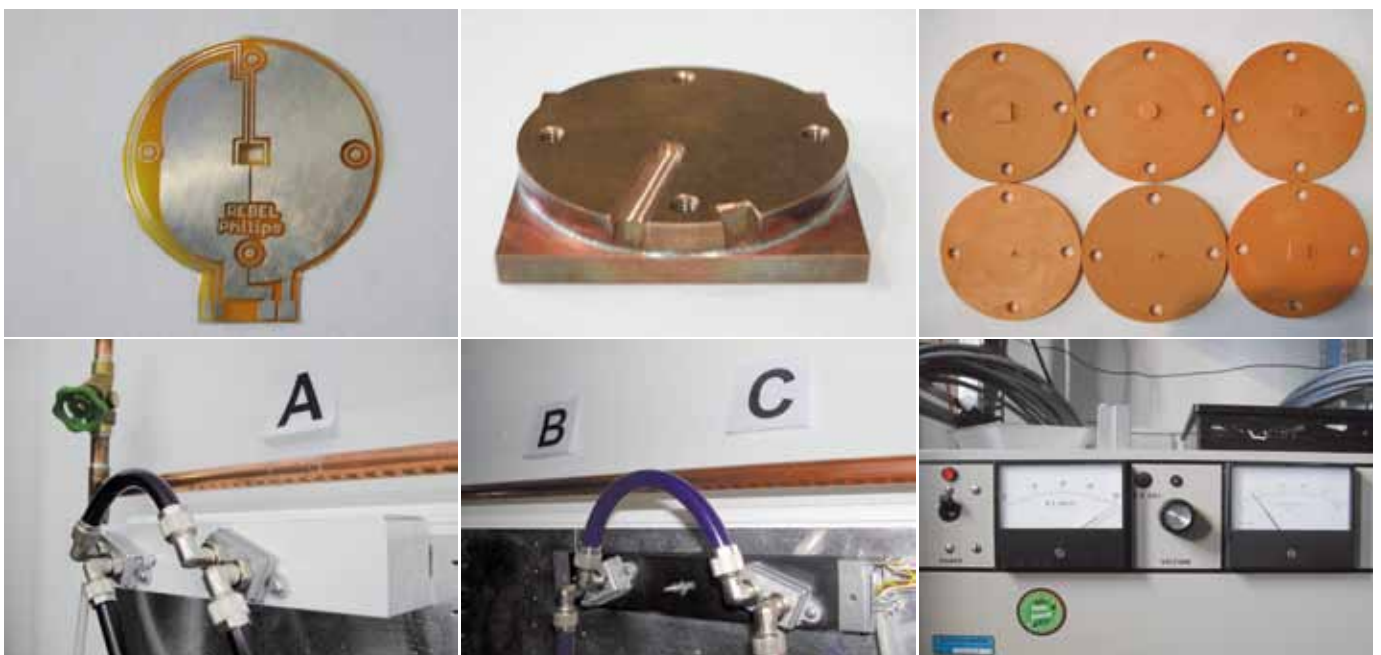
Zielstellung: LED sind kompakte Festkörperlichtquellen. Sie liefern Licht und Strahlung über einen weiten Spektralbereich von z. Z. bis 1.600 nm. Die Strahlungsleistungen einzelner Bauelemente liegen zwischen 10 bis zu 1.000 mW bei Wirkungsgraden bis zu 35 %. Ihre Verwendung als Etalon bietet sich aus folgenden Gründen an: Die abgegebene Strahlung ist oligochromatisch, d. h. die Gefahr störender Interferenzen ist durch fehlende Monochromasie und Kohärenz nicht gegeben. Die abgegebene Strahlungsleistung ist über viele Dekaden linear vom Flussstrom und im Bereich der Raumtemperatur nahezu linear von der Temperatur abhängig. Die abschnittsweise Linearität der optischen Ausgangsleistung über den Bereich von 100 fA bis einigen hA nachzuweisen, stellt messtechnisch eine große Herausforderung dar. Die zeitliche Veränderung beschränkt sich bei den meisten LED auf eine Degradation des Wirkungsgrads, die spektralen Eigenschaften sind sehr konstant. Hier ist eine langzeitstabile Spektroskopie mit einer Konstanz von weniger als 1 % sicherzustellen, um dieses überprüfen und quantisieren zu können. Diese Werte für alle anwendbaren LED-Typen ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ {950 - 700 nm}, $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ {700 - 565 nm}, $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ {535 - 365 nm} und $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ {245 - 365 nm}) zu verifizieren und quantifizieren, ist die wichtigste wissenschaftliche Zielstellung. Die Realisierung geeigneter Randbedingungen für den optimalen Betrieb der LED auch bei unterschiedlichen Technologien zwischen 245 und 1600 nm erfordert ein tieferes Verständnis der Degradation von LED mit

physikalischer Modellbildung und komplexer Regeltechnik für die Parameter »Temperatur« und »Strom«. Durch physikalische Modellbildung können für Regelkreise willkürliche Parametern durch Materialkonstanten vermieden werden. Nach einer für die verschiedenen Technologien typischen Einbrennzeit von einigen bis einigen hundert Betriebsstunden können zeitliche Stabilitäten – z. B. im nahen Infrarot – von kleiner 5 ppm/Stunde erreicht werden. Bei thermisch stabilen Randbedingungen wird mit LED innerhalb weniger Sekunden ein stabiler Betrieb erreicht. Für ein Etalon sind die Erforschung und Charakterisierung der technischen Randbedingungen und der physikalischen Modellbildung der Degradationsmechanismen notwendig. Es sollen die wissenschaftlichen Grundlagen geschaffen werden, ein Etalon für Lichtstrom mit LED aufzubauen.

Technische Zielkriterien:

- Konstantstromquellen in SMD-Technik mit weniger als 1 ppm/h Schwankung.
- Temperaturstabilisierung in SMD-Technik mit weniger als 0,05 K/h Schwankung.
- Labormuster eines Etalons mit mindestens 1000 Lumen (1000 mW).
- Ausgangsleistung Labormuster eines Etalon mit weniger als 5 ppm/h Schwankung in der Ausgangsleistung.
- Labormuster eines Etalons mit weniger als 0,1 % Schwankung pro Jahr in der Ausgangsleistung.
- Komplettes Fehlermanagement des Labormusters.

Abb. 18: Messkopfdetaildarstellungen (oben); Abb. 20: Wasserkühlung der Messköpfe, Konstantstromquelle (unten)



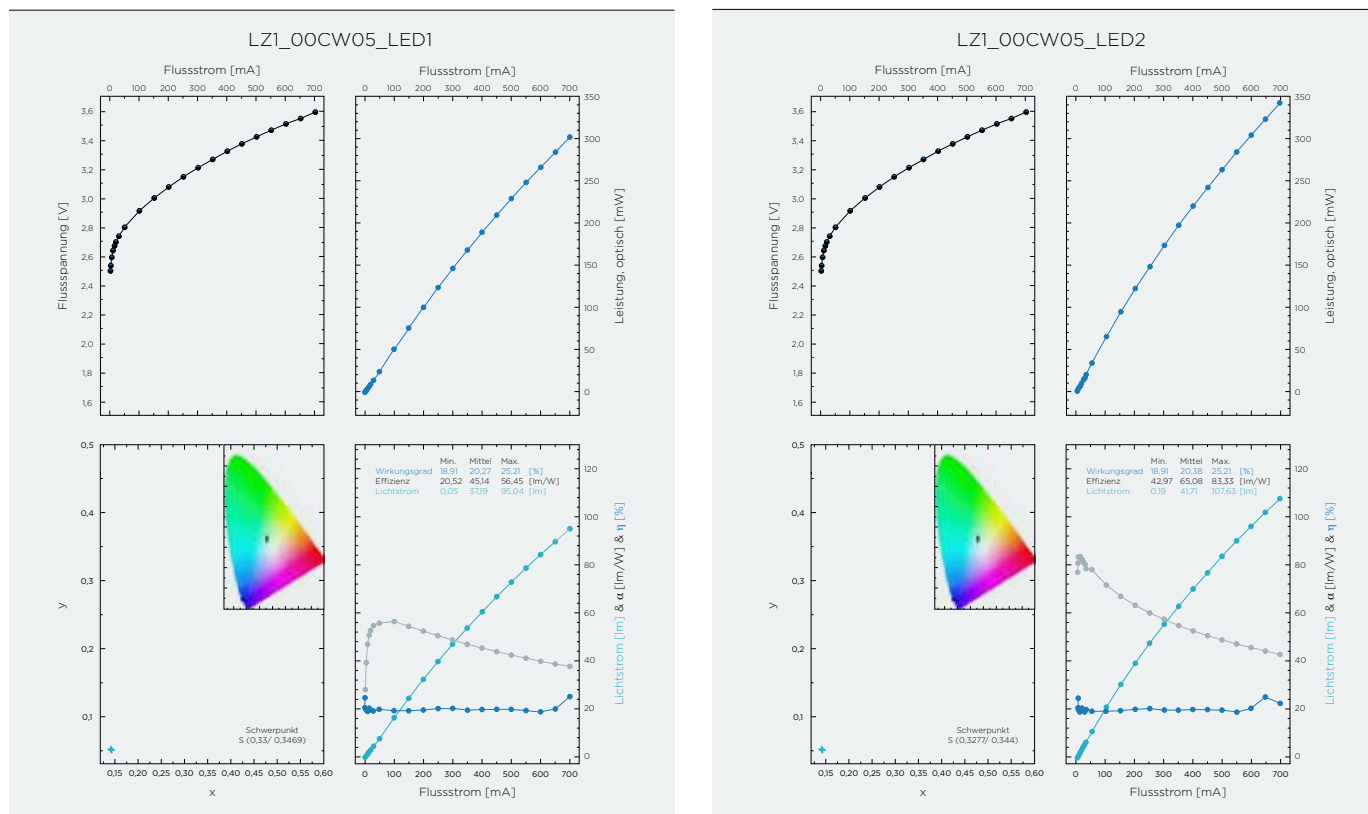


Abb. 20: Charakterisierungen zweier LED-Exemplare

Zwischenergebnisse: Für die Ermittlung der Spektral- und Leistungscharakterisierung wurde ein typenspezifiziertes Messkopfsystem entwickelt. Dieses komplexe Baukastensystem ermöglicht Reproduzierbarkeit und Genauigkeit im Bereich kleiner 0,5 % absolut.

Nahezu alle Hochleistungs-LED aller Hersteller sind auf dem neuen Langzeitmessplatz degradiert und charakterisiert worden. Die Regelmesszeit betrug im Minimum 1.500 h, die Mehrzahl wurde über 2.000 h geprüft und einige Typen werden weit über 3.000 h lang untersucht. Es zeigte sich, dass die international namhaften und führenden LED-Hersteller weitestgehend zuverlässige Bauteile auf den Markt gebracht haben. Ebenso hat die Voralterung der Bauteile im Klimaschrank über einen Zyklus von 60 Stunden, was einer Materialalterung von etwa zehn Jahren gleichzusetzen ist, ergeben, dass keine nennenswerte Verschiebung der Leistungsdaten zu vermerken ist. Um diese umfangreiche Leistungsschau aktueller LED zu ermöglichen, ist der Degradationsmessplatz des OUT e.V. erweitert und die Messtechnik präzisiert worden:

Mit den erweiterten Möglichkeiten sind Degradationskurven in bisher unerreichter Genauigkeit möglich, die zu einer stabilen Einschätzung der am besten geeigneten LED-Technologie für

den Aufbau eines zukünftigen LED-Etalons führen. Nachfolgend sind Charakterisierungen zweier LED-Exemplare gezeigt, die einen Eindruck von der Präzision vermitteln sollen.

Anwendungsmöglichkeiten: Die Verknüpfung von Lichtquelle und Ansteuerelektronik auf höchstem Niveau ist eine große Chance, komplexe Fragestellungen auf den Gebieten der optischen Messtechnik und der Lichttechnik zu bearbeiten, was durch Kenntnisse auf nur einem der Teilgebiete nicht möglich ist. In allen sensorischen Anwendungen ist eine komplexe Überwachung der Ausgangsleistung nötig; durch die im Rahmen des Vorhabens entwickelte Elektronik kann diese Rückkopplung zufällig oder rein elektrisch gelöst werden. Die Entwicklung des LED-Etalons schafft die Voraussetzungen, um lichttechnische betriebliche Normale von Nutzern an den Etalon im OUT e.V. anzuschließen. Potentielle Nutzer – sowohl KMU als auch Nicht-KMU – haben die Möglichkeit, ihre betrieblichen Normale an den LED-Etalon im OUT e.V. anzuschließen.

Der enge Kontakt zu staatlichen Forschungsinstituten unterstreicht die Bedeutung des OUT e.V. als eines der wenigen auf LED spezialisierten FuE-Institute in Europa.

2.2.3 Entwicklung eines Tageslichtsimulators

Dipl.-Ing. René Hegel, Uwe Jans
Projektlaufzeit: 01.07.2009 – 30.06.2011

Zielstellung: Der Grundgedanke ist es, eine Lichtquelle zu entwickeln, die nach Vorgabe Licht in so hoher Qualität abgeben kann, dass es für die Nachstellung von Tageslicht in seinen Änderungen über den Tagesablauf ausreicht. Die Realisierung der Lichtquelle wird mit LED umgesetzt. Zentraler Punkt ist die Auswahl einer Kombination von vier bis sieben LED aus den am Markt zur Verfügung stehenden Bauelementen. Die Gesamtquelle kann so einen Wirkungsgrad von weit über 15 % erreichen. Durch eine interne Steuerung werden nahezu alle Farben des Lichts möglich, so dass unterschiedlichste Lichtstimmungen und -situationen dargestellt werden können. Die Verwendung von Hochleistungs-LED ermöglicht zukünftig auch die Beleuchtung ganzer Räume. Die reproduzierende Wirkung der Lichtsituationen soll an Probanden verifiziert werden, da das Wahrnehmbare teilweise mehr umfasst, als messbar ist.

Zwischenergebnisse: Die Auswahl der LED wird maßgeblich durch die Marktanalyse und die Ergebnisse der Charakterisierung bestimmt. Zu diesem Zweck wird beim OUT e.V. u. a. ein Lebensdauerermessplatz genutzt. Die für das Projekt infrage kommenden Bauelemente sind in Tabelle 1 dargestellt.

Hersteller	Type
Osram OS	Golden Dragon Plus
Osram OS	Platinum Dragon
Osram OS	Diamond Dragon
Philips Lumileds	LUXEON Rebel
Cree	Xlamp XR-E
Cree	Xlamp XR-C
Seoul Semiconductors	P4 Series

Tab. 1: Darstellung der untersuchten Bauelemente

Die Wahl der optimalen LED-Kombination ist Teil umfangreicher Untersuchungen im OUT e.V.; mittels selbstgeschriebener Software werden verschiedene LED-Kombinationen simuliert und die Werte CRI, Farbraumabdeckung und Intensität ermittelt. Für die Varianten mit vier und fünf LED liegen bereits vielversprechende Ergebnisse vor, die in Kürze veröffentlicht werden. Für die Kombination von sechs bzw. sieben LED werden enorme Rechenkapazitäten benötigt. Die Simulationen werden mit einem für dieses Projekt angeschafften Hochleistungs-Rechner durchgeführt. Um die Rechenzeiten von mehreren Monaten zu optimieren, wird während des Projektes die Simulationssoftware kontinuierlich weiterentwickelt. Erste Ergebnisse der Farbraumabdeckung und der CRI-Verteilung sind für die 4- bzw. 5-LED-Varianten in der folgenden Abbildung

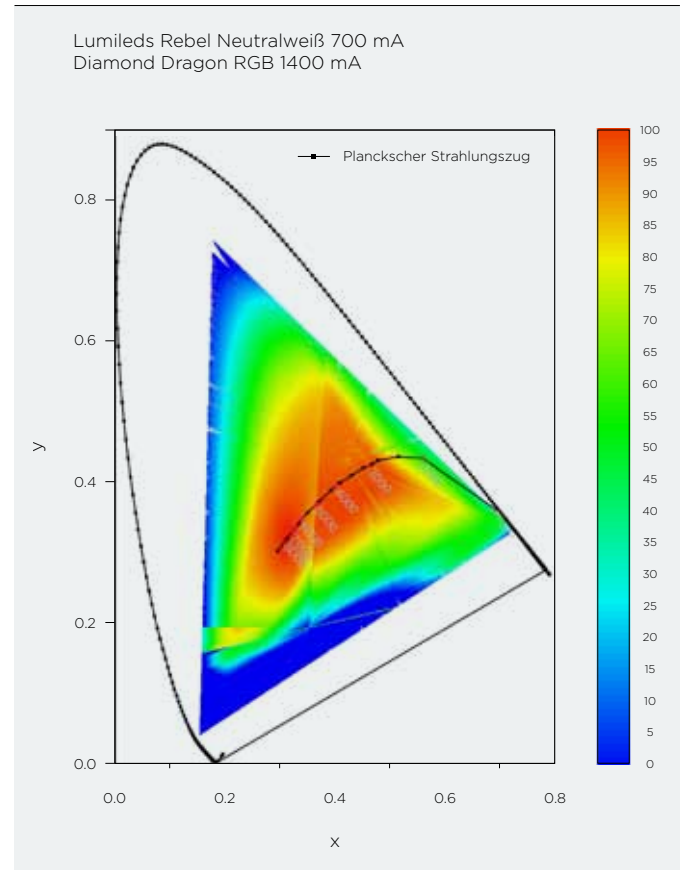


Abb. 21a: Farbraumabdeckung einer speziellen LED-Kombination sowie die erreichbaren Farbwiedergabeindizes für einzelne Farborte

21a und 21b dargestellt. Die Darstellungen zeigen die mögliche Farbraumabdeckung einer speziellen LED-Kombination sowie die erreichbaren Farbwiedergabeindizes für einzelne Farborte.

Anwendungsmöglichkeiten: Durch ein steuerbares Licht sehr hoher Qualität besteht die Möglichkeit, Forschung an Licht auf ein neues Niveau zu heben. Die Erforschung der Qualität von gutem Licht unter verschiedensten Bedingungen – insbesondere im Bereich des mesopischen Sehens – ist ein sehr aktuelles Feld der Lichttechnik. Die Definitionen der wichtigen lichttechnischen Größen »Farbtemperatur« und »Farbwiedergabe« sind streng nach CIE nur für thermische Quellen gültig. Für Leuchtstoffröhren gibt es wissenschaftliche Erkenntnisse, die diesen Bereich seit 2001 erweitern. Für LED stehen diese Neuordnungen noch aus. Mit LED-Licht hoher Güte werden Untersuchungen möglich, sinnvoll und mittelfristig dringend notwendig, da solche Quellen die Allgemeinbeleuchtung verändern werden.

Des Weiteren sind Spezialanwendungen interessant, wie z. B.

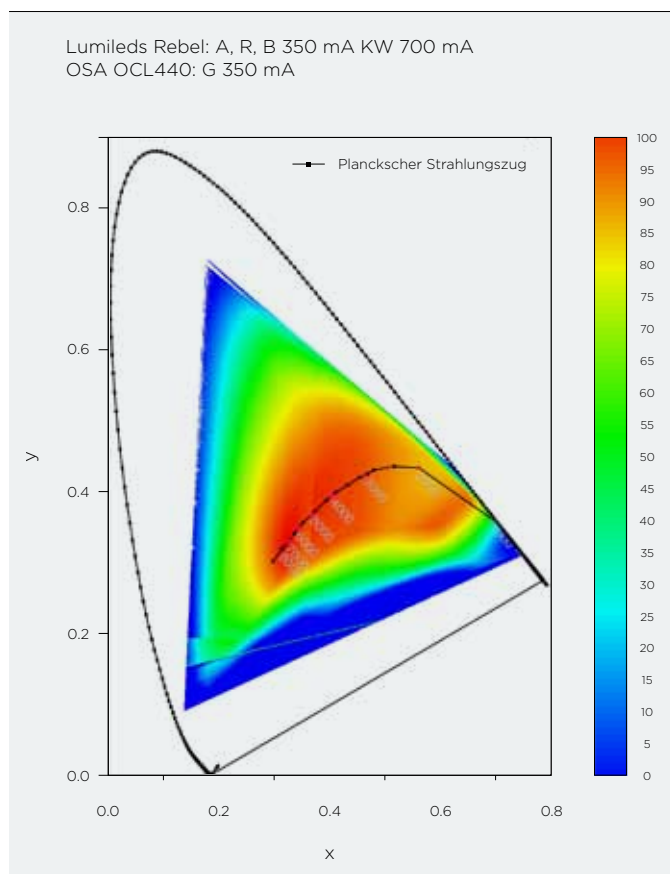


Abb. 21b: Farbraumabdeckung einer speziellen LED-Kombination sowie die erreichbaren Fraunhofer-Abgabeindizes für einzelne Farbtöne

Blau, beim Einschlafen ein warmes Rotgelb eine angenehme Wirkung erzeugen. Breite Anwendungen sind auch auf dem Consumermarkt zu erwarten, insbesondere auf dem klassischen Wohnraumleuchtenmarkt; in diesem Markt wird auf das obere Segment der Wohnraumleuchten gezielt. Es handelt sich hierbei um Wohnraumleuchten, wie moderne Leuchten, Designerleuchten sowie moderne Klassik und Stilleuchten. Die neuen Produkte ersetzen oder verdrängen nicht bestehende Leuchtensysteme, sondern schaffen vielmehr neue Anwendungen und neue Einsatzmöglichkeiten.

in der Medizintechnik im Bereich der Hautanalyse. Von Bedeutung sind Geräte, die mit Licht abtasten, wie Scanner, Kopierer oder Mikroskope. Denkbar sind auch Sicherheitsabtastungen der Augen oder anderer biometrischer Merkmale unter konstantem definiertem Licht oder Analysegeräte zur Spektralanalyse von Körperflüssigkeiten. In Summe stellt sich der Markt sehr vielseitig und groß dar.

Eine weitere Anwendung folgt dem Gedanken, dass der Mensch und dessen Körper auf Licht reagieren. Der Mensch ist im Sommer agiler als im Winter, und die Farbe rot wirkt z.B. auf den Menschen beruhigend. Eine Autofahrt bei Nacht kann mit der richtigen Beleuchtung im Innenraum weniger anstrengend sein. Man stelle sich einen Autofahrer vor, der durch aktivierendes Blau eine bessere Reaktion zeigt. Unter dem Sicherheitsaspekt betrachtet, ist diese Anwendung äußerst sinnvoll. Auf Langstreckenflügen soll der Passagier mit Hilfe des Lichtes besser einschlafen und aufwachen können. Beim Erwachen könnte ein warmes Gelb, bei Hitze ein kühles

2.3 KOOPERATIONSPROJEKTE

2.3.1

Entwicklung eines Verfahrens zum Materialauf- und -abtrag

Projektlaufzeit: 01.04.2006 – 30.04.2008

Dipl.-Ing. André Michel

Das FuE-Vorhaben ist Bestandteil und Teilprojekt des Kooperationsprojektes »Laser-Positiv-Negativ-Retusche«, das gemeinsam mit der Laser-Mikrotechnologie Dr. Kieburg GmbH durchgeführt und vom BMWi im Rahmen des PROgramms »Förderung der Erhöhung der INNOvationskompetenz mittelständischer Unternehmen« (PRO INNO II) – Programmteil: Kooperationsprojekte KF – gefördert wurde.

Gesamtzielstellung: Bei fotolithographisch hergestellten Strukturen, wie z. B. Masken für die Ätztechnik (üblich sind Glasplatten mit CrNi-Schicht) oder Strukturen, die mit diesen Masken hergestellt werden, kommt es oftmals zu Defekten. Diese Defekte können dadurch entstehen, dass während des Strukturierungsprozesses ungewollt zusätzliches Material aufgetragen wurde oder Material fehlt.

Gegenstand des Projektes ist daher die Entwicklung eines Produktes, das mit einem neuen Verfahren gekoppelt ist, mit dem sich dieses Produkt auszeichnet. Das Ziel besteht in der Entwicklung von Bearbeitungsverfahren mittels Laserstrahlung im Mikrometerbereich sowie eines technischen Konzeptes, um diese Verfahren im Bereich von weniger als 100 µm durchführen zu können.

Es sollen ein Verfahren und eine technisch nachvollziehbare Anordnung als Prototyp entwickelt werden, mit dem eine Beseitigung der beschriebenen Defekte auf relativ einfachem Wege und mit weniger Aufwand durchgeführt werden kann. Mit dieser Anordnung soll es in einem Bereich von wenigen Mikrometern ermöglicht werden, sowohl Material abzutragen als auch an Fehlstellen Material aufzutragen.

Zielstellung des OUT e.V.-Teilprojektes: Der Anteil des OUT e.V. besteht in der Entwicklung eines Verfahrens zum Materialauf- und -abtrag. Beim Laser-Materialabtrag bis in die Größenordnung von 1 µm Bearbeitungsdimension geht es nicht

nur darum, diesen international erreichbaren Grenzbereich nachzuvollziehen, sondern um folgende zusätzliche Ziele:

- Schaffung eines multiapplikativen Verfahrens für mehr als eine spezielle Anwendung,
- Erarbeitung eines Know-hows als verfahrenstechnisches »Werkzeug«, mit dem Anwendungen in Industrie und Forschung, die bisher wegen des hohen Aufwandes nicht weiter in Betracht gezogen wurden, bearbeitet werden können,
- Anwendung einer Hochtechnologie mit relativ einfacher Technik, wie z. B. kleiner Laser, handhabbare Technik, geringer Energieverbrauch.

Der beschriebene Materialauftrag mittels Laserstrahlung in definierten Dimensionen ist etwas völlig Neues. Hier wird mit einer Technologie, die für Anwender in KMU kaum zugänglich ist, gerade diesen Anwendern neue Möglichkeiten für die eigene Produkt- und Verfahrensentwicklung gegeben. Mit dieser Technologie erhält der OUT e.V. eine neue Kernkompetenz bei innovativen Verfahren und damit ein weiteres wissenschaftliches Potenzial für anwendungsbezogene Forschungsarbeiten.

Ergebnisse: Für den Auftrag von Material auf das Substrat wurden folgende Methoden untersucht:

1. Das aufzudampfende Material (Target) ist eine Metallfolie, auf die das transparente Substrat mit der Schicht nach unten gelegt wird.
 2. Das aufzudampfende Material ist eine Metallschicht auf einem Träger, auf die das transparente Substrat mit der Schicht nach unten gelegt wird.
 3. Das aufzudampfende Material ist eine Metallschicht auf einem transparenten Träger und liegt auf dem Substrat.
- Mit der Entscheidung, die dritte Methode weiter zu verfolgen, wurde das endgültige Konzept für den Aufbau des Retuschiermoduls festgelegt. Dazu gehörte auch die Festlegung

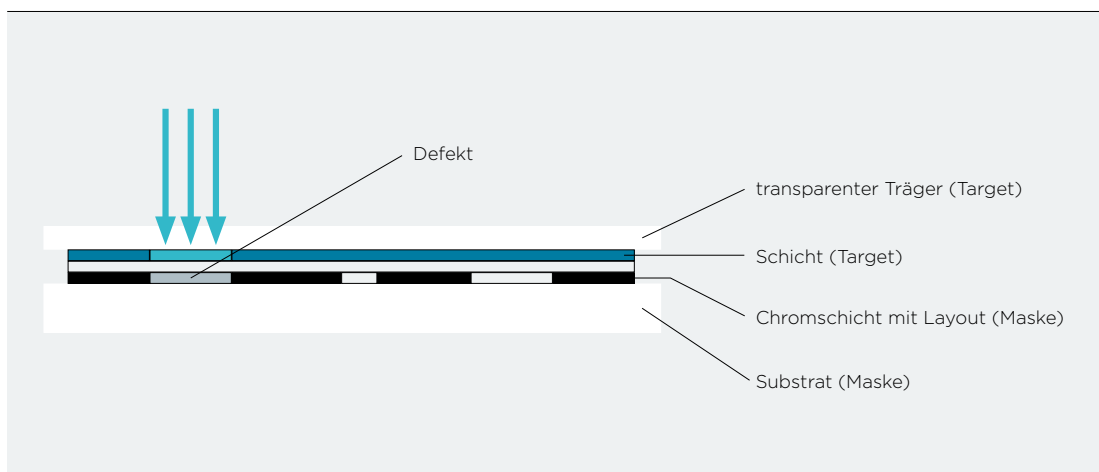


Abb. 22: Aufdampfen durch Bestrahlung einer Metallschicht durch den Träger hindurch.

der Größe des Targets, damit alle weiteren Untersuchungen zügig durchgeführt werden konnten.

Während bei den anderen Methoden das Layout auf dem Substrat zu sehen war und die defekte Stelle nach Sicht gut unter den Laser positioniert werden konnte, wurde bei dieser Methode das Layout durch das Target verdeckt. Deshalb wurden als Träger für das Target Glasplatten mit den Abmaßen 40 x 40 x 4 mm festgelegt, die bedampft werden und zur Positionierung in einer Ecke eine transparente, unbeschichtete Fläche von ca. 10 x 10 aufweisen, durch die das Substrat mit dem Layout beobachtet und richtig positioniert werden kann. Das Target wurde mit gesteuerten Schrittmotoren über dem Substrat bewegt, wodurch nicht benutzte Flächenelemente über den Defekt positioniert werden können.

Für die Versuche wurden die Träger mit unterschiedlichen Materialien und einer Schichtdicke von 1 µm bedampft. Diese Dicke wurde anhand von vorhandenen Monitorproben unterschiedlicher Dicke als optimal ermittelt.

Um ein positives Ergebnis zu erzielen, muss vorausgesetzt werden, dass mit dieser Schichtdicke das Target an der vorgesehenen Stelle vollständig abgetragen wird und die Schicht auf dem Substrat optisch dicht ist. Das erfordert eine sehr hohe Leistungsdichte beim Bestrahlen mit dem Laser. Da der Laser ohnehin mit der höchsten Impulsleistung arbeiten musste, wurde durch maximale Aufweitung und Divergenzeinengung ein Fokus von 1 µm Durchmesser erzeugt, bei dem die Leistungsdichte ausreichend war.

Mit der Entwicklung und Fertigstellung eines Retuschiermoduls und der Erstellung einer Steuerungssoftware ergeben sich nun neue Möglichkeiten, Optimierungen hinsichtlich Auf- und Abtrag vorzunehmen.

Um einen Maskendefekt zu simulieren, wurde eine 5 µm breite Linie durch Abtrag eines bedampften Maskensubstrat unterbrochen (Negativ-Retusche). Anschließend wurde Targetmaterial auf die unterbrochenen Stellen gedampft und in einem letzten Schritt das überschüssige Material wieder abgetragen (Positiv-Retusche). Die Nachkorrektur erfolgte in einem sehr kleinen Bereich und mit hoher Präzision, wodurch extrem feine Linien bis herab zu 1 µm erreicht werden können.

Anwendungsmöglichkeiten: Mit dem Auftrag von Metallschichten in definierter Weise werden sich bei vielen Industrieanwendern merkliche Rationalisierungseffekte verwirklichen lassen, da dieses Verfahren nicht nur streng für die Retusche von Masken entwickelt werden soll, sondern darüber hinaus als Ausgangsbasis für völlig neue und auch branchenübergreifende Anwendungen.

Die Beherrschung des im Vorhaben beschriebenen Verfahrens schafft die Voraussetzungen für eine Verfahrensextrapolation

und verschafft dem OUT e.V. einen weiteren entscheidenden Vorteil, neue Kooperationspartner in Branchen wie Sensortechnik, Mikroelektronik, Mikrosystemtechnik, Biomedizin, Biotechnik u. a. für eine wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit zu gewinnen. Insofern hat das Projekt für den OUT e.V. eine grundsätzliche Bedeutung für die Weiterentwicklung der eigenen wissenschaftlichen Kernkompetenz.

Insbesondere kann folgendes Spektrum verfahrenstechnischer Lösungen angeboten werden:

- Feinstrukturierung von optoelektronischen Bauelementen.
- Erzeugung von Strukturen und Flächen auf chrombedampften Glasträgern mit minimaler Strukturbreite von 1 µm für Photomasken.
- Feinststrukturierung von Sputterschichten auf Keramik.
- Selektiver Abtrag von thermisch unterschiedlichen Schichten.
- Miniaturbedampfung ohne Maskentechnik.

2.3.2 Entwicklung einer Technologie zur Herstellung hochsensitiver Schichten

Dipl.-Phys. Rainald Mientus, Dipl.-Ing. Heiko Gundlach,
 Dipl.- Ing. Hans Hensel, Dirk Nickel
 Projektlaufzeit: 01.10.2006 – 30.09.2008

Das FuE-Vorhaben ist Bestandteil und Teilprojekt des Kooperationsprojektes »Entwicklung der Technologie für Single-Mikrobolometer«, das gemeinsam mit der iris-GmbH sowie mit der Fachhochschule Brandenburg durchgeführt und vom BMWi im Rahmen des PROgramms »Förderung der Erhöhung der INNOvationskompetenz mittelständischer Unternehmen« (PRO INNO II) – Programmteil: Kooperationsprojekte KF – gefördert wurde.

Gesamtzielstellung: Die Zielstellung bestand in der Entwicklung der Technologie für Single-Mikrobolometer mit einer Detektivität von $5 \times 10^8 \text{ cm Hz}^{1/2}/\text{W}$, kleiner empfindlicher Fläche ($< 250 \text{ }\mu\text{m}$ Kantenlänge) und kleiner Zeitkonstante $t \leq 5 \text{ ms}$.

Zielstellung des OUT e.V.-Teilprojektes: Der Anteil des OUT e.V. bestand in der Entwicklung einer Technologie zur Herstellung hochsensitiver Schichten für den Einsatz in Mikrobolometern. Der innovative Kern liegt darin, die elektronischen Eigenschaften von CrN_x in Abhängigkeit der Herstellungsparameter (Magnetronspütern) zu erforschen. Dieses Material wurde bisher wenig und erst in jüngster Zeit (2003) als Verschleisschutzschicht untersucht. Anwendungen seiner elektronischen Eigenschaften sind nicht bekannt.

An Teststrukturen auf dieser Materialbasis wurden in unabhängigen Laboruntersuchungen hohe Empfindlichkeiten gemessen. Das Material weist in bestimmter Zusammensetzung einen hohen Temperaturkoeffizienten (TK) von ca. $2\% \cdot \text{K}^{-1}$ auf. Dadurch bietet es sich zur Bildung einer sensitiven Schicht in einer Bolometerstruktur an. In einer solchen Anwendung ist es auf Grund des relativ hohen TK ($\sim \%$) den Metallen ($\sim \%$) überlegen.

Gegenüber Elementhalbleitern wie Silizium oder Germanium weist es den Vorteil einfacher Herstellung aus.

Die TK-Werte für CrN_x sind bereits durch mehrere Untersuchungen belegt. Es gelingt in der Regel, in verschiedenen Versuchsreihen die Abhängigkeit z. B. des TK oder des spezifischen Widerstandes vom Reaktivgaspartialdruck zu reproduzieren, allerdings stets mit einem Versatz. Dadurch ist es bisher nicht möglich, mit einer Einzelabscheidung (nach Test) definierte Schichteigenschaften zu treffen.

Die geplanten Untersuchungen zielten darauf, dieses Problem durch Einsatz einer optischen Prozessregelung zu beheben. Da bisher nur die Ergebnisse weniger eigener Untersuchungen der elektronischen Eigenschaften von CrN_x vorliegen, kann die maximal erreichbare Höhe des TK noch nicht abgeschätzt werden. Auch diese Analysen sind daher neu. Ebenso waren Untersuchungen der mechanischen und optischen Eigenschaften des geplanten Schichtsystems zum Aufbau von Bolometerstrukturen bisher nicht erfolgt.

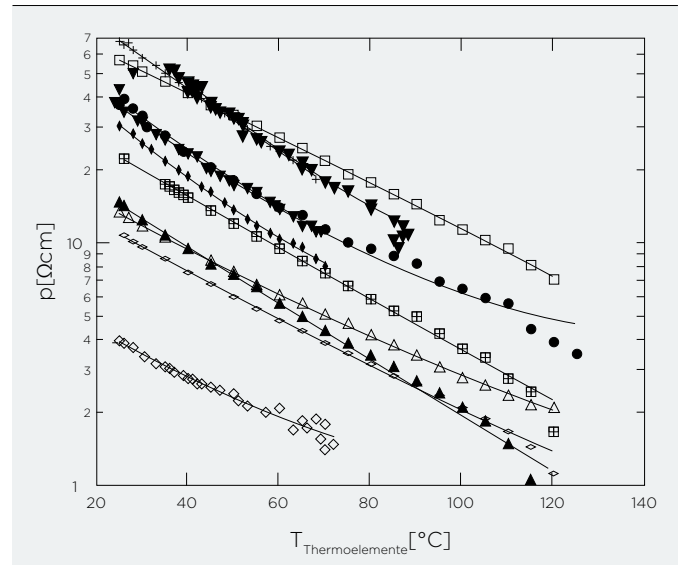


Abb. 23a: Spezifischer Widerstand (van-der-Pauw) und exponentelle Anpassungen für CrN_x -Schichten (unter SiN) auf Glas über der Temperatur

Ergebnisse: Folgende Zielkriterien sind in der Projektlaufzeit erfüllt worden:

- Abscheidung von CrN_x -Schichten mit einem TK $\approx 2\%$ und einem ohmschen Widerstand zwischen $0,1$ und $1 \text{ M}\Omega$
 - Gewährleisten niedriger Abscheidetemperaturen $< 200 \text{ }^\circ\text{C}$ zur Verminderung der thermischen Belastung des Resistes,
 - gute Haftung der Einzelschichten = haftfest im Folientest.
- Zusätzlich wurde ein weiterer wichtiger Anspruch an das Schichtpaket des Mikrobolometers, die Forderung nach Ebenheit, erfüllt. Die mechanischen Spannungen in den Einzelschichten, insbesondere im CrN_x , konnten hinreichend gesenkt werden, so dass ein nahezu ebenes Schichtpaket aufgebaut werden kann. Die großen, dazu ursprünglich erforderlichen Kompensationskräfte an den Grenzflächen wurden so weit gemindert, dass sie die Haftung der einzelnen Schichten untereinander nicht beeinträchtigen.

Es gelang trotz umfangreicher Versuche nicht, den Schichtwiderstand reproduzierbar in aufeinander folgenden Beschichtungen einzustellen. Hier sind weitergehende Untersuchungen der reaktiven Abscheidung notwendig.

Das Mikro-Single-Bolometer benutzt die Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstandes einer CrN_x -Schicht als Messgröße. In einer Versuchsreihe wurden CrN_x -Schichten (ca. 350 nm) auf Glas ($10 \times 10 \text{ mm}^2$) abgeschieden. Die Schichten wurden in den Ecken mit Cr/Au Kontakten versehen und mit einer SiN -Schicht abgedeckt. Der spezifische Widerstand der Proben wurde in van-der-Pauw-Geometrie temperatur-

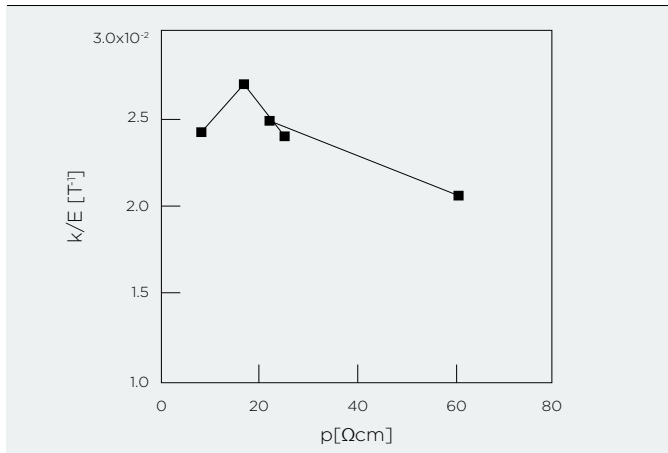


Abb. 23b: Exponentieller Koeffizient k/E für CrN_x -Schichten (unter SiN) auf Glas über ihrem spezifischen Widerstand

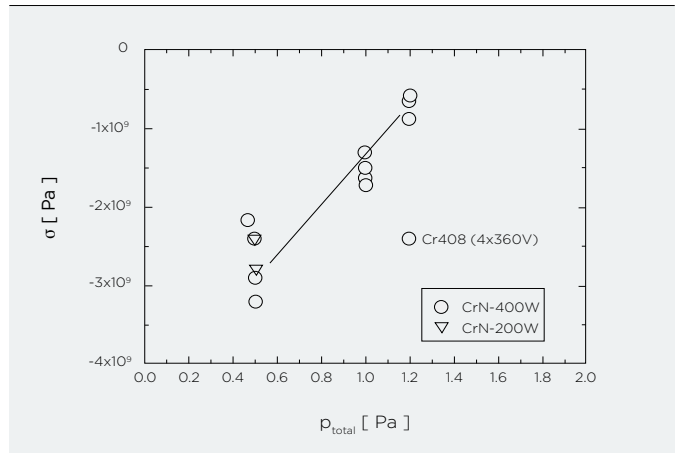


Abb. 24a: Mechanische Schichtspannung von CrN_x -Einzelschichten über dem Totaldruck, $d=(300-350)nm$,

abhängig im Bereich von Raumtemperatur bis 80 oder 120°C bestimmt.

Abbildung 23a zeigt temperaturabhängige Messungen von Schichten mit verschiedenen spezifischen Widerständen im Vergleich. Zur Verbesserung der Anschaulichkeit wurde ein logarithmischer Maßstab gewählt, so dass sich die exponentiellen Abhängigkeiten linear darstellen.

Die folgende Abbildung 23b zeigt die exponentiellen Koeffizienten k/E über dem spezifischen Widerstand. Im Bereich hoher Widerstände waren diese Koeffizienten kaum abhängig vom Widerstand. Die zugrundeliegenden Ursachen müssen in weiteren Experimenten geklärt werden.

Für den Einsatz im Bolometer wird ein möglichst ebenes und spannungsarmes Membransystem angestrebt. Dazu wurden Parameter gesucht, die Einzelschichten mit möglichst geringen Spannungen liefern, die sich in der Kombination kompensieren. Das Sensorschichtsystem besteht aus metallischen, isolierenden und halbleitenden Schichten (CrN_x) auf einer Trägermembran aus SiO_2 oder SiN. Bei einem für das Magnetronputtern typischen Druck von 0,5 Pa weisen CrN_x -Sensorschichten relativ hohe Druckspannungen im Bereich von 1 bis 3 GPa auf. Es wurde versucht, die Spannungen durch Variation des Totaldruckes zu reduzieren. Mit dem Totaldruck wird über die freie Weglänge der Teilchenbeschuss und damit das Wachstum der Mikrokrillite der wachsenden Schicht beeinflusst. Mit wachsendem Druck steigt die Streuung, und der Teilchenbeschuss sinkt; das Kristallitwachstum wird weniger gestört. Zur Messung der mechanischen Schichtspannung wurde jeweils ein abgedünnter Si-Streifen (120 μm dick, 4 x 25 mm) beschichtet und vor- und nachher sein Krümmungsradius profilometrisch bestimmt (Biegebalkenmethode, Alpha-step

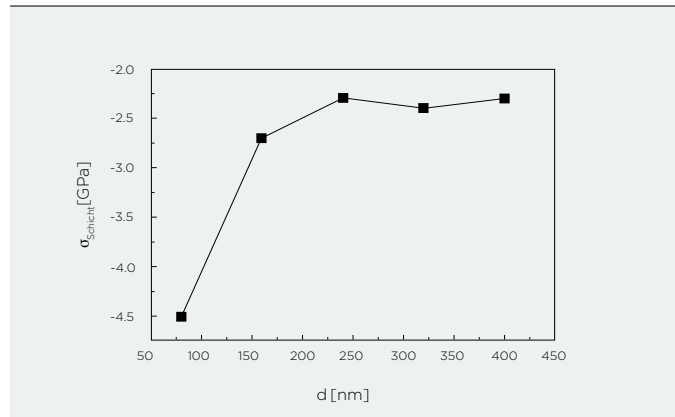


Abb. 24b: Mechanische Schichtspannung von $CrN_x(1,2 Pa, 400 WDC)$ über der Schichtdicke

10 mm, Dektak 22 mm).

Dieses Verhalten konnte für CrN -Schichten bestätigt werden: es wurde ein Übergang von Druck zu Zugspannungen beobachtet. Für $CrN_x, 1,2 Pa, 400 W DC$ wurde die Abhängigkeit der mechanischen Schichtspannung von der Schichtdicke untersucht. Die Spannungen sinken durch Ausheileneffekte etwa um den Faktor 2 bis sie ab ca. 200 nm stagnieren (Abb. 24b). Die über die Totaldruckerhöhung erreichte Entspannung der Schichten lässt sich für alle relevanten spezifischen Widerstände durchführen, wie die Abbildung 25 zeigt.

2.3.3 Energieautarkie und Darstellung

Dr. Adrian Mahlkow, Dipl.-Ing. Kurt Szuszinski
 Projektlaufzeit: 01.12.2006 – 30.11.2008

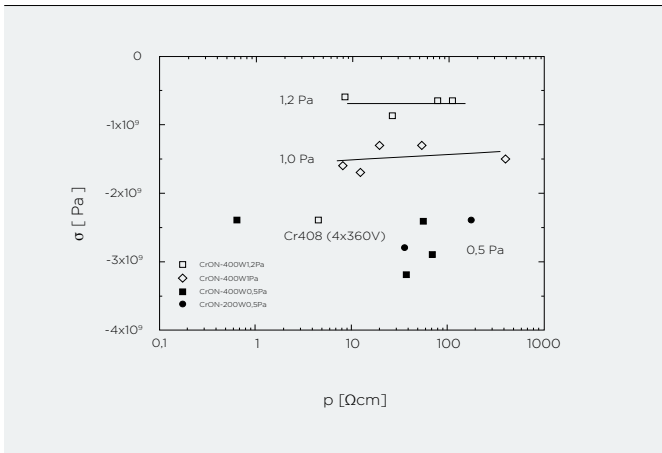


Abb. 25: Mechanische Schichtspannung von CrN_x-Einzelschichten über dem spezifischen Widerstand bei verschiedenen Totaldrücken

Anwendungsmöglichkeiten: Der zentrale innovative Aspekt ist die Möglichkeit, ein neues Infrarot-Empfängerbauelement auf den Markt zu bringen einschließlich eines geeigneten Verfahrens für die berührungslose Temperaturmessung. Damit gelingt es, die Limitierungen hinsichtlich der Auflösungsgrenzen (Größe der optisch aktiven Flächen) von Thermosäulen zu überwinden. Es werden damit neue vor allem kleinere Geräteklassen in der Pyrometrie ermöglicht.

Ein zweiter wichtiger Aspekt ist die Verwendung von CrN_x als Bolometerschicht. Der Einsatz dieses Materialsystems ist ebenfalls neuartig und wurde im Rahmen der vorangegangenen Arbeiten erstmalig im Hinblick auf eine Eignung für den Einsatz im Mikrobolometer untersucht. In diesem Sinne ist auch der komplette Technologieprozess neuartig.

Das FuE-Vorhaben ist Bestandteil und Teilprojekt des Kooperationsprojektes »Infopoint« das gemeinsam mit der Swissbit Germany AG, der EMOTEC AG und der alpha-board gmbh durchgeführt und vom BMWi im Rahmen des PROgramms »Förderung der Erhöhung der INNOvationskompetenz mittelständischer Unternehmen« (PRO INNO II) – Programmteil: Kooperationsprojekte KF – gefördert wurde.

Gesamtzielstellung: Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer aktiven und autarken »Kachel« zum Darstellen und Weitergeben von Informationen. Autark bezieht sich auf die Energieversorgung (solar) und die Datenkommunikation (selbstvernetzend). Die Inhalte können als Matrixbild mit LEDs dargestellt oder über Standardschnittstellen (IR, Bluetooth, etc.) auf Standardhandgeräte (Handy, PDA, etc.) übertragen werden. Inhalte können kulturelle, technische, touristische Werte, Wege- und Lageinformation oder Hinweise sein.

Um eine möglichst universelle Anwendung zu ermöglichen, wird ein mechanisches Grundgerüst mit allen Funktionalitäten und nachgewiesener Zuverlässigkeit entwickelt. Das in sich geschlossene, möglichst quadratische Grundmodul besteht aus Gehäuse, Leiterplatte(n), Solareinheit, Energiespeicher, LED-Platine und Abdeckglas und soll möglichst dünn und leicht sein. Die einzelnen Komponenten sollten hierbei sandwichartig übereinander liegen.

Die aktive Darstellung mit diskreten SMD-LEDs soll eine kleinpixelige Darstellung mit bis zu 2,5 dpi erlauben. Verwendet werden diskrete, hocheffiziente organische oder Halbleiter-Niedrigstrom-LEDs. Dieses Grundmodul soll sich zweidimensional beliebig aneinander reihen lassen. Durch die Möglichkeit der drahtlosen Kommunikation besteht im Prinzip die Möglichkeit einer autarken, temporären P2P-Vernetzung. Durch einen ebenfalls zu entwickelnden, mechanischen »Baukasten« kann es an die verschiedenen Applikationsfelder (innen, außen, Energieautarkie, Anreihbarkeit, Display, ...) adaptiert werden.

Ergebnisse: Im Rahmen der Untersuchungen wurden zunächst aus zahllosen Bauelementen von weit über sechzig Herstellern und Händlern geeignete Bauelemente ausgewählt. Weiterhin wurden preisliche Argumente und die Langzeitstabilität mit hinzugezogen. Damit reduzierte sich die konkrete Messarbeit auf insgesamt sechs Hersteller mit über einhundert Varianten. Für eine belastbare Statistik wurden zudem bis zu zehn Exemplare jeder Variante untersucht. Abbildung 26 zeigt in einer Zusammenfassung die Ergebnisse. Die Position der einzelnen Messwerte im Farbdigramm identifiziert den Farbeindruck der jeweiligen LED, die Größe des Kreises den jeweiligen Wert für den optischen Wirkungsgrad. Klar erkennbar sind die Schwächen bei blauen LED bezüglich der Sichtbar-

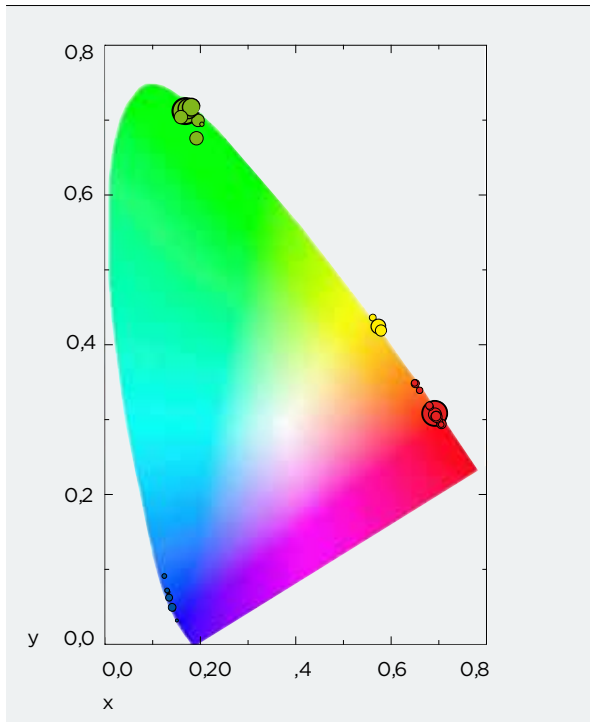


Abb. 26: Position von Messwerten im Farbdiagramm

keit und auch die Tatsache, dass entgegen den anfänglichen Vermutungen nicht eine gelbe LED die größte Sichtbarkeit ermöglicht, sondern eine im Grünen emittierende.

Die Aufnahme radialer Eigenschaften bietet die Sicherheit, auch bei großen Betrachtungswinkel keine verfälschten Farbeindrücke zu erhalten, wie dies aktuell besonders »schön« gegenüber dem Friedrichstadtpalast an einer Fassaden-Laufschrift zu beobachten ist. Bei den gewählten Bauelementen im Roten ergibt sich über den gesamten Halbraum eine Abweichung von ungefähr 1 nm, was mit dem menschlichen Auge auch im direkten Vergleich nicht wahrnehmbar ist und auch innerhalb einer einzelnen McAdams-Ellipse liegt.

In vielen Reihenuntersuchungen wurden die für die Realisierung einer kompletten Energieautarkie verschiedenen Technologien sowie der Wirkungsgrad und die Langzeitstabilität bei Lagerung in normaler Büroatmosphäre untersucht. Durch die vergleichsweise geringe Stückzahl des Infopoints von weit unter 1 Mio. Stück kann nicht mit konfektionierten Zellen gearbeitet werden; als weitere Randbedingung ist daher noch die Lieferbarkeit einer mechanisch möglichst passenden Zelle hinzugekommen, die die Auswahl in den Technologien sehr stark eingeschränkt hat. Als guter Kompromiss zwischen mechanischer Passung und hohem Wirkungsgrad (Preis wird zunächst in geringerem Maße berücksichtigt) ergab sich eine Zelle aus

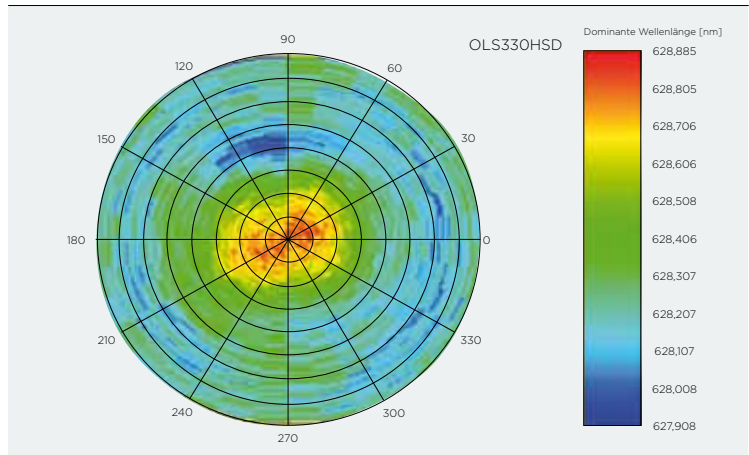


Abb. 27: McAdams-Ellipse

dem Haus Schott Solar. Die mechanischen Außenabmaße passen mit 192 x 192 mm² gut in das Grundgerüst des Infopoints und bieten genug Platz für Anschluss- und Verdrahtungsebenen außerhalb des Sichtfeldes. Die elektrischen Anschlusswerte betragen 2.000 mW Leistung bei normaler Sonneneinstrahlung (100 mW/cm²) in unseren Breiten. Diese Zelle stellt den industriellen Standard bei Solarzellen auf Siliziumbasis dar mit einem effektiven Wirkungsgrad von 5,6 %. Moderne Zellen vom gleichen Hersteller haben in den durchgeführten Experimenten einen Wirkungsgrad von 11 % ergeben, so dass eine Leistung von 5 W zur Verfügung gestellt werden kann.

Der Energieertrag wird durch die vor der Solarzelle liegende LED-Matrix stark eingeschränkt. Hier wurden mehrere Konzepte verglichen. Zum einen ist eine Leiterplatte mit Freistellungen zum Lichtdurchlass möglich. Der Füllfaktor einer Leiterplatte mit vier Steuerlagen beträgt bei der konzipierten Verwendung von LED der Bauform O603 wenige Prozent. Freistellungen in der Leiterplatte könnten fertigungstechnisch maximal pro Einzeleinheit 4 mal 4 x 4 mm² und damit insgesamt 64 % der Fläche ausmachen. Daher wurden auch viele Leiterplatten-Basismaterialien auf ihre optische Transmission hin untersucht, um im Zweifelsfall auf die Durchbrüche, die auch hohe Kosten verursachen, verhindern zu können.

Dicke Leiterplatten mit Durchbrüchen zeigen eine Transmission von 64 %. Für eine Variante ohne Siebstruktur müsste ein Leiterplattenmaterial mit einer Transmission über 75 % gefunden werden, um auf die gleiche Gesamttransmission zu kommen. Auf dem Markt sind viele Leiterplattenmaterial-Hersteller mit einigen hunderten Varianten. Untersucht wurden nur die auch für kleine Mengen technisch relevanten Typen. Die Abbildung 28 zeigt Ergebnisse der totalen Transmissionsmessungen, d. h. es wurde nicht nur die direkte Transmission in Strahlrichtung,

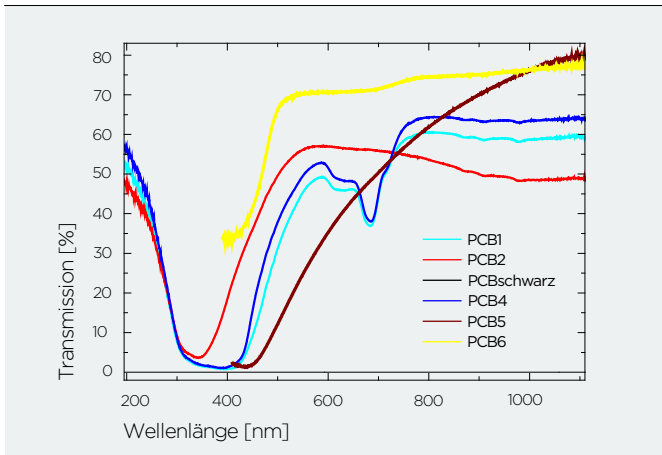


Abb. 28: Totale Transmissionsmessungen

sondern insbesondere die streuend durch die Probe tretende Strahlung mit einer integralen Messung hinter der Probe gemessen. Dies muss bei den stark opaken Medien, wie sie Leiterplatten darstellen, durchgeführt werden. Für die Energieernte wiederum sind die Richtung und das Wesen der einfallenden Strahlung unerheblich. Der Leiterplatten-Typ PCB6 mit einer Gesamtschichtdicke von 1,0 mm zeigte über weite Teile des relevanten Spektrums Transmissionswerte über 75 %. Die für die LED-Matrix angestrebte Leiterplatte wird etwa 0,6 mm Schichtdicke betragen und vierlagig aufgebaut sein. Daher kann von einer kalkulatorischen Transmission von über 82 % im gesamten sichtbaren Spektralbereich ausgegangen werden. Mit diesen Messungen kann die Empfehlung gegeben werden, die Leiterplatte mit Standardtechnologien und ohne Durchbrüche aufzubauen. Die eingesetzten LED basieren im grünen und blauen Spektralbereich auf InGaN und im gelben bis roten Spektralbereich auf AlInGaP. Letzteres Material zeichnet sich durch sehr geringe Schaltzeiten aus, daher sind hier weniger Einfluss auf die Erkennbarkeit und die Leistungsabgabe bei hohen Taktraten zu erwarten. Die Schaltzeiten von roten LED liegen unter 100 ns, bei grünen selten unter 200 ns. Ansteuerfrequenzen oberhalb von 2 MHz sind daher nicht sinnvoll, da die LED quasi »nicht genug Zeit hat«, um ihr Emissionsmaximum zu erreichen. Diese Untersuchungen haben auch gezeigt, dass die Schaltzeiten gering genug sind, um einen Bildaufbau über digitale Puls-Weiten-Modulation (PWM) zu realisieren und daher nicht auf analoge Stromwertgeber für jede einzelne LED zurückgegriffen werden muss. Dies reduziert den schaltungstechnischen Aufwand enorm und ermöglicht eine einfache Matrix-Ansteuerung, für die konfigurierbare Spezial-ICs, die auf dem Markt preiswert verfügbar sind. Exemplarisch zeigt Abbildung 29 ein Ergebnis für eine grüne LED, bei der die op-

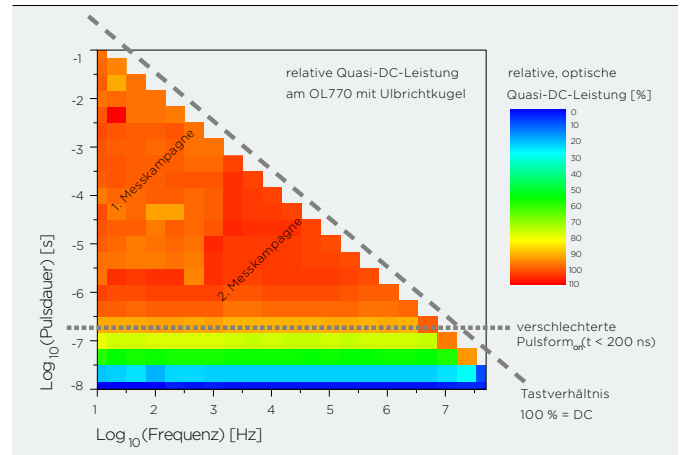


Abb. 29: Optische Ausgangsleistung für eine grüne LED in Abhängigkeit von Taktfrequenz und Taktrate

tische Ausgangsleistung in Abhängigkeit von der Taktfrequenz und der Taktrate bestimmt und aufgetragen wurde. Die farb-kodierte Darstellung zeigt übersichtlich 462 Einzelmessungen für eine LED. Farblich kodiert ist die optische Intensität, die von Rot (100 %) bis Blau (0 %) abnimmt. Man erkennt deutlich, dass bei Frequenzen, die im Bereich und oberhalb der Grenzfrequenz der LED liegen, die optische Emission deutlich abnimmt bzw. auf Null abfällt. Im übrigen Bereich zeigt sich ein homogenes Bild, das eine freie Wahl bei der Ansteuerfrequenz über insgesamt acht Größenordnungen und Tastverhältnisse beschreibt. Für die anderen drei Typen LED zeigten sich sehr vergleichbare Ergebnisse.

Anwendungsmöglichkeiten: Zahlreiche Nachfragen und Anregungen von potentiellen Anwendern (Stiftung Preußischer Kulturbesitz, Adlershof, Stiftung Schlösser und Gärten, und weitere) zeigen, dass es einen speziellen, aber sehr umfangreichen Markt für interaktive Anzeigeelemente gibt, wie der Infopoint eines darstellt. Es bahnen sich sehr konkrete, projektartige Umsetzungen an, so der Infopoint als Prototyp existiert und vorgeführt werden kann. In allen Fällen dient der Infopoint als variables Hinweisschild mit interaktiven Informationsquellen zu verschiedenen portablen Geräten, wie Handy oder Palmtop. Die Visualisierung des tiefergehenden Informationsgehaltes hinter einer sehr punktuellen Benutzerführung ist ein besonders im kulturellen Bereich interessierender Aspekt.

2.3.4 Entwicklung eines optoelektronischen Sensors

Dr. Adrian Mahlkow; Dipl.-Ing. Hans Hensel;
Dipl.-Ing. Adelheid Klampfl; Dr. Henning Dittmann
Projektlaufzeit: 01.05.2007 – 30.06.2009

Zielstellung: Das FuE-Vorhaben ist Bestandteil und Teilprojekt des Kooperationsprojektes »Mobile Safety/Security Sensor Nets« (mo-sensnets), das gemeinsam mit der Technischen Universität Berlin/FB Nachrichtenübertragung, der Freien Universität Berlin/Arbeitsgruppe »Computer Systems and Telematics« sowie den gewerblichen, FuE-treibenden Unternehmen DResearch GmbH, Vis-à-pix GmbH, ScatterWeb GmbH und Swissbit Germany GmbH durchgeführt und vom Land Berlin im Rahmen des »Zukunftsfonds Berlin« gefördert wurde. Ziel des Gesamtverbundprojektes ist es, eine modulare, leistungsfähige und zugleich weitgehend offene Systemarchitektur auf Basis von Sensor-, Kommunikations- und Verarbeitungsknoten für komplexe Service-, safety- und security-Lösungen zu entwickeln und gleichzeitig dafür erforderliche Systemkomponenten für anspruchsvolle Teilfunktionen zumindest auf dem Niveau von Demonstratoren für entsprechende Machbarkeitsnachweise bereitzustellen.

Das wissenschaftliche Problem des Teilprojektes des OUT e.V. »Entwicklung eines optoelektronischen Sensors« besteht in der Entwicklung einer Glasscheibensicherung auf der Basis eines prinzipiell neuen Wirkprinzips, die sich durch extrem hohe Empfindlichkeit, geringen Stromverbrauch, geringe Störanfälligkeit und durch leichte Nachrüstbarkeit an allen Scheiben (organische und anorganische Gläser) auszeichnet (s. Abb. 30). Verwendet werden sollen Profilleisten, in die Leiterplattenstreifen, mit im Infraroten emittierenden SMD-LEDs bestückt, eingebracht sind.

Über eine Glasschiene mit prismatischem Querschnitt angeklebt, wird Licht in eine Scheibe eingekoppelt. Für optimalen Schutz wird die Länge der Schiene der Breite des Fensters folgen, kann jedoch im Bedarfsfall schmaler sein. Die eingekoppelte Strahlung kann infolge von Totalreflexion an den Innenflächen die Scheibe nicht verlassen und kann so an der der Einkopplung gegenüberliegenden Seite durch eine Detektorleiste, die ebenfalls über eine prismatische Glasschiene an die Glasscheibe angeklebt ist, detektiert werden.

Durch den permanenten Vergleich des normalen, sich langsam ändernden mit dem aktuellen Signal, kann eine Elektronik entscheiden, ob Alarm auszulösen ist. Die Intensität des Signals wird durch eine lokale Verletzung der Totalreflexion verringert, über sinnvolle Schwellen können harmlose von alarmrelevanten Veränderungen getrennt werden. Durch mechanische Veränderungen (Scratches, ...) wird ein sehr großer Teil der Strahlung die Scheibe streuend verlassen. Aber auch andere Veränderungen, wie das Aufkleben von Zetteln oder Besprühen mit Farbe, koppeln einen großen Teil der Strahlung aus. Natürliche Einflüsse, wie z. B. Regentropfen oder Schmutzpartikel, lassen sich durch das zeitliche Verhalten (viele Sekunden bis Tage) von Vandalismuseinflüssen (wenige Sekunden) gut trennen.

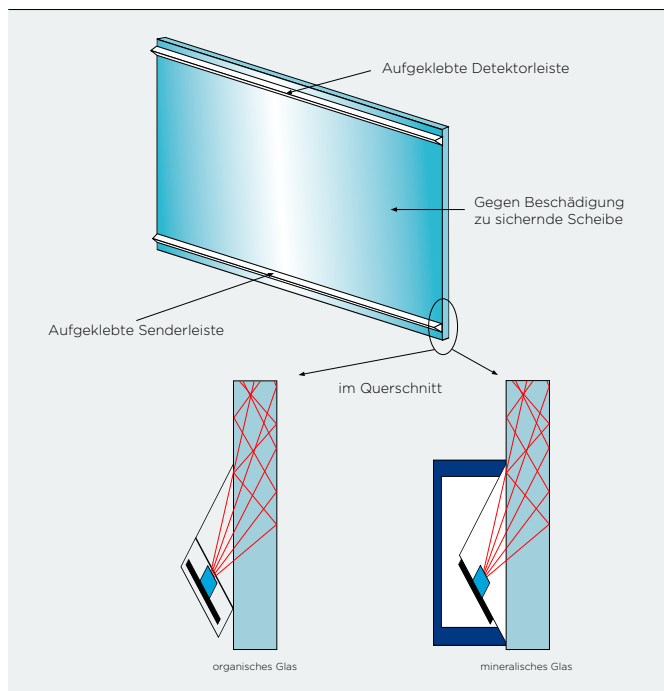


Abb. 30: Wirkprinzip der innovativen Glasscheibensicherung

Ergebnisse: Für den optischen Aufbau sind zwei Varianten entwickelt und aufgebaut worden. Die erste Variante ist für eine Ausrüstung der Scheibe im Produktionsprozess des Fahrzeugbauers ausgelegt und wird in die Rahmenstruktur der Scheibe an deren Kanten angesetzt. Es entsteht eine funktionale Einheit aus Sensor und Scheibe, alle Bauteile sind durch die Fensterrahmen mit geschützt und von außen nicht erkennbar angeordnet. Der Rahmen wird beim Fenstereinbau komplett im Wagengehäuse verborgen. Für diese Variante wurde zunächst nur ein Funktionsmuster aufgebaut, da für ein echtes Labormuster eine enge Zusammenarbeit mit dem Fahrzeugbauer und den entsprechenden Zulieferern notwendig ist, um die geometrischen Randbedingungen anpassen zu können. Energetisch ist diese Position sehr schwierig, da lediglich die Stirnfläche der Scheibe zum Sammeln zur Verfügung steht. Die zweite Variante beinhaltet Sensormodule, die nachträglich an die Scheibe angebracht werden können, ohne Einbauten zu verändern. Beim Sendemodul konnte auf die schräge Ausrichtung der IREDS nicht verzichtet werden, da anderenfalls zu wenig Strahlung in die Scheibe eingekoppelt wird. Durch viele kleine Solarzellenmodule ergeben sich ausreichend Lücken für die Sende-IREDS. Thermomechanischer Stress ist durch eine nicht durchgehende Solarzelle ebenfalls deutlich reduziert. Die Sendeschaltung ist auf dem IRED-Sendemodul integriert, und eine Leiterplatte mit den gewünschten Abmaßen von



Abb. 31: Vorder- und Rückseite der Empfängereinheit des Prototyps

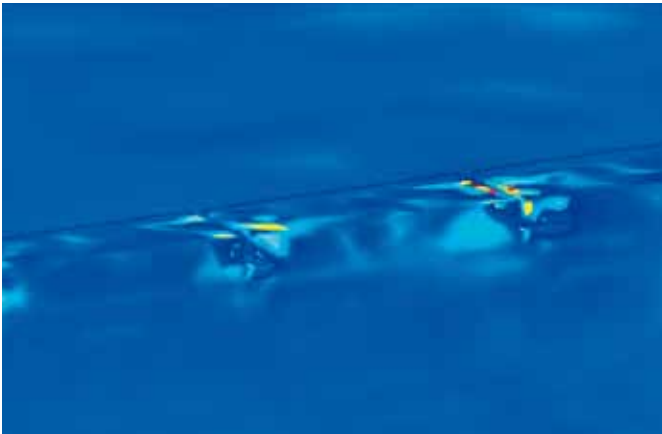


Abb. 32: Thermomechanische Simulation der Solarbits auf einer Empfängerleiste, aufgeklebt auf eine einlagige Verbundglasscheibe.

6 x 500 mm² trägt alle Funktionalitäten. Durch die Anpassung der Elektronik an HCMOS konnten kürzere Pulse und steilere Flanken an den IREDs realisiert werden, der Energiebedarf sinkt dadurch deutlich. Die Schaltzeiten von 9 bzw. 14 ns erlauben sehr hohe Pulsströme und sehr kurzen Schaltflanken, so dass thermische Belastungen an den MOSFets und damit auch zusätzliche Energieverluste minimiert sind. Eine Type untersuchter IREDs zeigte deutlich auf, dass für eine optimale Funktionalität eine Selektion der Dioden nach Schaltzeiten notwendig sein kann. Alle Elemente der Schaltung konnten in SMD ausgeführt werden.

Nachfolgend ist ein Prototyp der Vorder- und Rückseite der Empfängereinheit gezeigt: Um das Potential eines langfristigen Einbaus in einer Außenumgebung abzuschätzen, sind auch thermomechanische Stresssimulationen durchgeführt worden: Besonders wichtig für die Funktion des Sensors ist die Energieautarkie. Die Nutzung von Energieformen in der Umwelt (neudeutsch: »energy harvesting«), allgemein auch als Energieernte bezeichnet, ist eine neue Zielrichtung in der Sensorik, bei der der OUT e.V. mit diesem Projekt von Anfang an dabei ist. Für den vorliegenden Sensor wurden neben der Nutzung des Umgebungslichtes auch Vibration und elektromagnetische

Wellen untersucht. So sind z. B. Energiebeiträge in einer Berliner U-Bahn untersucht worden, die durch einen piezoelektrischen Empfänger nutzbar gemacht werden können.

Anwendungsmöglichkeiten: Die im Rahmen des Projektes entstehende Systemarchitektur eignet sich als Grundlage zahlreicher, komplexer Systemlösungen in den Bereichen service, safety und security. Bereits jetzt ist klar, dass Sicherheitslösungen für mittlere bis große Verkehrsunternehmen, insbesondere im ÖPNV und Regionalverkehr, zu den wichtigen Anwendungen der Projektergebnisse gehören werden. Weitere Anwendungen sind u. a. in den Bereichen Liegenschaftsverwaltung, Absicherung des Außengeländes von Industrieanlagen, Hafensicherheit, innerstädtische Sicherheit, der Sicherung von Mahnmalen und Denkmälern, aber auch bei der Absicherung von Museen und Kunstausstellungen zu erwarten. Für die Hauptstadt von besonderer Bedeutung ist die Absicherung von politischen und anderen Großereignissen, für die mobile, selbstorganisierende Sicherheitssysteme unverzichtbar sind. Neben den Verwertungsmöglichkeiten für den Systemansatz bieten sich für jede im Rahmen des Projektes entstehende Teillösung vielfältige Einsatzmöglichkeiten (Personenzählung, Glasbruch-Sensoren, Sensor-Netzwerke in der Gebäudeautomatisierung etc.). Durch den Einsatz der auf die Projektergebnisse aufsetzenden Produkte werden sowohl die objektive Sicherheit als auch das subjektive Sicherheitsempfinden der Bürger und Gäste und damit die Attraktivität der Hauptstadt-Region signifikant erhöht. Durch den Einsatz der Produkte wird Vandalismus weiter zurückgedrängt, und es wird möglich, die sich gegenwärtig allein bei U- und S-Bahn auf in Summe über 10 Mio. Euro belaufenden Schäden wesentlich zurückzudrängen.

Alle Ergebnisse zum Thema »Energieernte« finden zur Zeit großes Interesse bei allen Anwendern von mobiler und stationärer Sensorik in den verschiedensten Bereichen. Konkrete Folgeprojekt aus dem Bereich Gebäude-Management, der Lebensmittelindustrie und diversen Überwachungsaufgaben sind bereit angebahnt worden. Ende Oktober 2009 konnte der OUT e.V. in einem vielbeachteten Vortrag im Rahmen des Workshops »Ambient Energy for Ambient Intelligence« am Nürnberger IIS die hiergezeigten Ergebnisse vorstellen.

2.3.5 Filterbettreaktoren/Optischer Sensor zur Charakterisierung von Biofilmen

Dr. Adrian Mahlkow, Dipl.-Ing. Angelika Schlosser,
Dipl.-Ing. René Hegel
Projektlaufzeit: 01.01.2008 – 28.02.2010

Das FuE-Vorhaben ist Bestandteil und Teilprojekt des Kooperationsprojektes »Entwicklung und Monitoring dynamischer Filterbettreaktoren zur Abluftbehandlung«, das gemeinsam mit der GERCID GmbH, der BioSal Anlagenbau GmbH und dem Institut für Neuwertwirtschaft durchgeführt und vom BMWi im Rahmen des PROgramms »Förderung der Erhöhung der INNOvationskompetenz mittelständischer Unternehmen« (PRO INNO II) – Programmteil: Kooperationsprojekte KF – gefördert wird.

Gesamtzielstellung: Zielstellung ist die Entwicklung neuartiger dynamischer Filterbettreaktoren mit multifunktionellen und filtrationsaktiven Trägerstoffen. Diese neuen, speziell aufbereiteten Trägermaterialien optimieren durch eine retardierte Abgabe des Nährmediums nicht nur den Prozess der biologischen Konversion, sondern weisen zusätzlich eine unterstützende Filtrations- bzw. Absorptionswirkung auf.

Zielstellung des Teilprojektes des OUT e.V.: Um insbesondere hinsichtlich der Entwicklung und der Lebenszyklen des trägerfixierten Biofilms aus dem entwickelten Filterbettreaktoren aus einer »Black Box« ein transparentes, steuerbares System zu machen, wird ein preiswertes, optisches Monitoringsystem auf Basis modifizierter Hochleistungsleuchtdioden entwickelt, das auch im Hinblick auf weitere industrielle Bio-konversionsprozesse großes innovatives Potenzial besitzt. Es beinhaltet:

- Fluoreszenzmessungen an Reinstoffen und an Realproben.
- Entwicklung und Realisierung eines Labormusters für einen Sensor mit optischen, elektronischen und energieautarken Fragestellungen.
- Labormessungen mit funktionierenden Labormustern an Laborreaktoren.
- Fragestellungen der Selbstvernetzung von Sensoren bei erreichter Energieautarkie.

Ergebnisse:

- Charakterisierung aller optisch relevanten Materialien zur Vermeidung von Störeffekten.
- Charakterisierung von Fluoreszenzen als Modellfluoreszenz-Material auch in kleinen Konzentrationen.
- Charakterisierung von Biofilmproben der Projektpartner.
- Identifizieren eines Sensor-Detektor-Wellenlängenfensters für die Detektion der Fluoreszenz ungestört vom Biofilmtträger und von anderen optischen Komponenten.
- Aufbau eines optischen Sensor, der biologische Aktivität erfassen kann.
- Nachweis der Linearität des Sensors über fast eine Größenordnung.

- Vorbereitung auf eine energetische Autarkie.
- Vorbereitung auf eine Funkanbindung des Sensors.
- Nachweis der Langzeitstabilität aller relevanten Komponenten.

Anwendungsmöglichkeiten: Im Ergebnis der Arbeiten zum Vorhaben entsteht der Prototyp eines neuartigen dynamischen Filterbettreaktors mit multifunktionellen und filtrationsaktiven Trägerstoffen sowie ein neuartiger optischer Sensor, der erstmals ein zerstörungsfreies Monitoring der Entwicklung und Maturation des Biofilms an definierten Orten des Reaktors ermöglicht. Damit wird aus der bisherigen »BLACK BOX« (Abluftfilter bzw. Abluftbiobee) ein transparentes, steuerbares System. Die neuen, speziell aufbereiteten Trägermaterialien optimieren durch eine retardierte Abgabe des Nährmediums nicht nur den Prozess der biologischen Konversion, sondern weisen zusätzlich eine unterstützende Filtrations- bzw. Absorptionswirkung auf.

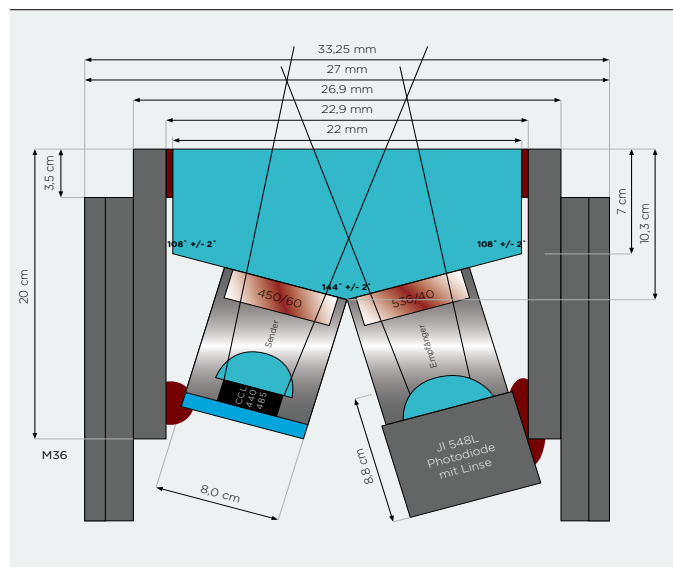


Abb. 33: Schnittzeichnung des Sensors

2.3.6 IR-Thermometer/Sensormodul-Elektronik und Anwendersoftware

Dipl.-Ing. René Lüdecke, Dipl.-Ing. Ronald Müller
 Projektlaufzeit: 0.04.2008 – 30.04.2010

Das FuE-Vorhaben ist Bestandteil und Teilprojekt des Kooperationsprojektes »Entwicklung eigensicherer bildgebender Infrarotthermometer«, das gemeinsam mit der Optris GmbH und der ecom engineering GmbH durchgeführt und vom BMWi im Rahmen des PROgramms »Förderung der Erhöhung der INNOvationskompetenz mittelständischer Unternehmen« (PRO INNO II) – Programmteil: Kooperationsprojekte KF – gefördert wird.

Gesamtzielstellung: Ziel des Projektes ist die Entwicklung von auf Si-Bolometern – FPA (Focal Plane Arrays, 160x120 Pixel) und auf innovativen Prinzipien beruhenden radiometrischen Infrarotkameras (Wärmebildgeräte zum Zweck der berührungslosen Temperaturmessung) in vier verschiedenen Varianten:

1. Eigensicheres Handgerät.
2. Nicht eigensicheres Handgerät.
3. Stationäres Bildgerät für Industrieanwendungen.
4. Stationäre Zeilenkamera für Industrieanwendungen.

Alle Varianten werden im Prinzip das gleiche Sensormodul (Optikblock + Sensorelektronik) enthalten, das als Schnittstelle über USB 2.0 verfügt und auch aus dieser gespeist wird. Stationäre Varianten (im Metallgehäuse) werden jeweils mit PCs verbunden betrieben, die portablen Varianten (Handgeräte in Kunststoffgehäusen) mit einem integrierten PDA. Abbildung 36 zeigt stellvertretend für alle Varianten das Blockbild des zu entwickelnden nicht eigensicheren Handgerätes.

Im Rahmen des Projekts entstehen drei Gehäuse:

- Industrietaugliches Metallgehäuse ca. 40 x 40 x 40 mm³ für die beiden stationären Varianten, an dem die Optik und bei der Zeilenkamera zusätzlich der Spiegelvorsatz angeschraubt wird/werden.
- Eigensicheres Kunststoffgehäuse für eigensicheres Handgerät (ECOM).
- Kunststoffgehäuse für die nicht eigensichere Optris-Version des Handgeräts.

Zielstellung des OUT e.V.-Teilprojektes:

- Schaltungsentwicklung.
- Sensormodulelektronik inklusive Evaluierungsmessungen.
- Laseransteuerung und Videokameraelektronik.
- Prüfmittlelektronik.
- Softwareentwicklung.
- Mikroprogramme zur Taktregimeerzeugung und USB 2.0 Anbindung des Sensormoduls.
- Anwendersoftware für PC und PDA.
- Implementierung der Rechenalgorithmen.
- Menüsteuerung.
- Schnelle USB 2.0 Datenübernahme.
- Prüf-, Abgleich- und Justagesoftware (Ziel: automatische Kalibrierung).

Die Spannungsversorgung der Elektronik sollte ausschließlich über USB, d.h. ohne zusätzliches externes Netzteil erfolgen.

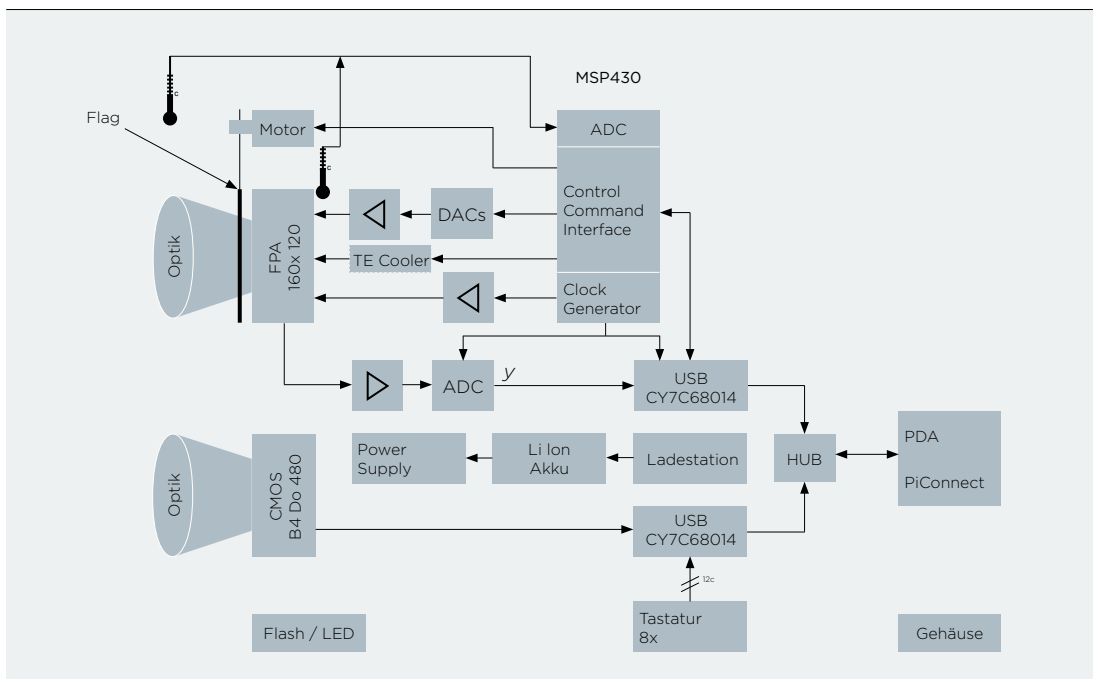


Abb. 34: Blockbild des zu entwickelnden nicht eigensicheren Handgerätes

Zwischenergebnisse:

Dateneinzug – Softwaremodul

- Bildfrequenz = 100 Hz wurde nachgewiesen.
- Die Anbindung via USB 2.0 ist realisiert.
- Die Demonstration des Video Device Modus (Explorer) ist erfolgt.

Shutter Motoransteuerung und BIAS-Spannung Setzbarkeit

- Die Softwaresteuerung des Shutterflags funktioniert.
- Die Abhängigkeit von Verstärkung, Dynamikbereich, Offset und Rauschen von den Bias-Spannungen VFID und VSkim wurde umfassend untersucht und in die Kalibriersoftware eingebracht.

Der Messtemperaturbereich von -50 °C bis 900 °C wurde in Form von drei Teilbereichen realisiert, für die jeweils ein BIAS-Spannungssatz zur Anwendung kommt.

Zum Betrieb der Kamera ist ein extra Netzteil nicht notwendig, weil alle Versorgungsspannung aus 500 mA / 5 V (USB) generiert werden. Messpausen, die durch das Schließen des Flags besonders während des Aufheizvorgangs entstehen, sind nur 350 ms lang.

Da USB-IR- Kameras die ab Windows XP bereits im Betriebssystem integrierten Standard USB video class bzw. HID-Treiber verwenden, entfällt jegliche Treiberinstallation. Die einzelpixelbezogene Echtzeitkorrektur der Videodaten und Temperaturberechnung findet im PC statt.

Die für 20.000 Sensorpixel hervorragende Bildqualität erreicht man durch einen aufwändigen softwarebasierten Rendering-Algorithmus, der Temperaturfelder im VGA-Format berechnet. Die Anwendersoftware zeichnet sich durch hohe Flexibilität und Portabilität aus. Neben den für Thermografie-Softwarepakete zum Standard gehörenden Funktionalitäten wie: gemischten skalierbaren Farbpaletten, zahlreichen Daten und Wärmebildexportfunktionen, zur Unterstützung von Reporten und offline-Analysen, horizontalen bzw. vertikalen Liniendarstellungen, beliebig vielen Messfeldern mit separaten Alarm-Optionen, auf Referenzbildern basierenden Differenzvideodarstellungen bietet die Software einen Layout-Mode, der unterschiedlichste Darstellungsmodi speichert und restauriert. Ein Videoeditor ermöglicht die Bearbeitung der radiometrischen AVI-Files. Solche Files können mit der mehrfach parallel nutzbaren Software auch offline analysiert werden.

Zu den Videoaufnahmemodi gehören intermittierende Betriebsarten, die die Aufnahme langsamer thermischer Vorgänge und deren schnelle Betrachtung gestatten.

Anwendungsmöglichkeiten: Mit Abmessungen von 45 mm x 45 mm x 62 mm und einem Gewicht von 250 g lässt sich die Infrarotkamera problemlos auch unter beengten Platzverhältnissen montieren und ist damit auch ideal in Maschinen

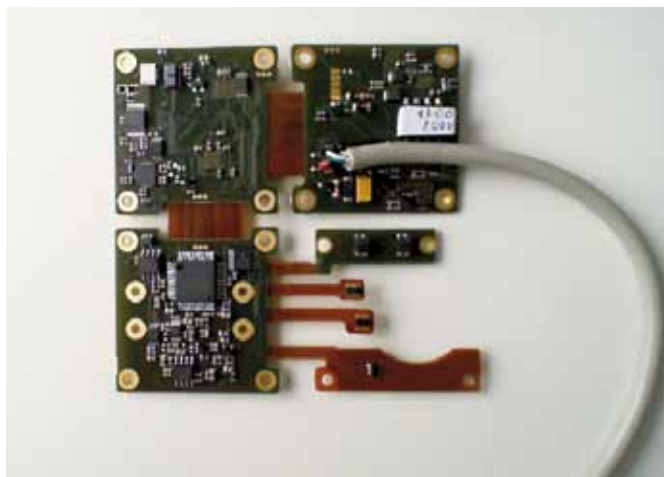


Abb. 35) Die Elektronik wurde als Starrflex-Platine ausgeführt, zu einem Würfel gefaltet nimmt sie in der Kamera weniger als 40 x 40 x 40 mm³ Platz in Anspruch

und Teststationen integrierbar. Sie ist ein voll radiometrisch messendes Infrarotkamarasystem zur Erfassung und Darstellung von Temperaturbildern und Temperaturprofilen eines zu beobachtenden Objektes in Forschung, Entwicklung und in der Prozesskontrolle. Das integrierte USB 2.0-Interface ermöglicht Echtzeit-Thermographie mit 100 Bildern pro Sekunde. Eine Erkennung von Hotspots im Ablauf schneller Prozesse ist deshalb möglich. Umschaltbare Messbereiche von -20...100 °C, 0...250 °C und optional 120...900 °C ermöglichen eine optimale Anpassung an die Messaufgabe. Sie ist problemlos im Medizingeräte- und Apparatebau integrierbar.

Ein wichtiges Anwendungsfeld ist der Einbau in Thermoformmaschinen und Verpackungsanlagen. Man kann mit der Kamera aber auch das thermische Verhalten von elektronischen Leiterplatten beim Funktionstest untersuchen oder in der Automobilzulieferindustrie neue Erkenntnisse zu dynamischen Prozessen an mechanischen Komponenten des Bremssystems oder der Kraftübertragung gewinnen. Bei der der Produktion von LCD-Flachbildschirmen kann die Produkthomogenität über große Flächen erfasst werden.

Im Produktionsprozess von Solarmodulen wird beim Verbinden von Einzelzellen durch das String-Löten eine schonende Behandlung der Zellen verlangt. Gleichzeitig soll aber der Prozess in möglichst hoher Geschwindigkeit ablaufen. Deshalb ist eine Optimierung des Wärmeeintrages sowohl beim Induktionslöten, Heissluftlöten als auch beim modernen Laserlöten nötig. Dies kann mit der neuen miniaturisierten Infrarotkamera erreicht werden.

2.3.7 LED Kalibriernormale, Entwicklung von Basistechnologien

Dr. Adrian Mahlkow, Dipl.-Ing. Jürgen Preißler, Dirk Nickel
Projektlaufzeit: 01.07.2008 – 30.06.2010

Das FuE-Vorhaben ist Bestandteil und Teilprojekt des Kooperationsprojektes »LED-Kalibriernormale«, das gemeinsam mit der Instruments Systems GmbH durchgeführt und vom BMWi im Rahmen des PROgramms »Förderung der Erhöhung der INNOvationskompetenz mittelständischer Unternehmen« (PRO INNO II) – Programmteil: Kooperationsprojekte KF – gefördert wird.

Gesamtzielstellung: Im Rahmen des Kooperationsprojekts sollen die Grundlagen geschaffen werden, um Kalibriernormale in der Größenordnung 1000 Lumen auf LED-Basis entwickeln zu können, die eine Leistungskonstanz von besser 0,1 % über einen Rekalibrierzyklus von einem Jahr und eine Einschaltverzögerung von weniger als eine Minute erreichen können.

LEDs bieten bei sehr kompakter Bauform Licht und Strahlung über einen weiten Spektralbereich von 300 bis 1400 nm. Die Strahlungsleistungen einzelner Bauelemente liegen wellenlängenabhängig zwischen 10 bis zu 1000 mW bei Wirkungsgraden zwischen 1 und 30 %. Die abgegebene Strahlung ist oligochromatisch, d. h. die Gefahr störender Interferenzen ist durch fehlende Monochromasie und Kohärenz nicht gegeben. Die abgegebene Licht- bzw. Strahlungsmenge ist zumeist über mehrere Dekaden linear vom Flusstrom und im technisch relevanten Bereich nahezu linear von der Temperatur abhängig. Die zeitliche Veränderung beschränkt sich bei den meisten LEDs auf eine Degradation des Wirkungsgrads, die spektralen Eigenschaften sind sehr konstant. Dieses für alle anwendbaren LED-Technologien zu verifizieren und quantifizieren, ist die wichtigste wissenschaftliche Zielstellung. Die Realisierung geeigneter Randbedingungen für den optimalen Betrieb der LEDs – auch bei unterschiedlichen Technologien zwischen 300 und 1400 nm – erfordern ein tieferes Verständnis der Degradation von LEDs mit physikalischer Modellbildung und komplexer Regeltechnik für die Parameter Temperatur und Strom.

Nach einer für die verschiedenen Technologien typischen Einbrennzeit von einigen bis einigen hundert Betriebsstunden können zeitliche Stabilitäten z. B. im nahen Infrarot von kleiner 5 ppm/Stunde erreicht werden. Bei thermisch stabilen Randbedingungen wird mit LEDs innerhalb weniger Sekunden ein stabiler Betrieb erreicht. Mit diesen Eigenschaften sind Kalibriernormale auf der Basis von LEDs möglich, die Lichtströme bis in den Bereich von 1000 Lumen (bzw. 1000 mW) bei Betriebsbereitszeiten unter einer Minute und Rekalibrierzyklen von vielen tausend Betriebsstunden möglich machen.

Zielstellung des OUT e.V.-Teilprojektes: Das Teilprojekt beinhaltet die Erarbeitung aller notwendigen wissenschaftlichen Parameter zur Charakterisierung der benötigten Lichtquellen, der LED-Bauelemente und deren temperatur- und stromsta-

bilien Ansteuerung auf entsprechend dem aktuellen Stand der Technik kleinstmöglichem Raum:

- Auswahl geeigneter Hochleistungs-LEDs und deren ausführliche Charakterisierung.
- Stabilisierung des LED-Bauelementes und der Strommeselektronik in Bezug auf Temperatur- und Stromkonstanz.
- Optimierung der Hausung zur Gewährleistung konstanter Transmissions- und Absorptionswerte sowie von Gas- und Wasserdichtigkeit.
- Sicherstellung der ESD-Festigkeit auf Kontakt- und Luftentladung.
- Nachweis der Langzeitstabilität der Einheit »LED/Elektronik« und deren Vorteile gegenüber dem Einsatz von Halogenlampen bei Referenzanwendungen.
- Winkel- und zeitaufgelöste Charakterisierung aller zugänglichen optischen, optoelektronischen und elektrischen Parameter eines Labormusters

Anwendungsmöglichkeiten: Es entstehen Labormuster von Kalibriernormalen mit spezifischen technischen Funktionalitäten. Diese sollen die wissenschaftliche, technische und wirtschaftliche Realisierbarkeit eines möglichen Produkts demonstrieren können und Aussagen über mögliche Probleme bei der zukünftigen Entwicklung von Serienprodukten ermöglichen. Die Labormuster sollen eine so hohe Integration und Funktionalität aufweisen, um in der Lage zu sein, in der Betrachtung mit handelsüblichen und real angewandten Technologien einen direkten Vergleich aufstellen zu können. Die angestrebten technischen Funktionalitäten müssen so weit umgesetzt werden, dass ein Anschluss an nationale Normale der Physikalisch Technischen Bundesanstalt (PTB) in Form neuer technologischer LED-Umsetzung möglich und praktikabel ist.

2.3.8 Entwicklung des Sicherheitsmonitors und Gesamtsystemintegration

Dr. Gerd Arnold, Dr. Henning Dittmann,
Dipl.-Ing. Kurt Szuszinski, Ing. Horst Havemann
(Projektlaufzeit: 01.01.2009 – 30.04.2011)

Das FuE-Vorhaben ist Bestandteil und Teilprojekt des Verbundprojektes »Integrierter Sicherheitsmonitor zur Personenkontrolle«, das gemeinsam von den Verbundpartnern (s. u.) durchgeführt und vom BMWi im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) – Modul ZIM-KOOP/VP – gefördert wird.

Verbundpartner sind: Astro- und Feinwerktechnik Adlershof GmbH, Institut für Umwelttechnologien GmbH, IQ Wireless GmbH, STEP Sensortechnik und Elektronik Pockau GmbH, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, IHP GmbH – Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik, Optotransmitter-Umweltschutz-Technologie e.V..

Gesamtzielstellung: Das Gesamtziel des hier vorgeschlagenen Projektes ist die Entwicklung eines integrierten Sicherheitsmonitors, der es erlaubt, gleichzeitig Sprengstoffe wie auch am Körper verborgene Objekte (z. B. Waffen) zu detektieren. Dazu sollen zwei vielversprechende Technologien, die Ionen-Mobilitätsspektroskopie (IMS) und die Terahertz-Millimeter-Wellen (THz/mmW)-Bildgebung eingesetzt werden und zu einem Gesamtsystem integriert werden. Dieses Gesamtsystem soll hinsichtlich seiner Detektionseigenschaften evaluiert werden. Der Sicherheitsmonitor ist als Durchgangsmonteur ausgelegt, wie er bereits von den klassischen Durchgangsportalen mit Metalldetektion bekannt ist. Zur Umsetzung der beiden Bereiche – Auffinden von verdeckten Waffen (metallisch und nichtmetallisch) mit der Fähigkeit, Sprengstoffe zu identifizieren – wird eine Integration von einem empfindlichen Spurendetektor mit THz/mmW-Bildgebung erfolgen.

Die Detektion und Identifizierung von Sprengstoffen soll mit einem Ionen-Mobilitäts-Spektrometer (IMS) erfolgen, Radionuklide werden mit einem energiedispersiven Halbleiterdetektor identifiziert und nachgewiesen. Die Auffindung nichtmetallischer Waffen soll mit einem abbildenden THz/mmW-System in Kombination mit Kameras für den sichtbaren und infraroten Spektralbereich erreicht werden. Mit diesem Konzept wird der Übergang vom sogenannten »single threat« System zu einem »multi threat« System beschritten. Solche Multifunktionssysteme werden in Durchgangssysteme integriert, die ebenfalls über biometrische Erkennungssysteme verfügen können. Das Grundkonzept des integrierten Sicherheitsmonitors besteht in der Integration von hochempfindlicher Sprengstoffdetektion mittels IMS und bildgebender Detektion von Waffen und ähnlichem mittels THz/mmW-Strahlung. Hinzu kommen ein Radionuklid-Detektor und Kameras für den sichtbaren (VIS) und infraroten (IR) Spektralbereich. Das zu Grunde liegende Sicherheitskonzept bzw. der Sicherheitsprozess sieht folgendermaßen aus.

Zielstellung des OUT e.V.-Teilprojektes: Ziel ist die Entwicklung eines angepassten modularen Sicherheitsmonitors zur Integration der einzelnen Detektionsverfahren. Die Bereitstellung von Bildverarbeitungs- und Ereignisprozeduren sowie Steuerfunktionen ist vorzusehen. Die Grundfunktionen eines Network-Management-Systems zur Überwachung des Gesamtsystems sind zu implementieren.

Einzelne Sensoren sind in einem komplexen Kontrollportal einzubauen. Schwerpunkt dabei sind neben der aufeinander abgestimmten und justierten Sensorik die Übertragung der Bilder und Detektionsergebnisse zu einer Auswertezentrale. Aufbau und Gestaltung der Auswertezentrale sind entsprechend den Anforderungen zukünftiger Nutzer flexibel zu gestalten.

Zwischenergebnisse: Der OUT e.V. war verantwortlich für den Systementwurf des Sicherheitsmonitors. Dieser besteht aus zwei großen Teilsystemen. Ausgehend von den physikalisch-technischen Anforderungen der erforderlichen Messtechnik sind die beiden Teilsysteme in einem bestimmten Abstand voneinander angeordnet. Das eine Teilsystem beinhaltet eine spezielle Partikelsammeltechnik und die Gefahrstoffspurenanalytik basierend auf der Ionenmobilitätsspektrometrie, kurz bezeichnet mit IMS-Technologie. Das Kernstück dieses Teilsystems, das so genanntes Tandem-IMS zum Nachweis von Sprengstoffen, ist im IUT entwickelt und aufgebaut worden, ebenso das Partikelsammelsystem. Mit der Integrierung dieser Teilkomponenten in ein Durchgangsportale, die unter der Ägide des OUT e.V. läuft, wurde im Herbst 2009 begonnen.

Das zweite große Teilsystem beinhaltet die TeraHertz-Scanvorrichtung, das ohne jeglichen Körperkontakt herausfindet, ob jemand verdächtige Gegenstände oder Substanzen versteckt am Körper trägt. Das THz-System, bestehend aus Strahler, Spiegelsystem und Empfänger, wird in einer Art Schrank einschließlich der gesamten mechanischen und elektronischen Steuerung vor dem Durchgangsportale aufgestellt. Der Abstand des TeraHertz-Systems vom Durchgangsportale beträgt 3 bis 5 m; er wird durch den Strahlwinkel des THz-Systems bestimmt. Bei der Konzipierung des vorgestellten Systems wurden zwei wesentliche Aspekte berücksichtigt: der technische (praktische Realisierbarkeit, Aufwand) und der menschliche (Schutz der Intimsphäre). Es ist entschieden worden, für den Aufbau des Integrierten Sicherheitsmonitors ein 350 GHz Heterodyn-Sender/Empfänger-System zu verwenden (Wellenlänge 0,85 mm). Die Abtasttechnik im Millimeter-Bereich ist technisch einfacher zu realisieren als die eigentliche THz-Messung über größere Entfernung. Wegen der größeren Wellenlänge ist zwar die Auflösung schlechter und folglich die sich ergebende Abbildung verschwommener, für die Sicherheitskontrolle ist das jedoch immer noch vollkommen ausreichend. Kompakte unter

der Kleidung versteckte Materialien wie Waffen oder Sprengstoffgürtel, als auch sonstige persönliche Gegenstände sind dennoch in Umrissen zu erkennen. Hingegen wird die aktuell häufig kritisierte Darstellung der Nacktheit eines Menschen vermieden, und zwar schon von der Physik her. Es ist nicht möglich, bei der gewählten Frequenz bzw. Wellenlänge so genannte Nacktfotos zu erzielen. Als Sender/Empfänger-System kommt ein 340-360 GHz Transmitter und ein Receiver für den gleichen Frequenzbereich der Firma Virginia Diodes Inc. zum Einsatz. Im DLR wurde ein Goniometer aufgebaut, um die Leistungsparameter des Systems zu untersuchen. Zur Charakterisierung des Systems wurde die Stabilität der Quelle (Sender) als auch des Empfängers einzeln untersucht. Die Stabilität des Gesamtsystems wurde bei Aufbau in Reflexion überprüft.

Die Optik und die automatische Scanvorrichtung für das THz-Teilsystem werden durch die Firma ASTRO entwickelt. Der Primärspiegel ist berechnet und hergestellt, die Konstruktion der Abtastvorrichtung ist fertig gestellt worden.

Parallel zu den Untersuchungen im DLR läuft im IHP Frankfurt/Oder die Entwicklung des 120 GHz Empfängers und des 120 GHz Senders (Wellenlänge 2,5 mm). Der entsprechende Empfängerchip ist bereits hergestellt und arbeitet stabil. Am Sender wird gearbeitet. Diese Entwicklung hat zum Ziel, zukünftig das jetzt zunächst eingesetzte mm-Wellensystem zu ersetzen.

Zur Bestimmung radioaktiven Materials werden zwei unterschiedliche Detektoren eingesetzt, eine »offene« Ionisationskammer zur Erfassung von β -Strahlung und ein Detektor zur nuklidspezifischen Spektroskopie von γ -Strahlung. Die Konzeption ist erstellt, und an der Entwicklung der Detektoren wird gearbeitet. Diese Radionuklid-Detektoren werden im Rahmen des Durchgangsportals installiert, da sie sich aus physikalischen Gründen möglichst nahe an der zu kontrollierenden Person befinden müssen.

Die Überwachungskameras von IQ Wireless können sowohl im Durchgangsportal oder aber auch in gewisser Entfernung von diesem angebracht werden. Die Entscheidung dazu wird getroffen, wenn beide großen Teilsysteme – das THz-System und das Sprengstoffpartikelerfassungssystem – zur Verfügung stehen und vollständig aufgebaut sein werden.

Anwendungsmöglichkeiten: Der Nachweis und die Identifizierung verborgener Objekte und Substanzen sind von herausragender Bedeutung für Sicherheitsinspektionen bei Personen- und Gepäckprüfungen an Flughäfen, in Museen, Botschaften sowie in Einrichtungen des Bundes und Landes in Berlin (z. B. Bundestag) und anderswo. Die Personenkontrolle beschränkt sich bisher vorwiegend auf den Nachweis von metallischen Gegenständen (Waffen, Messer, Schere usw.), die mit Hilfe von Metalldetektoren nachgewiesen werden können,

und der zusätzlichen manuellen Abtastung. Letztere führt zu erheblichen Wartezeiten und einem signifikanten Verlust von Reisekomfort und Mobilität. Nichtmetallische Objekte, die ein hohes Gefährdungspotential haben – wie Plastiksprengstoffe oder Keramikwaffen – können bisher nur schwer oder gar nicht nachgewiesen werden.

Eine Lösung dieses Problems ist ein integrierter Sicherheitsmonitor zur Personenkontrolle. Dabei handelt es sich um ein Multifunktionssystem, das die konventionelle Metalldetektion zum Auffinden von Metallwaffen und -gegenständen mit dem Aufspüren von Sprengstoffe und nichtmetallischen Gegenständen verbindet.

Basierend auf der sehr hohen Empfindlichkeit der Ionen-Mobilitäts-Spektrometrie ist diese ein vielversprechendes Verfahren zum Auffinden und Identifizieren von Sprengstoffen.

Um Menschen auf am Körper verborgene Objekte zu untersuchen, kommen röntgenbasierte Durchleuchtungsmethoden nicht in Frage, da es in Deutschland gemäß der aktuellen Gesetzeslage verboten ist, Personen außer zu medizinischen Zwecken zu bestrahlen. Eine Untersuchung wäre somit nur mit der Zustimmung der Personen möglich. Gegenüber diesen Verfahren besitzt der Einsatz von THz/mmW-Strahlung (ca. 0,1 THz - 10 THz, 3 mm - 30 μ m, 3 cm^{-1} - 300 cm^{-1}) erhebliche Vorteile, da für die Bestrahlung mit diesen Wellen kein Gesundheitsrisiko für den Menschen bzw. Organismen nachgewiesen wurde und weil THz/mmW-Strahlung Kleidung und viele Verpackungsmaterialien (z. B. Plastik, Papier) durchdringt und somit Verborgenes sichtbar gemacht werden kann.

Der Nachweis, ob eine Person eine radioaktive Substanz mit sich führt, gelingt mit einem empfindlichen Strahlungsdetektor, der außerdem eine Identifizierung der mitgeführten Radionuklide ermöglicht. Damit kann ausgeschlossen werden, dass Patienten, die sich einer Strahlentherapie unterziehen müssen, Alarmer verursachen.

Neben IMS und THz/mmW-Scanner wird der integrierte Sicherheitsmonitor mit einer Kamera für den sichtbaren Spektralbereich (VIS-Kamera) und einer Kamera für den Infrarotspektralbereich (IR-Kamera) ausgestattet. Die Bilddaten von THz/mmW-Scanner, VIS- und IR-Kamera werden zu einem Bild fusioniert. Das VIS-Bild dient dabei der allgemeinen Orientierung für das Bedienpersonal des integrierten Sicherheitsmonitors. Mit der IR-Kamera sollen Temperaturanomalien sichtbar gemacht werden.

Angezielte Märkte sind daher im Wesentlichen Personenkontrollen im Bereich erhöhter Sicherheitsanforderungen in der Region Berlin-Brandenburg und darüber hinaus.

2.3.9 Hardwareplattform für DMR-Luftschnittstelle

Dipl.-Ing. Sebastian Liehm, Dipl.-Ing. Peter Lüdders,
Dr. Wolfgang Rehak, Ing. Horst Havemann, Dipl.- Phys. Rainer Wolf
Projektlaufzeit: 01.02.2009 – 31.07.2010

Das FuE-Vorhaben ist Bestandteil und Teilprojekt des Kooperationsprojektes »Entwicklung eines Demonstrators für den professionellen Betriebsfunk auf Basis digitaler Funktechnik«, das gemeinsam mit der Sycoc GmbH, der RADIODATA GmbH und der HTW Berlin durchgeführt und vom BMWi im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) – Modul ZIM-KOOP/KF – gefördert wird.

Gesamtzielstellung: Das Vorhaben umfasst die Entwicklung eines Demonstrators einer digitalen Funktechnik für den professionellen Mobilfunk auf der Grundlage eines neuen ETSI-Standards für den Einsatz im Umfeld kritischer Infrastrukturen. Es ist das Ziel des Kooperationsprojektes, einen Demonstrator für die genannten Frequenzbereiche zu entwickeln, dessen Funktionalität durch die TS 102 361-1 bis -3 beschrieben ist. Neben Endgeräten gehört zum Demonstrator ein so genannter Repeater, der auch als Funkrelais bezeichnet wird. Die Entwicklung des Demonstrators basiert auf Spezifikationen, deren Erstellung Teil des Projektes ist – die ETSI Dokumente beziehen sich nur auf die Luftschnittstelle.

Zielstellung des OUT e.V.-Teilprojektes: Während die Kooperationspartner FHTW und SYCOC GmbH für Endgeräte und den Repeater verantwortlich zeichnen, bestehen die Anteile der Partner OUT e. V. und Radiodata GmbH in Arbeitspaketen, die Querschnittscharakter besitzen, d. h. sowohl für Endgeräte als auch für Repeater benötigt werden.

Die für einen Demonstrator zu entwickelnde Hardware wird den DMR-Stack (Teilprojekt der Firma RADIODATA GmbH) als integralen Bestandteil beinhalten. Hierzu ist ein Controllerkern mit ausreichender Performanz durch den OUT e.V. zu entwickeln und für die RADIODATA GmbH bereitzustellen.

Des Weiteren muss der OUT e.V. die Ansteuerung des DMR-Endgeräts und des DMR-Repeaters für den digitalen Betrieb dieser Funkgeräte realisieren. Hierzu ist die Entwicklung der Ansteuerung dieser Funkgeräte erforderlich.

Zwischenergebnisse: Das Lastenheft für die Hardwareplattform zum Betrieb der Luftschnittstelle wurde auf Basis der Vorarbeiten der RADIODATA GmbH erstellt und berücksichtigt die Eigenschaften der ausgewählten Basisgeräte »TM81xx« der neuseeländischen Firma »Tait« sowie die Anforderungen bezüglich des DMR-Protokollstacks und der Prüfbarkeit der Hardwareplattform.

Die Hardwareplattform liegt in der ersten Ausführung als bestückte Leiterplatte vor und befindet sich derzeit in der Erprobung. Die Spezifikation der Module für die Realisierung eines Endgeräts und eines Repeaters für den DMR-Demonstrator ist in Absprache mit den Kooperationspartnern erfolgt. Der

Schaltplan für das Optionboard als Hardwareplattform für die DMR-Luftschnittstelle ist auf der Basis der Anforderungen und der definierten Schnittstellen erstellt worden. Die aktuelle Ausführung beinhaltet zusätzliche Schaltungselemente, die die Erprobung der enthaltenen komplexen, hochintegrierten Bauelemente und die Prüfbarkeit der Komponenten bei der weiteren Entwicklung ermöglichen oder wesentlich erleichtern. Der Schaltplan ist in ein erstes Leiterplattenlayout umgesetzt worden. Die entworfene Leiterplatte liegt in einigen Mustereemplaren, schon maschinell bestückt, vor.

Derzeit wird die bislang entstandene, aber noch unvollständige DMR-Software auf das TOB portiert. Damit können schon erste Tests in simulierter Umgebung gefahren werden.

Anwendungsmöglichkeiten: Mit einem eigenen digitalen Funknetz ist ein Betreiber kritischer Infrastruktur kommunikationstechnisch autark, d. h. unabhängig von öffentlichen Netzen, und frei in der Gestaltung des Netzes im Hinblick auf Sicherheit und Verfügbarkeit. Insbesondere muss man bei einem solchen Funknetz nicht die Zugriffs- und Kapazitätsprobleme öffentlicher Netze fürchten, wie sie z. B. dort regelmäßig im Gefolge von Krisensituationen entstehen.

Zu den großen Vorteilen der DMR Technologie zählen die verbesserte Sprachqualität, die höhere Reichweite und die Paketdatenübertragung, um nur einige zu nennen. Die DMR Spezifikation ermöglicht die Entwicklung kostengünstiger digitaler Funksysteme und Endgeräte mit dem Ziel, existierende analoge Technik im professionellen Mobilfunk zu ersetzen. Mit der DMR Funktechnik kann erstmalig ein bisher nur analog genutztes Spektrum in den Bereichen um 75 MHz und 150 MHz einer digitalen Nutzung zugeführt werden.

2.3.10 Lichtaktuator

Dr. Stephan Gutschow, StR. Rodrigo Miguez

Projektlaufzeit: 01.05.2009 – 30.04.2012

Das FuE-Vorhaben ist Bestandteil und Teilprojekt des Kooperationsprojektes »Bioaktive LED«, das gemeinsam mit der HFC GmbH Berlin, der ITP GmbH Chemnitz und der Humboldt Universität zu Berlin durchgeführt und vom BMWi im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) – Modul ZIM-KOOP/KF – gefördert wird.

Gesamtzielstellung: Ziel des auf drei Jahre konzipierten Forschungsvorhabens ist die Entwicklung individuell adaptierbarer lichttherapeutischer Funktionsbekleidung. Die Wirksamkeit der Lichttherapie soll exemplarisch an zwei Einsatzgebieten erprobt und nachgewiesen werden. Das erste Einsatzgebiet betrifft die Steigerung der Konzentrationsfähigkeit und die Reduzierung der Stressbelastung.

Das zweite Einsatzgebiet ist die Schmerztherapie bei chronischen Schmerzen. Eine Therapie, die ihre Wirkung indirekt über psychischen Einfluss bewirkt, ist oft die einzig verbleibende Möglichkeit, da medikamentöse Behandlung oft mit Nebenwirkungen verbunden ist. Exemplarisch soll die Wirksamkeit an Patienten mit chronisch lumbalen Rückenschmerzen erprobt werden.

Für beide Anwendungsfälle soll eine geeignete Funktionsbekleidung entwickelt werden, in die die Leuchtquellen integriert sind. Als Leuchtquellen werden ausschließlich Leuchtdioden mit definierten Spektren, definierter Leuchtdichte sowie Eignung zur Anwendung im Textilbereich herangezogen. Die Art der Funktionsbekleidung steht dabei bei Beginn des Forschungsvorhabens noch nicht fest. Angedacht sind beispielsweise Kappen, die Leuchtquellen beinhalten mit direkter oder indirekter Wahrnehmbarkeit. Angedacht sind weiterhin Hemden, Gürtel oder Bänder, die direkt auf der Haut getragen werden können. Die genaue Spezifikation ist Gegenstand des Forschungsvorhabens. Neben der Art der Funktionskleidung werden im Forschungsvorhaben auch Fragen des Tragekomforts, der Robustheit oder Waschbarkeit untersucht werden. Der therapeutische Erfolg und damit das Potenzial der späteren Vermarktung hängen entscheidend von der Individualisierbarkeit und der Adaption an Umgebungsparameter ab. Es sind deshalb Patienten- und Anwenderversuche notwendig, in denen Parameter der Lichtapplikation (Ort, Dauer, Applikationszeitpunkt) und der Lichtquellen (Farbe, Leuchtdichte) variiert werden. Ziel ist es, die zu der jeweiligen Anwendung und passend zum jeweiligen Patiententyp geeignete Konfiguration zu entwickeln, um später eine individuell zugeschnittene Therapie zu ermöglichen.

Der Arbeitsplan gliedert sich in folgende Hauptarbeitspakete:

AP 1: Konzeptbildung, Methodenentwicklung.

AP 2: Versuche Parameter Aufmerksamkeitssteigerung.

AP 3: Versuche Parameter Schmerztherapie.

AP 4: Vorentwicklung Funktionsbekleidung.

AP 5: Funktionstest mit Patienten/Probanden.

AP 6: Entwicklung Labormuster Aufmerksamkeitssteigerung.

AP 7: Entwicklung Labormuster Schmerztherapie.

AP 8: Erprobung Labormuster.

Zielstellung des OUT e.V.-Teilprojektes: Der OUT e. V. übernimmt die LED-Auswahl und Ansteuerung sowie die physiologische Untersuchung der Wirkung auf den Schmerz und ist an der Bearbeitung der Hauptarbeitspakete 1, 3, 4, 5, 6 und 8 beteiligt.

Anwendungsmöglichkeiten: Die FuE-Ergebnisse werden bei der Steigerung der Konzentrationsfähigkeit und der Reduzierung der Stressbelastung sowie bei der Schmerztherapie angewendet. Mögliche Kunden kommen aus dem Bereich von Berufsgruppen mit stereotypen andauernden mentalen Belastungen, wie man es beispielsweise bei Mitarbeitern im Fluglotsendienst, in Callcentern oder bei Berufskraftfahren vorfinden kann. Ein anderer Kundenbereich sind Schüler, Studenten oder andere Lernende. Die Therapie könnte hier ein Ersatz für heute schon häufig verwendete pharmazeutische Hilfsmittel zur Steigerung der Konzentrationsfähigkeit mit ihren bekannten negativen Nebenwirkungen – insbesondere bei andauernder Einnahme – sein. Aber auch im sportlichen Freizeit- und Leistungsbereich ist die Verbesserung von Parametern, die die körperliche Leistungsfähigkeit limitieren von Bedeutung. Im Motorsport sind Konzentrationsfähigkeit wie auch gute konditionelle Fähigkeiten (Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit) und eine entsprechend schnelle Regeneration nach der Belastung erforderlich.

2.3.11 Entwicklung eines Varianten- und Sprachenmanagement für CENARIO hub

Dipl.-Mathem. Wolfram Schober

Projektlaufzeit: 01.10.2009 – 31.08.2011

Das FuE-Vorhaben ist Bestandteil und Teilprojekt des Kooperationsprojektes »Entwicklung einer Softwaresuite namens CENARIO® hub für das professionelle Management von Information und Kommunikation in Krisenlagen«, das gemeinsam mit der Lohse + Schilling GmbH Leun durchgeführt und vom BMWi im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) – Modul ZIM-KOOP/KF – gefördert wird.

Gesamtzielstellung: Das Krisenmanagement deutscher Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) ist besonders durch seine föderale Struktur geprägt. Der aktuelle Handlungsdruck in den Ländern, Kreisen und Kommunen hat zu eigenen unterschiedlichen Lösungen geführt; die unterschiedlich leistungsfähig sind; die IT-gestützte kooperative Krisenbewältigung ist daher erheblich verbesserungsbedürftig. Die Lösung dieser Herausforderung erfolgt durch eine modular aufgebaute Krisenmanagement-Softwaresuite namens CENARIO® hub. Dabei handelt es sich um einzelne, aufeinander abgestimmte Softwaremodule, die das unterschiedliche Anwendungs- und Anforderungsspektrum von Krisenstäben in BOS-Behörden und des Non-Government-Bereiches abdecken. Die Softwaresuite soll aus zueinander kompatiblen, ergänzungsfähigen Modulen aufgebaut sein und mehrsprachig ausgeführt werden. Sie soll insbesondere ein nahtloses kooperierendes Arbeiten von verschiedenen Organisationen ermöglichen.

Die Module und das Gesamtprodukt sollen ein vollständig webbasiertes Arbeiten in Krisenstäben möglich machen. Die künftigen Kunden sollen nicht durch erforderliche Softwareinstallationen und Administrationsarbeiten belastet werden. Damit einher soll die »Nutzung ohne Grenzen« gehen, welche die Lösung insbesondere auch für ausländische Kunden und international operierende Unternehmen interessant machen wird.

Zielstellung des OUT e.V.-Teilprojektes: Das Variantenmanagement ist das zentrale Modul, welches die Vielzahl von Konfigurationsmöglichkeiten in Bezug auf Zielgruppen, Sprache, Skinning der Userinterfaces, Schnittstellen von und zu Fremdsystemen und Datenbanken sicherstellt. Es soll flexibel alle sinnvoll möglichen Nutzungsvarianten bei der Installation von CENARIO® hub ermöglichen und stets erweiterbar sein. Ein Sprachen-Manager soll als übergeordnete Instanz der unterschiedlichen Systematik von Sprachen gerecht werden. Dabei sollen Problemstellungen, die in der unterschiedlichen Systematik, Bedeutung, Symbolik, Phonetik und Computernutzung von Sprachen liegen untersucht werden. Die zu entwickelnde Software soll den Zeichensatz UTF8 unterstützen und sich an der Norm ISO 639 orientieren. Zunächst sind die Sprachen Deutsch, Englisch, Chinesisch vorgesehen. Jede Sprache

soll eine eigene GUI erhalten. Der Sprachen-Manager stellt seinen Service dem Varianten-Management zur Verfügung.

Zwischenergebnisse: Gegenwärtig wird intensiv am Systementwurf für Varianten- und Sprachen-Management für CENARIO® hub gearbeitet.

Anwendungsmöglichkeiten: Das Ziel besteht in der Entwicklung einer Softwaresuite, die es erlaubt, sowohl kleine Krisenstäbe (reine Protokollierung) von Kommunen als auch komplexe Lagezentren (Katastrophen- oder Polizeilagen mit Lagebilddarstellung, Schadenskonten etc.) bei ihrer Hauptaufgabe, der Krisenbewältigung, zu unterstützen. Das neue Produkt adressiert die folgenden Zielmärkte: Polizei, Feuerwehr, Katastrophenschutz, Großunternehmen (Multinationale Konzerne, Betreiber kritischer Infrastrukturen, Unternehmen mit Gefährdungspotential, z. B. Chemische Industrie).

2.3.12 Entwicklung von Methoden und Verfahren zur Objektklassifikation

Dipl.-Ing. Peter Lüdders, Dipl.-Ing. Kai-Uwe Niemann
(Projektlaufzeit: 01.10.2009 – 31.12.2011)

Das FuE-Vorhaben ist Bestandteil und Teilprojekt des Kooperationsprojektes »Entwicklung von Verfahren für eine klassifizierende Fahrgastzählung (TOPCLASS)«, das gemeinsam mit der iris-GmbH Berlin durchgeführt und vom BMWi im Rahmen des Zentra-len Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) – Modul ZIM-KOOP/KF – gefördert wird.

Gesamtzielstellung: Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Fahrgast- bzw. Personenzählsensors, der eine klassifizierende Personenzählung durchführen kann. Die Aufgabe besteht darin, sowohl den Fahrgast als auch Objekte – wie beispielsweise Rollstuhl, Kinderwagen, großes Gepäck oder Hund – zu erkennen.

Gleichzeitig sollen verschiedene Merkmale – wie z. B. der Höhe der Personen – erfasst werden, um eine Trennung nach Kindern und Erwachsenen in Bezug auf die Fahrgastzählung zu ermöglichen und damit eine weitere wichtige Klassenbildung einzuführen. Dabei ist eine Technologie zu entwickeln, die eine hohe mechanische und thermische Stabilität gewährleistet.

Es ist u. a. zu untersuchen, welche Wirkung die Mehrfachintegration und deren Verrechnung zu einem Bild auf eine mögliche Verzerrung der Objekte auf Grund der Bewegung hat. Es muss für die Objektzählung und -klassifikation eine absolute Genauigkeit von $\leq 5\%$ erreicht werden.

Es sollen darüber hinaus Aussagen getroffen werden, inwieweit Fehlzuordnungen getroffen und Überlegungen entwickelt werden, wie Fehlzuordnungen zu bewerten sind. Es sind Methoden und Werkzeuge zu entwickeln, die eine Verifikation der Klassifikation ermöglichen.

Zielstellung des OUT e.V.-Teilprojektes: Gegenstand des Projektes ist die Klassifikation von Objekten in einem »Strom von Fahrgästen«.

Im Mittelpunkt des Teilprojektes steht die Erarbeitung einer Verarbeitungspipeline der 3D-TOF-Bilder von der Bildaufnahme bis zur Klassifikation von Fahrgästen und Objekten.

Der Modellansatz bzw. Algorithmus, der gefunden werden soll, muss eine effektive Lösung zur gleichzeitigen Erfassung bzw. Verarbeitung der verschiedenen Objekte und der Fahrgäste ermöglichen. Ein sequentieller Ansatz könnte mit den begrenzten Ressourcen kollidieren und würde Einschränkungen bzgl. der Zielstellung beinhalten.

Die Zuordnung der Aufnahmedaten zu den Modellen ist selbst bei einer dreidimensionalen Repräsentation im Allgemeinen nicht eindeutig. Ob die Modelle wie die zugehörigen Objekte eine dreidimensionale Charakteristik aufweisen, steht nicht von vornherein fest. Der Vorteil der Dreidimensionalität sind eine Objektbeschreibung unabhängig von der Sicht sowie die bessere Skalierbarkeit. Das Modell ist mit Abstimmung der Da-

tenverarbeitungskette von der Aufnahme zu den Modellparametern so zu generieren, dass eine Klassifikation von Objekten möglich ist.

Bei Uneindeutigkeiten der Abbildung von Aufnahmedaten zum Modell bietet sich die Methode Analysis-by-synthesis an: Im ersten Schritt wird die Aufnahme analysiert, und die Modellparameter werden geschätzt. Der zweite im Gegensatz zum ersten eindeutig durchführbare Schritt rechnet das Modell in den ursprünglichen Datenraum zurück.

Der Vergleich der Originaldaten mit den zurückgerechneten Daten kann nun zur Anpassung der Modellparameter beitragen. Gegenüber der direkten Schätzung von Modellparametern aus den Aufnahmedaten ist der Aufwand für die Methode Analysis-by-synthesis im Allgemeinen höher, jedoch sind robustere Ergebnisse zu erwarten.

Für die Klassifikation von Objekten mit verketteten Sensoren sind geeignete Rekonstruktions- oder Schätzungsmethoden zu entwickeln.

Notwendig zur Lösung der Aufgaben sind die parallele Weiterentwicklung von PC-Programmtools mit erweiterter graphischer Oberfläche (GUI), erweiterte Grabbing-Funktionalität für mehrere Sensoren, Visualisierung von mehreren Sensordaten (parallel nebeneinander als auch 3D-fusioniert) und Steuerung aller Sensoren mit einheitlichen bzw. unterschiedlichen Parametern.

Zwischenergebnisse: Gegenwärtig wird intensiv an der Aufnahme von Objekten, die zu klassifizieren sind (Person, Rollstuhl, Kinderwagen, Fahrrad, Koffer, großer Hund), unter realen und Laborbedingungen gearbeitet. Es erfolgte eine erste Analyse und Bewertung der Aufnahmen hinsichtlich der Optimierung des Gesamtsystems.

Darüber hinaus wurde eine erste Datenverarbeitungskette (Pipeline) von der 3D-Aufnahme bis zum Klassifikationsmodul aufgestellt

Anwendungsmöglichkeiten: Hochgenaue Fahrgast- bzw. Personenzählung für den Einsatz in Nahverkehrsfahrzeugen und Gebäuden auf Basis der 3D-TOF-Technologien vor.

2.4 INVESTITIONSPROJEKTE

2.4.1 Ausbau des optischen Labors

Dr. Adrian Mahlkow

Projektlaufzeit: 01.04.2009 – 30.06.2009

Zielstellung: Die Zielstellung der investiven Maßnahme war es, alle in der Bestandsaufnahme aufgedeckten Schwächen und Unsicherheiten bei Messaufgaben des optischen Labors zu reduzieren bzw. zu vermeiden. Dies ist durch insgesamt zehn Einzel-Investitionen erreicht worden. Damit ist bei allen wesentlichen Parametern von LED der Stand der Technik messtechnisch übertroffen.

Auswirkungen auf die Kompetenz des OUT e.V.: Für die Messung an kleinsten Signalquellen im Bereich weniger nW wurde die Streulichtunterdrückung im optischen Labor verbessert. Elektrisches Rauschen bei der Messung von Photoströmen und kleiner Flussspannungen ist durch ein Elektrometer 6517B von Keithley reduziert. Für die Aufnahme von Kennlinien ist die programmierbare Stromquelle 2440 von Keithley angeschafft worden, die mit der Software der Spektrometer zusammen arbeiten kann. Die Genauigkeit der Stromquelle und Messung der Flussspannung übersteigt die bisherige Quelle um über eine Größenordnung. Neu angeschaffte Normale decken den gesamten Spektralbereich ab und erlauben so eine über große Zeiträume reproduzierbare Messung der licht- und strahlungstechnischen Größen. Die Licht- und Strahlstärke sind damit zwischen 200 und 1600 nm an staatliche Normale der NIST angeschlossen.

Sowohl für das neue Labor insgesamt als auch für die Lebensdauermessungen ist eine Klimatisierung und damit Stabilisierung der Umgebungstemperatur auf ein Grad genau entworfen, gebaut und in Betrieb genommen worden. Die neue Laserbearbeitungsstation kann mit einem Kurzpuls laser mechanische Bearbeitungen an nahezu allen festen Materialien durchführen. Die Schnittbreite beträgt 10 µm und die maximale Schnitttiefe 2,5 mm. Ein weiterer Laser wird im Dauerstrichbetrieb auf die Probe gelenkt und kann lokal mit einem Fokus von 50 µm Durchmesser die Temperatur auf über 1200°C erhöhen. Durch Dosierung der Leistung wird hochpräzises Löten ohne thermische Belastung benachbarter Strukturen möglich.

Die durchgeführten Maßnahmen haben es wie geplant ermöglicht, die Messung aller relevanten LED-Parameter auf mindestens den Stand der Technik für LED anzuheben. Damit ist das optische Labor des OUT e.V. messtechnisch in der Lage für jede LED weltweit alle relevanten Parameter zu bestimmen.

2.4.2 Lichtsimulationssoftware incl. eines Rechnersystems

Dr. Adrian Mahlkow

Projektlaufzeit: 01.05.2009 – 31.05.2009

Zielstellung: Der Nutzen einer optischen Simulationssoftware für den OUT e.V. wird anhand der Ausrichtung des Vereines, den aktuellen und potentiellen Projekten deutlich. Vor allem die Gruppe LED bearbeitet Projekte, in welchen mittels Technischer Optik sequentielle Strahlengänge durch optische Systeme berechnet werden, um z.B. Linsen zu konfektionieren oder Sensoren optimal auszuleuchten. Diese (Projekt-) Aufgaben, aber auch jegliche weitere Form der Strahlverfolgung durch optische Systeme und deren Optimierung werden mit der Software LightTools von ORA (Optical Research Associates) abgedeckt. Mit der Software kann die Modellierung, Strahlverfolgung, Analyse und Optimierung von optischen Systemen abgedeckt werden. Weiterhin sind unter anderem Lichtmischung und Fluoreszenzuntersuchungen durchführbar. Das leistungsstarke Rechnersystem mit Intel(R) Xeon(R) CPU W5590 3,33 GHz, 24 GB installiertem Arbeitsspeicher (RAM) und einem 64 Bit-Betriebssystem erlaubt es, auch sehr komplexe Modelle mit mehreren Millionen Strahlen in angemessenen kurzen Zeiträumen zu simulieren und entsprechend aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen. Dadurch wird begünstigt, optische Simulationen in komplexe Projekte einzubinden, in welchen zeitnah Ergebnisse zur Verfügung stehen müssen, die gegebenenfalls sogar den Verlauf eines Projektes beeinflussen können.

Auswirkungen auf die Kompetenz des OUT e.V.:

Die Zielsetzung der Investition in eine Software zur Simulation von Strahlengängen in optischen Systemen inklusive eines Hochleistungsrechners liegt im Ausbau der Kompetenzen sowie forscherschen Kapazitäten des OUT e.V. im Bereich der optischen Simulation sowie in der Erweiterung des Dienstleistungsangebotes.

Das Rechnersystem und die Simulationssoftware LightTools wurden termingerecht und erfolgreich in den Räumen des OUT e.V. in Betrieb genommen. Aufgrund der intuitiven Bedienung der Software war eine schnelle und erfolgreiche Einarbeitung möglich, es wurden bereits erste Projekte (Lichtaktuator, Tageslichtsimulator) und Aufträge (KMU) bearbeitet und vorgestellt.

2.4.3 FTIR-Spektrometer VERTEX

Dipl.-Phys. Rainald Mientus

Projektlaufzeit: 01.05.2009 – 31.12.2009

Zielstellung: Herstellen und Charakterisieren dünner Schichten von Isolatoren, Halbleitern und Metallen sind im Dünnschichtlabor ein wichtiges Forschungsfeld.

Für transparente Dünnschichttransistoren sind die optischen Eigenschaften von Halbleiterschichten mit niedrigen Ladungsträgerkonzentrationen ($< 10^{18} \text{cm}^{-3}$) und möglichst hohen Beweglichkeiten ($> 10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$) zu untersuchen. In diesen Materialien führt die geringe Dichte der freien Ladungsträger dazu, daß die Reflexionen an ihnen nicht wie bei hohen Dichten entarteter Halbleiter im NIR sondern im IR und fernen IR auftreten. In diesem Spektralbereich stand uns bisher kein Spektrometer zur Verfügung.

Der Übergang ins ferne IR wird durch das Vertex 70v (1,25 μm -200 μm) der Fa. Bruker ermöglicht. Es bietet sogar die Möglichkeit (für die Zukunft), durch den Wechsel der Empfängerinheit Untersuchungen bis in den für aktuell besonders interessanten Sub-mm-Bereich (Terahertz-Strahlung) durchzuführen.

Optische Messungen im IR können kombiniert mit elektrischen Messungen Aussagen zu den wirksamen Streumechanismen in den untersuchten Schichten liefern. Sie machen Beweglichkeitsunterschiede innerhalb von Körnern (Mikrokristalliten) in den Schichten und in größeren, über Korngrenzen hinaus, Bereichen meßbar. Dadurch können Streuprozesse gezielt beeinflusst und Ladungsträgerbeweglichkeiten erhöht werden. Das zielt auf die Verbesserung von Parametern von Dünnschichttransistoren, sowie auf eine Senkung des spezifischen Widerstandes von transparenten Kontaktschichten für Photovoltaische Bauelemente und Displays.

Auswirkungen auf die Kompetenz des OUT e.V.:

Die Realisierung des Investitionsvorhabens trägt wesentlich zur Erhöhung der Produktivität der Messleistungen bei gleichzeitiger Verbesserung der Sicherheit der Messdaten und des Messkomforts bei. Wie Abb. 36 anhand eines Reflexionsspektrums einer ITO-Probe zeigt, liefern UV_VIS_NIR Spektrometer Cary 5E (200-3200) nm und NIR-FIR-Spektrometer Vertex 70v im NIR übereinstimmende Meßergebnisse. Das Vertex 70v erlaubt die Fortsetzung der Messung ins IR. Dank der Vakuumausrüstung wird das Spektrum nicht von Absorptionsbanden von H_2O oder CO_2 gestört.

Im OUT liegen weiterhin langjährige Erfahrungen zur Entwicklung von aktiven Empfängerschichten und deren optischer Vergütung für Sensoren im IR-Spektralbereich vor. Empfängererelemente für diesen Wellenlängenbereich elektromagnetischer Strahlung benutzen Bolometerstrukturen. Im OUT werden Schichten erforscht, die industriell in Bolometern für den IR-Bereich einsetzbar sind. Sie eignen sich prinzipiell für den Einsatz in Terahertz-Strahlungsempfängern. Für die weitere

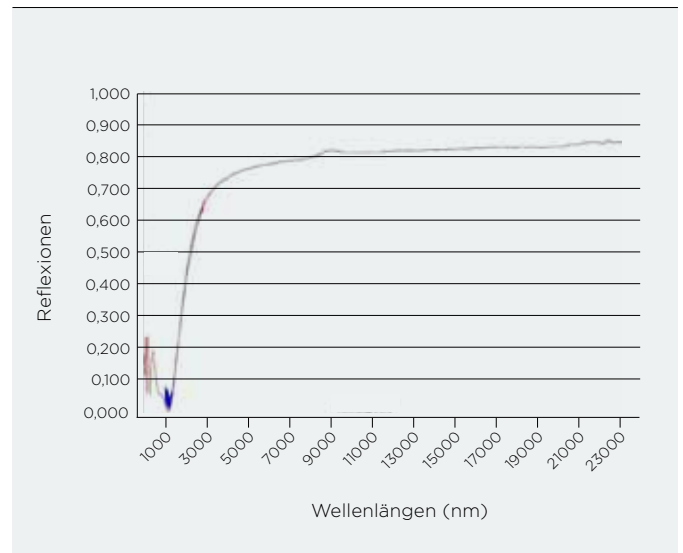


Abb. 36: Reflexionsspektrum ITO 2619 auf Quarz (Rot-Cary 5E, Blau - Vertex 70v)

Forschungsarbeit ist ein Meßgerät in diesem Spektralbereich für den OUT e.V. erforderlich. Durch die matrixartige Anordnung vieler Einzeldetektoren kann eine Bildgebung ermöglicht werden. Im OUT e.V. wurden mehrere Ansätze entwickelt, in Kooperation mit der Industrie auf dem Niveau der Grundlagen- und anwendungsorientierten Forschung Ideen umzusetzen. Über die vom OUT e.V. organisierten Netzwerke ne-sis und TuSec besteht bei diesen Fragestellungen aus dem Bereich der Sicherheitstechnologie großes Interesse.

2.5 FORSCHUNGSPRÄMIE »ZWEI«

Dipl.-Ing. Adelheid Klampfl, Dr. Adrian Malchow, Dipl.-Phys. Rainald Mientus,
Dipl.-Math. Johanna Reck, Dipl.-Ing. René Hegel

Im Rahmen des Programms »ForschungsprämieZwei« wurden vom BMBF (Projektträger: Jülich/Außenstelle Berlin) folgende Projekte gefördert:

Recherche: Entwicklung Sensorik/Trennmembranen; Forschungsbericht

Laufzeit: 05/08 – 09/08, Ergebnis:

- Leitfaden für zukünftige Entwicklungsthemen in den genannten Technologiefeldern im OUT e.V.
- Analyse, Marktdaten, Stand der Technik, Trends für IR-Sensor
- Anwendungen als Biosensor
- Markt und Wettbewerbssituation für polymere Trennmembranen in Deutschland
- Forschungsbericht des OUT e.V. als Jahresrückblick gebunden in Broschürenform

Konzeption: Erweiterung optische Messtechnik für LED/Dünnschicht

Laufzeit: 11/08 – 02/09, Ergebnis:

- Konzeption zur Erweiterung der optischen Messtechnik für FuE von LED und Sputter- und Beschichtungsprozesse
- Raumkonzeption, technische Grundausstattung, Investitionen zur sofortigen Umsetzung in Forschungslabore
- Vorbereitung von Investitionsentscheidungen

Investition: Erweiterungsmodul SE800-50 für Ellipsometer SE 800

Laufzeit: 12/08 – 04/09, Ergebnis:

- Anschaffung des Erweiterungsmoduls SE800-50
- Erweiterung des Spektralbereiches ins Nahe Infrarot (800-2400nm)
- Komplettierung des gesamten Messplatzes Ellipsometer SENresearch SE 850
- Verbesserung der messtechnischen Ausstattung im Fachbereich Dünnschichttechnik des OUT e.V.
- Möglichkeit zur optischen Analyse von Ladungsträgerkonzentrationen

Methodik zu spektroellipsometrischen Dünnschichtanalysen

Laufzeit: 05/09 – 02/10, Ergebnis:

- Analyse repräsentativer Einzelschichten und Schichtfolgen (Isolatoren, Halbleiter und ihre Oxide, TCO, dünne Metalle)
- Untersuchungen zur Wahl geeigneter Substrate, Mathematische Modellierung und Auswertung von Messungen Vergleich mit Literatur und Alternativgeräten
- Strukturierung von Mess-, Auswerte- und Dokumentationsroutinen

Entscheidungsgrundlage opt. Simulationssoftware; Matrix Fehlermanagement

Laufzeit: 05/09 – 12/09, Ergebnis:

- Kaufentscheidung für optische Simulationssoftware Light-Tool, durch: Erarbeitung von Vergleichskriterien
- Erstellen von Referenzmodellen, Bewerten der Vergleichskriterien
- Matrix Fehlermanagement durch: Aufnahme von Fehlerquellen verschiedener Messdaten von elektrischen Parametern für HL-LED, Vorgaben für Prüfprotokolle, Fehlerbeschreibung, Festlegung eines Kalibrierregimes, Erstellen von Arbeitsanweisungen

2.6 NETZWERKPROJEKTE

2.6.1

Optoelektronik in der Biotechnologie (OptoBioNet)

Dr. Henning Dittmann, Dipl.-Ing. Adelheid Klampfl

Projektlaufzeit: Phase I: 01.10.2003 – 30.09.2004; Phase II: 01.10.2004 – 31.07.2006; Phase III: 01.08.2006 – unbefristet.

OptoBioNet wurde in den Phasen I und II im Rahmen des Programms »Netzwerkmanagement-Ost« (NEMO) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert und von der AiF als Projektträger begleitet. Der OUT e.V. ist von den Netzwerkpartnern beauftragt worden, die Managementleistungen zu erbringen.

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 kleinen und mittelständischen Unternehmen aus Berlin und Brandenburg zur Erhöhung der Wirtschafts- und Innovationskraft der Netzwerkpartner durch Bündelung der Fachkompetenzen auf den Technologiefeldern »Optoelektronik« und »Biotechnologie« 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 Ziel- und Aufgabenstellungen stellen im wesentlichen Dienstleistungen für die beteiligten technologieorientierten und FuE treibenden 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 innovativen 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.

In dem Netzwerk werden die Kompetenzen aus über achtzehnjähriger, 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.

Ergebnisse:

- Konzipierung von FuE-Projekten und Kooperationsverbänden bzw. Subnetzwerken sowie Erarbeitung und Einreichung entsprechender Förderanträge.
- Bildung von Kooperationsverbänden zur Realisierung von komplexen FuE-Vorhaben auf der Basis von Förderprojekten.

- Durchführung und Begleitung von FuE-Einzel-, Kooperations- und Verbundprojekten (auch mit externen Partnern).
- Umfassende Beratung und zielgerichtete Unterstützung aller Netzwerkpartner.

Wirkungen und Effekte: Wesentliche wirtschaftliche Effekte sind u. a. die Sicherung des Wachstums der am Netzwerk beteiligten Partner und eine spürbare Erhöhung der Fähigkeit, auf ökologisch optimale Weise innovative optoelektronische und biotechnologische Produkte und Verfahren zu entwickeln und zu vermarkten, Die Arbeit im Netzwerk wird kontinuierlich auf der Grundlage von Eigenfinanzierung (Phase III) fortgesetzt.

2.6.2 Tunnelsicherheit (Tusec)

Dipl.-Mathem. Frieder-Jens Lange, Dr. Wolfgang Rehak,
Dipl.-Ing. Angelika Schlosser

Projektlaufzeit: Phase I: 01.01.2007 – 31.12.2007; Phase II: 01.01.2008 – 31.10.2009; Phase III: 01.11.2009 – unbefristet.
Tusec wurde in Phase I und II im Rahmen des Programms »Netzwerkmanagement-Ost« vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert und von der AiF (bis zum 30.6.2008) und der VDI/VDE-IT GmbH als Projektträger begleitet.

Zielstellung: Verkehrseinrichtungen – speziell Verkehrstunnel – finden sich in den vergangenen Jahren vermehrt in den Schlagzeilen. Als Nadelöhre des Verkehrs sind sie besonders verletzbar, sei es durch Unfälle, Terroranschläge oder andere Ursachen von Katastrophen. Im Zusammenhang mit zum Teil verheerenden Tunnel-Bränden ist z. B. der Verkehr durch die betroffenen Tunnel in die jeweils angrenzenden Regionen derart stark zurückgegangen, dass die wirtschaftlichen Folgen für die betroffenen Regionen ein erhebliches Ausmaß angenommen haben. Deshalb drängen nicht nur die Tunnelnutzer, sondern auch die Verantwortlichen der Länder – wie z. B. Tunnelbetreiber und Versicherungsgesellschaften – auf weitergehende Abhilfe, verlangen wirksame Lösungen zur Prävention und Schadensbegrenzung, zum Schutz von Personen, Material und Gütern. Diese Situation erfordert adäquate Anstrengungen, um technisch ausgereifte Lösungen der Prävention, Steuerung und Schadensbegrenzung anbieten zu können. Im Rahmen des Netzwerkes für Tunnelsicherheit »tusec« (tunnel safety and security network) wird der effiziente Einsatz vorhandener Technologien im Rahmen eines Gesamtkonzeptes gefördert sowie die konsequente Fortentwicklung und das innovative Entstehen neuer Produkte auf Basis existierender und weitergehender Untersuchungen unterstützt.

Strategische Ausrichtung: Die Bildung des Netzwerkes »tusec« will nicht nur einen wesentlichen Beitrag zur Unterstützung der im Netzwerk beteiligten KMU leisten, sondern auch eine wirksame Förderung der Industrieforschung auf dem Gebiet der Sicherheitstechnik auch in den neuen Bundesländern bewirken. Die Erhöhung der Wirtschafts- und Innovationskraft der Netzwerkpartner wurde durch Bündelung der Fachkompetenzen auf dem Feld der Sicherheitstechnik für Straßenverkehrstunnel sowie durch Entwicklung entsprechender Systemkompetenzen, insbesondere durch gezielte Kooperation auf dem Gebiet von Forschung und Entwicklung (FuE) – sowohl innerhalb des Netzwerkes als auch mit externen Partnern – erreicht. Nach erfolgreichem Abschluss der Phase I des Netzwerkes wurde die Phase II mit einigen neuen Netzwerkpartnern fortgeführt. So umfasst das Netzwerk »tusec« derzeit 13 Unternehmungen als ordentliche Netzwerkpartner und fünf assoziierte Partner (ein ausländisches Unternehmen sowie vier wissenschaftliche Institute).

Ergebnisse: Inhaltlich-technologische Schwerpunkte bilden:

- Zuverlässige Prävention und effektive Gefahrenerkennung: Sensordatenfusion und Sensorinnovation, Mobile Sensorik, Beleuchtung, Verhaltensanomalien im Tunnel.
- Sicheres Handeln und hohes Vertrauen: Tunnelverhaltens-training, Enhanced Vision in Schutzausrüstungen, Optische Tunnelgestaltung und Verkehrslenkung.
- Schnelle Schadensbekämpfung und maximale Schadensbegrenzung: Vorhersage von Brandszenarien, Roboter-gesteuerter Löschnebel.

Zukünftige Ergänzungen sind auch durch Teilnahme neuer Netzwerkpartner denkbar. Eine dezidierte Übersicht über die Möglichkeiten und Barrieren, neue Sicherheitstechnik in konkreten deutschen Tunneln einzubauen, wurde erstellt und ausführlich besprochen. Nach Einschätzung der Netzwerkpartner ist hier eher eine mittelfristiger Perspektive realistisch. Damit die Markterschließung für die Netzwerkpartner früher zu Erfolgen führen kann, wurden Untersuchungen eingeleitet auszuloten, inwieweit neue Produkte entweder in privat betriebenen ggf. ausländischen Tunneln ersteingesetzt werden können. Um dies zusätzlich zu unterstützen, wird angestrebt, den Britzer Autobahntunnel in Berlin zu passiven Versuchszwecken zu nutzen. Die zuständige Senatsverwaltung hat ihre grundsätzliche Unterstützung in einem LOI bekundet und zusammen mit dem zuständigen Tunnel-Sicherheitsbeauftragten bereits eine erste Installation von Video- Sensortechnik genehmigt. Im Rahmen der Bildung von FuE-Kooperationsverbänden entsprechend der beschlossenen und erweiterten Netzwerk-konzeption wurden diverse Lösungs- und Projektideen entwickelt und u. a. in konkrete Förderanträge umgesetzt.

- Ein herausragendes erstes Projektergebnis mündete bereits 2007 in einem umfangreichen Verbund-Forschungsantrag im Rahmen der nationalen Sicherheitsforschung des BMBF: Nationaler Forschungsverbundantrag »Schutz von Infrastrukturen – InSiTu« (Innovation für Sicherheit in Tunneln) in 2007.
- Weitere Förderanträge im Sinne der Entwicklung von Systemkompetenz und entsprechender Angebote sind (auch in Kooperationsverbänden) gestellt, in Arbeit oder konkret geplant (Einzel- und Verbundvorhaben, Beispiele):
 - Sensordatenfusion (Antrag in Vorbereitung für 2010)
 - Innovative Tunnelbeleuchtung (aus Kapazitätsgründen onhold)
 - Tunnelkonfigurator und -simulator (06/2008 bewilligt, Projekt läuft)
 - Mobiles Löschen (erforderte eine längere Vorbereitung, geplant für 2010)
 - Wasserstoffsensoren (01/2008 bewilligt, Projekt läuft)
 - Digital Mobile Radio (09/2009 bewilligt, Projekt läuft)

2.6.3 Systeme für integriertes Sicherheitsmonitoring (ne-sis)

Dr. Wolfgang Rehak, Dipl.-Ing. Angelika Schlosser

Wirkungen und Effekte: Auf Basis vertrauensvoller Zusammenarbeit konnten nicht nur gemeinsame Förderprojektanträge erarbeitet werden, sondern es kam auch zu direkten Verbänden zwischen zwei oder mehreren Netzwerkpartner-Unternehmen zu Themen in und außerhalb der Tunnelwelt. Die vom Netzwerkmanagement in erheblichem Umfang wahrgenommenen Repräsentanzen, teilweise mit eigenen Vorträgen, mit Messeständen auf Messen und Kongressen bewirkte eine für das Netzwerk nicht nur deutschlandweite sondern auch internationale Öffentlichkeitswahrnehmung. Hierdurch wurde das Netzwerk auch für Projekte anderer Unternehmen und Institutionen sowie für potenzielle Netzwerkpartner wirksam.

Hier ist besonders zu erwähnen, dass »tusec« durch seine tragfähigen Kontakte unterdessen sogar eingeladenes Mitglied von ITA-COSUF (International Tunnelling and underground space Association – Committee on Operational Safety of Underground Facilities) wurde. Auf dieser Ebene führten Präsentationen und intensive Kontakte dazu, dass »tusec2 außerdem eingeladenes Mitglied in der von der BASt (Bundes-Anstalt für Straßenwesen) geleiteten AG Innovationsplattform »Straßenverkehr« (deutsches Vorbereitungsgremium für nationale und europäische Förderaufrufe) wurde. Hier konnten wesentliche Ansätze der erarbeiteten Netzwerkkonzeption vorgestellt werden. Diese stießen auf erhebliche Aufmerksamkeit und führten dazu, dass viele der daraus abzuleitenden Themenstellungen in die zukünftigen Aufrufe im Rahmen der nationalen und europäischen Förderprogramme eingebracht wurden und werden.

Ausblick: Durch die Konzipierung von bi- und multilateralen Kooperationsverbänden wurden die Voraussetzungen geschaffen, um auch zukünftig eine wirksame Bündelung der Technologiefelder des Netzwerkes – verbunden mit entsprechenden Synergieeffekten – zu gewährleisten.

Durch Nutzung vorhandener FuE-Ergebnisse, Übernahme von Managementaufgaben bei der Durchführung von Verbund- und Einzelprojekten sowie beim Technologietransfer, Initiierung von FuE-Projekten in Forschungseinrichtungen, gezielte Mitwirkung bei Präsentationen sowie bei der Einwerbung von Aufträgen, durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit, kontinuierliche Beratung und Lösung operativer Aufgaben konnte das Netzwerkmanagement die Netzwerkpartner wirksam unterstützen und einen spürbaren Beitrag zur Erhöhung deren Wettbewerbsfähigkeit leisten. Die Arbeit im Netzwerk wird kontinuierlich auf der Grundlage von Eigenfinanzierung (Phase III) fortgesetzt.

Projektlaufzeit: Phase I: 01.09.2004 – 30.06.2005; Phase II: 01.07.2005 – 28.02.2007; Phase III: 01.03.2007 – unbefristet. ne-sis wurde in den Phasen I und II im Rahmen des Programms »Netzwerkmanagement-Ost« (NEMO) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert und von der AiF als Projektträger begleitet. Nach Auslaufen der Förderung wurde diese Kooperation auch unter Einbeziehung weiterer interessierter Unternehmen mittels Eigenfinanzierung durch die Netzwerkpartner fortgesetzt und weiter ausgebaut. Dabei wurde festgelegt, dass die Managementdienstleistungen für das Netzwerk weiter durch die bisherigen Netzwerkmanager, Herrn Dr. Rehak und Frau Schlosser vom OUT e.V., erbracht werden (www.ne-sis.org).

Zielstellung und strategische Ausrichtung des Netzes:

- Erhöhung der Wirtschafts- und Innovationskraft der Unternehmen durch Bündelung der Fachkompetenzen auf den Technologiefeldern »Systeme für integriertes Sicherheitsmonitoring«, durch Entwicklung entsprechender Systemkompetenzen und Synergien sowie durch gemeinsame Erschließung von nationalen und internationalen Märkten.
- Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen.
- Steigerung der Expansionsfähigkeit der Unternehmen in neuen Märkten.
- Aufbau von Informationsnetzwerken und Know-how Zugang zwischen den Unternehmen.
- Organisation eines effizienten Wissensmanagements im Netzwerk.
- Ausbau des Technologietransfers zwischen Unternehmen und Einrichtungen.
- Optimierung der Wertschöpfungskette unter Ausnutzung der Synergien im Netzwerk.

Zusätzlich forciert »ne-sis« mit gemeinsamen Projekten Innovationen und deren Umsetzung zu neuen Standards in den Bereichen Katastrophenschutz, Kriminalitätsvorbeugung und zivile Sicherheit.

Ergebnisse: Neben zahlreichen bi- und multilateralen Projekten zwischen den Netzwerkpartnern, die sowohl in Eigenfinanzierung als auch gefördert – wie z.B. »Verfahren und Vorrichtung zur Detektion von Sprengstoffen und Waffen bei der Personenkontrolle«, »Mobile Kommunikationsinfrastruktur für den Kriseneinsatz«, »Integrierter Sicherheitsmonitor zur Personenkontrolle« – realisiert werden, ist die Realisierung des 2006 ins Leben gerufenen Konzeptes und dessen schrittweise Umsetzung für ein »Europäisches Luftsicherheitszentrum« beim Netzwerkpartner »Flugplatz Schönhagen2 das zur Zeit anspruchsvollste Netzwerkprojekt (www.eascshoenhagen.org). Die Entwicklung erfolgte, wie in Abbildung 37 dargestellt,

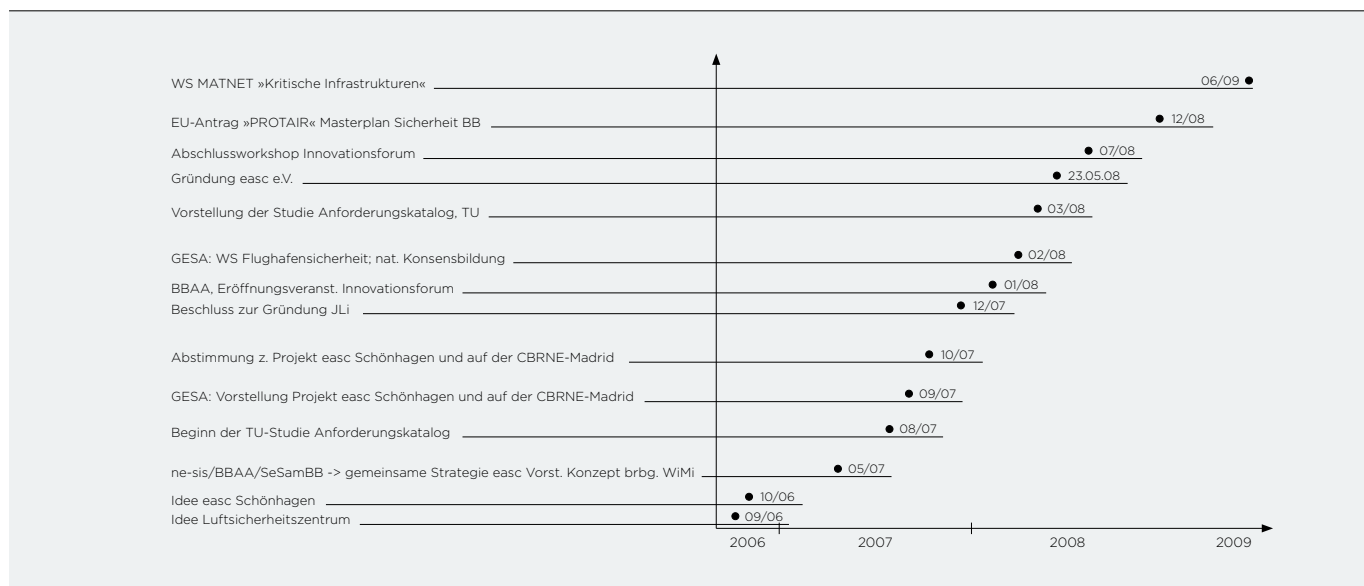


Abb. 37: Entwicklung des Konzeptes »Europäisches Luftsicherheitszentrum«

in kontinuierlichen Schritten. Der gemeinnützige Verein easc Schönhausen e.V. wurde am 23.05.2008 mit Unterstützung durch den OUT e.V. mit dem Ziel gegründet, mittels Unterstützung kompetenter Firmen, Forschungsinstituten, Universitäten und Behörden

- die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zur Erhöhung der Luftsicherheit im nationalen und internationalen Luftverkehr voranzutreiben,
- die Voraussetzungen für den Aufbau eines European Aviation Security Center (easc) am Flughafen Schönhausen zu schaffen und
- die Entwicklung einer Dachmarke »easc« mit dem Anspruch der Innovationsführerschaft im Luftverkehr des 21. Jahrhunderts - hier im Bereich »Aviation Security« (AS) - zu fördern.

Die umfassende Gewährleistung eines sicheren Flugbetriebes ist Primärziel für alle am Luftverkehr Beteiligten. Insbesondere die Bedrohung durch den Terrorismus stellt die Luftverkehrswirtschaft vor erhebliche Herausforderungen. Flugplätze, Luftfahrtunternehmen und Luftsicherheitsbehörden müssen sich auf ständig wechselnde Bedrohungslagen einstellen und Technik sowie Verfahren weiter entwickeln. Zukunftsweisende Ansätze liegen in flexiblen, proaktiven und ganzheitlichen Lösungen, die die gesamte Prozesskette berücksichtigen.

Vor diesem Hintergrund besteht Bedarf an einem herstellerunabhängigen Luftsicherheitszentrum, das für die Betreiber von Flughäfen Testfelder und Zertifizierungslösungen bereitstellt, Bedrohungsszenarien simuliert, geeignete Ausbildungsmodule entwickelt und sich an Forschungsaktivitäten beteiligt.

Gemeinsam können sich die beteiligten Partner stärker im europäischen Umfeld positionieren und an der wachstumsstarken Sicherheitsbranche, speziell im Luftfahrtbereich, partizipieren. Darüber hinaus werden auch Grundlagen erarbeitet, um an Entscheidungsprozessen des Gesetzgebers auf nationaler und europäischer Ebene mitzuwirken.

Wirkungen und Effekte:

Die Mitglieder des easc Schönhausen e.V. einschließlich des OUT e.V. wollen darüber hinaus die Prozesse im Luftverkehr zwischen allen Beteiligten harmonisieren, durch:

- Analysen und Bewertungen der Chancen und Risiken neuer Verfahren bei der Erhöhung der Luftverkehrssicherheit
- die systematische Verbreitung der Informationen über die erzielten Ergebnisse
- den Austausch von Informationen mit Fachleuten und Einrichtungen im In- und Ausland sowie die Durchführung von Veranstaltungen, Tagungen, Symposien, Workshops oder Weiterbildungsmaßnahmen.

Daraus ergibt sich ein Schaufenster und Kompetenzzentrum mit europäischem Charakter, an dem verschiedene Partner mitwirken können. Schwerpunkt ist die Umsetzung ganzheitlicher, wirtschaftsfreundlicher Konzepte, die eine gleichermaßen hohe Akzeptanz bei Luftfahrern, Unternehmen und BOS genießen. Durch intensive nationale, europäische und transatlantische Kooperationen, wie z.B. mit BBAA e.V., BBGA UK, FH Brandenburg, Flughafen Cranfield, Flughafen Schönhausen, Fraunhofer FOCUS, IABGmbH, I.U.T. GmbH, Lion Trade GmbH, Lohse + Schilling GmbH, NCAS, Netzwerk ne-sis, NIE2 - New Hampshire, OUT e.V., Robowatch GmbH, TFH Wildau, TU Berlin, Universität New-Hampshire werden die Ziele schrittweise umgesetzt. Die Arbeit im Netzwerk wird kontinuierlich auf der Grundlage von Eigenfinanzierung (Phase III) fortgesetzt.

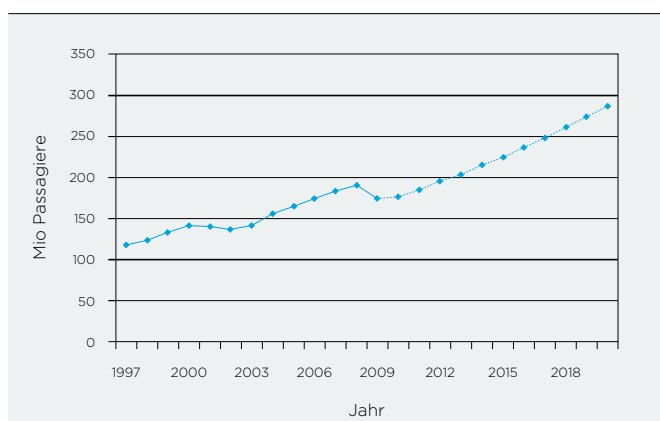


Abb. 38: Entwicklung des Passagieraufkommens bis 2020 (easc-Prognose)

3. KOOPERATIONSPARTNER

Gewerbliche Unternehmen und externe Industrieforschungseinrichtungen

Innovationspark Wuhlheide

- EPIGAP Optoelektronik GmbH,
- GERCID GmbH,
- FEE Berlin/Brandenburg e.V.,
- GESIMAT GmbH,
- GUT Analytik GmbH,
- CrysTec GmbH,
- fm-one management services GmbH,
- OSA Opto Light GmbH,
- HFC GmbH,
- micro resist technology GmbH

WISTA Berlin-Adlershof

- ASTRO GmbH,
- CRYSTAL Photonics GmbH
- Dr. Kieburg GmbH
- Fischer Scientific GmbH
- Gfal e.V.
- IAP e.V.
- IfG – Institut für Gerätebau GmbH
- IAP – Institut für angewandte Photonik
- IQ Wireless GmbH
- IUT GmbH
- SENTECH Instruments GmbH

TGS Berlin-Oberschöneweide

- CryLas GmbH,
- Präzima GmbH,
- infrared & intelligent sensors GmbH
- G.E.R.U.S. mbH
- SAMSUNG - European Research Center
- Umwelttechnik Dr. Bartetzko GmbH
- Silicon Sensor GmbH

Andere Standorte Berlin

- alpha-board GmbH
- ANDUS ELECTRONIC GmbH
- AUCOTEAM GmbH
- BBAA e.V.
- GESA e.V.
- INNOTECH Holztechnologien GmbH
- Poly-An GmbH
- Spreehybrid GmbH
- Swissbit Germany AG
- Yacoub Automatisierungstechnik

Standort Brandenburg

- SeSamBB e.V. (Potsdam)
- EMOTEC AG (Hennigsdorf)
- ATTOMOL GmbH (Lipten)
- Sensys GmbH (Bad Saarow)
- eacs e.V. (Schönhagen)

Standort Alte Bundesländer

- IABG (Ottobrunn)
 - Ing.-Büro Optomet (Oldenburg)
 - Instruments Systems GmbH (München)
 - Signal-Construct GmbH (Niefern-Öschelbronn)
 - Wolf GmbH (Knittlingen)
 - Lohse & Schilling GmbH (Leun)
-

Nichtgewerbliche Einrichtungen

Universitäre und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen:

- Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
- Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH)
- FhG für Angewandte Polymerforschung (FhG-IAP)
- FhG für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (FhG-IZM)
- Hahn-Meitner-Institut (HMI)
- Heinrich-Hertz-Institut (HHI)
- Humboldt-Universität zu Berlin (HUB)
- Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik (PDI)
- Technische Universität Berlin (TUB)
- Universität Potsdam

Beratungs- und Technologietransferinstitutionen

- Arbeitsgemeinschaft Deutscher Technologie- und Gründerzentren (ADT)
- Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V. (FEE)
- Gesellschaft zur Förderung von Wissenschaft und Wirtschaft e.V. (GFEW)
- Technologiestiftung Innovationsagentur Berlin GmbH (TSB)
- Zukunfts-Agentur Brandenburg

Projekträger

- EuroNorm GmbH
- Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF)
- Investitionsbank Berlin
- FZ Jülich GmbH
- VDI/VDE-IT TZ GmbH

Verbände und Netzwerke

- Verband Innovativer Unternehmen e.V. (VIU)
 - OpTecBB e.V.
 - SeSamBB
 - IDENTSYS
 - ITA-COSUF
-

4. AUFTRAGSFORSCHUNG

Im Ergebnis der durch die FuE-Projekte erworbenen Kompetenzen wurde eine Vielzahl von Forschungsarbeiten im Auftrag kleiner und mittelständischer Unternehmen erfolgreich durchgeführt und damit ein wichtiger Beitrag zum effizienten Technologietransfer von FuE-Ergebnissen sowie zur Erzielung von indirekten Umsätzen geleistet; gleichzeitig wurde dadurch den Anforderungen der Zuwendungsgeber sowie der entsprechenden Förderprogramme bzgl. der Verwertung und Vermarktung von FuE-Ergebnissen Rechnung getragen.

Darüber hinaus wurden dadurch in erheblichem Maße direkte Umsätze generiert, die zur Kofinanzierung der FuE-Projekte eingesetzt wurden.

Wiederum ist es gelungen, mehrere Forschungsaufträge mit einem Wertvolumen größer 50 TEuro zu akquirieren; insgesamt wurden Einnahmen aus Auftragsforschung in Höhe von 474,7 TEuro erzielt.

Die Auftraggeber waren im wesentlichen Partner der vom OUT e.V. getragenen Netzwerke.

5. WISSENSCHAFTLICHES LEBEN

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 einer eigenen jährlich stattfindenden Konferenz »Future LED« mit internationaler Beteiligung.

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 wurden günstige Voraussetzungen geschaffen, um im Rahmen von Kooperations- und Verbundprojekten das hohe Niveau der Forschungstätigkeit im OUT e.V. zu gewährleisten.

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.

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.

Sehr förderlich wirkte sich die Tätigkeit in NEMO-Netzwerken auf die Entwicklung der Kooperationsbeziehungen, das wissenschaftliche Niveau der Forschungstätigkeit sowie die Praxisnähe der Forschungsprojekte aus. Die Mitarbeiter des OUT e.V. haben an wissenschaftlichen Veranstaltungen, Seminaren, Workshops, messen und Ausstellungen teilgenommen und sind dort auch aktiv aufgetreten.



17.01.2008 EuroNorm GmbH »Aus der Praxis für die Praxis« Workshop, Dr. H. Dittmann, Dipl.-Ing. A. Klampfl

24.01.2008 TSB Innovationsagentur Berlin GmbH, Netzwerkberatung »Modern Airport«, Dr. H. Dittmann

24.01.2008 Kompetenzgremium und Partnermeeting NEMO-Netzwerk »Tusec«, Beginn der 2. Phase, Dipl.-Math. F.-J. Lange, Dr. Dittmann

24.01.2008 Tagung Schutz kritischer Infrastrukturen, Dr. W. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser

28.-30.01.2008 11. Europäischer Polizeikongress, Berlin, Dr. W. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser

30.01.2008 Weiterbildungsseminar-Thermographie, COMSOL Berlin, Dr. A. Mahlkow

07.02.2008 Jahrestagung 2008 der Initiative Kompetenznetze Deutschland im BMWi Berlin, Dr. H. Dittmann

08.-09.02.2008 GESA-Workshop »Flughafensicherheit« mit Präsentation und Diskussionsbeiträgen zum Europäischen Luftsicherheitszentrum Potsdam, Dr. W. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser

12.02.2009 Teilnahme an der Veranstaltung »Protection of Air Transportation and Infrastructure« in Brüssel, Dr. W. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser

21.02.2008 XFAB-Workshop in Erfurt, Vortrag: The 3D Time-of-Flight Challenge, iris GmbH, Dr. W. Wagner

27.02.2008 72. Jahrestagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft im Audimax der TU Berlin, Dr. Mahlkow

03.03.2008 Förderung von Forschung und Entwicklung durch das Programm INNO-WATT: Modifizierte Richtlinie ab 01.02.2008, TKA - VDI - TSB - Gesprächskreis in der TSB Adlershof, Dr. H. Dittmann

05.-06.03.2008 SMI-Conference Border Security Global Terrorism, Istanbul, Vortrag: Aufbau eines europäischen Luftsicherheitszentrums-Dr. W. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser

13.03.2008 I.Innovations-Stammtisch 2008 »Innovative Finanzanlagestrategien für Unternehmen in frostigen Zeiten«, Manfred von Ardenne Zentrum, I.C.M. InvestmentBank AG Berlin, Dr. H. Dittmann

14.03.2008 Mitgliederversammlung der GF₃ e.V., Wahl Funktionsträger und Forschungsbeirat, Berlin Adlershof, Dr. H. Dittmann

14.-14.03.2008 Teilnahme an der ISTSS Stockholm in Stockholm, Dr. W. Rehak

27. bis 29.03.2008 Innovationsforum Multiparameteranalytik an der Fachhochschule Lausitz, Senftenberg, Dr. H. Dittmann

14.04.2008 »Innovative Beleuchtung«, OpteC BB Berlin, Dr. A. Mahlkow

20.-24.4.2008 Hannovermesse 2008 - Messestand Tusec/ne-sis, Dr. W. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser, Dipl.-Math. F.J. Lange

22.04.2008 Evaluierung durch den Projektträger EuroNorm im Manfred von Ardenne-Zentrum, Herr Preis Technologiebetreuer EuroNorm, Projektleiter des OUT e.V., Partnerfirmen des OUT e.V.

06.-07.05.2008 Fraunhofer-Institut für mikroelektronische Schaltungen und System in Düsseldorf Teilnahme am 4. IMS-Workshop: Thema CMOS-Sensoren, Dr. W. Wagner

06.05.2008 Meßkampagne zur Gaslaterne, Semperlux GmbH, Dr. A. Mahlkow

07.05.2008 Vorstandssitzung, Mitgliederversammlung, Wahl des 1. Vorsitzenden, Jahresbilanz 2007, Vorschau 2008-2009

15.05.2008 Zuwendungsbescheid Nr. 1 Forschungsprämie: Zwei, Laufzeit: 01.05.-30.09.2008, drei bewilligte Anträge 2008

23.05.2008 Gründung Verein easc Schönhagen, Dr. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser, OUT e.V. Mitglied im easc

25.-26.5.2008 JRC Ispra, Teilnahme am Airport Security Workshop NW ne-sis, Thema »Europäisches Luftsicherheitszentrum« Bildung eines europäischen Forschungsnetzwerkes, Dr. W. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser

27.05.2008 1st Public-Private Security Conference: How to make global air transport more secure? IPA NETWORK International Public Affairs GmbH, auf der ILA 2008, Vortrag Dr. W. Rehak, European Aviation Security Center-A Model for Public-Private Security Cooperation, Dipl.-Ing. A. Schlosser

28.05.2008 ILA ne-sis und tusec, Dr. W. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser, Dr. A. Mahlkow, D. Nickel

30.05.2008 10. Firmenjubiläum LMK Dr. Kieburg in Adlershof, Dr. H. Dittmann, Dipl.-Ing. A. Klampfl

30.05.2008 Mitwirkung an GESA-Konferenz in Berlin, Dr. W. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser

03.06.2008 Innovative Beleuchtung für Berlin, FBH Beleuchtung, Dr. A. Mahlkow

03.-05.06.2008 GPEC, München, Workshop mit Flughafen Bayreuth Dr. W.Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser

04.-05.06.2008 EU-Konferenz in Brüssel: Sicherheit Vortrag im Dialog-Forum: Safety and Security Berlin - Brandenburg, Dipl.-Math. F.-J. Lange

09.06.-12.06.2008 SPTIG Europe-Middle East-Africa Regional Meeting in Warschau, Teilnahme Dr. W. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser

10.06.2008 Fraunhofer IZM, Ehrenkolloquium Prof. Dr. Ing. hab. Wolfgang Scheel, BCC Berliner Congress Center, Dr. H. Dittmann

18.06.2008 17. Firmenjubiläum AUCOTEAM mbH, im Systemhaus Storkower Straße, Dr. H. Dittmann

19.-20.06.2008 Safety and Security Systems in Europe 3rd Information and Partnering Forum in Potsdam, Leitung des Workshops »European test site on transportation security«, Dr. W. Rehak, Dipl.-Math. F.-J. Lange

24.06.2008 10. Wettbewerbsrunde NEMO Förderung durch das BMWi im Hotel park inn, Dipl.-Math. F.-J. Lange,

25.06.2008 Innovationstag Mittelstand 2008 des BMWi in der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen, Dr. H. Dittmann, Dipl.-Phys. R. Mientus, Dr. W. Wagner

26.06.2008 »Innovative Beleuchtung« TU Berlin, Dr. A. Mahlkow

30.06.2008 Frankfurt/Main FRAPORT EU-Projekt Sicherheitsforschung ne-sis, Dr. W. Rehak

03.-04.07.2008 Abschlussworkshop Innovationsforum easc Schönhagen, Dr. W. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser

04.-06.07.2008 Teilnahme am Masterclass Workshop Airport Security in London, Dr. W. Rehak



11.08.2008 Amtsgericht Charlottenburg: Aktenzeichen VR 13047 B Eintragung des: 1. Vorsitzenden des OUT e.V. - Dr. Adrian Mahlkow, 2. Stellvertretender Vorsitzender / Geschäftsführer - Dr. Henning Dittmann

02.09.2008 Beratung und Vorbereitung EU-Projekt »PROTAIR« in Brüssel, Dr. W. Rehak

04.09.2008 Statusseminar zum Projekt Mo-Sensnet in der IBB Berlin, Ergebnispräsentation durch Dr. A. Mahlkow, Dr. H. Dittmann

05.09.2008

Sonderausstellung mit Bezug zum Gremium »Innovative Beleuchtung für Berlin, Dr. A. Mahlkow

15.09.-16.09.2008 Teilnahme CBRNE-Prag 2008, Dr. W. Rehak

17.09.2008 Workshop COMSOL Multiphysics GmbH, »Thermische Simulationen«, Dipl.-Ing. R. Werner

15.09.-20.09.2008 11. International Conference on Plasma Surface Engineering, Posterpräsentation und Teilnahme des OUT e.V., Dipl.-Phys. R. Wolf

27.09.-30.09.2008 Teilnahme an 3.CRC 08 in Paris, Dr. W. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser

22.09.-02.10.2008 HASYLAB H. Mientus Thema: insitu EDXRD - Untersuchungen an magnetron gesputterten Solarabsorberschichten

06.-10.10.2008 Präsentation auf der Security in Essen, Messestand, NEMO tusec und ne-sis, Dr. W. Rehak, A. Schlosser, F.-J. Lange

15.10.2008 Stärkung von Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft der KMU in Europa-Rahmenbedingungen, EU-KMU Hilfsprogramme, IV. Unternehmer-Stammtisch 2008, Manfred von Ardenne Zentrum, Dr. H. Dittmann, Dipl.-Ing. A. Klampfl

21.10.2008 MATNET/SustAir Modern Airport Beleuchtungstechnologien für den »Grünen Flughafen«, Workshop Land Brandenburg/Senat von Berlin, Vortrag Dr. A. Mahlkow: LEDs als Leuchtmittel mit hocheffizienter Energiewandlung,

22./23.10.2008 Konferenz Future LED Berlin 2008 im Energie Forum Berlin, Initiator OUT e.V. Weiße LED für die Allgemeinbeleuchtung, Dr. A. Mahlkow, Dipl.-Ing. N. Jeroch, Dipl.-Ing. René Hegel, K. Thun

24.10.2008 Workshop Beleuchtung mit LED, Innovationspark Wuhlheide, Vortrag: Neue Produkte auf Basis von Hochleistungs-LED's - Anforderungen an die Hersteller, Dipl.-Ing. N. Jeroch, Präsentation des OUT e.V. Forschungslabors durch Dr. A. Mahlkow, Dipl.-Phys. R. Mientus

27.10.2008 Innovationsgipfel Berlin/Brandenburg in Potsdam, Themen Verknüpfung von Wissenschaft und Wirtschaft zu speziellen Projekten aus den Bereichen Biotechnologie und Energietechnik, R. Miguez

11.11.2008 Einreichung des I.ZIM-VP-Projektes »Entwicklung des Sicherheitsmonitors und Gesamtsystemintegration«, 4 Unternehmen, 3 Forschungseinrichtungen, Dr. H. Dittmann

12.11.2008 Auftakt zur Weiterentwicklung »HUD II« (Had up display II), MSA Auer, Berlin, Dr. A. Mahlkow

13.11.2008 OpTecBB Fokuseminar zur Tera-hertz - Technologie, Schwerpunkt Sicherheitstechnik und Materialprüfung in Templin, Dr. H. Dittmann

14./15.11.2008 OpTecBB Networking Days-Strategieentwicklung von OpTecBB, Dr. H. Dittmann, Dr. A. Mahlkow, R. Miguez

20.11.2008 Berliner Wirtschaftskonferenz 2008 »Wachstum durch Innovation«, Senatsverwaltung f. Wirtschaft, Technologie und Frauen und Investitionsbank Berlin in Berlin Adlershof, Dr. H. Dittmann, Dr. A. Mahlkow

25.11.2008 Verbandstag des VIU e.V. »Innovations- und Technologiepolitik für den industriellen Mittelstand« und Mitglieder-versammlung, Konferenzzentrum des BM-Wi, FuE-Förderung gemeinnütziger externer Industrieforschungseinrichtungen Ost-Deutschland-Innovationskompetenz Ost/INNO-KOM-Ost, Dr. H. Dittmann

26.11.2008 Vorstandssitzung des OUT e.V.

9.-10.12.2008 Teilnahme an der 4. GESA-Konferenz in Brüssel, Dr. W. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser

12.12.2008 Teilnahme Workshop 3D-NordOst 2008, GF_aI e.V., Dipl.-Ing. P. Lüdders

15.12.2008 Jahresabschluss 2008 im Desy, Vortrag und Besichtigung,

21.01. bis 22.01.2009 Fachforum Otti in Regensburg Energieeffiziente Lichttechnik mit LEDs, Vortrag und Teilnahme durch Herrn Dr. A. Mahlkow

29.01.2009 Teilnahme an Konferenz »Innovationsplattform Luftverkehr« in Frankfurt/Main, Dr. W. Rehak

10.-11.02.09 Messeauftritt des NW tusec und Vortrag auf dem Europäischen Polizeikongress in Berlin, Berliner Senator für Wirtschaft, Technologie u. Frauen, Dipl.-Math. F.-J. Lange, Dr. W. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser

03.02.2009 Teilnahme am Lichtbeirat durch Dr. A. Mahlkow

17.02.2009 Jahrestagung Kompetenznetze Deutschland im BMWi, Wachstum von Netzwerken, Wettbewerber in Netzwerken, Benchmarking und Evaluierung, Finanzakteure in Netzwerken, Dr. H. Dittmann

18.02.2009 Vortrag Kopernikus-Gymnasium in Blankenfelde vor Schülern zum Thema Optik - RGB (Bildung für Schüler) gehalten von Dr. A. Mahlkow

10.03.2009 VIU e.V. - Landesgruppe Berlin: Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des BMWi in Berlin Adlershof, Dr. H. Dittmann

16.03.2009 Vortrag am Albert-Einstein-Gymnasium in Gransee vor dem Lehrerkollegium Zum Thema Optik - RGB (Bildung für Schüler) gehalten von Dr. A. Mahlkow

25.03.2009 Zum Thema Innovative Beleuchtung in Berlin wurde die LED-Gaslaterne, vorgestellt durch Dr. A. Mahlkow

25.-27.03.2009 Präsentation Prototyp Endoskop in Knittlingen bei der Richard Wolf GmbH, Dr. A. Mahlkow, StR. R. Miguez

30.03.2009 Vortrag NW ne-sis auf der IABG-Konferenz in Ottobrunn, »Schutz von Verkehrsinfrastrukturen«, Dr. W. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser

02.04.2009 TSB-Projekt WTT - TSB Innovationsagentur, Fasanenstr. 85, 10623 Berlin, Organisation, Finanzierung, Förderung und rechtliche Fragen von Forschungs Kooperationen zwischen KMU, Unternehmen bis 1000 Beschäftigte und Forschungseinrichtungen, Dr. H. Dittmann, A. Klampfl



15.-17. 04.2009 6th International Symposium on Transparent Oxide Thin Films for Electronics and Optics (TOEO-6), Vortrag: Growth and Optical and Electrical TCO Layers, in Tokyo, Japan

05.-06.05.2009 Future LED Berlin 2009, Ultraviolette und infrarote Halbleiterquellen, Partner OUT e.V., Lichtwerk Berlin Ltd., OSA opto light GmbH, Markt&Technik, Leitung Dr. A. Mahlkow

27.05.2009 Teilnahme am Light tool-Seminar in München Dipl.-Ing. R. Hegel, Dipl.-Ing. N. Jeroch

30.04.2009 Präsentation Innovative Beleuchtung - Prototyp »Gaslaternen« im Rahmen OptecBB durch Herrn Dr. A. Mahlkow,

05.-08.05.2009 Repräsentanz auf 5. Internat. Fachkongress »Verkehr und Sicherheit in Straßentunneln« in Hamburg, Dr. W. Rehak, Dipl.-Math. F.J. Lange, Dipl.-Ing. A. Schlosser

22.05.2009 Prüfungsgenehmigung für Herrn Dr. A. Mahlkow im Wahlpflichtfach »Grundzüge der Technischen Optik«, für den Bachelorstudiengang Physik bis Sommersemester 2010 durch die TU Berlin Institut für Theoretische Physik

27.05.2009 OUT e.V. - Vorstandssitzung, Mitgliederversammlung Jahresabschluss 2008, Haushaltsbeschluss 2009

26.-28.05.2009 ITA-COSUF Workshop 2009 and General Assembly in Budapest, Repräsentanz des NW tusec am 35. ITA-AITES General Assembly, Teilnehmer Dipl.-Math. Fr.-J. Lange

30.05.2009 ZIM-NEMO-Jahrestagung des BMWi, Wirtschaftliche Wirksamkeit der NEMO-Förderung, URANIA Berlin, Dr. H. Dittmann

03.06.2009 Kommunaler Klimaschutz Ideen, Impulse, Innovationen - Konferenz des Bundesumweltministeriums in Kooperation mit der »Servicestelle Kommunaler Klimaschutz« -Berlin, Hotel Maritim proArte, Dr. A. Mahlkow, Dipl.-Ing. R. Hegel, Dipl.-Päd. R. Miguez

08.-09.06.2009 MATNET - Modern Airport - Testbed for new efficient technologies, im Kongresszentrum Schönhagen, Mitveranstalter NW tusec und ne-sis, Dr. W. Rehak, Dipl.-

Ing. A. Schlosser, Dipl.-Math. F. J. Lange
Werkstattgespräch »Business Continuity Concepts for Critical Infrastructures« Moderation Dipl.-Math. F. J. Lange

10.06.2009

Erste Etappe Fertigstellung optisches Labor Teamausflug Flämingskate Mitarbeiter des OUT e.V.

15.-16.06.2009

EOS Conference Frontiers in Electronics Imaging in München, Teilnahme durch Dr. W. Wagner

23.06.2009

Arbeitsgespräch zwischen deutsch, amerikanischen und polnischen Vertretern zum Thema: Deutsche Kompetenzen im Bereich der zivilen Sicherheit - Themen - und Projektansätze für internationale Kooperationen in Potsdam, Dr. W. Rehak

01.07.2009 16. Innovationstag Mittelstand des BMWi, Präsentation herausragender Ergebnisse aus FuE am Standort der AiF-Geschäftsstelle Berlin, OUT e.V. Aussteller: FuE-Ergebnisse Projekt Wasserstoffsensoren, Dr. W. Rehak, R. Werner, NEMO-Netzwerke, Entwicklung tusec, ne-sis, Dr. W. Rehak

02.07.2009 Sommerfest im Innovationspark Wuhlheide, Lokal verankern - Netzwerke pflegen - Synergien nutzen, Dr. H. Dittmann, Dr. W. Rehak, Dipl.-Phys. R. Mientus, Dipl.-Ing. A. Klampfl

08.07.2009 Einweihung des optischen Labors im Fachbereich »LED«, Vortrag und Führung durch Dr. A. Mahlkow

13.07.2009 Vortrag zur Innovationsplattform Luftverkehr zum Thema: »Luftsicherheit: Herausforderungen für die allgemeine Luftfahrt«, in Frankfurt/Main, Dr. W. Rehak

23.07.2009 OptecBB Mitgliederversammlung, Schwerpunkte und Leitprojekte 2009, Dr. A. Mahlkow

31.07.2009 Teilnahme am Workshop bei Semperlux durch Dr. A. Mahlkow, Dipl.-Päd. R. Miguez

07.-13.08.2009 New Hampshire: Vorbereitung eines bilateralen Austausches zwischen Deutschland/BL Berlin-Brandenburg und USA auf dem Gebiet der Sicherheitstechnologien, Dr. W. Rehak

27.08.2009 IHK Berlin Innovation und Tradition in Treptow-Köpenick - ein Wirtschaftsstandort im Wandel, Vortragsveranstaltung im Rathaus Köpenick, Dipl.-Ing. A. Klampfl

09.09.2009 Innovations-Gipfel der Länder Berlin und Brandenburg im Langenbeck-Virchow-Haus in Berlin, Dr. A. Mahlkow,

09.09.2009 BAM Testgelände Technische Sicherheit, Tag der offenen Tür, Prüffeld zur Untersuchung von Brand- und Explosionsgefahren, Netzwerke ne-sis und tusec, OUT e.V. - Aussteller - Poster: Wasserstoffsensoren Modell: Straßenlaterne mit innovativer Beleuchtung,

17.09.2009 Verteidigung MosensNet beim Kooperationspartner DRResearch GmbH, TSB Berlin, Investitionsbank Berlin, Präsentation des OUT e.V. Teilprojektes: Optoelektronischer sensor, Dr. A. Mahlkow, Dr. H. Dittmann

22.-23.09.2009 Fraunhofer IZM - Konferenz: TRENDS in der Systemintegration, Zuverlässigkeitstests bei kombinierter Belastung, Dr. A. Mahlkow

28.09.-2.10.2009 Teilnahme am SRC 2009 und EASC 2009 in Stockholm, Vortrag: Modern Airport Project- A Model Case for Security Technology Transfer in close cooperation with the European Aviation Security Center, Dr. R. Rehak

29.09.2009 Laborbesichtigung des neuen Optiklabors für Mitarbeiter der EPIGAP GmbH durch, Dr. A. Mahlkow

07.10.2009 Institut für Informatik HU-Berlin, DLR-Institute für Verkehrssystemtechnik und für Robotik und Mechatronik - Workshop »smart cameras and realtime image processing«, Dipl.-Ing. P. Lüdders

08.-09.10.2009 Partnermeeting tusec in Brüssel alle NW-Partner, NW-Manager, Dr. R. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser, Dipl.-Math. Fr.-J. Lange

27.10.2009 2. Öffentlicher MESEDA-Workshop »Ambient Energy for Ambient Intelligence« des GfAI e.V. in Nürnberg, Vortrag von Dr. A. Mahlkow: Energiegewinnung und Energieverbrauch der Applikation MoSensNet, Teilnehmer Dipl.-Päd. R. Miguez, Dipl.-Ing. R. Hegel



27.-31.10.2009 TIB-Bukarest – Präsentation der Netzwerke ne-sis und tusec, Veranstalter: BMBF, Dr. R. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser

11.11.2009 GIB mbH: Workshop »Handlungsstrategien zur Entwicklung von Zukunftsfeldern in Ostdeutschland«, Magnus-Haus, Dr. H. Dittmann

12.11.2009 IAP e.V. Vereins- und Jahresabschlussberatung für Mitglieder, Dr. H. Dittmann

13.11.2009 Preisverleihung des Klung-Wilhelmy-Weberbank-Preises 2009 in der FU-Berlin Teilnehmer: Dr. A. Mahlkow

13./14.11.2009 OpTecBB Workshop: Optische Navigation; Masterplan, Innovationsgipfel, Impulse für die LOB, Vorstellung des Netzwerks Enterprise Europe Network, Dr. H. Dittmann, Dr. A. Mahlkow

17.11.2009 Senat für Wirtschaft, Technologie und Frauen, 3. Berliner Wirtschaftskonferenz, Green Economy

23.11.2009 Teilnahme an der 1. National Competencecenter Aviation Security (NCAS)-Konferenz, Frankfurt/Main, Dr. W. Rehak

24.11.2009 Repräsentation NW ne-sis und tusec beim Forum Flughafeninnovation in Berlin, Dr. W. Rehak, Dipl.-Ing. A. Schlosser

25./26.11.2009 EU-Referee, Gutachten durch Dr. A. Mahlkow

26.11.2009 TU Berlin Dissertationsverteidigung durch Dr. Stephan Brunken zum Thema: Metallsulfid unterstützte Kristallisation von strak (001) texturierten Wolframdisulfid-Schichten, Teilnehmer Dipl.-Phys. R. Mientus, Dipl.-Math. J. Reck

02.12.2009 Präsentation des OUT e.V. im eigenen Hause, Bereich: optisches Labor/Hochleistungs-LED, optische Messtechnik/Dünnschichttechnologien unter der Leitung von Herrn Dr. A. Mahlkow, Dipl.-Phys. R. Mientus

04.12.2009 Teilnahme am Workshop bei Frontex in Warschau zum Thema: Sicherheitstechnik bei Grenzkontrollen, Dr. W. Rehak

04.12.2009 Verbandstag des VIU e.V. »Forschungsfinanzierung und Krisenbewältigung«, Mitgliederversammlung, im BMWi, Dr. H. Dittmann

08.12.2009 Jahresabschluss 2009 mit Besuch des Funkermuseums, Schloss Königs Wusterhausen, Mitarbeiter des OUT e.V.

07.-09.12.2009 TIB – Bukarest Arbeitsgespräche mit ausländischen Partnern und Netzwerkpartnern zum Thema: Sicherheitsprobleme im Luftverkehr, Dr. W. Rehak

Fortlaufende Netzwerkpartner: Meetings, Ideenschmieden ne-sis, tusec

Hj. 2008/09 Arbeitsgemeinschaft »Solare Materialien«, Mitarbeit des OUT e.V. im Arbeitskreis vertreten durch Herrn Dipl.-Phys. R. Mientus

Hj. 2008/09 Gesellschaft für Kristallzüchtung und Kristallwachstum Mitarbeit des OUT e.V. im Arbeitskreis vertreten durch Herrn Dr. P. Rotsch

Hj. 2008/09 Mitwirkung im Innovationsnetzwerk »Intelligente Meßsysteme« Netzwerk im Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Berlin – Adlershof (WISTA) vertreten durch Herrn Dr. H. Dittmann

Hj. 2008/09 Mitwirkung im Innovationsnetzwerk »IDENTSYS« Netzwerk im Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Berlin – Adlershof (WISTA) vertreten durch Herrn Dr. H. Dittmann

Hj. 2008/09 Netzwerkpartnerarbeit im Innovationsnetzwerk »OptoBioNet« Netzwerk im Innovationspark Wuhlheide vertreten durch Herrn Dr. H. Dittmann

Mitgliedschaften

Seit 1997 Verband Innovativer Unternehmen VIU e.V.

Seit 2002 Gfal Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V.

Seit 2004 Optische Technologien aus Berlin und Brandenburg OpTec BB e.V.

Seit 2007 IAP Institut für angewandte Photonik e.V.

Seit 2008 SeSamBB Security and Safety made in Berlin-Brandenburg e.V.

Seit 2008 GESA German European Security Association e.V.

Seit 2008 Easc EUROPEAN AVIATION SECURITY CENTER Schönhofen e.V.

Seit 2008 ITA COSUF Committee on Operational Safety of Underground Facilities



Wissenschaftliche Publikationen

Journal of Applied Physics 103 (2008), p. 063501/1-6 doi:10.1063/1.2875679, Brunken, S.; Mientus, R.; Ellmer, K.: The mechanism of nickel sulfide induced rapid crystallization of highly textured tungsten disulfide (WS_2) thin films: An in situ realtime diffraction study

ELSEVIER Thin Solid Films 516 (2008) 4620-4627, Ellmer, K.; Mientus, R.: Carrier transport in polycrystalline transparent conductive oxides: A comparative study of zinc oxide and indium oxide

ELSEVIER Thin Solid Films 516 (2008) 5829-5835, Ellmer, K.; Mientus, R.: Carrier transport in polycrystalline ITO and ZnO: Al II: The Influence of grain barriers and boundaries

PO 4099/18.09.08/ PSE 2008 - Garmisch Partenkirchen, Rainer Wolf, Claus Wandel, Christine Boeffel: ICPECVD of SiN_x using a $SiH_4/NH_3/Ar$ chemistry and silicon nitridelike thin films with BDMADMS as moisture barrier layer on PET and PES.

22.-23.1.2008 Future LED Berlin 2008, Vortragsforum, Weiße LED für die Allgemeinbeleuchtung, Leitung und Referent: Dr. A. Mahlkow

Zeitschriftenartikel, Pressemitteilungen

Januar 2008 A11398 Wirtschaft & Markt »Zur Abwehr von Terroranschlägen«, Dr. W. Rehak, Dipl.-Math. F.-J. Lange

Juli 2008, Erscheinen des Forschungsberichts OUT e.V 2006/2007, Herausgeber: OUT e.V., Dr. H. Dittmann

01.09.2008 RBB, Ausstrahlung Sendung Ozon, Beitrag »Gaslaternen« ; Initiator: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung

Sept. 2008 innotech 03/2008 - Das Magazin der Technologieregion Berlin Südost, »Mit LEDs gegen Vandalismus«, Dr. A. Mahlkow Zeitschriften, Pressemitteilungen 2009

24.02.2009 LED-Leuchten ersetzen Gaslaternen, Beitrag in Berliner Morgenpost/Wirtschaft

06.04.2009 Von Gas zu LED neue Laternen für Berlin, Beitrag im Magazin der Technologieregion Berlin Südost »innotech«, 01,2009

RBB Fernsehen, Gaslaternen, Ausstrahlung

Oktober 2009 TSB - Technologiestiftung Berlin, NEWS, Vandalismus bekämpfen, Projekt Zukunftsfond Berlin: Mosensnet

24.11.2009 FORUM Flughafeninnovationen, airportworld bbi, als Aussteller

Lehrveranstaltungen TU Berlin 2008

Vorlesungen: Technische Optik Teil A und B Wahlpflichtfach: Grundstudium Physik, Dr. Mahlkow, Thema: »Mikrosystemtechnik« für internationale Studenten Master of Science in Optics

Veröffentlichungen

Brunken, S.; Mientus, R.; Ellmer, K.: Insituenergy-dispersive X-ray diffraction of metal sulfide assisted crystallization of strongly (001) textured photoactive tungsten disulfide thin films Thin Solid Films 517 (2009)

Future LED Berlin 2009, Vortragsforum: Ultraviolette und infrarote Halbleiterquellen, Leitung und Referent: Dr. A. Mahlkow

Erteilte Patente

29.08.2008 Prof. Klose Verfahren und Vorrichtung zur Charakterisierung von Verunreinigungen in Flüssigkeiten, AZ 102 57 238,

Betreuung von Praktikanten

Januar-Dezember 2008 Betreuer Dr. A. Mahlkow, Praktikant René Esser, TU Berlin, Schwerpunkt: Vermessung optoelektronischer Bauelemente an Spezialmesstechnik und Programmierarbeiten am LAB-View

März-Dezember 2008 Betreuer: Dr. A. Mahlkow: Praktikantenbetreuung Sandra Kuhn, TU Berlin, Schwerpunkt: Vermessung optoelektronischer Bauelemente an Spezialmesstechnik; Einsatz von LED in eigenen Schaltungen

Januar-Dezember 2008 Betreuer Dipl.-Phys. R. Mientus: Praktikant: Elisabeth Reck, HU Berlin

Oktober 2008-April 2009 Betreuer Dipl.-Phys. R. Mientus, Praktikant: Johanna Reck, HU Berlin, Schwerpunkt: Vermessung optoelektronischer Bauelemente an Spezialmesstechnik (UV-VIS-NIR-Spektrometer, Ellipsometer)

Oktober 2008-April 2009 Betreuer Dipl.-Phys. R. Mientus, Betreuung der Diplomarbeit von Johanna Reck, Thema: Isospektrale Deformation auf Ausnahme Lie-Gruppen

Juni-September 2008 Betreuer Dipl.-Phys. R. Mientus, Praktikantenbetreuung René Löffler, FHTW Berlin, Schwerpunkt: Fertigungsprozesse im Versuchs- und Musterbau für optische Bauelemente, Kennenlernen optische Messtechnik

Mai-Juli 2009 Betreuer: Dr. A. Mahlkow, Praktikant: Daniela Neumann, TU Berlin, Schwerpunkt: Kurzpulsmessungen im ns-Bereich an optoelektronischen Bauelementen

Januar-September 2009 Betreuer: Dr. A. Mahlkow, Praktikant: Esser Oliver, TU Berlin, Schwerpunkt: Erweiterung des Flussspannungsmessplatzes um eine automatisierte Messwertaufnahme und Charakterisierung von Leiterplattenproben

November 2009-März 2010 Betreuer: Dr. A. Mahlkow, Praktikant: Anja Schübler, TU Berlin, Schwerpunkt: Präzise Tageslichtmessungen, Charakterisierung optoelektronischer Bauelemente

November 2009-Februar 2010 Betreuer: Dr. A. Mahlkow, Praktikantenbetreuung Dimitrij Bostanjoglo, TU Berlin,; Schwerpunkt: Langzeitmessungen und Charakterisierung optoelektronischer Bauelemente

September 2009-Februar 2010 Betreuer Dipl.-Phys. R. Mientus, Praktikantenbetreuung Julia Kitzmann, TFH Wildau, Schwerpunkt: Kennenlernen optoelektronischer Messtechnik

März-Juli 2009 Betreuer Dipl.-Phys. R. Mientus, Praktikantenbetreuung Elisabeth Reck, HU Berlin, Schwerpunkt: Bestimmung optischer Schichtparameter wie Brechungsindex und Absorptionskoeffizienten aus spektralabhängiger Transmission und Reflexion für dünne Oxidschichten

Oktober 2008-April 2009 Betreuer Dipl.-Phys. R. Mientus: Johanna Reck, HU Berlin, Schwerpunkt: Bestimmung spezifischer Schichtwiderstände, ihrer Temperaturkoeffizienten für dünne Halbleiterschichten

Oktober 2008-April 2009; Betreuer Dipl.-Phys. R. Mientus, Diplomantin: Johanna Reck, Thema: Isospektrale Deformation auf Ausnahme Lie-Gruppen

6. MITTEL DES OUT E.V.

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. betreibt seine Forschungstätigkeit ohne institutionelle Grundfinanzierung durch das Land Berlin oder den Bund. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die jährlichen Einnahmen (in EUR) des OUT e.V. für den Zeitraum von 2006 – 2010.

EINNAHMEN	2006 (T€)	2007 (T€)	2008 (T€)	2009 (T€)*	2010 (T€)*
Fördermittel	458	660	1.243	1.912	≈ 1.940
Umsatzerlöse	357	606	813	682	≈ 750
Sonstige	10	16	35	9	≈ 10
Gesamt	825	1.282	2.091	2.603	≈ 2.700

* Planzahlen

OUT AUF EINEN BLICK 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.

JAHRESSCHEIBE	2006	2007	2008	2009	2010*
Einnahmen (in T€)	825	1.282	2.091	2.603	≈ 2.700
Umsatzerlöse (in T€)	357	606	813	682	≈ 750
Förderprojekte gesamt	12	12	18	23	26
Förderprojekte beendet	6	3	6	7	9
Förderprojekte begonnen	5	5	9	8	9
Natürliche Mitglieder	16	18	20	18	20
Institutionelle Mitglieder	12	13	12	10	10
Zahl Dienstverträge	21	28	41	48	48

* Planzahlen

GERÄTEAUSRÜSTUNG Der OUT e.V. verfügt über eine umfangreiche Geräteausstattung - darunter umfangreiche spezielle Messtechnik; u. a. stehen folgende Geräte (Anschaffungswert > 5.000 Euro) zur Verfügung: Durch diese Investitionen wurde eine moderne Gerätebasis geschaffen, die eine solide Grundausstattung für die Bearbeitung aller gegenwärtig und zukünftig laufenden Projekte und Forschungsaufträge sowie für die Realisierung von Dienstleistungen darstellt. →

GERÄTEBEZEICHNUNG	HERSTELLER	ANSCHAFFUNGSWERT (€)
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 Vielfach-sondentaster 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. Me-sssysteem OL 770 UV-VIS/G	OPTE-E-MA Engineering GmbH	33.367
Kernstrahlungsmessplatz CI 84-0632	CANBERRA Eurisys GmbH	12.760
OL770 VIS-NIR CCD High Speed Spektoradiometer	OPTE-E-MA Engineering GmbH	20.052
Wärmebildkamera InfraSightPlus	Optris GmbH	27.538
Stereo-Zoom-Mikroskop SMC4	Mikroskop, Technik Rathenow GmbH	11.150
PEM 05 / 2 kanalig	v. ARDENNE Anlagentechnik GmbH	15.464
Simulationsrechner Cluster	A&L Medien O. Arnold	14.351
COMSOL Multiphysics f. PC	COMSOL GmbH	16.107
Ulbricht-Kugel UK995 CUS OUT	OPTOPRIM GmbH	18.921
Ellipsometer SE 800 + SE 800-50	SENTECH Instruments GmbH	86.066
Keithley 2440 C Strommessgerät	Fest Elektronik GmbH	10.123
Laserbearbeitungsstation	Smart Laser System GmbH	29.155
Lichtsimitations-Workstation	CAD network e.K.	12.522
A für hochskalige Berechnungs- u. Analyseaufgaben	CAD Network e.K.	14.182
Analyse Prober Komplettgerät EP6	SÜSS MicroTec GmbH	28.447
LED-Degradationsplatz	PMR R&D GmbH	4.617
LightTools, Lichtsimulationssoftware	OEC AG	59.650
Spectrometer VERTEX 70v	Bruker Optik GmbH	99.800

7. FÖRDERPROJEKTE



Einzelprojekte Kooperationsprojekte Netzwerkprojekte

HERAUSGEBER: OUT e.V. — Optotransmitter-Umweltschutz-Technologie e.V., Köpenicker Straße 325, 12555 Berlin, VR13047B, UST-ID.: DE 164 284 575
REDAKTION: Dr. Klaus-Dieter Gruner, Tel: 030. 65 76 26 71, Fax: 030. 65 76 26 72, E-Mail: gruner@out-ev.de, www. out-ev.de **GESTALTUNG:** Bildmitte-Büro für Gestaltung und Fotografie **DRUCK:** Druckteam Berlin **AUFLAGE:** 300 Stk.
REDAKTIONSSCHLUSS: 31.07.2010

