

Kurt-Schwabe-Institut
für Mess- und Sensortechnik
Meinsberg e.V.



JAHRESBERICHT 2022

Titelbild: Harthaer Gymnasiasten erhalten praktischen Unterricht am KSI Meinsberg.

Kurt-Schwabe-Institut für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e.V.

Jahresbericht 2022

Herausgeber	Der Vorstand und Direktor des Kurt-Schwabe-Instituts für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e.V., Prof. Dr. Michael Mertig
Redaktion	Dr. Caroline Murawski
Layout und Satz	Dr. Caroline Murawski, Anett Rudelt
Anschrift	Kurt-Schwabe-Institut für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e.V. Kurt-Schwabe-Straße 4 04736 Waldheim Telefon +49 34327 608 0 Telefax +49 34327 608 131 Internet www.ksi-meinberg.de E-Mail info@ksi-meinsberg.de
Redaktionsschluss	November 2023

INHALT

Inhalt	5	Institutsleben	65
Vorwort	7	Organisation von Konferenzen	65
Highlights	9	Teilnahme an Konferenzen und Workshops	66
Das Institut	11	Instituts-Kolloquium	68
Über das Institut	11	Lehrveranstaltungen	70
Organisationsstruktur	12	Verteidigte Promotionen	71
Gremien des Instituts	13	Doktoranden intern und extern	71
Hauptforschungslinien und Zielgebiete	15	Diplom-, Master- und Bachelorarbeiten	72
Forschung und Entwicklung	17	Praktika	72
Wissenschaftliche Ergebnisse	59	Verbünde und Netzwerke	73
Publikationen	59	Tätigkeiten in Gremien und Fachverbänden	74
Buchbeiträge	60	Kooperationspartner	76
Gedruckte Konferenzbeiträge	60	Gerätetechnische Infrastruktur	79
Vorträge	61	Pressespiegel	85
Poster	63		

VORWORT

Liebe Leserinnen und Leser,

der vorliegende Jahresbericht fasst die Arbeiten des Instituts des Jahres 2022 zusammen. Er stellt unsere vielfältigen und zunehmend internationalen wissenschaftlich-technischen Aktivitäten auf dem Gebiet der angewandten Sensorik und unsere Initiativen zur Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses vor. Die Highlights des Jahres werden präsentiert. Wir hoffen, dass wir damit Ihr Interesse wecken und Sie vielleicht auch zu neuen Ideen anregen werden.

Die Themengebiete Umweltmonitoring, Regenerative Energien, Smart Farming und Medizinische Diagnostik stellen die Zielgebiete der am KSI Meinsberg durchgeführten wissenschaftlich-technischen Entwicklungen dar. Alle vier Themengebiete sind von hoher gesellschaftlicher Relevanz. Sie erlauben uns, konkrete Beiträge zur Umsetzung der von den Vereinten Nationen formulierten Nachhaltigkeitsziele zu erbringen.

Diese Forschungsthemen werden von uns durch entsprechende Haushalts- und Drittmittelprojekte untersetzt. Größere Kooperationsvorhaben mit internationaler Beteiligung werden in diesem Jahresbericht ausführlich vorgestellt.

Neben verschiedenen institutionellen Partnerschaften erfolgt die Umsetzung praxisnaher Forschungsprojekte auch in Kooperation mit industriellen Partnern oder mit kleinen und mittelständischen Unternehmen.

Einer der strategischen Schwerpunkte am KSI Meinsberg stellt die Implementierung neuartiger Sensormaterialien in miniaturisierte, autonom vor Ort arbeitende Sensorsysteme unter Nutzung neuer Möglichkeiten der Verknüpfung von Sensorik mit modernsten IT-basierten Methoden dar.

Dieser neuartigen Herausforderung versuchen wir durch neue Partnerschaften und durch Strukturbildungsprozesse im Institut selbst zu begegnen.

Die damit verbundene Erweiterung des bisherigen Forschungsspektrums am Institut in Richtung IT-basierter, automatisierter Erfassungssysteme mit nutzerfreundlicher Datenaufbereitung soll zukünftig durch die thematische Ausrichtung der zu besetzenden Position des stellvertretenden Institutsdirektors auf digitale Sensorsysteme und die Einrichtung einer Nachwuchsgruppe zu digitalen, intelligenten Sensorsystemen realisiert werden. Zukünftig wird die Stellvertreterposition mit einer Professur an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität Dresden verknüpft und durch diese Anbindung der Bereich Systemintegration und wissenschaftliche Instrumentierung gezielt gestärkt. Des Weiteren wurde die Verbindung des KSI Meinsberg zur Exzellenzuniversität sowie der weiteren Forschungslandschaft in Dresden durch die erfolgreiche Aufnahme unseres Instituts in die Forschungsallianz DRESDEN-concept erweitert. Mit dem KSI Meinsberg wurde das erste Forschungsinstitut aus dem ländlichen Raum in die Forschungsallianz aufgenommen, worauf wir sehr stolz sind.

Im Jahr 2022 haben wir die Einschränkungen der Vorjahre durch die Corona-Pandemie endlich weitgehend hinter uns gelassen. Während unser monatliches Kolloquium zunächst noch online stattfand, konnten zunehmend Präsenzveranstaltungen durchgeführt und Konferenzen wieder persönlich besucht werden. Mitarbeiter präsentierten ihre wissenschaftlichen Arbeiten auf

zahlreichen internationalen Tagungen, u.a. in London, Maastricht, Paris, Straßburg und San José. Besonderes Highlight war die in unseren Händen liegende erfolgreiche Organisation des 9. Kurt-Schwabe-Symposiums in Graz mit internationaler Beteiligung. Am Symposium hielten auch mehrere Institutsmitarbeiter Vorträge zu aktuellen Forschungsthemen und präsentierten so Schwerpunktthemen des KSI Meinsberg, beispielsweise zum Nitrat-Monitoring in der Landwirtschaft, zur Arsendetektion in Bergbauwässern und zur Wasserstoffsensorik.

Im März wurden wir von Wissenschaftlern der Trakischen Universität Stara Zagora sowie von bulgarischen Unternehmern und Kommunalvertretern besucht. Sie erhielten am KSI Meinsberg Einblick in neue Forschungsergebnisse mit dem Ziel, gemeinsame Forschungsprojekte vorzubereiten und die Zusammenarbeit zwischen sächsischen und bulgarischen Akteuren zu intensivieren.

Wichtig für zukünftige Sensorikforschung ist die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Mitarbeiter des KSI Meinsberg halten Vorlesungen an der TU Dresden und an der Hochschule Mittweida zu den Gebieten Biomimetik und Physikalische Chemie fester Körper. In Form von Promotionsarbeiten werden junge Studierende am Institut direkt und auch extern betreut. Im Rahmen des aktuellen Kooperationsprojekts SFregio besuchten außerdem Schüler des Gymnasiums Hartha das KSI Meinsberg und gewannen einen ersten Eindruck von der wissenschaftlichen Arbeit und wofür Sensoren im Alltag eingesetzt werden. Diese Besuche werden 2023 weiter ausgebaut und durch Unterrichtsstunden begleitet, in denen Mitarbeiter des KSI Meinsberg am Gymnasium Grundlagen der Bionik und der Sensorik vermitteln.

Ich bedanke mich herzlich für Ihr Interesse an unserem Jahresbericht und wünsche Ihnen viel Freude beim Blättern und Lesen,

Ihr



Michael Mertig

Vorstand und Direktor

HIGHLIGHTS

Wissenschaftler der *Trakischen Universität Stara Zagora* besuchen das KSI Meinsberg



Graduiertenkolleg gestartet „Supra-kolloidale Strukturen: Von Materialien zu optischen und elektronischen Bauteilen“

RTG 2767
Supracolloidal Structures



Organisation und Besuch des 9. Internationalen *Kurt-Schwabe-Symposiums* in Graz



DRESDEN concept
SCIENCE AND INNOVATION CAMPUS



► KSI Meinsberg in die Forschungsallianz *DRESDEN-concept* aufgenommen

Besuch von Schülern des Gymnasiums Hartha im Rahmen des SFregio-Projekts „Schule und Forschung regional vernetzt“



► Doktoranden Anastasiya Ruchets und Janek Weißpflog verteidigen ihre *Promotionsarbeiten*

Learn about
emerging topics
in **healthcare**
photonics.

May 3, 2022 | 2pm - 3:30pm CEST
ADVANCED OPTICAL MATERIALS



► *Freundeskreis* der Fakultät für Physik und Geowissenschaften der Universität Leipzig zu Besuch am KSI Meinsberg

► Vortrag von Dr. Caroline Murawski beim *Wiley Virtual Photonics Event*

DAS INSTITUT

Über das Institut

Das Kurt-Schwabe-Institut für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e.V. ist als gemeinnützig tätiges Landesinstitut verantwortlich für die Durchführung grundlagen- und anwendungsorientierter innovativer Forschung auf den Gebieten der physikalischen Chemie und Elektrochemie, der Sensorik und der damit verbundenen Entwicklung neuartiger Sensormaterialien, der wissenschaftlichen Instrumentierung sowie für die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses auf den genannten Gebieten.

Das KSI Meinsberg besitzt eine hohe Systemkompetenz auf dem Gebiet der angewandten Sensorik. Die Zielgebiete der am Institut durchgeführten wissenschaftlich-technischen Arbeiten entsprechen Schlüsseltechnologien wie Umweltmonitoring, regenerative Energien und medizinische Diagnostik.

Zu den strategischen Grundsätzen des KSI Meinsberg gehören der kontinuierliche Ausbau der For-

schung zu neuen Sensormaterialien, die kontinuierliche Fortsetzung der Ausrichtung auf Miniaturisierung und der Ausbau der Arbeiten zu digitalen, intelligenten Sensorsystemen. Mit der Umsetzung dieser Grundsätze wird dem anhaltenden internationalen Trend zur Schaffung von Sensoren und Analysesystemen für den Einsatz vor Ort Rechnung getragen, wobei zunehmend Aspekte wie der Einsatz von umweltfreundlichen Materialien in der Sensorik eine Rolle spielen.

Die am KSI Meinsberg betriebene angewandte Sensorforschung richtet sich darauf, neueste wissenschaftlich-technische Ergebnisse in die industrielle Nutzung zu überführen und neue Anwendungsgebiete der Sensorik zu erschließen.

Zur Erfüllung der Aufgabenstellungen arbeitet das KSI Meinsberg im In- und Ausland mit universitären und außeruniversitären Forschungsinstituten sowie mit verschiedensten Vertretern der Wirtschaft zusammen.

Organisationsstruktur



Gremien des Instituts

Vorstand

- Prof. Dr. rer. nat. et Ing. habil. Michael Mertig, Vorstand und Direktor

Wissenschaftlicher Beirat

Vorsitzende(r):

- Dr. Günter Scherr (bis 19.10.2022)
BASF, Ludwigshafen
- Frau Dr. Claudia Weidlich (seit 20.10.2022)
DECHEMA-Forschungsinstitut, Frankfurt am Main

Mitglieder:

- Prof. Dr. Frank Cichos
Universität Leipzig, Peter-Debye-Institut für Physik der Weichen Materie
- Prof. Dr. Stefan Howorka
University College London, Department of Chemistry, London
- Dr. Olaf Kiesewetter
UST Umweltsensortechnik GmbH, Geschwenda
- Dr. Steffen Kurth
Fraunhofer ENAS, Chemnitz
- Dr. Ulrich Rant
Dynamic Biosensors GmbH, Martinsried
- Peter Zimmermann
Ingenieurbüro TEB, Berlin

Mitgliederversammlung

Institutionelle Mitglieder:

- Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst, Dresden, vertreten durch Frau Regierungsdirektorin Cathrin Liebner
- Technische Universität Dresden, vertreten durch Prof. Dr. Alexander Eychmüller
- IMM electronics GmbH, Mittweida, vertreten durch Prof. Detlev Müller
- Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden, vertreten durch Frau Prof. Dr. Brigitte Voit
- Kurt-Schwabe-Institut für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e.V., vertreten durch Prof. Dr. Michael Mertig

Gründungsmitglied:

- Prof. Dr. Gerhard Kreysa

Kuratorium

Vorsitz:

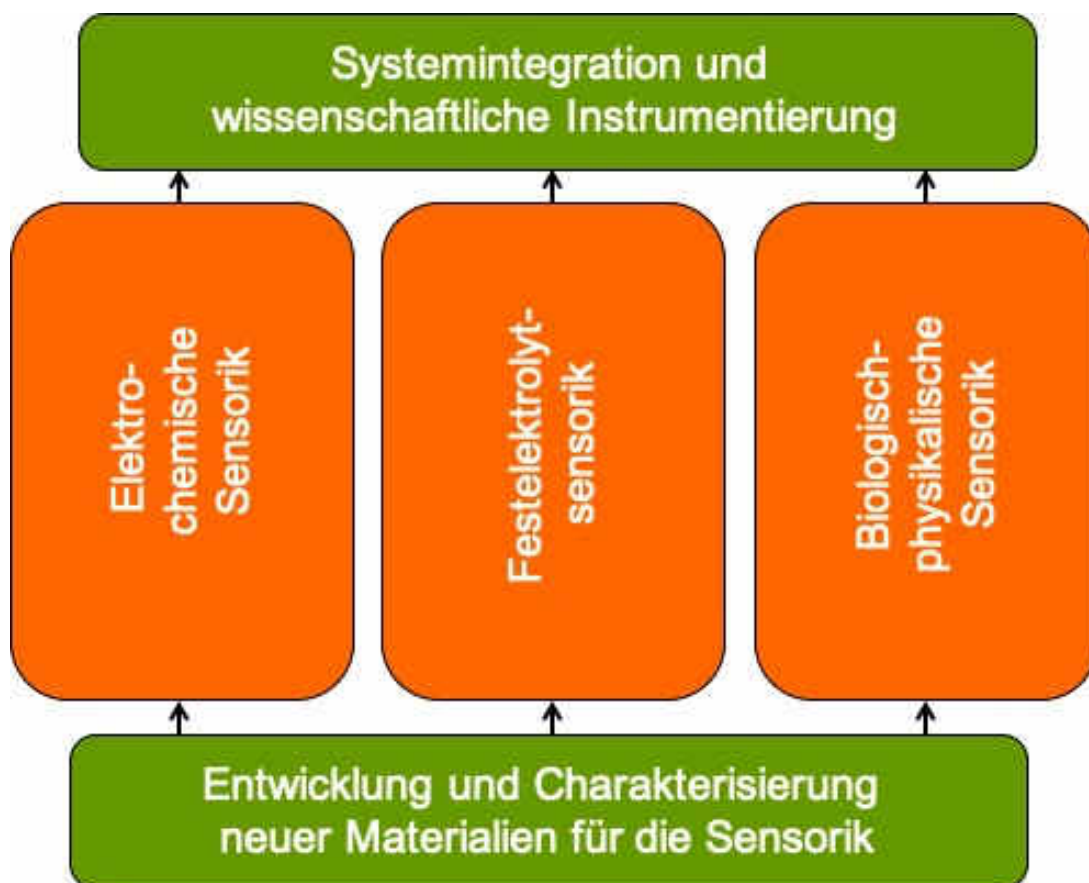
- Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst, Dresden, vertreten durch Frau Regierungsdirektorin Cathrin Liebner

Mitglieder:

- Technische Universität Dresden, vertreten durch Prof. Dr. Gerald Gerlach
- Hochschule Mittweida, vertreten durch Frau Prof. Dr. Iris Herrmann-Geppert
- Von der Mitgliederversammlung gewähltes Mitglied: Prof. Dr. Gerhard Kreysa

Hauptforschungslinien und Zielgebiete

Hauptforschungslinien



Zielgebiete



Umweltmonitoring

Regenerative Energien

Smart Farming

Medizinische Diagnostik

FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

Organische Elektronik für Optogenetische Stimulation und Detektion Neuronaler Signale (NeuroLichtOrgEI)

Zur Detektion neuronaler Signale mittels Fluoreszenzbildgebung werden organische Fotodioden (OPDs) entwickelt. Eine Gruppe organischer Absorbermaterialien wurde untersucht und in OPDs auf Polymerbasis implementiert, die niedrige Dunkelströme und einen hohen linearen Dynamikbereich aufweisen.

Rabiul Islam, Siddhartha Saggar, Jens P. Weber, Caroline Murawski

Die Erforschung neurologischer Erkrankungen stellt eine große Herausforderung dar, da Methoden benötigt werden, die die Modulation und das Auslesen neuronaler Aktivität mit hoher zeitlicher und räumlicher Präzision ermöglichen. Die Optogenetik bietet eine vielversprechende Lösung durch die Integration genetischer und optischer Technologien zur Steuerung und Überwachung der Gehirnfunktion. Ziel des Projekts NeuroLichtOrgEI ist die Entwicklung eines minimal-invasiven Bildsensors, der gleichzeitig neuronale Aktivität mit hoher Auflösung stimulieren und auslesen kann. Dies wird durch die Verwendung von organischen Halbleitermaterialien erreicht, die zu funktionellen Bauelementen wie organischen Leuchtdioden zur neuronalen Stimulation und OPDs zum Auslesen von Fluoreszenzintensitäten zusammengesetzt werden.

Die Entwicklung von OPDs erfordert eine sorgfältige Auswahl absorbierender Materialien. Hier wurden die organischen Polymere P3HT, PC₆₁BM und PC₇₁BM als Elektronendonatoren bzw. -akzeptoren ausgewählt. Die Absorption aufgeschleuderter Schichten dieser Materialien zeigt eine starke Absorption im sichtbaren Spektrum bis etwa 650 nm (Abbildung 1a). Weiterhin wurden Mischschichten aus Donator- und Akzeptorpolymeren hergestellt, die in Bauelementen als sogenannte Heteroübergänge effektiv über

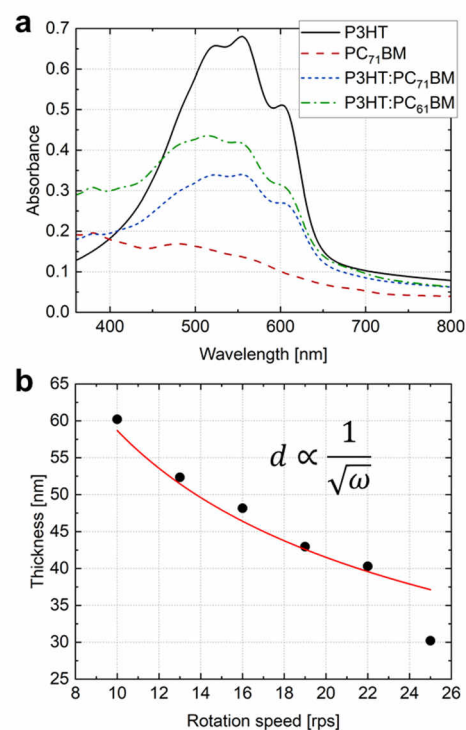


Abbildung 1. a) Absorption der fotoaktiven Schichten. b) Kalibrierung der Schichtdicke von P3HT:PC₇₁BM-Schichten.

Lichtabsorption erzeugt Exzitonen in Elektronen und Löcher auftrennen können. Die Dicke der aktiven Schicht wurde durch Variation der Rotationsgeschwindigkeit eingestellt und mittels Rasterkraftmikroskopie vermessen (Abbildung 1b).

Die charakterisierten Absorberschichten wurden in OPDs integriert und die Funktion der weiteren Schichten im Bauelement untersucht. Abbildung 2a, d zeigt den Schichtstapel einer OPD, bei der die Elektronen transportierende Schicht (ETL)

zwischen ZnO Nanopartikeln, PEIE, sowie Doppelschichten aus ZnO/PEIE variiert wurde. Für alle Bauelemente wurden niedrige Dunkelströme im Bereich von 10 pA und dadurch ein hoher linearer dynamischer Bereich (LDR) von bis zu 65 dB mit ZnO ETL erreicht (Abbildung 2b, c, e, f).

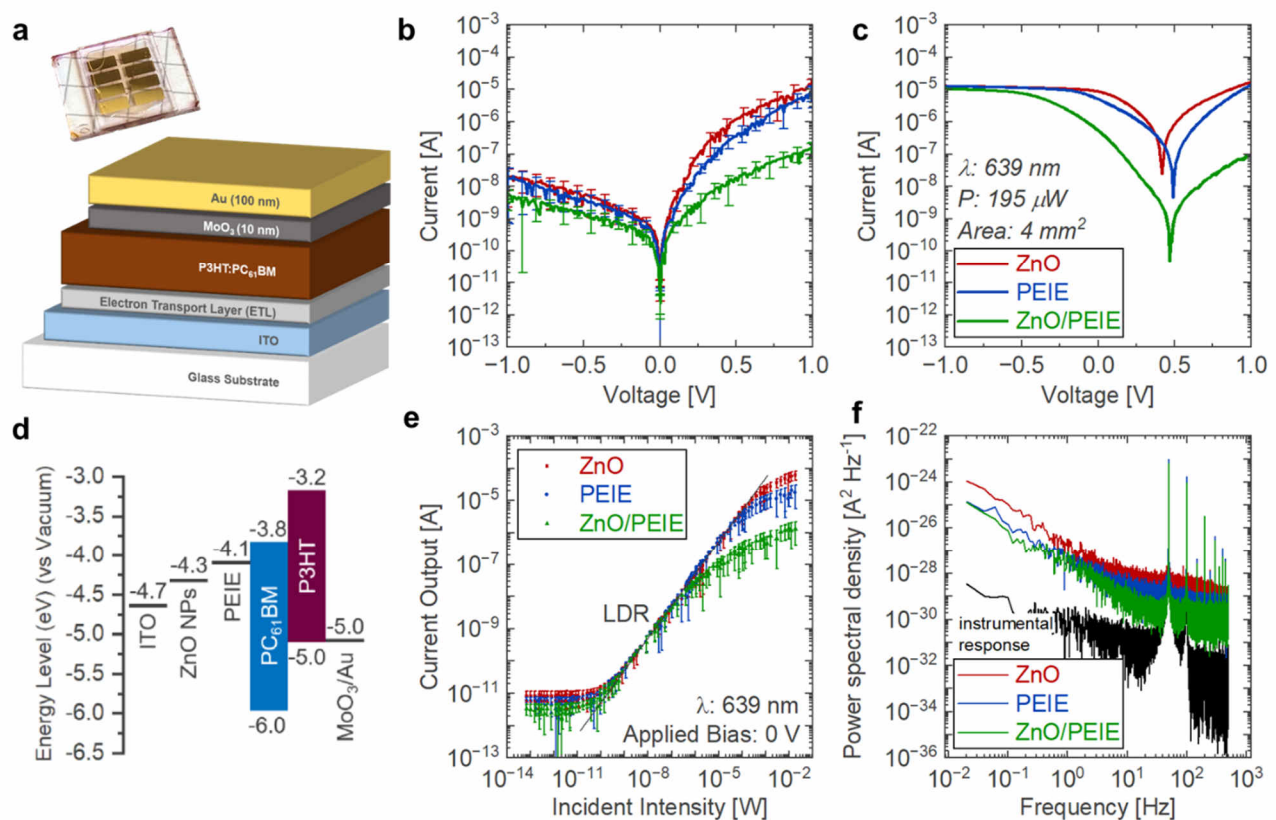


Abbildung 2. Kennlinien lösungsprozessierter OPDs unter Variation der Elektronen transportierenden Schicht (ETL) zwischen ZnO, PEIE und ZnO/PEIE. a) Schichtaufbau und Fotografie einer OPD. b) Strom-Spannungs-Kennlinie ohne Beleuchtung und c) unter Beleuchtung bei 195 µW. d) Energieniveaus der verwendeten Materialien. e) Strom als Funktion der Beleuchtungsintensität. f) Spektrale Leistungsdichte als Funktion der Frequenz.

Die entwickelten OPDs sollen demnächst für Calcium-Imaging in Zellkulturen und in semi-intakten Präparaten erprobt werden. Für die Präparation primärer neuronaler Zellkulturen aus *Drosophila melanogaster* werden derzeit entsprechende Protokolle erarbeitet (Abbildung 3). Die Neuronen sollen Calcium-Indikatoren enthalten, an denen dann sowohl die spontane als auch die

evozierte neuronale Aktivität optisch vermessen werden kann. Anschließend sollen die OPDs mit organischen Leuchtdioden zur optischen Stimulation neuronaler Aktivität und zur Anregung von Fluoreszenz-Indikatoren kombiniert werden, um einen rein optischen Sensor zu ermöglichen, der zur Erforschung und Therapie neurologischer Krankheiten beitragen kann. ■

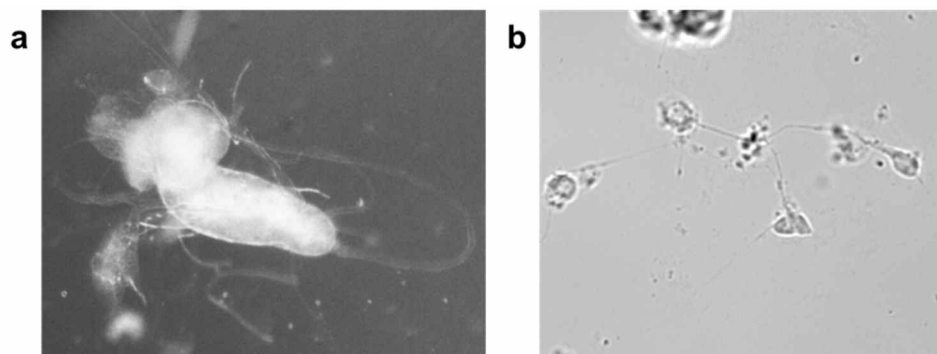


Abbildung 3. Präparation von Neuronen aus *Drosophila*. a) Seziiertes Gehirn und ventrales Nervensystem einer *Drosophila*-Larve. b) Primäre neuronale Zellkultur aus *Drosophila* nach 4 Tagen *in vitro*.

- **Projektleitung:** Dr. Caroline Murawski
- **Projektträger:** BMBF, Projektträger VDI Technologiezentrum GmbH
- **Laufzeit:** 11/2021 – 10/2026
- **Förderkennzeichen :** 13XP5137

In-vivo-Verhaltensexperimente mit zweifarbigen OLEDs

In der fortgeschrittenen Phase des Projekts konnte gezeigt werden, dass gestapelte, mehrfarbige OLEDs mit verschiedenen Emissionsfarben aus demselben Pixel zu einfachen Verhaltensexperimenten an lebenden Fruchtfliegenlarven verwendet werden können.

Jens P. Weber, Ilenia Meloni, Caroline Murawski

Ein immer wichtiger werdendes Werkzeug in der neuronalen Grundlagenforschung stellt die Optogenetik dar, bei der künstlich in die Zellen von Organismen eingebrachte lichtensitive Ionenkanäle je nach Art des Kanals die Zellen entweder stimulieren oder inhibieren können. Hierbei sind bioelektronische Bauteile wie OLEDs besonders attraktiv, da diese mechanisch flexibel sowie kostengünstig herstellbar sind, ohne auf Eigenschaften klassischer anorganischer Beleuchtungssysteme wie definierte Emissionseigenschaften verzichten zu müssen.

In Kooperation mit einer Arbeitsgruppe an der TU Dresden wurden am KSI Meinsberg zweifarbige, vertikal gestapelte organische Leuchtdioden (OLEDs) mit individuell veränderbaren Eigenschaften wie beispielsweise der Emissionswellenlänge und -intensität entwickelt und an der TU Dresden hergestellt. Die entwickelten OLEDs sind mikrostrukturiert, sprich, auf einer OLED befinden sich acht oder mehr individuell steuerbare, zweifarbige Pixel mit einer Größe von je 200 µm (Abbildung 1). Dies ermöglicht es, bei dem segmentierten Insekt *Drosophila melanogaster* ausgewählte Segmente einzeln und in frei wählbarer zeitlicher Abfolge anzusprechen.

Die Emissionsspektren der OLEDs wurden mittels Schichtdickenvariation an das ausgewählte bidirektionale Lichtprotein „BiPOLES“ angepasst, welches für die Expression in

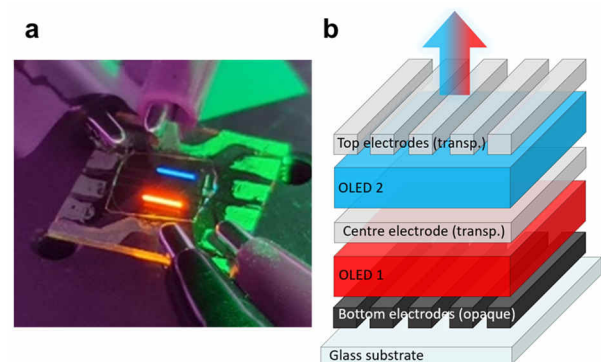


Abbildung 1. a) Foto einer OLED in unserer Fliegenarena. b) Schema der OLED-Schichtstruktur.

Drosophila melanogaster-Larven zur Verhaltensmanipulation ausgewählt wurde. Die Bidirektionalität wird hierbei durch die Verkettung zweier individueller Ionenkanäle erreicht. Aktivierungsspektren im sichtbaren Wellenbereich. Namentlich handelt es sich hierbei um den rotaktivierten, stimulierenden Kationenkanal „CsChrimson“ und um den blauaktivierten, inhibitorischen Anionenkanal „GtACR2“. Die Expression des fusionierten BiPOLES-Konstrukts wird für die Verhaltensexperimente von der transgenen Variante „OK371“ getrieben, welche das bidirektionale Konstrukt in Motoneuronen exprimiert, welche unmittelbar für die Muskelaktivität verantwortlich zeichnen.

Das Verhalten der *Drosophila*-Larven wurde nun mittels der eigens entwickelten zweifarbig, mikrostrukturierten OLEDs manipuliert. Konkret

wurden die einzelnen Pixel der OLEDs dazu genutzt, um einzelne Segmente der *Drosophila*-Larve entweder mittels blauen Lichts zur Relaxion oder aber mittels roten Lichts zur Kontraktion zu zwingen (Abbildung 2). Durch zeitlich abgestimmte Aktivität der individuellen Pixel konnten wir zuverlässig aufzeigen, dass Bewegungsmuster in den *Drosophila*-Larven optogenetisch induziert und manipuliert werden können.

Zusammengenommen stellen die in einzelne Pixel mikrostrukturierten OLEDs eine zuverlässige, vielseitige, sowie kostengünstige Alternative zu den konventionell in der Grundlagenforschung genutzten Lichtquellen dar. Darüberhinaus ermöglichen sie die präzise Stimulation individueller *Drosophila*-Segmente und insbesondere die mehrfarbige Intervention für wechselnde oder simultane Stimulation und Inhibition. ■

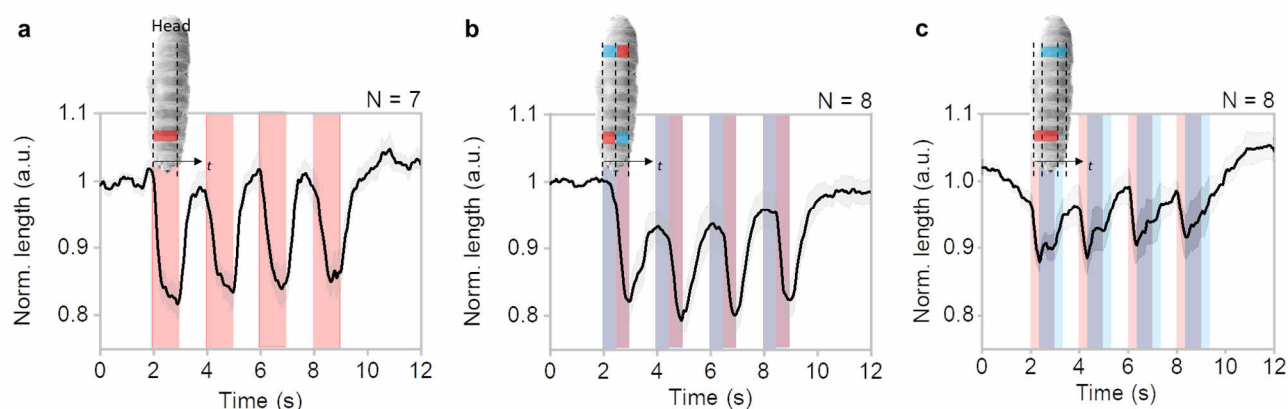


Abbildung 2. Längenveränderung von *Drosophila*-Larven unter OLED-Illumination (farbige Bereiche). a) Rote Illumination, posterior. b) Alternierende Illumination in blau/anterior und rot/posterior mit Wechsel zu rot/anterior und blau/posterior. c) Zeitversetzte Illumination in rot/posterior und blau/anterior. N: Anzahl an Larven.

■ Projektleitung:	Dr. Caroline Murawski
■ Projekträger:	KSI Meinsberg - Haushaltsprojekt
■ Projektpartner:	Technische Universität Dresden
■ Laufzeit:	12/2019 – 11/2022

Aufbau eines Messplatzes zur Charakterisierung organischer Fotodioden

Es wurde ein experimenteller Aufbau zur akkuraten Vermessung der Stromantwort organischer Fotodioden unter Variation der einfallenden Lichtintensität realisiert.

Siddhartha Saggar, Caroline Murawski

In der Nachwuchsforschergruppe des KSI Meinsberg werden organische Fotodioden (OPDs) für Sensorik-Anwendungen in der biomedizinischen Diagnostik entwickelt. Unter anderem sollen OPDs in der Fluoreszenzbildgebung zum Einsatz kommen, um die Aktivität von Neuronen zu detektieren. Um sehr schwache Lichtsignale akkurat vermessen zu können, benötigen die OPDs Dunkelströme im Bereich von 10^{-12} A (pA), müssen in Millisekunden schaltbar sein und einen möglichst weiten linearen dynamischen Bereich aufweisen, in dem die Stromantwort linear mit der Beleuchtungsintensität zunimmt.

Zur möglichst genauen Vermessung der verschiedenen Leistungsparameter der OPD wurde ein neuartiger Versuchsaufbau realisiert (Abbildung 1), der einen außergewöhnlich umfangreichen Messbereich ermöglicht. Wichtig ist dafür die möglichst rauscharme Detektion des Stromsignals, um Dunkelströme im sub-pA-Bereich korrekt erfassen zu können. Dafür wurde ein Femto-Ampèremeter mit einer unteren Messgrenze von ca. 10 fA sowie ein speziell angefertigter Probenhalter integriert. Beides ermöglicht auch das Anlegen von Spannungen an die OPD.

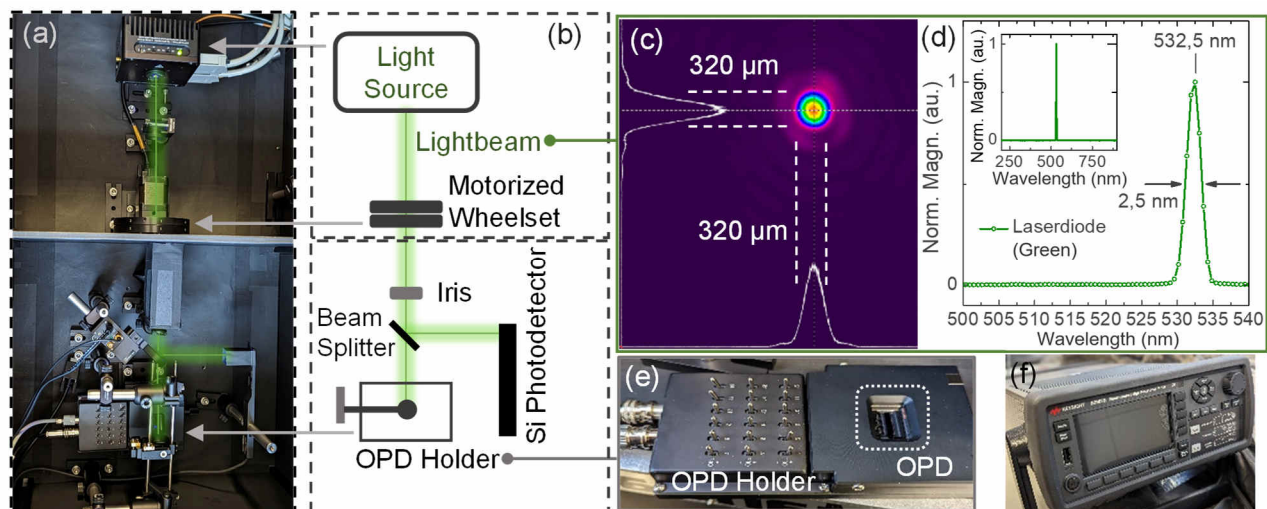


Abbildung 1. (a) Draufsicht auf den realisierten experimentellen Aufbau zur Messung der verschiedenen Leistungsparameter von OPDs und (b) schematische Darstellung derselben. (c) Typisches Querschnittsprofil und (d) spektrale Eigenschaften des Lichtstrahls. (e) Probenhalter zur Kontaktierung der OPD. (f) Femto-Ampèremeter zur Aufzeichnung der Stromabgabe der OPDs.

Zur Beleuchtung bei unterschiedlichen Wellenlängen werden vier Laserdioden verwendet (Emissionspeaks bei 405 nm, 532 nm, 640 nm und 808 nm) und die Größe des einfallenden Strahlprofils mittels einer Blende eingestellt, wobei das Profil des Lichtstrahls mit einem Beam-Profiler abgebildet wird. Die Lichtintensität wird unter Verwendung eines kalibrierten Fotodetektors gemessen und durch zwei im Strahlengang befindliche motorisierte Filterräder mit Neutraldichtefiltern (NDF) moduliert. Der Aufbau wurde vollständig kalibriert (Spiegel, Strahlteiler, NDFs und Laserdioden) und das Setup in einer lichtdichten und rauschmindernden Box installiert.

Abbildung 2 zeigt das Rauschspektrum einer OPD ohne Beleuchtung im Vergleich zum Rauschspektrum des Messinstruments (a) sowie die Kennlinie der Stromantwort als Funktion der Beleuchtungsintensität unter Belichtung mit grünem Licht (b). Der Aufbau ermöglicht die experimentelle Bestimmung der Stromstärke von OPDs im Bereich von ca. 0,1 pA bis 100 mA über einen extrem großen Bereich der Lichtintensität hinweg von 10^{-13} – 10^{-2} W. Dies ermöglicht die Entwicklung und Charakterisierung von OPDs für Anwendungen, in denen die Stromabgabe eher gering ist, wie beispielsweise in der Fluoreszenzbildgebung. Darüber hinaus bietet das Setup die

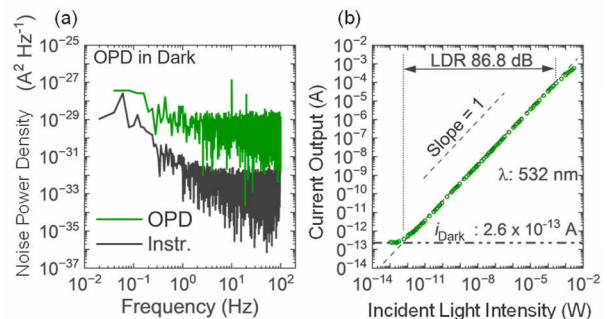


Abbildung 2. (a) Rauschspektrum als Funktion des Frequenzbereichs für eine OPD im Dunkeln sowie für das Messinstrument. (b) Stromantwort einer OPD als Funktion der einfallenden Lichtintensität. Der lineare dynamische Bereich beträgt über 8 Dekaden.

Möglichkeit, den Funktionsmechanismus von OPDs sowohl im Bereich extrem niedriger als auch sehr hoher Lichtintensitäten genauer zu erforschen.

Geplant sind weitere Untersuchungen zur Erkundung der Ursachen des Dunkelstroms und des $1/f$ -Dunkelrauschens, welches in OPDs zumeist beobachtet wird. Durch Integration einer gepulsten Lichtquelle sollen zukünftig auch transiente Eigenschaften von OPDs untersucht und Schaltgeschwindigkeiten bestimmt werden können. Weiterhin ist eine computergestützte Automatisierung des Messaufbaus geplant. ■

■ Projektleitung:	Dr. Caroline Murawski
■ Projektträger:	KSI Meinsberg - Haushaltsprojekt
■ Laufzeit:	02/2022 – 10/2023

Krebstherapie mit Nanopartikeln

In diesem Grundlagenprojekt wird untersucht, welchen Einfluss mit Paclitaxel und Epigallocatechingallat beladene Nanopartikel auf die Proliferation von humanen Brustkrebszelllinien haben.

Christine Schirmer, Michael Mertig

Mit 70.000 neuen Diagnosen im Jahr ist Brustkrebs die häufigste Krebserkrankung bei Frauen in Deutschland. Etwa jede 6. Erkrankung davon ist ein sogenanntes triple-negatives Mammakarzinom, welches ein hohes Risiko für die Bildung von Metastasen aufweist und daher häufig mit einer schlechten Prognose einhergeht. Da den Brustkrebszellen hier bestimmte Biomarker für eine zielgerichtete Therapie fehlen, ist die Behandlung eines triple-negativen Brustkrebses meist auf Chemotherapie und Operation beschränkt. Für erstere Therapieoption wird häufig Paclitaxel eingesetzt. Jedoch sprechen die Betroffenen einerseits individuell sehr unterschiedlich auf diese Therapie an, andererseits werden in vielen Fällen auch Resistenzen gegen das Chemotherapeutikum entwickelt. Damit ergibt sich ein steigendes Interesse an Substanzen, die die Sensitivität der Krebszellen gegenüber konventionellen Chemotherapeutika steigern.

In dem hier vorgestellten Projekt sollen die Grundlagen für eine verbesserte Krebstherapie mit Hilfe von Nanopartikeln erforscht werden mit dem Ziel, die Wirksamkeit konventioneller Chemotherapeutika insbesondere gegenüber *triple*-negativen Brustkrebszellen zu verbessern. Am Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung (IFW) Dresden wurden dafür verschiedene Nanopartikel bestehend aus Graphenoxid (GO) und Zinkoxid (ZnO) hergestellt, die mit dem Wirkstoff Paclitaxel (Ptx) sowie dem antioxidativ wirksamen sekundären Pflanzenstoff Epigallocatechingallat (EGCG) beladen wurden.

Am KSI Meinsberg wurde die triple-negative humane Brustkrebszelllinie MDA-MB-231 damit für 48 h inkubiert und anschließend die Überlebensrate der Zellen in Relation zu unbehandelten Kontrollzellen analysiert.

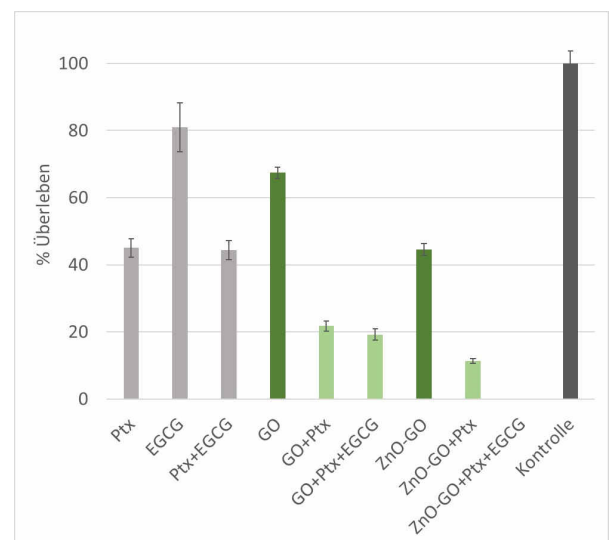


Abbildung 1. Überlebensrate der triple-negativen Brustkrebszellen MDA-MB-231 mit reinen Wirkstoffen (grau), unbeladenen (dunkelgrün) sowie mit Wirkstoffen beladenen Nanopartikeln (hellgrün).

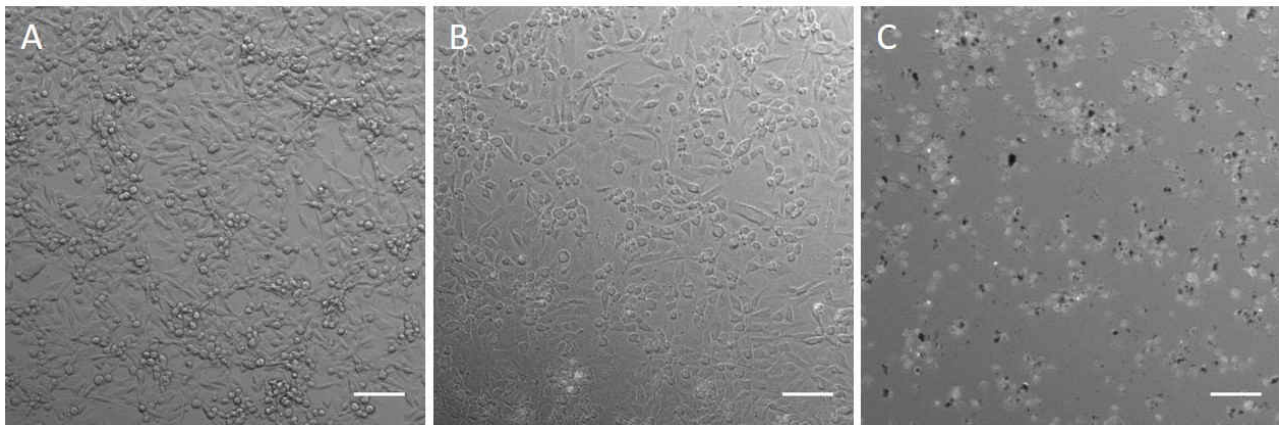


Abbildung 2. Kulturen der humanen Brustkrebszelllinie MDA-MB-231 wurden für 48 h mit verschiedenen Wirkstoffen behandelt. A) Kontrolle, B) Ptx + EGCG, C) ZnO-GO + Ptx + EGCG; Maßbalken = 100 μ m.

Zum Vergleich wurden die Zellen außerdem mit unbeladenen Partikeln und den reinen Wirkstoffen behandelt. Die Ergebnisse der Messung sind in Abbildung 1 dargestellt, eine Auswahl zugehöriger Mikroskopiebilder befindet sich in Abbildung 2. Man kann erkennen, dass sowohl die beladenen GO- als auch ZnO-GO-Nanopartikel eine deutliche Reduktion der Überlebensrate der Krebszellen gegenüber dem in gleicher Konzentration eingesetzten Wirkstoff Paclitaxel allein be-

wirkten. Wurde zusätzlich die antioxidativ wirksame Substanz EGCG auf die Partikel geladen, zeigte sich im Falle der kombinierten GO-ZnO-Partikel sogar eine komplette Abtötung der Zellen. Die nächsten anstehenden Schritte sind nun die Ermittlung der Zeit- und Konzentrationsabhängigkeit der eingesetzten Substanzen auf die Überlebensrate der Zellen sowie die Aufklärung des Wirkmechanismus für die beobachteten Effekte. ■

- **Projektleitung:** Prof. Michael Mertig
- **Projektträger:** KSI Meinsberg - Haushaltsprojekt
- **Projektpartner:** Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden e.V.
- **Laufzeit:** 04/2022 – 12/2023

Cluster-dekorierte DNA-Origami für verstärkte Raman-spektroskopische Detektionsmethoden (DeDNAed)

Das Projekt befasst sich mit dem Aufbau einer innovativen Biosensorplattform zur ultraschnellen, sensitiven und selektiven Detektion von medizinisch hochrelevanten Substanzen. Mit Hilfe von DNA-Origamistrukturen sollen maßgeschneiderte Sensoren entstehen, die mit Hilfe von oberflächenverstärkter Ramanspektroskopie die Detektion von Analyten bis hinunter zur Einzelmolekülebene erlauben.

Andreas Heerwig, Christine Schirmer, Katrin Rebatschek, Alfred Kick, Michael Mertig

In dem von der EU im Rahmen von FETopen (*future and emerging technologies*) geförderten Projekt arbeiten Wissenschaftler aus Spanien, Frankreich, Österreich und Deutschland an einer Detektionsplattform, deren Funktionsprinzip auf der oberflächenverstärkten Ramanspektroskopie (SERS) fußt. Damit sollen sehr schnell kleinste Konzentrationen von medizinisch hochrelevanten Substanzen wie etwa Interleukin 6 quantifiziert werden, um medizinischem Personal mehr Zeit für lebensrettende Maßnahmen zu geben.

Die Oberflächenverstärkung wird durch hochsymmetrische Goldnanopartikel (AuNP) erreicht, die vom Projektpartner CIC biomaGUNE aus San Sebastian synthetisiert und funktionalisiert werden. Diese Nanopartikel werden von Wissenschaftlern des KSI Meinsberg mittels DNA-Origamistrukturen so positioniert, dass im sogenannten Hotspot zwischen den Nanopartikeln bei geeignetem Lasereintrag eine elektromagnetische Feldverstärkung entsteht. Befindet sich in diesem Hotspot nun ein zu analysierendes Molekül, kann dieses aufgrund der Oberflächenverstärkung in kleinsten Konzentrationen detektiert werden. Die Positionierung des Erkennungselements (RE) für das zu analysierende Molekül erfolgt durch einen flexiblen DNA-Doppelstrang innerhalb dieses Hotspots (Abbildung 1). Als RE

sollen einerseits DNA-Aptamere und andererseits Antikörper zum Einsatz kommen. Erstere werden von Wissenschaftlern der Universität Potsdam charakterisiert und letztere von Wissenschaftlern von Tecnalia aus San Sebastian modifiziert und anschließend charakterisiert.

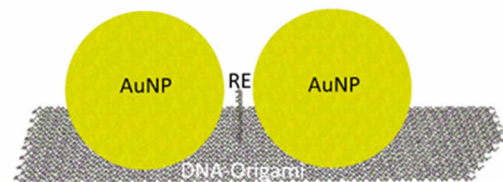


Abbildung 1. Hybridstruktur aus DNA-Origami, RE und zwei AuNP.

Um letztendlich SERS-Messungen an der Hybridstruktur durchführen zu können, ist die großflächige Ablage der DNA-Origamistrukturen in geeigneten Arrays nötig. Diese wird von Wissenschaftlern der TU Chemnitz und des KSI Meinsberg sowohl auf festen als auch auf flexiblen Substraten realisiert. Die SERS-Messungen zur abschließenden Bewertung des Sensors werden durch Kollegen der Le Mans Université durchgeführt.

Nach erfolgreicher Synthese und Charakterisierung der DNA-Origami-Strukturen und Positio-

nierung der Goldnanopartikel innerhalb der ersten Projektphase erfolgte im zweiten Abschnitt die transmissionselektronenmikroskopische (TEM-) Charakterisierung der DNA-Origami-Goldnanopartikel-Addukte unter SERS-Messbedingungen, also in flüssiger Phase (Abbildung 2).

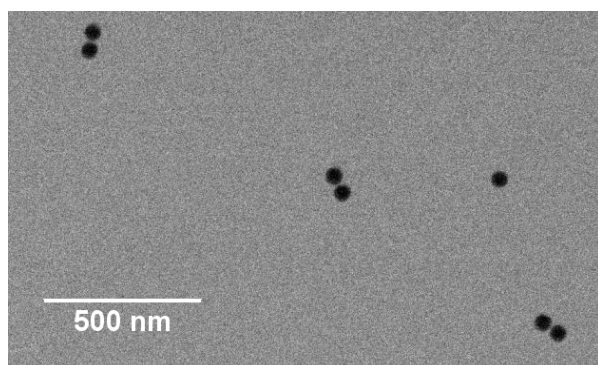


Abbildung 2. Flüssig-TEM-Abbildung von durch DNA-Origami positionierten AuNP-Dimeren.

Außerdem konnte durch die Auswertung molekulardynamischer Simulationen die Aufenthaltsdauer des beweglichen RE innerhalb des Hotspots bestimmt werden: Etwa 10 % der Simulationszeit befand sich das RE weniger als 5 nm vom Zentrum des Hotspots entfernt und erfährt damit in diesem Zeitraum eine hohe Signalverstärkung.

Weiterhin wurden erste Schritte für eine alternative Reinigungsprozedur der DNA-Origami-Goldnanopartikel-Addukte unternommen. Diese ist nötig, um aufgrund des Herstellungsprozesses notwendige, im Überschuss eingesetzte AuNPs zu entfernen. Bei der Aufreinigungsprozedur werden Streptavidin-modifizierte, magnetische Partikel mit DNA-modifiziertem Biotin gekoppelt. Danach erfolgt durch Hybridisierung die Anbindung des DNA-Origamis. Durch die Wahl weiterer geeigneter DNA kann durch Strangverdrängungsmechanismen schließlich das gereinigte gewünschte Addukt abgetrennt werden (Abbildung 3).

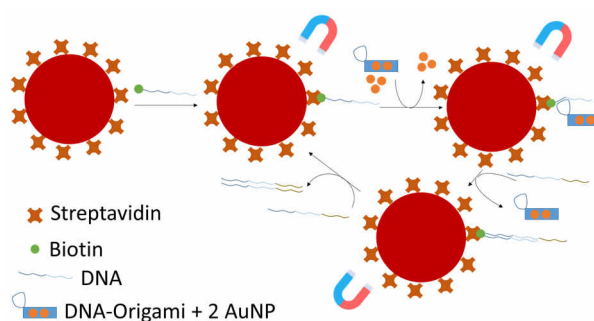


Abbildung 3. Schema der angestrebten Addukt-Reinigungsprozedur.

■ Projektleitung:	Prof. Michael Mertig
■ Projektträger:	Europäische Union, Horizon 2020, FETopen
■ Projektpartner:	Technische Universität Chemnitz, CIC biomaGUNE, Spanien, Le Mans Université, Frankreich, Universität Potsdam, TecNALIA, Spanien, BNN, Österreich
■ Laufzeit:	03/2021 – 02/2024
■ Förderkennzeichen:	964248

Neues Konzept eines potentiometrischen Nitratsensors für ein automatisches Überwachungssystem in der Landwirtschaft (PLANtAR)

In der aktuellen Phase des Europäischen PENTA-Kooperationsprojekts PLANtAR wurde die vielversprechendste Sensormodifikation ausgewählt und erste Untersuchungen zum direkten Nachweis von Nitrat im Boden durchgeführt.

Michelle Brandao Silva de Assis, Alfred Kick, Kathrin Trommer, Michael Mertig

Aufgrund des stetigen Wachstums der Weltbevölkerung und der steigenden Lebenserwartung, ist es enorm wichtig, den Bedarf an Lebensmitteln durch landwirtschaftliche Produktion zu decken. Die intensive Nutzung im Agrarbereich kann jedoch auch Komplikationen mit sich bringen, die sich direkt auf das Leben der Menschen und das Ökosystem auswirken. Dazu gehört auch eine durch übermäßige Düngung eingebrachte Menge an Nitrat im Boden. Um die Bodenqualität und Umwelt langfristig zu erhalten und gleichzeitig den Bedarf an landwirtschaftlichen Produkten zu decken, ist es notwendig, die Ausbringung von Düngemitteln auf den tatsächlichen Bedarf von Nutzpflanzen abzustimmen.

In Fortsetzung der Projektarbeit zu diesem Thema hat das KSI Meinsberg ein neues Konzept für potentiometrische Nitratsensoren entwickelt. Nach entsprechenden Untersuchungen wurde die Elektrodenmodifikation, die beste Ergebnisse in Bezug auf Stabilität, Reproduzierbarkeit und langer Lebensdauer zeigte, für Nitratuntersuchungen im Boden ausgewählt. Der siebgedruckte Sensor auf der Basis von Keramiksubstraten mit einer graphitbasierten Arbeitselektrode, die mit Polypyrrol und einer ionenselektiven Schicht bedeckt ist, erwies sich als vielversprechendste Modifikation, um die Ziele dieses Projekts zu erreichen.

Nun wurde die Funktionsfähigkeit dieses elektrochemischen Sensors direkt im Boden überprüft, ohne jegliche Vorbehandlung und ohne Elektroden-Schutzvorrichtung. Zunächst wurde die Versuche in einer sehr feuchten, aufgeweichten Erde durchgeführt, um mechanische Stressbelastung für den Sensor beim Einführen in den Boden zu minimieren. Im Modellversuch wurden Gartenbodenproben mit einer vorbereiteten Lösung von Ammoniumnitrat in einer Konzentration von 0,1 mol/l versetzt und anschließend vermessen (Abbildung 1). Dazu wurde die Elektrode direkt in die gesättigte Bodenprobe eingeführt und durch die Messung des Potentials die Menge des zugesetzten Nitrats ermittelt. Anschließend wurde das Ergebnis referenziert, indem mit demselben Sensor der Nitratgehalt im Überstand derselben Bodenprobe nach Zentrifugation bestimmt wurde. Abbildung 2 zeigt das Ergebnis. Der Überstand wurde gleichfalls mittels Ionenchromatographie (IC) analysiert und die Ergebnisse verglichen. Der mit IC ermittelte Nitratwert betrug 0,014 mol/l, während mit dem modifizierten Sensor eine Konzentration von 0,015 mol/l bestimmt wurde.

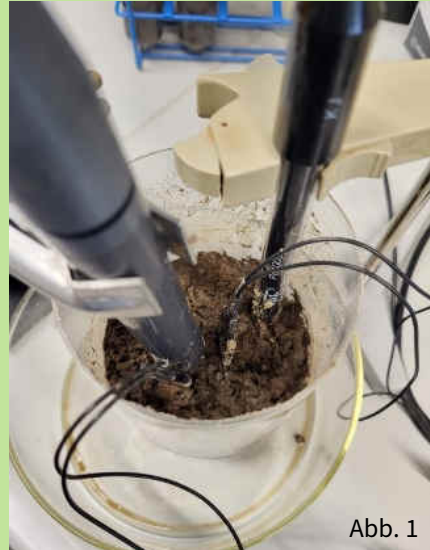


Abb. 1

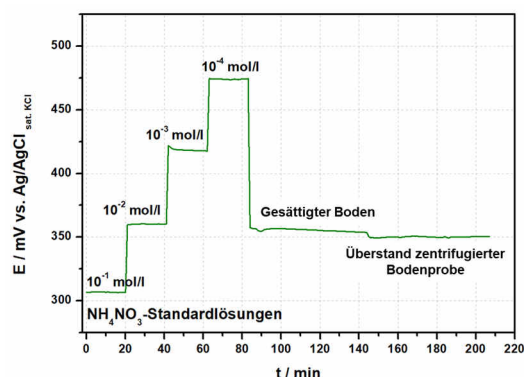


Abbildung 2. Potentiometrisches Ansprechverhalten der nitratselektiven Elektrode in Standardlösungen, im Boden sowie im Überstand der zentrifugierten Bodenprobe.

Im nächsten Schritt erfolgte die Untersuchung von Bodenproben gleicher Feuchtigkeit, aber unter Zugabe von unterschiedlichen Nitratkonzentrationen. Dazu wurden drei Bodenproben mit Nitrat-Konzentrationen von 0,01 mol/l, 0,1 mol/l und 1 mol/l präpariert. Abbildung 3 zeigt, dass die bestimmten Nitrat-Konzentrationen jeder Bodenprobe jeweils denen der Kalibrierung entsprechen.

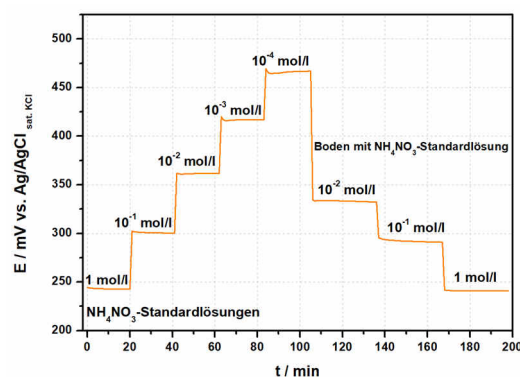


Abbildung 3. Potentiometrisches Ansprechverhalten mit Kalibrierung und der Messung in drei Bodenproben mit unterschiedlicher Nitrat-Konzentration.

Die Versuche bestätigen die Funktionstüchtigkeit des Sensors zum Nachweis von Nitrat im Boden. Insbesondere ist der Sensor robust genug, um direkt in einem feuchten Boden eingesetzt zu werden und den Nitratgehalt zu erkennen. Dies ist ein weiterer vielversprechender Schritt zur geplanten Automatisierung von Überwachungssystemen in der Landwirtschaft. ■

- **Projektleitung:** Prof. Michael Mertig
- **Projekträger:** EUREKA-Cluster PENTA ü. VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin
- **Projektpartner:** Infineon Technologies AG, Neubiberg, Fraunhofer Institute for Electronic Nano Systems ENAS, Chemnitz, HANSENHOF_electronic-Fa. Steffen Schmieder, Reifland, Freudenberg Industrie Siebdruck GmbH, Dresden, Munisense BV, NL, Evalan BV, Amsterdam, NL, Stichting Wageningen Research, Wageningen, NL, RockWool B.V., Roermond, NL, Stichting IMEC, Eindhoven, NL, AlphaSip, Spanien, Alianza Nanotecnología Diagnóstica ASJ, SL, Spanien
- **Laufzeit:** 11/2020 – 10/2023
- **Förderkennzeichen:** 16ME0159S

Abbildung 1. Messaufbau mit direkt in gesättigter Bodenprobe eingeführten elektrochemischen Elektroden.

Wasserstoffdetektoren in Elektrofahrzeugen (H2D4EV)

Ein komplexes Multisensorsystem für die Überwachung von Abgasen und der Umgebung von Brennstoffzellen für die Elektromobilität wird in einem chinesisch-deutschen Forschungsverbund entwickelt.

Anastasiya Ruchets, Jingying Yao, Jens Zosel, Michael Mertig

Ein Messsystem zur hochsensitiven, intelligenten Onboard-Überwachung der Wasserstoffkonzentration in und an Brennstoffzellen für elektrische Fahrzeuge wird im Verbundvorhaben H2D4EV entwickelt. Hauptziel ist eine deutliche Erhöhung der Betriebssicherheit von Brennstoffzellen durch Messungen in deren Abgas und Umgebung. Um dies zu erreichen, werden Signale neu-entwickelter, digitaler, hochintegrierter, miniaturisierter und feuchtekompenzierter Wasserstoff-(H₂)-Sensoren im Abgas (Exhaust) und in deren Umgebung (Ambient) mit Werten weiterer Parameter der Brennstoffzellen durch mathematische Algorithmen verknüpft und so der momentane Sicherheitsstatus der Brennstoffzelle beurteilt. Ein offenes und modulares Konzept des Systems ermöglicht die Skalierbarkeit für verschiedene Applikationen und Ausbaustufen.

Im Teilvorhaben des KSI Meinsberg werden neue Materialien und Technologien zum Aufbringen metallischer und oxidischer Schichten entwickelt und erprobt. Zum Einsatz kommen der Siebdruck bzw. die *Pulsed Laser Deposition* (PLD). Die Schichten werden auf beheizbare Interdigital-Elektroden als Sensitivmaterial aufgebracht und anschließend mit verschiedenen bildgebenden und analytischen Verfahren charakterisiert, um so ihre sensorischen Eigenschaften zu messen und zu optimieren. Dabei kommt neben der Röntgenmikroskopie und -spektroskopie auch die Sauerstoffaustauschcoulometrie zum Ein-

satz. Zudem erfolgen katalytische Untersuchungen und Messungen des Ansprechverhaltens der Sensoren mit statischen und dynamischen Methoden. Ein Beispiel für die Charakterisierung von Grundsensoren mittels elektrochemischer Impedanzspektroskopie (EIS) ist in Abbildung 1 dargestellt. Es zeigt, dass mit dynamischen Verfahren neben der Aufklärung von signalbildenden Prozessen auch Aussagen zum Alterungsverhalten der Sensoren möglich sind¹.

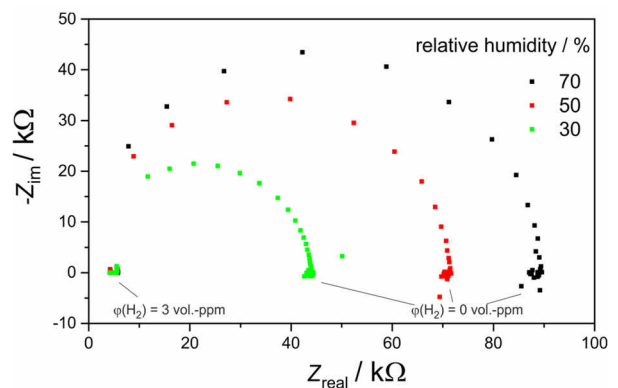


Abbildung 1. Impedanzmessungen an einer MOX-Schicht aus SnO₂/Pd-Partikeln in Abhängigkeit von der Wasserstoff- und der Wasserdampfkonzentration.

Wesentlich für den geplanten Einsatz im Onboard-Messsystem ist die Selektivität der Gassensoren, die möglichst hoch sein muss, um eventuelle Fehlalarme durch andere Gaskomponenten zu vermeiden. Eine solche Komponente ist Ethanol, das als Dampf vor allem in der Umgebung der Brennstoffzelle durch verschiedene

Umwelteinflüsse auftreten kann. In Abbildung 2 ist die Sensitivität verschiedener Schichten, die auch zusätzlich mit Glasabdeckungen versehen wurden, auf Ethanol und Wasserstoff gezeigt. Die

Ergebnisse belegen auch, dass dieser Ansatz zu einer deutlichen Steigerung der Selektivität gegenüber Wasserstoff führt. ■

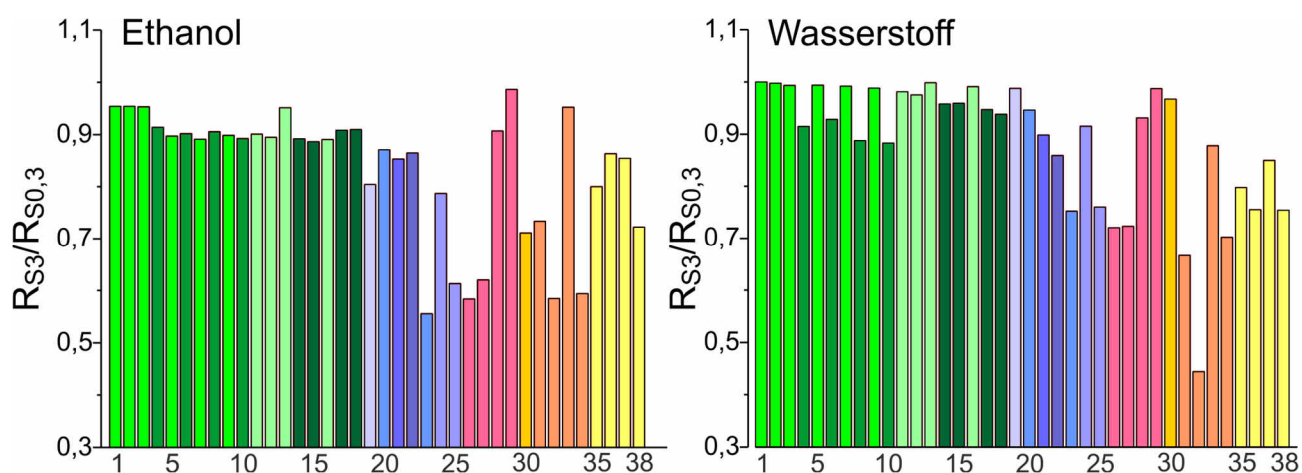


Abbildung 2. Vergleich der Sensitivitäten verschiedener Sensoren bei 3 ppmv Ethanol (links) bzw. Wasserstoff (rechts), bezogen auf den Widerstand bei 0,3 ppmv (je kleiner der Quotient $R_{S3}/R_{S0,3}$ desto höher die Sensitivität); 1-18 Sb_2O_3/SnO_2 teilweise mit Ag-/Glasbeschichtung; 19-29 WO_3 teilweise mit Pt-/Glasbeschichtung; 30-34 TiO_2 teilweise mit Pd-/Glasbeschichtung, 35 – 38 SnO_2 mit Pd-Partikeln und Glasbeschichtung.

- **Projektleitung:** Prof. Michael Mertig
- **Projektträger:** BMBF, Projektträger Jülich GmbH
- **Projektpartner:** UST Umweltsensortechnik GmbH, Geschwenda
Tongji University, Shanghai, China
Guangxi Yuchai Machinery Group Co., LTD, Guangxi, China
Mercedes-Benz Fuel Cell GmbH, Kirchheim/Teck-Nabern
- **Laufzeit:** 11/2019 – 04/2023
- **Förderkennzeichen:** 03B11015B

1 A. Ruchets et al., *J. Electrochem. Soc.* 168 (2021) 117506.

Mobiles elektrochemisches Wasserqualitätsmonitoring-System (WasserMonitor-EC)

Voltammetrische Sensoren zur mobilen und dezentralen Vor-Ort-Bestimmung von Schwermetallionen in Oberflächenwässern.

Jingying Yao, Janek Weißpflog, Kathrin Trommer, Michael Mertig

Die Kontamination von Gewässern mit Schwermetallionen insbesondere in ehemaligen Bergbauregionen kann schwerwiegende Auswirkungen auf die Umwelt und die Gesundheit von Menschen und Tieren haben. Die Entwicklung einer kostengünstigen Vor-Ort-Analytik mit feldtauglichen Analysatoren zur Überwachung des Schadstoffaufkommens in Grund- und Oberflächenwässern ist deshalb von großer Wichtigkeit, um den Einsatz aufwendiger Laboruntersuchungen zu vermeiden.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung von kostengünstigen und mobil einsetzbaren voltammetrischen *All-Solid-State*-Sensoren für die Bestimmung der Metallionen Cd(II), Pb(II), Cr(III) und Cr(VI). In Zusammenarbeit mit der TU Chemnitz, der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) sowie der Chongqing Universität und der Umweltbehörde Chongqing (China) wurden verschiedene Ansätze und Methoden zur Detektion toxischer Metallionen entwickelt und ihre Funktionsfähigkeit in Gewässerproben getestet.

Aufgabe des KSI Meinsberg ist die Entwicklung von voltammetrischen Sensoren auf Graphitbasis zur Detektion der genannten Metallionen (Abbildung 1). Als geeigneter Modifier für empfindliche Bestimmungen von Pb(II) und Cd(II) mittels sensitiver Anodischer-Stripping-Voltammetrie (ASV) erwies sich Bi(III). Die elektrochemi-

sche *In-situ*-Abscheidung von Bismut erfolgte zusammen mit den Zielionen auf der Elektrodenoberfläche. Im anschließenden Bestimmungsschritt sind die Zielionen im unteren ppb-Bereich bestimmbar.

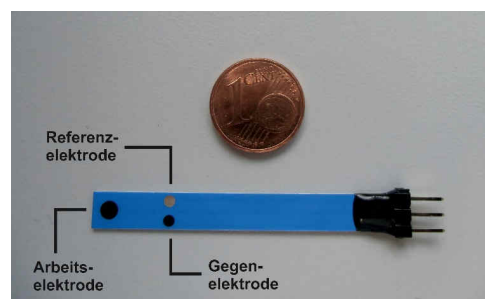


Abbildung 1. Voltammetrischer Dickschichtsensor für die Metallionenbestimmung.

Nach gezielter Anpassung der Messparameter an die Probenmatrix konnten Störeinflüsse, wie beispielsweise von Zn(II), Mn(II) oder Fe(II) minimiert und so für Realproben gut aufgelöste Peaks mit hoher Linearität erhalten werden (Abbildung 2).

Vergleichende Untersuchungen erfolgten mit der Atomabsorptionsspektrometrie und der optischen Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma. Exemplarisch zeigten die elektrochemischen Analysen der Gewässerproben Konzentrationen von Pb(II) = 630 µg/l und Cd(II) = 194 µg/l, während die dazugehörigen spektrometrischen Resultate Pb(II) = 714 µg/l

und $\text{Cd(II)} = 210 \mu\text{g/l}$ waren. Der Vergleich der erhaltenen Ergebnisse zeigte eine sehr gute Übereinstimmung mit der Referenzanalytik in Anbetracht eines mehrwöchig vergangenen Zeitunterschieds zwischen den Analysen. Die gute Funktionsfähigkeit der Elektroden für die Bestimmung der Zielionen in den Gewässerproben ermöglicht nun auch die zeitnahe Vor-Ort-Analyse.

Dabei zeichnen sich die neu entwickelten Sensoren durch eine einfache Bauweise mit funktionalen Schichten, leichte Handhabbarkeit sowie durch eine hohe mechanische Robustheit aus. Nach entsprechenden elektrochemischen Reinigungsschritten sind sie auch mehrmalig einsetzbar. ■

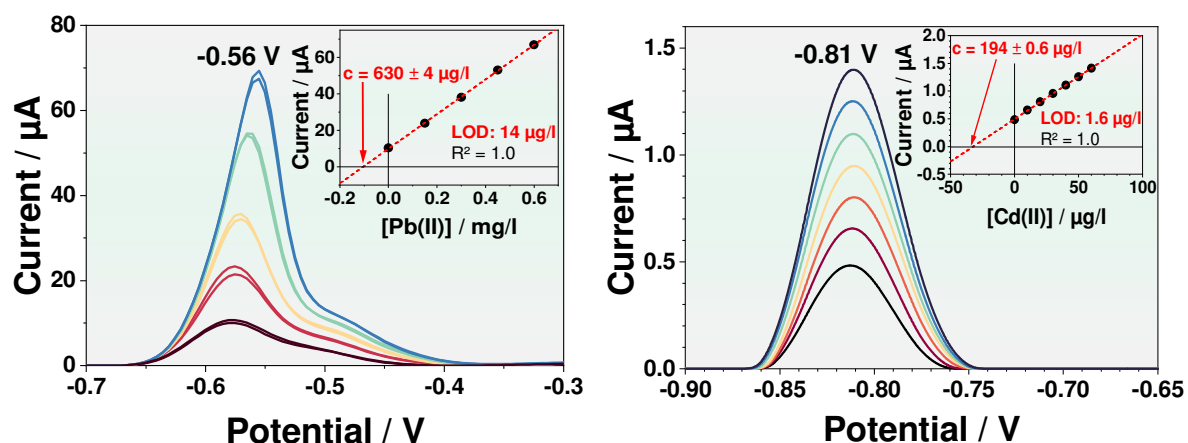


Abbildung 2. Links. Anodische-Stripping-Voltammogramme zum Nachweis von Pb(II) in Grubenwässern vom Standort Wismut GmbH, Königstein. Rechts. Cd(II) in Oberflächengewässern aus Muldenhütten. Normierte voltammetrische Messkurven mit aus den Peakmaxima resultierender Kalibriergerade.

■ Projektleitung:	Prof. Michael Mertig
■ Projektträger:	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
■ Projektpartner:	Chongqing Universität und Umweltbehörde Chongqing, China, TU Chemnitz, Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) Sachsen, Radebeul
■ Laufzeit:	05/2020 – 04/2023
■ Förderkennzeichen:	33-8128/157/1

Entwicklung und Erprobung eines vor Ort anwendbaren Sensorsystems für die As(III)-/As(V)-Detektion (Astek)

Im Teilprojekt des Verbundvorhabens „Technologieentwicklung und Erprobung für nachhaltiges Wassermanagement und additive Rohstoffgewinnung am Modellstandort Zinnerzgrube Ehrenfriedersdorf (TERZinn)“ entwickelt das KSI Meinsberg ein Sensorsystem für die Bestimmung von As(III) und As(V).

Janek Weißpflog, Michael Mertig

Erzgruben bilden noch lange nach ihrer Stilllegung permanente Austragungsquellen von Kontaminationen entsprechend ihres jeweiligen Erztyps. So wurde in der bis 1990 betriebenen Bergbaugrube in Ehrenfriedersdorf primär Zinnerz abgebaut, wobei als Resultat der Zinnerzförderung zwei wesentliche Spülhalden entstanden. Die Gruben- bzw. Haldensickerwässer weisen in der Folge noch Jahrzehnte nach Schließung, Verwahrung und Flutung der Grube eine Arsenbelastung von $\approx 0,5 \text{ mg/l}$ auf (vgl. TrinkwV: $c_{\text{max}}(\text{As}) = 0,01 \text{ mg/l}$ als oberer Grenzwert). Im Teilprojekt Astek entwickelt das KSI Meinsberg ein Sensorsystem für die Bestimmung von sowohl As(III) als auch As(V). Das Sensorsystem soll letztlich die Überwachung der im Rahmen des Verbundvorhabens zu entwickelnden Wasseraufbereitung direkt vor Ort ermöglichen.

Für den Einsatz unter Tage unter harschen Bedingungen muss der arsen-sensitive Sensor robust und wartungsarm sein. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurden die entwickelten Elektroden als planare Siebdruckelektroden aufgebaut (Abbildung 1). Diese *All-Solid-State*-Elektroden bestehen ausschließlich aus festen Komponenten, ohne zerbrechliche Teile. Ihre handliche Größe von wenigen Zentimetern macht sie außerdem für den mobilen Einsatz geeignet. Die Herausforderung bestand darin, dass sowohl

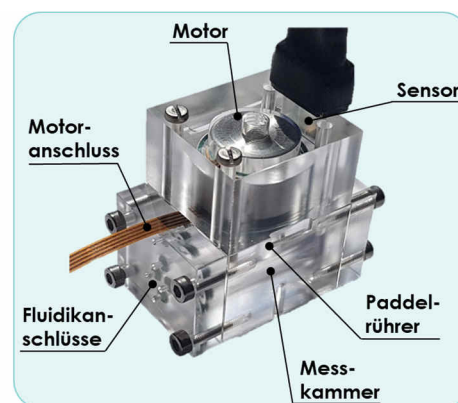


Abbildung 2. Entwickelte Messzelle zur elektrochemischen vor-Ort-Detektion von As(III) und As(V).

hohe Arsen-Konzentrationen mit bis zu 1 mg/l vor der Wasserbehandlung als auch niedrige Arsen-Konzentrationen von ca. $0,01 \text{ mg/l}$ nach der Aufreinigung nachgewiesen werden müssen. Eine qualitative sowie quantitative Bestimmung wird hierbei durch die Anodische-Stripping-Voltammetrie (ASV) ermöglicht. Für den Vor-Ort-Einsatz wurde eine Messzelle entwickelt, in welche der Sensor eingesetzt und bei Bedarf einfach ausgetauscht werden kann (Abbildung 2). Diese ist durch eine Messkammer mit 2 ml Fassungsvermögen, fluidischen Anschlüssen sowie einem integrierten Paddelrührer gekennzeichnet. Aufbauend auf Grundlagenuntersuchungen des Messregimes erfolgte die Konzeptionierung eines geeigneten Probennahmesystems und die

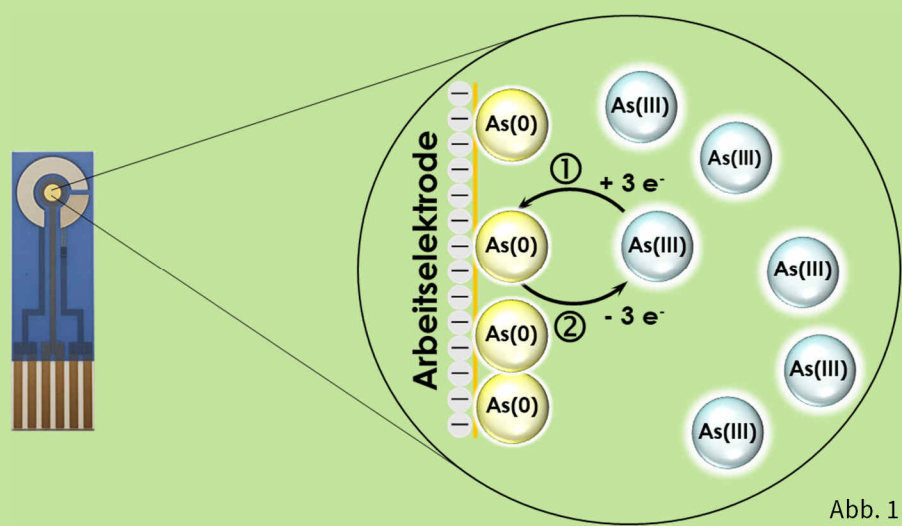


Abb. 1

Integration in das fluidische Gesamtsystem (Abbildung 3). In einem ersten Schritt wird die Probe mit dem Elektrolyten versetzt und eine voltammetrische Messung vorgenommen. Danach erfolgt die Konzentrationsbestimmung nach dem Verfahren der Standardaddition. Durch eine Raspberry Pi-basierte Mess- und Auswerteeinheit können alle Komponenten über eine Secure Shell (SSH)-Verbindung angesteuert werden,

wodurch eine automatisierte Messung der Arsenkonzentrationen im Bergwerk ermöglicht wird. Durch die gemeinsam mit der ibes AG an die Einsatzbedingungen abgestimmte Fluidik und Steuerung soll die Funktion des Sensors unter Tage weitgehend ohne Personalaufwand stattfinden. Dies erlaubt eine effiziente Platzierung der durch die Projektpartner im Verbundvorhaben geplanten Anlagen zur Wasseraufbereitung. ■

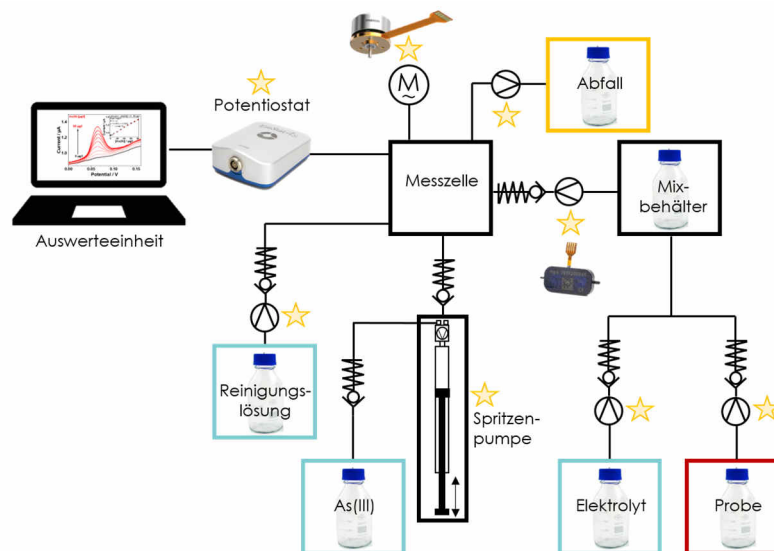


Abbildung 3. Konzept des vor-Ort-Sensorsystems zur elektrochemischen Detektion von As(III) und As(V). Mit Stern sind alle ansteuerbaren Einheiten gekennzeichnet.

- **Projektleitung:** Prof. Michael Mertig
- **Projektträger:** BMBF, Projektträger Jülich GmbH
- **Projektpartner:** Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden, ibes AG, Chemnitz, Erdbau Thalheim GmbH, Ehrenfriedersdorf, GEOS Ingenieurgesellschaft mbH, Halsbrücke, TUBAF – Institut für Bergbau und Spezialtiefbau, Freiberg, Wismut GmbH, Chemnitz, BIT-Tiefbauplanung GmbH, Gera
- **Laufzeit:** 02/2021 – 01/2024
- **Förderkennzeichen:** 03WIR1916A-E

Abbildung 1. Schema der ASV am Beispiel entwickelter Siebdruckelektroden mit Au-Arbeitsselektrode.

Biopolymer-basierte Sensor-Aktor-Systeme zur Detektion und Flockung von Schadstoffen in verockerten Oberflächenwässern (DeFloWasser)

Neue Biopolymer-modifizierte *All-Solid-State* Elektroden für die mobile elektrochemische Schadstoffdetektion in wässrigen Umweltproben.

Anastasiya Svirepa, Johannes Schwarz, Alfred Kick, Kathrin Trommer, Michael Mertig

Die zunehmende Verockerung der Spree mit Eisen und Sulfat aufgrund von Bergbaufolgeschäden stellt ein relevantes Umweltproblem in der Lausitzregion dar.

Ziel des Projekts war, in Zusammenarbeit mit dem Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V. (IPF), umweltverträgliche und ganzheitliche Konzepte zu entwickeln, um der zunehmenden Flussverockerung und den damit verbundenen Folgeschäden entgegen zu wirken.

Umweltfreundliche Biopolymere wie z.B. Chitosan wurden in *All-Solid-State*-Sensoren zur mobilen elektrochemischen Schadstoffdetektion und als Adsorbermaterial für die Wasseraufbereitung eingesetzt. Durch die vorteilhafte Nutzung und Verwendung von Biomaterialien sowohl als ionenspezifische Komponenten als auch als Flockungsmittel wird ein Beitrag zum nachhaltigen Umweltschutz geleistet.

Verschiedene Ausführungsformen von Sensoren für die potentiometrische Sulfat-Detektion und für die voltammetrische Eisenionen-Bestimmung wurden entwickelt und in realen Proben getestet. Abbildung 1 zeigt eine stabförmige, mit Chitosan modifizierte Elektrode.



Abbildung 1. Stabförmige Elektrode für elektrochemische Ionenbestimmungen.

Für die potentiometrischen und voltammetrischen Bestimmungen der Zielionen haben sich *All-Solid-State*-Elektroden auf Graphitbasis mit Polypyrrol-Festkontakten und einer Polymer-Membran mit immobilisiertem Chitosan als vorteilhaft erwiesen. Die Elektrodenpräparation erfolgte durch *In-situ*-Elektropolymerisation des Polymers auf der Elektrodenoberfläche und anschließendem Auftropfen (*drop casting*) des „Membrancocktails“ auf die Polymeroberfläche.

Spreewasserproben wurden hinsichtlich ihres Eisen- und Sulfat-Gehalts in stationären und in fließenden Lösungen mit Chitosan-modifizierten Elektroden analysiert. Vergleichende Untersuchungen erfolgten mittels Ionenchromatographie, induktiv gekoppelten Plasma-Emissions-spektrometrie (ICP-OES) und UV-Vis-Spektroskopie.

Die Bestimmung von Eisenionen erfolgte mittels adsorptiver kathodischer Stripping-Voltammetrie und mit Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA) als Komplexbildner. Sulfat-Bestimmungen wurden potentiometrisch mit Chitosan als Ionenkomplexierender Verbindung durchgeführt. Ergebnisse der elektrochemischen Untersuchungen sind in den Abbildungen 2 und 3 dargestellt.

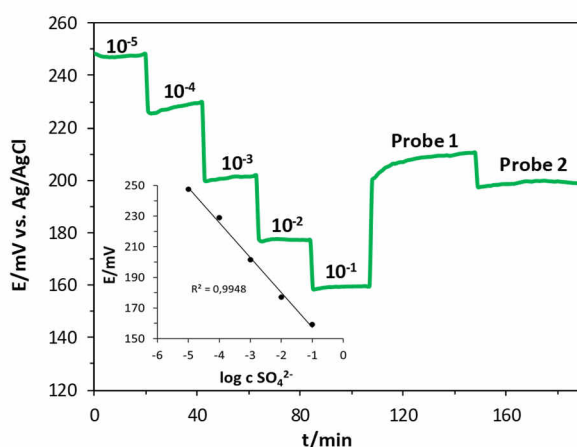


Abbildung 2. Potentiometrische Bestimmung von Sulfationen in Standard- und Realproben an einer Chitosan-modifizierten Elektrode.

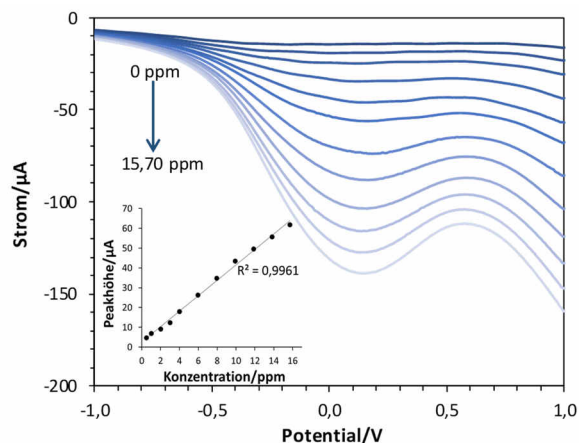


Abbildung 3. Bestimmung von Eisenionen mit adsorptiver kathodischer Stripping Voltammetrie an einer Chitosan-modifizierten Elektrode.

Potentialstabile *All-Solid-State*-Referenzelektroden auf Agarose-KCl-Basis wurden entwickelt und in verschiedenen Salzlösungen getestet.

Die Sensoren zeichnen sich durch eine einfache Bauweise mit funktionalen Schichten, leichte Handhabbarkeit, einen hohen Miniaturisierungsgrad und mechanische Robustheit aus. Die Ergebnisse bestätigen die Funktionsfähigkeit und den erfolgreichen Einsatz der Chitosan-modifizierten Elektroden in Spreewasserproben. ■

■ Projektleitung:	Prof. Michael Mertig
■ Projektträger:	Sächsische Aufbaubank
■ Projektpartner:	Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V. (IPF)
■ Laufzeit:	09/2019 – 03/2022
■ Förderkennzeichen:	100377118

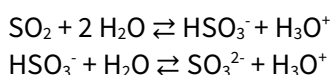
PAK-Sensor für Schiffsabgasreinigungsanlagen (PAK)

In diesem Projekt wurden elektrochemische Sensoren und Fluoreszenzsensoren zur Detektion polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) kombiniert. Mittels multivariater Regression wurde am Beispiel zweier PAK gezeigt, dass deren jeweilige Konzentrationen im Gemisch quantitativ bestimmbar sind. Damit könnten zukünftig Schiffsabgasreinigungsanlagen gesteuert werden.

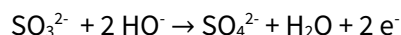
Alfred Kick, Michael Mertig

Die Schifffahrt muss bei der Abgasreinigung strikte Umweltvorgaben erfüllen¹. Im Waschwasser der Scrubber werden die Parameter pH-Wert, Trübung und Konzentration an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) überwacht. Die PAK-Detektion, die standardmäßig durch Fluoreszenzmessungen erfolgt, wurde weiterentwickelt und mit elektrochemischen Messmethoden (Impedanz, Voltammetrie) erweitert. Statt der Gesamtheit aller PAK kann nun der Anteil bestimmter PAK im Waschwasser ermittelt werden. Dafür wurden mit dem entwickelten Elektrodenaufbau unter anderem Sulfid-Konzentrationen in Meerwasserproben bestimmt. Sulfid bildet sich im Waschwasser aus Schwefeldioxid, das durch Verbrennung schwefelhaltigen Schweröls entsteht, und kann als Indikator für die PAK-Entstehung und für den Verschmutzungsgrad genutzt werden. Außerdem wurde eine multivariate Auswertung der Fluoreszenzdaten zur Quantifizierung von Phenanthren und Pyren in PAK-Gemischen entwickelt.

Die hergestellten Elektroden sind zur Detektion von Sulfid im Waschwasser geeignet. Sulfitionen entstehen als Anionen der schwefligen Säure (H_2SO_3), wenn sich das bei der Verbrennung schwefelhaltigen Schweröls gebildete Schwefeldioxid im Waschwasser löst:



Sulfitionen lassen sich sowohl an einer Platin- oder Gold-Elektrode als auch an einer Glaskohlenstoff-Elektrode zu Sulfat oxidieren:



Um diese Reaktion zu untersuchen, wurde die sogenannte Linear-Sweep-Voltammetrie angewandt, für welche die SO_3^{2-} -Konzentration in einer Wasserprobe aus dem Nordmeer variiert wurde. Eine Konzentration von 1 mM SO_3^{2-} konnte auf allen Arbeitselektroden detektiert werden. Auf der Glaskohlenstoff-Elektrode wurde mittels der Linear-Sweep-Voltammetrie zusätzlich untersucht, wo die entsprechende Nachweisgrenze liegt (Abbildung 1)².

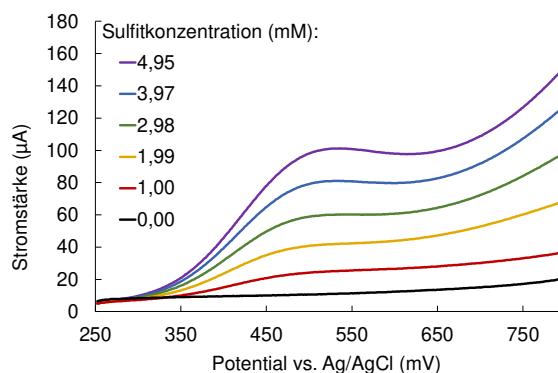


Abbildung 1. Linear-Sweep-Voltammetrie auf einer Glaskohlenstoffelektrode (Scan-Rate: 1 V/s) bei schrittweiser Erhöhung der SO_3^{2-} -Konzentration.

Ein Sulfitnachweis in einer Nordmeer-Wasserprobe im Konzentrationsbereich von $20\ \mu\text{M}$ ($1,3\ \text{mg/l}$) SO_2 bis $4,95\ \text{mM}$ ($317\ \text{mg/l}$) SO_2 ist in Abbildung 2 gezeigt.

Weiterhin wurden Fluoreszenzmessungen mit Kalibrierlösungen in Nordmeer-Wasserproben durchgeführt, bei denen die Phenanthren- und Pyrenkonzentrationen variiert wurden. Mittels multipler linearer Regression können die entsprechenden Regressionsparameter für jede der fünf ausgesuchten Kombinationen von Anregungs- und Emissionswellenlänge (Ex/Em, [nm]) bestimmt werden: 293/365, 336/384, 300/400, 300/380, 300/376. Dadurch ist es möglich, in einer unbekannten Probe die jeweiligen Konzentrationen von Pyren und Phenanthren zu bestimmen. Es resultieren Nachweisgrenzen von etwa $0,3\ \mu\text{g/l}$ für Pyren und etwa $5\ \mu\text{g/l}$ für Phenanthren. ■

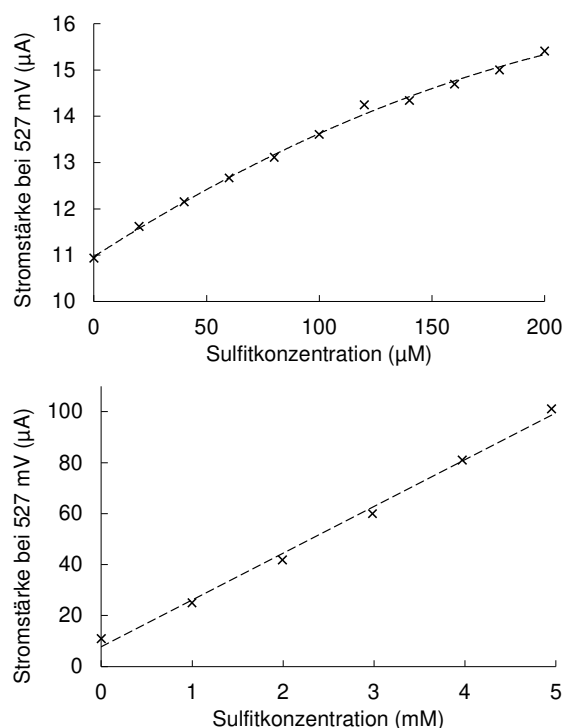


Abbildung 2. Ergebnisse der Linear-Sweep-Voltammetrie auf einer Glaskohlenstoffelektrode. Stromstärke bei 527 mV in Abhängigkeit von der Sulfit-Konzentration im niedrigen ($\leq 0,2\ \text{mM}$, oben) und im hohen ($\leq 5\ \text{mM}$, unten) Konzentrationsbereich.

■ Projektleitung:	Dr. Alfred Kick
■ Projektträger:	ZIM - Kooperationsprojekt, AiF Projekt GmbH, Berlin
■ Projektpartner:	IL Metronic Sensortechnik GmbH, Ilmenau, IfU GmbH Privates Institut für Umweltanalysen, Lichtenau
■ Laufzeit:	01/2020 – 06/2022
■ Förderkennzeichen:	ZF 4088708ST9

1 Internationale Vorschrift MEPC 259/68.

2 A. Kick et al., *RSE SEE 8 & 9th Kurt Schwabe Symposium*, 11.-15.07.2022, Graz, Österreich.

Implementierung eines Hefe-Pheromon-basierten Signalverstärkersystems zum Umweltmonitoring von Arzneimittelrückständen in Wässern (ISAr)

Das Ziel des Vorhabens war es, ein Ganzzellbiosensorsystem bestehend aus Sensor- und Aktor-Hefen zur Detektion von Arzneimittelrückständen am Beispiel von Diclofenac zu etablieren.

Christine Schirmer, Alfred Kick, Julia Lenhart, Katrin Rebatschek, Michael Mertig

Die Einleitung von humanen Arzneimittelrückständen in das Wasserkreislaufsystem stellt ein ernstzunehmendes Umweltproblem dar. Diclofenac ist einer der weltweit am häufigsten eingesetzten pharmazeutischen Wirkstoffe und kann schon in sehr geringen Konzentrationen schädliche Auswirkungen auf z.B. Wasserlebewesen haben. Da die konventionelle Analytik von Diclofenac derzeit nur mit zeit- und kostenintensiven laborinstrumentellen Methoden möglich ist, besteht ein Bedarf an einfachen, kostengünstigen und vor Ort einsetzbaren Sensoren für die Diclofenac-Bestimmung.

Ziel des Vorhabens war es daher, einen biologischen Ganzzellsensor, basierend auf gentechnisch veränderten Hefen, zur Vor-Ort-Detektion von umweltrelevanten Diclofenac-Konzentrationen in Oberflächen- und Abwässern zu entwickeln, wobei insbesondere der bioverfügbare, also schädliche Anteil des Diclofenac detektiert werden sollte. In einem Vorgängerprojekt konnte bereits ein erster Diclofenac-Sensor mit gentechnisch modifizierten Hefen aufgebaut werden, der jedoch nicht die erforderliche Sensitivität für die Analyse von umweltrelevanten Konzentrationen aufwies.

Innerhalb des ISAr-Projektes wurde als neuartiger Ansatz ein Zell-basiertes Signalverstärkersys-

tem etabliert, um die Nachweisgrenze für Diclofenac zu reduzieren. Das neue Sensorprinzip beruht auf der Diclofenac-induzierten Bildung des Hefe-Pheromons α -Faktor in einem gentechnisch modifizierten Hefestamm (Sensor). Hierbei wird der PDR5-Promotor der Hefe genutzt. Der α -Faktor führt dann in einem zweiten Stamm (Aktor) zur Aktivierung des FIG1-Promotors und damit zur Bildung eines fluoreszierenden Proteins (Abbildung 1).

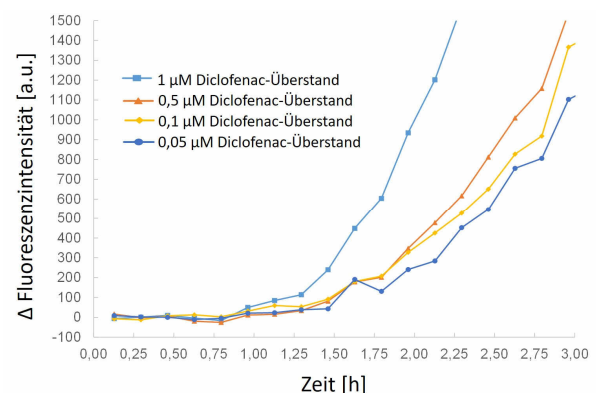


Abbildung 2. Zeitlicher Verlauf der Fluoreszenzintensität in Abhängigkeit von der Diclofenac-Konzentration im Überstand der Sensor-Hefe-Suspensionen.

Die Funktionsweise der Sensor-Aktor-Signalverstärkung konnte experimentell bestätigt werden. Der PDR5-Promotor weist jedoch auch ohne Diclofenac-Stimulation eine basale Aktivität auf, so-

dass die damit verbundene α -Produktion die angestrebte Quantifizierung von kleineren Diclofenac-Konzentrationen begrenzt. Es wurde daher ein Prozessablauf erarbeitet, um möglichst große Signalunterschiede zwischen Diclofenac-stimulierten und nicht-stimulierten Zellen zu erhalten. Dieser beinhaltet die räumliche und zeitliche Trennung von Sensor- und Aktor-Hefen, indem in einem ersten Schritt Diclofenac-konditionierte Überstände erzeugt werden, die im Anschluss das Fluoreszenzsignal induzieren. Damit konnten in der Mikrotiterplatte Diclofenac-Konzentrationen von bis zu 50 nM detektiert werden (Abbildung 2), was eine Reduzierung der Nachweisgrenze um zwei Größenordnungen im

Vergleich zum vorherigen Sensor darstellt. Weiterhin wurden die Zellen mittels einer Gelmatrix in einem mikrofluidischen Sensoraufbau immobilisiert, der für Vor-Ort-Messungen geeignet ist (Abbildung 3). Hier wurde durch technologische Weiterentwicklung des Sensors eine Detektion hinunter bis zu 250 nM Diclofenac erzielt.

Aus den durchgeführten Untersuchungen in Kombination mit Computer gestützten Modellierungen zeigte sich außerdem weiteres Potential zur Reduzierung der Nachweisgrenze unterhalb der erreichten 50 nM, was in einem Folgeprojekt adressiert werden soll. ■

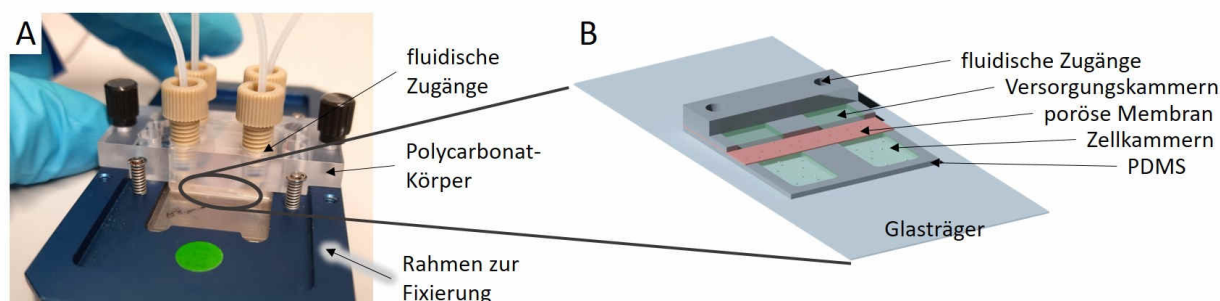


Abbildung 3. Mikrofluidischer Demonstratoraufbau zur Einhausung der Sensor- und Aktor-Hefen. A) Foto einer Doppelkammer. B) Schema der Einhausung der Zellen. Die Auslesung des Fluoreszenzsignales erfolgt durch den Glasträger von der Unterseite her.

■ Projektleitung:	Prof. Michael Mertig
■ Projektträger:	Sächsische Aufbaubank
■ Projektpartner:	Technische Universität Dresden, Institut für Genetik
■ Laufzeit:	05/2020 – 07/2022
■ Förderkennzeichen:	100388387

Abbildung 1. Die im mikrofluidischen Sensoraufbau eingehausten Aktor-Hefen zeigen eine grüne Fluoreszenz, nachdem sie mit den Überständen Diclofenac-stimulierter Sensorhefen inkubiert wurden.

Analysesystem zur Bestimmung von Kaliumgehalt und pH-Wert in frisch gesammelten Bodenproben (Kalibod)

Zur Bestimmung der Zielparameter im Boden wurde ein modularer Messzellenaufbau gewählt. Dabei werden potentiometrische Sensorelemente zur Analyse des pH-Werts und des Kaliumgehalts mit einem Ag/AgCl-basierten Bezugsselektrodenmodul kombiniert. Zur Durchmischung der aufgeschlammten Bodenprobe dient eine weitere Einheit, die Druckluft in die Suspension einperlt.

Manfred Decker, Petra Teichmann, Winfried Vonau, Mike Weber

Die bedarfsgerechte Düngung ist eine wesentliche Voraussetzung zur Etablierung einer nachhaltigen und effizienten Landwirtschaft. Dieses Ziel kann jedoch nur erreicht werden, wenn zur Ermittlung des Düngemittelbedarfs eine genaue und ortsaufgelöste Kenntnis der aktuellen Nährstoffversorgung der landwirtschaftlichen Fläche vorliegt. Um eine schnelle und engmaschige Quantifizierung relevanter Bodeninhaltsstoffe zu erhalten, ist eine automatisierte Beprobung sowie eine unverzügliche Analyse noch vor Ort notwendig. Im Fokus der Entwicklung des KSI Meinsberg steht die Realisierung einer Messzelle zur schnellen Bestimmung des pH-Werts und des Kaliumgehalts in einer frisch gesammelten, mit Extraktionsmittel suspendierten Bodenprobe.

Die entwickelte Messeinheit besteht aus vier Einzelmodulen, deren Kombination eine potentiometrische Analyse in einem genau definierten Volumen der Bodenprobe, aufgeschlammte in einer Extraktionslösung, erlaubt:

- pH-Modul auf Basis von Antimon
- Kaliummodul auf Basis einer ionensensitiven coated-wire-Elektrode
- Bezugsselektrodenmodul auf Basis einer Ag/AgCl-Elektrode und CaCl_2 -Lösung
- Mischmodul zur Einperlung von Druckluft

Abbildung 1 zeigt das pH-Messmodul mit dem massiven Antimonkern und die Bezugsselektroden-einheit zum Abgriff des Spannungssignals.

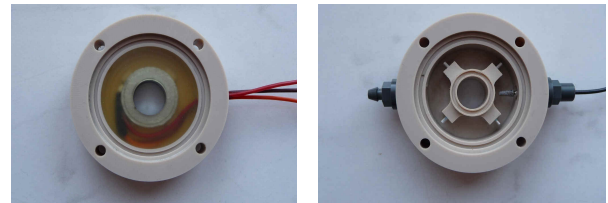


Abbildung 1. pH-Modul und Bezugsselektrodenmodul.

Vergleichbar mit dem Aufbau der pH-Elektrode wurde eine kalium-sensitive Messeinheit entwickelt, bei der ein versilberter Kupferring mit einer kaliumsensitiven Polymermembran bedeckt wurde. Um die Membranbeschichtung auf dieser Coated-wire-Elektrode rückseitig abzudichten, wurde diese mit einer PVC-Verkapselung innig verbunden. Abbildung 2 zeigt eine Aufsicht auf das Modul sowie eine fotografische Aufnahme seines Inneren. Die homogene Beschichtung der

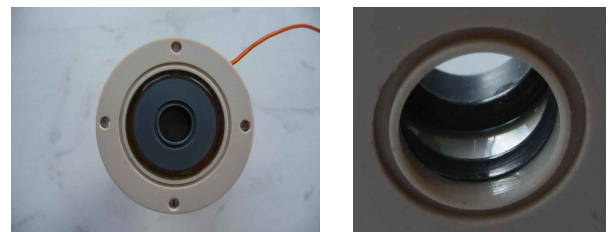


Abbildung 2. K^+ -sensitives Modul und Blick ins Innere des Messraums.

Silberoberfläche mit der ionensensitiven Membran ist darin zu erkennen.

Die komplett zusammengesetzte Messzelle, eingefasst in Edelstahlhalterungen mit Schraubanschlüssen zur Anbindung von Ballonventilen für den Eintritt und Austritt der Bodenaufschläm-mung, ist in Abbildung 3 zu sehen.

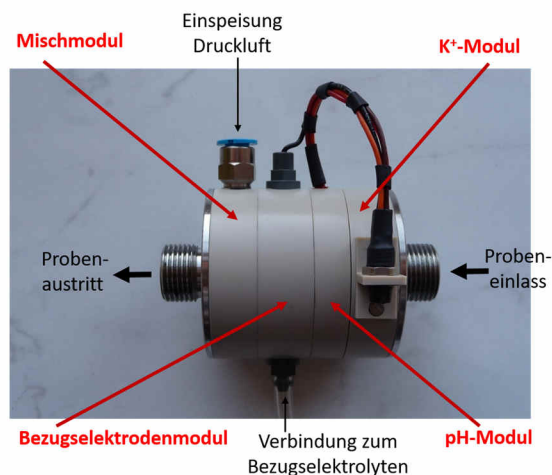


Abbildung 3. Komplette Messeinheit zusammengesetzt aus den Einzelmodulen.

Das benötigte Messvolumen beträgt weniger als 7 ml. Die Steuerung des Öffnungs- und Schließ-

vorgangs des Einlassventils ruft eine Spannungsänderung hervor, die als Triggersignal den Startpunkt für die Auswertung der potentiometrischen Messkurve definiert. In Abbildung 4 sind für drei verschiedene Messlösungen die Sensorsignale dargestellt.

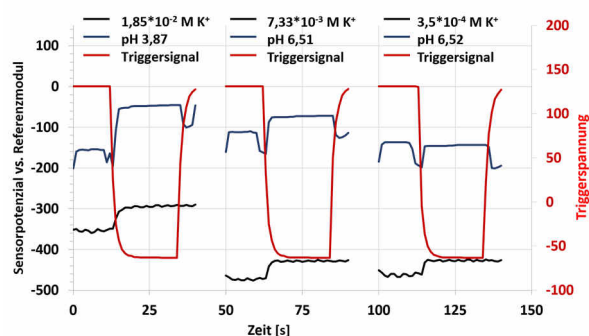


Abbildung 4. Ansprechen des pH-Sensors (schwarz), und der K⁺-Elektrode (blau) auf Messlösungen; das Triggersignal (rot) dokumentiert den Probeneintritt.

Die Sensoren zeigen in Kombination mit der internen Referenzelektrode ein schnelles Ansprechen und eine hohe Sensitivität. Ein stabiles Signal wird schon nach 10 s erreicht und die Steilheit der Sensoren beträgt bei der K⁺-Bestimmung 56 mV/AD und bei der pH-Sonde -52 mV/pH. ■

- **Projektleitung:**
- **Projekträger:**
- **Projektpartner:**
- **Laufzeit:**
- **Förderkennzeichen:**

Prof. Winfried Vonau
Sächsische Aufbaubank
Agricon GmbH, Jahnatal
03/2019 – 02/2022
100351424

Bodenfeuchteabhängige Saatgutablage (BoSa)

Automatisierte Optimierung der Drilltiefe zur Kompensation der Nachteile variierender Aussaatbedingungen.

Wolfgang Fichtner, Katrin Rebatschek, Michael Mertig

Das Konzept der feuchteabhängigen Saatgutablage beinhaltet das Zusammenspiel von sensorischen Komponenten zur On-Board-Bestimmung der Bodenfeuchte, den Aktorikkomponenten zur teilflächenspezifischen Variation der Drilltiefe und einem herkömmlichen Traktor mit Drillmaschine. Kernstück für die sensorische Umsetzung des Konzeptes ist die Funktionalität des sogenannten Ackerdreirades zur Erprobung der sensorischen Komponenten und der Messelektronik im Feldeinsatz (Abbildung 1). Im Messbetrieb ragen die Unterkanten von vier Scheibenpaaren gemäß der eingestellten Eindringtiefe 4 cm bis 10 cm in den Boden hinein und fungieren als Elektroden für die Impedanzmessung im Feld.



Abbildung 1. Ackerdreirad im Frontanbau des Traktors bei einer Versuchsfahrt (angehobener Zustand, Transportstellung).

Eine Messelektronik verarbeitet die Rohdaten (Abbildung 2), führt eine Glättung des Kurvenver-

laufes aus und ermittelt daraus die aktuell optimale Arbeitstiefe für das verwendete Saatgut. Die Steuerung der Messelektronik erfolgt über ein Tablet von der Traktorkabine aus (Abbildung 3).

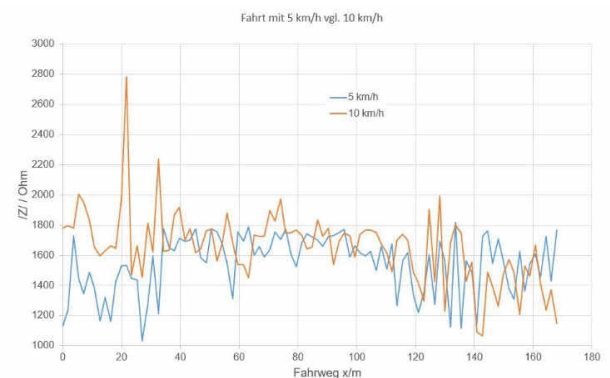


Abbildung 2. Rohdaten des Verlaufs der Impedanz $|Z|$ bei Variation der Fahrgeschwindigkeit.



Abbildung 3. Tablet zur Steuerung des Messprogramms und zum Monitoring der Daten in der Traktorkabine.

Messfahrten unter realen Bedingungen erbrachten den Nachweis für die Funktionstüchtigkeit der entwickelten Messkette. Damit wird die Mög-

lichkeit zur Einsparung von Pflanzenschutzmitteln, Dünger und Kraftstoff bei der Bodenbearbeitung zur Saatgutausbringung eröffnet (Abbildung 4). ■



Abbildung 4. Kommerzielle Drillmaschine U-Drill 6001 von Kverneland mit aktiver Einstellung der Saatgutablagetiefe.

- **Projektleitung:** Dr. Wolfgang Fichtner
- **Projektträger:** ZIM - Kooperationsprojekt, AiF Projekt GmbH, Berlin
- **Projektpartner:** Landwirtschaftsbetrieb Heinz Friedrich Schönleber e.K, Littdorf
TEB Ingenieurbüro, Berlin
- **Laufzeit:** 01/2020 – 06/2022
- **Förderkennzeichen:** ZF4088706SA9

Mobiles Gerät zur Lithium-, Natrium- und Kreatinin-Messung für Patienten mit therapieresistenter Depression (LiNaKre) – Teilvorhaben: Messzelle sowie Lithium- und Natrium-Messsensorik

Im Fokus des Projekts steht die Realisierung einer Messeinrichtung, die mittels potentiometrischer Sensoren eine Analyse des Lithium- und Natriumgehalts in Speichelproben erlaubt.

Anne Müller, Manfred Decker, Frank Gerlach, Petra Teichmann, Mike Weber

In den letzten Jahren nimmt die Anzahl an Personen mit psychischen Erkrankungen immer weiter zu. So betrug die 12-Monats-Prävalenz der erwachsenen Bevölkerung in Deutschland an einer Depression zu erkranken im Jahr 2013 bereits 6 %.¹ Bei einer Therapie mit Antidepressiva sprechen jedoch nicht alle Patienten auf die initiale Behandlung mit diesen Medikamenten ausreichend an. Durch eine Lithiumaugmentation, einer zusätzlichen Gabe von Lithiumsalzen, kann die Wirksamkeit der Antidepressiva deutlich erhöht werden. Kritisch hierbei ist jedoch die schmale therapeutische Breite der Lithiumsalze. Eine Überdosierung kann zu einer Lithiumintoxikation mit schwerwiegenden Folgen, wie z.B. akutem Nierenversagen, führen. Dies macht bei der Therapie eine genaue Einstellung der Medikamentendosierung mit regelmäßiger Kontrolle des Lithiumgehalts im Serum sowie der Nierenfunktion notwendig.

In einer Studie von Parkin *et al.* konnte eine lineare Korrelation zwischen der Lithiumaktivität im Blut und der im Speichel festgestellt werden.² Dies liefert den Ansatz für die Entwicklung eines mobilen Gerätes für die Bestimmung des Lithium- und Natriumgehaltes im Speichel mittels potentiometrischer Messtechnik.

Im Fokus stand zum einen die Entwicklung von innovativen, austauschbaren Sensorsubstraten auf Basis 3D-gedruckter Keramiken zur Stabilisierung der fragilen ionensensitiven Membranen. Dadurch soll ein schneller Austausch der Li^+ - und Na^+ -Sensoren in der Messzelle ermöglicht werden. Großes Augenmerk musste zum anderen auf die Fertigung einer Messzelle gelegt werden, die eine blasenfreie Bedeckung der Elektrodenmembranen bei Verwendung kleiner Probenvolumina (1 mL) erlaubt. Die Fertigung eines ersten Prototyps der Messzelle erfolgte mittels spanender Werkzeugtechnik am KSI Meinsberg (Abbildung 1).

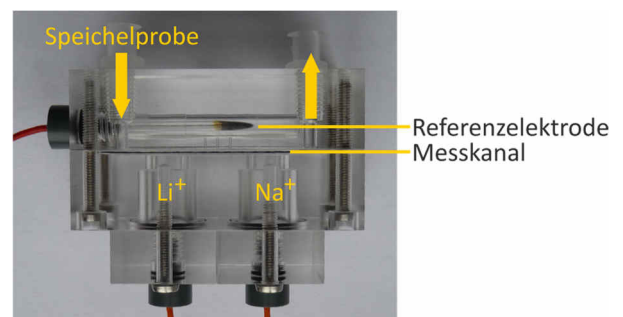


Abbildung 1. Messzelle für die Li^+ - und Na^+ -Bestimmung.

Die mittels 3D-Druck hergestellten Keramikbauteile für die Fixierung der PVC-Membranen (Abbildung 2) bieten gegenüber der klassischen Fertigung (Gießen der ionensensitiven Membran, Ausstanzen und Aufkleben auf PVC-Schäfte) den Vorteil einer zusätzlichen mechanischen Stabilisierung der Membranen. Darüber hinaus sind weniger manuelle Herstellungsschritte notwendig und eine schnelle Austauschbarkeit der Sensorelemente wird ermöglicht.



Abbildung 2. Technische Zeichnung der Keramikstruktur und Mikroskopaufnahme einer Li^+ -sensitiven Membran, stabilisiert in Keramikstruktur.

Beim Einsatz der stabilisierten Li^+ -Elektroden innerhalb der dargestellten Messzelle konnte in destilliertem Wasser ein linearer Messbereich für den Zielanalyten zwischen 10^{-4} M bis zu 1 M mit einer Steilheit von 56 mV pro Aktivitätsdekade ermittelt werden (Abbildung 3). Bei Vorlage einer

Lösung mit 0,01 M Gehalt an NaCl als Störion verschlechterte sich die Nachweisgrenze geringfügig auf ca. $3 \cdot 10^{-4}$ M bei gleichbleibender Steilheit von 56 mV/AD. Damit decken die entwickelten Sensoren den angestrebten Messbereich zwischen 1 und 10 mM an Lithiumionen für die Analyse des Speichelsekrets vollumfänglich ab und liefern sehr gute Voraussetzungen für die Ermittlung des Lithiumgehaltes in realen Speichelproben. ■

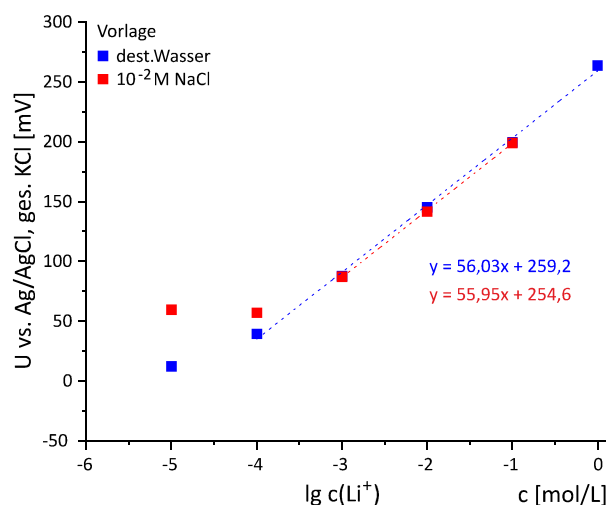


Abbildung 3. Li^+ -Messung in der Messzelle.

- **Projektleitung:** Manfred Decker
- **Projektträger:** BMBF, Projektträger VDI Technologiezentrum GmbH
- **Projektpartner:** TRACE Analytics GmbH, Braunschweig
Medizinische Hochschule Brandenburg CAMPUS GmbH, Neuruppin
cubeoffice GmbH & Co. KG, Magdeburg
- **Laufzeit:** 05/2021 – 04/2024
- **Förderkennzeichen:** 13GW0484C

1 M. A. Busch et al., *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz* 56 (2013) 733-739.
2 G. M. Parkin et al., *Bipolar Disorders* 23 (2021) 679-688.

Neuartiger, dickschichtbasierter Anionensensor für wässrige Medien (AnSens)

Entwicklung und Verifizierung von Anionen-sensitiven Gläsern sogenannter Chalkogenidgläser für potentiometrische Sensoren.

Ute Enseleit, Ramona Sauer, Felix Trommer, Marcel Rudelt, Winfried Vonau

Während früher die Erfassung eines Parameters zur Begutachtung von Inhaltsstoffen in Flüssigkeiten oder Gasen zumeist ausreichend war, geht heute der Trend immer mehr in Richtung integrierter Sensorarraysysteme. Speziell für den Nachweis von unterschiedlichen Parametern in Flüssigkeiten spielen einfach handhabbare Sensorsysteme, beispielsweise für die Bereiche der Industrie, Landwirtschaft und Umweltkontrolle, eine große Rolle. Für die quantitative Analyse von Anionen stehen seit einiger Zeit eine Reihe photometrischer und chromatographischer Methoden zur Verfügung, die jedoch den Einsatz von teuren Photometern oder Ionenchromatographen erfordern. Im Verbundprojekt AnSens wurde daher das Ziel verfolgt, praxistaugliche Chalkogenidglas (CG)-Sensoren in Dickschichttechnik sowie die hierfür erforderliche Messgäretetechnik zu entwickeln.

Die Aufgabe des KSI Meinsberg umfasste die Herstellung und Verifizierung neuer Anionen-sensitiver CGs mit für den nachfolgenden Dickschichtprozess geeigneten Materialeigenschaften zur Bestimmung von Anionen. Im Vordergrund standen hierbei die Erfassung der Anionen Sulfid, Bromid und Iodid für vor-Ort-Messungen in wässrigen Medien. Ziel war es, einen entsprechenden Multisensor in Siebdrucktechnik herzustellen.

Eine Vielzahl von CGs verschiedener stöchiometrischer Zusammensetzungen wurden geschmol-

zen und mit Hilfe einer Reihe physikalisch-chemischer Methoden charakterisiert. Im Fokus standen die Materialsysteme $\text{AgBr-Ag}_2\text{S-As}_2\text{S}_3$, $\text{AgI-Ag}_2\text{S-As}_2\text{S}_3$, $\text{CdS-AgI-Ag}_2\text{S-As}_2\text{S}_3$ und $\text{Cu-As}_2\text{S}_3$. In einem ersten Schritt wurden aus diesen Gläsern stabförmige ionenselektive Elektroden (ISE) hergestellt und deren elektrochemische Eigenschaften untersucht. Während die Materialeigenschaften der iodid- und bromidselektiven Gläser keine Herstellung von verarbeitbaren Dickschicht-Pasten ermöglichten, konnten entsprechende in Siebdrucktechnik gefertigte sulfidselektive ISEs realisiert werden. Deren Messleistung war vergleichbar mit denen stabförmiger Elektroden. Damit besteht die Möglichkeit, vor allem das im neutralen pH-Bereich existierende HS^- z.B. in Abwasserreinigungsanlagen, in natürlichen Gewässern oder im Meerwasser zu detektieren.¹⁻⁴ Die Herstellung von Multisensoren (Abbildung 1) erfolgte durch den Projektpartner IKTS.

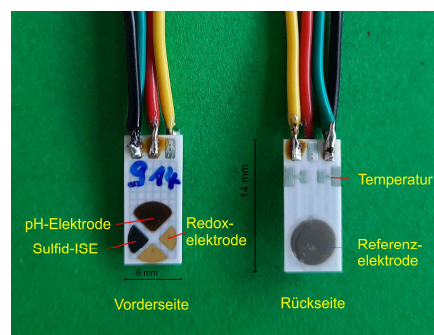


Abbildung 1. Dickschicht-Multisensor.

Die Sensorarrays ermöglichen die simultane Bestimmung des pH-Wertes, des Redoxpotentials, der Temperatur und der Totalsulfidkonzentration in Lösungen. Der vom IKTS gefertigte Sensorchip mit Sulfid-, pH- und Redox-Elektrode sowie die Elektronik wurde in einen Elektroden-Schaft aus Edelstahl (Abbildung 2) eingebracht. Weiterhin wurde ein Board mit einem Impedanzwandler und einem ID Chip zur Identifizierung der Elektrode in den Schaft integriert. Die Verbindung zum 8-poligen Variopin-Stecker erfolgt

über ein Socket-Stecker-System. Für günstige Durchmischungs- und Kontaktverhältnisse des Messmediums mit dem Sensor wurden 2 Löcher in den Schaft gebohrt.

Mit dem neuartigen Sensorkonzept auf Basis der kostengünstigen Dickschichttechnologie konnten die Nachteile bestehender Lösungen hinsichtlich Ansprechverhalten, Bruchsicherheit, Handhabung und Kosten überwunden werden. ■



Abbildung 2. Edelstahlsensor, gefertigt von der PRONOVA Analysentechnik GmbH.

- **Projektleitung:** Ute Enseleit
- **Projektträger:** ZIM - Kooperationsprojekt, AiF Projekt GmbH, Berlin
- **Projektpartner:** Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme
IKTS, Dresden
viimagic GmbH, Dresden
PRONOVA Analysentechnik GmbH & Co. KG, Berlin
- **Laufzeit:** 02/2020 – 07/2022
- **Förderkennzeichen:** ZF4088707AW9

- 1 U. Enseleit et. al., *Current Topics in Analytical Chemistry* 13 (2021) 23-33.
- 2 U. Enseleit et. al., *J. of Solid State Electrochem.* 25 (2021) 2293-2300.
- 3 U. Enseleit et. al., *J. Electrochem. Sci. Eng.* 12 (2022) 475-484.
- 4 U. Enseleit et. al., *Tagungsband 15. Dresdner Sensor-Symposium* (2021) 261-264.

Kundenspezifisch konfigurierbares Multiparametersensorsystem für das In-line-Prozessmonitoring unter Extrembedingungen (ExtremSense)

Entwicklung des Sensordesigns einschließlich des „Intelligent Sensor Management“ (ISM)-Konzeptes sowie der Aufbau- und Verbindungstechnik für das miniaturisierte Multisensorsystem zur Erfassung elektrochemischer Parameter.

Winfried Vonau, Frank Gerlach, Kristina Ahlborn, Jens Zosel, Ramona Sauer, Andreas Klockow, Bettina Hahnebach, Thomas Lamz

Das Projekt umfasst die Entwicklung eines miniaturisierten Multiparametersensorsystems zur Messung elektrochemischer Parameter unter hohen Drücken und hohen Temperaturen für den Einsatz in der Prozessanalytik. Moderne industrielle Herstellungsmethoden und Verfahren bedürfen einer Sensorik, die mit kleinen Volumina auskommt und vorzugsweise den Technologieentwicklungsprozess von der Labor- über die Pilotprojektphase bis hin zum industriellen Maßstab begleitet. Der technologische Anspruch besteht darin, die Fertigung von Kleinserien und Unikaten unter industriellen Serienbedingungen zu realisieren. Dabei werden traditionelle Fertigungsmethoden mit Zukunftstechnologien und digitalen Produktionsverfahren verknüpft.

Im Fokus steht die präzise Bestimmung der Parameter Gelöstsauerstoff, gelöstes Kohlenstoffdioxid, Redoxpotential, pH-Wert und Leitfähigkeit. Grundansatz ist die Etablierung einer Messplattform durch die Kombination unterschiedlicher Fertigungsmethoden (Dickschichttechnik, Dünnschichttechnik, Feinwerktechnik, 3D-Druck) für das Analysetool. Die Modulbauweise gestattet den Austausch von Teilen der Plattform, sodass einzelne Sensoren für die genannten Parameter beliebig miteinander kombiniert werden können.

Im ersten Teil des Projektes bestand die Aufgabe miniaturisierte Sensoren zur Verfügung zu stellen, die den Anforderungen moderner Industrieprozesse nach Robustheit und Langlebigkeit gerecht werden. So wurden verschiedene Layouts für 4-Elektroden-Leitfähigkeitssensoren (Abbildung 1) getestet, um einen breiten Messbereich abdecken zu können. Die erzielten Zellkonstanten dieser Leitfähigkeitsmesszellen liegen in einem Bereich von $0,2 \text{ cm}^{-1}$ bis $2,0 \text{ cm}^{-1}$.

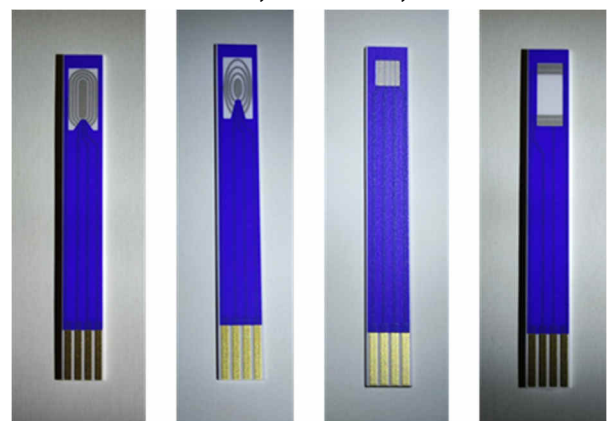


Abbildung 1. Verschiedene 4-Elektrodenlayouts von Leitfähigkeitssensoren.

Weiterhin wurden technologische Fortschritte zur Bereitstellung von membranbedeckten und dünnschichtbasierten Sensoren erzielt. So gelang es mit modifizierten Sinterprogrammen 3D-Druckbauteile mit einer definierten Porosität

und Oberflächengüte herzustellen. Dies ermöglicht, planare und membranbedeckte Sensoren mit neuen Funktionalitäten und Eigenschaften auszustatten. Es können beispielsweise poröse Stützstrukturen für polymerbasierte Membranen, gasdichte, frei formbare Gehäuseelemente aus festionenleitendem Material und andere Bauelemente mit angepassten formen- und materialspezifischen Eigenschaften erzeugt werden.

Im Rahmen des Projektes wurden polymerbasierte Referenzen, miniaturisierte klassische Sensoren und Schichtsensoren (Abbildung 2) entwickelt. Diese besitzen eine harmonisierte Gehäuseform, so dass die Sensorelemente frei konfigurierbar in der thermostatisierten Messzelle angeordnet werden können. Somit ist eine flexible Anpassung an unterschiedliche Aufgabenstellungen der Prozessanalytik möglich. ■

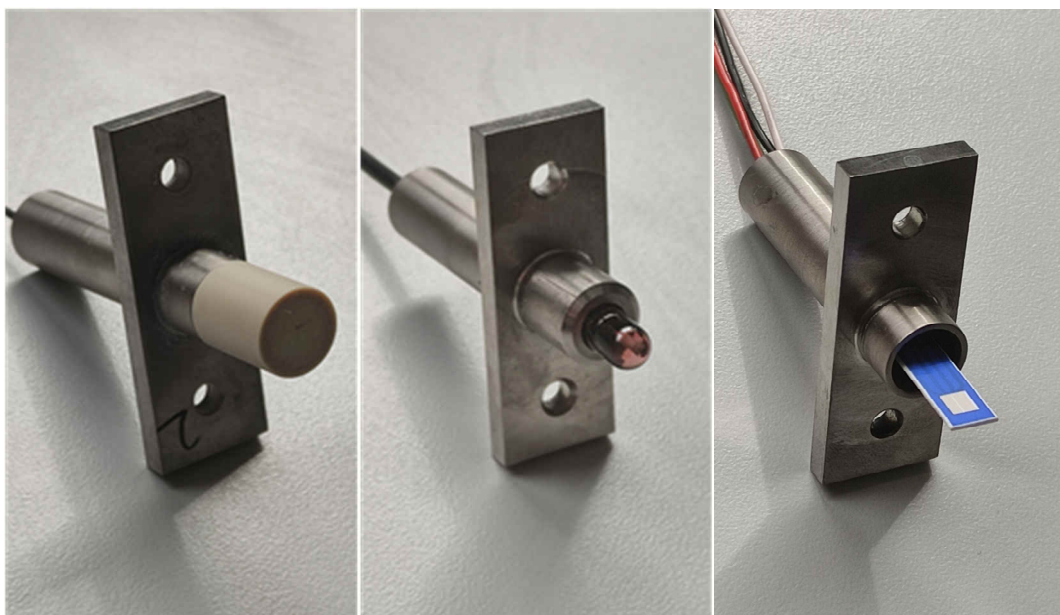


Abbildung 2. Miniaturisierte Sensoren (v.l.n.r.): polymere Referenzelektrode, spezielle pH-Glaselektrode und planare Schichtelektrode zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit.

- **Projektleitung:** Frank Gerlach
- **Projektträger:** ZIM – Kooperationsprojekt, AiF Projekt GmbH, Berlin
- **Projektpartner:** Henze-Hauck Prozessmesstechnik/Analytik GmbH, Dessau-Roßlau
- **Laufzeit:** 04/2021 – 09/2023
- **Förderkennzeichen:** KK5208801BR0

Flexibilisierung der Biogasproduktion durch Prozessphasenseparation und Dünnschlammrezirkulation (ProPhaSep)

Die energetische Nutzung biogener Rest- und Abfallstoffe in flexiblen Biogasanlagen profitiert von Messsystemen für gelöste Gase (H_2 , CH_4), die im Teilvorhaben des KSI Meinsberg entwickelt und erprobt werden.

Rodrigo Renato Retamal Marín, Jens Zosel, Michael Mertig

Werden organische Substrate aus der Natur und aus Abfällen in Biogas umgewandelt, kann dieses CO_2 -neutral in Erdgasleitungen eingespeist oder in Blockheizkraftwerken in elektrische Energie umgewandelt werden. Dabei kann eine bedarfsgerechte flexible Prozessführung das schwankende Angebot anderer erneuerbarer Energiequellen teilweise kompensieren. Deshalb unterstützt das BMWi-Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“ der Bundesregierung Entwicklungen von Methoden, mit denen Effizienz und Sicherheit flexibler Biogasprozesse optimiert werden können. Eine zuverlässige Inline-Messtechnik für Gelöstgaskonzentrationen in verschiedenen Biogas-Gärmedien in Kombination mit einer gezielten Dünnschlammrückführung steht so im Mittelpunkt der Entwicklung in diesem Vorhaben. Ein wesentliches Ziel besteht in der vollständigen Substitution der bislang vorherrschenden, fehleranfälligen Labordiagnostik an manuell entnommenen Proben durch Online-Messungen gelöster Gase. Eine wichtige Regelgröße ist der gelöste Wasserstoff in Biogas-Gärmedien, durch dessen Messung Abbaupfade und –grade im Fermenter bestimmt und sogar eine zusätzliche Wasserstoffeinleitung überwacht werden kann¹.

Bislang laufen alle Umwandlungsschritte vom Substrat zum Biogas meist im Hauptfermenter

zweistufiger Anlagen ab, wodurch die Flexibilität deutlich eingeschränkt wird. Dieser Nachteil lässt sich umgehen, indem für eine flexiblere Prozessführung die gesamte Methanogenese in den Nachfermenter verlagert wird^{2,3,4}. Um den Ausstrag von Mikroben aus den Fermentern zu minimieren, wird dazu im Vorhaben eine Dünnschlammrezirkulation entwickelt, die mit Echtzeitwerten des Partialdrucks des Gelöstwasserstoffs geregelt wird.

Die größte Herausforderung bei der langzeitstabilen Inline-Messung gelöster Gase in Biogas-Gärmedien besteht in Biofilmen, die sich nach kurzer Zeit auf allen medienberührten Oberflächen bilden und unter ihrer Besiedlungsfläche andere Gaspartialdrücke als im Bulk des Gärmediums etablieren. Aus diesem Grund lassen sich membranbedeckte Gelöstgassensoren nicht mit der erforderlichen Stabilität des Messsignals einsetzen. Am KSI Meinsberg wurde deshalb das in Abbildung 1 schematisch dargestellte neuartige Messsystem entwickelt und erprobt, mit dem die gelösten Analyte membranlos aus den zu überwachenden Biogasmedien extrahiert werden. Deren Analyse erfolgt nach der Extraktionsphase mit hochselektiven Metalloxid-Gassensoren, die in einer spülbaren Messkammer positioniert sind⁵. Der

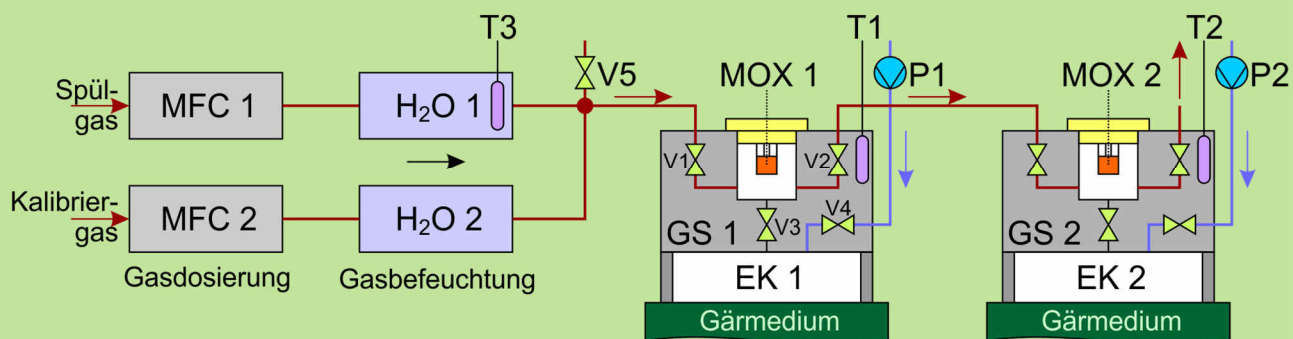


Abb. 1

Übergang der Analyte in diese Messkammer erfolgt durch zeitlimitierte Diffusion.

Das Messsystem wurde unter verschiedenen Randbedingungen im Labor sowie in zwei gekoppelten Laborfermentern erprobt. Die in Abbildung 2 aufgeführten Signalverläufe eines Gelöstgassensors für Wasserstoff wurden während der Laborkalibrierung aufgenommen und belegen dessen breiten Messbereich und hohe Ansprechgeschwindigkeit.

Das Messsystem ermöglicht während der Messung im Fermenter eine periodische Inline-Kalibrierung und somit eine hohe rückführbare Genauigkeit des Messwertes. Im unterbrechungsfreien Messbetrieb über mehr als 3 Monate in den beiden Laborfermentern des Projektpartners TU

Berlin konnte eine bislang unerreichte Stabilität demonstriert werden. ■

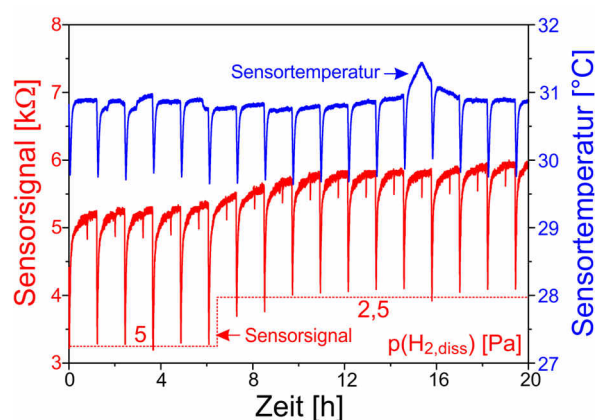


Abbildung 2. Signalverlauf und Temperatur eines Gelöstgassensors während der Kalibrierung in Modellmedien mit definiertem H_2 -Partialdruck.

■ Projektleitung:	Dr. Jens Zosel
■ Projekträger:	BMW
■ Projektpartner:	ACI GmbH, Berlin, FWE GmbH, Marktrechwitz, TUB, Berlin
■ Laufzeit:	01/2020 – 12/2022
■ Förderkennzeichen:	03EI5409B

- 1 M. Schelter, J. Zosel, W. Oelßner, U. Guth, M. Mertig, Sensors and Actuators B: Chemical 187 (2013) 209-214.
- 2 B. Haeffner, C. Nied, J. Voigt, K. Sommer, Chemie Ingenieur Technik 82 (2010) 1261-1264.
- 3 M. Schelter, J. Zosel, W. Oelßner, M. Mertig, Sensors and Actuators B: Chemical (2014) 193 113-120.
- 4 R. R. Retamal Marín, J. Zosel, M. Weber, W. Oelßner, M. Mertig, Vorrichtung und Verfahren zur Extraktion, Detektion und Echtzeitanalyse gelöster flüchtiger Komponenten aus flüssigen ein- oder mehrphasigen Medien, Schutzrecht angemeldet.
- 5 E. Janesch, Zweistufige Verfahrensführung zur Flexibilisierung der Biogasproduktion. 10. Statuskonferenz „Energetische Biomassenutzung“, 29.-30.11.2021 (virtuell)

Abbildung 1. Schema der membranfreien Inline-Messung gelöster Gase in zwei Biogas-Laborfermentern:
 EK = Extraktionskammer, GS = Gelöstgassensor, MFC = Massflow-Controller, MOX = Metalloxid-Gassensor
 P = Pumpe für Reinigungslösung, T = Temperatursensor, V = Magnetventil

Sensorbasiertes System für die Fels- und Böschungssicherung (SmartNet)

Entwicklung eines Mess- und Sensorkonzeptes für das Monitoring von Sicherungsbauwerken der Hang- und Felssicherung.

Winfried Vonau, Frank Gerlach, Kristina Ahlborn, Ramona Sauer, Andreas Klockow, Thomas Lamz

Durch die rasch ansteigende Anzahl von Extremwetterereignissen, die langen und heißen Sommer und die extremen Temperaturschwankungen im Winter kommt es in den letzten Jahren verstärkt nicht nur in Deutschland, sondern weltweit zu gefährlichen Steinschlagereignissen, Rutschungen oder Murenabgängen. Für die Hang- und Felssicherung kommen Steinschlagschutznetze, Zäune oder Bodenvernagelungen zum Einsatz. Trotz des erheblichen Gefährdungspotentials werden die vorhandenen Schutzbauwerke gegenwärtig nur sporadisch kontrolliert oder es fehlt gänzlich an geeigneten Überprüfungsmaßnahmen in Bezug auf

deren Funktionssicherheit. Kommerziell gegenwärtig verfügbare Lösungen bzw. Kontrollsysteme sind für eine Überwachung dieser Bauwerke nur eingeschränkt geeignet. Sensorbasierte Lösungen für ein Flächenmonitoring dieser Schutzbauwerke existieren weltweit nicht. Die hier deutlich werdenden Defizite bildeten den Ausgangspunkt für die Entwicklung des Kooperationsvorhabens „SmartNet“. Ziel dieses Vorhabens war die Entwicklung einer sensorbasierten, modular strukturierten Systemlösung für die autarke Überwachung von Schutzbauwerken, die sowohl als allgemeines Monitoringsystem als auch als Warnsystem eingesetzt werden kann.

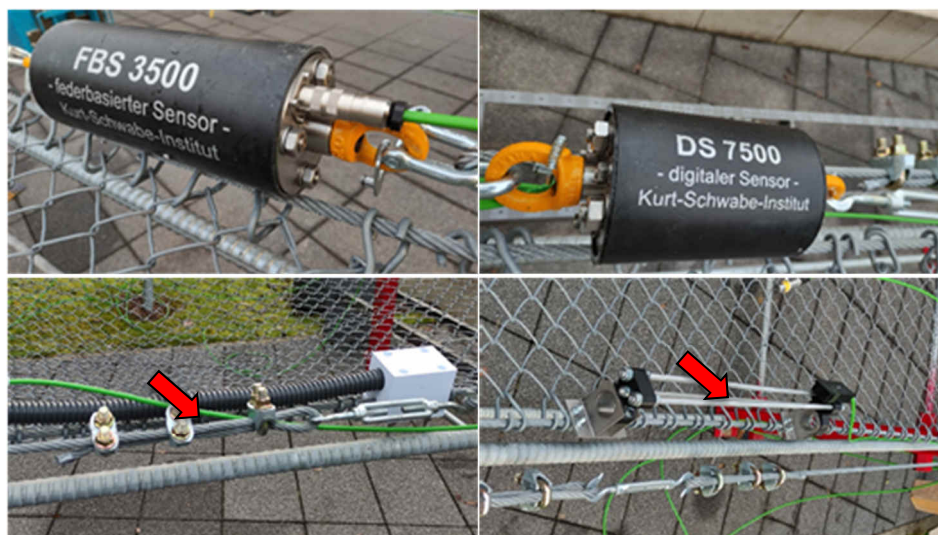


Abbildung 1. Erprobte Sensorkonzeptionen für das Monitoring von Schutzbauwerken (federbasierter Sensor, digitaler Reißsensor und seilbasierte Sensoren).

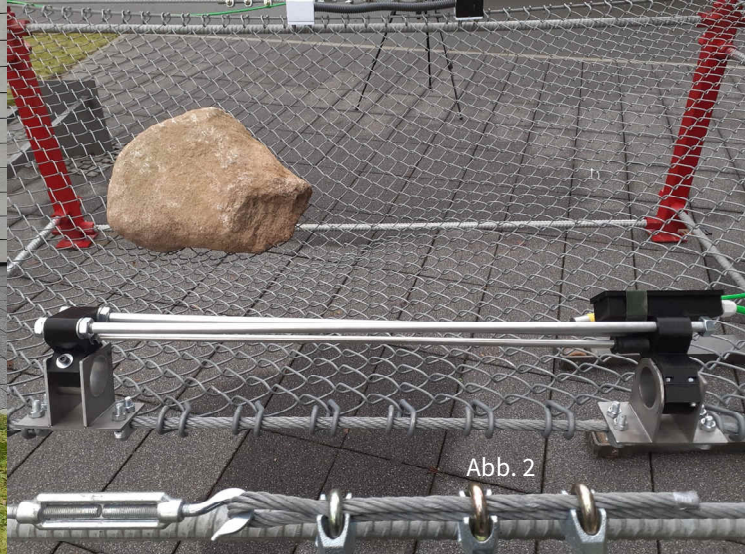


Abb. 2

Bestandteil dieser Lösung sind u.a. federbasierte und seilbasierte Sensoren sowie digitale Sensoren auf der Basis von Reißstäben (Abbildung 1).

Die finale Umsetzung der Feldtests erfolgte in Form eines Experimentalrahmens mit Hangsicherungsnetz (Abbildung 2), der die Integration der entwickelten Sensor- und Elektronikkomponenten sowie der Kopfstation und der autarken Stromversorgung mittels Photovoltaik ermöglichte.

Zwei Einsatzszenarien der Systemlösung „SmartNet“ kamen zur Anwendung. Zum einen wurde die statische Belastung (Schuttanhäufung hinter einem Netz) schrittweise erhöht, zum anderen die dynamische Belastung durch einen einzelnen starken Impuls (Steinschlag) auf die Schutzeinrichtung getestet (Abbildung 3). In beiden Fällen konnten die Ereignisse reproduzierbar sensorisch nachgewiesen werden. In Bezug auf das zweite oben genannte Szenario – einem Steinabgang mit einer Fallhöhe von 1,5 m –

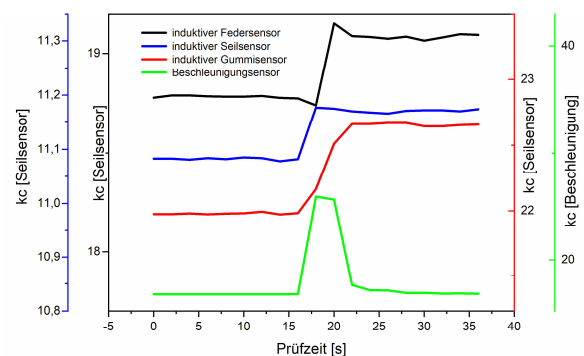


Abbildung 3. Sensorischer Nachweis einer Impulsbelastung mittels verschiedener Sensoren

zeigte sich, dass auch bei nachlassender Elastizität des Schutzzaunes durch die Vielzahl der Versuche die Schutzeigenschaften erhalten bleiben. Unterschiedliche Sensortechnologien wurden entwickelt, um verschiedene Messbereiche und Applikationen bzw. Einsatzszenarien für das Monitoring der Funktionssicherheit von Schutzbauwerken abdecken zu können. ■

■ Projektleitung:	Prof. Winfried Vonau
■ Projekträger:	ZIM – Kooperationsprojekt, AiF Projekt GmbH, Berlin
■ Projektpartner:	Königl GmbH & Co.KG, Würzburg Aspect Systems GmbH, Dresden DWH, Drahtseilwerk Hemer, Hemer
■ Laufzeit:	05/2020 – 10/2022
■ Förderkennzeichen:	ZF4088709LF9

Schule und Forschung regional vernetzt (SFregio)

Praxisorientierte Stärkung der Ausbildung naturwissenschaftlich-technisch interessierter Schüler.

Wolfgang Fichtner, Christine Schirmer, Michael Mertig

Im Projekt „Schule und Forschung regional vernetzt“, welches 2020 im simul⁺-Wettbewerb „Ideen für den ländlichen Raum“ mit einem ersten Preis prämiert wurde, verfolgen die Stadt Hartha, das dort ansässige Martin-Luther-Gymnasium sowie das KSI Meinsberg einen innovativen Ansatz zur Nachwuchsförderung im ländlichen Raum.

So werden in speziellen Veranstaltungen das Interesse naturwissenschaftlich interessierter Schüler geweckt und die Inhalte des Fachunterrichtes, insbesondere Physik, Chemie und Biologie mit aktuellen Forschungsinhalten belebt. Konkret nehmen interessierte Neuntklässler im Rahmen des naturwissenschaftlichen Profilunterrichts alle 2 Wochen an einem praxis- und studienorientierten Unterricht zum Thema Bionik teil. Wissenschaftliche Mitarbeiter des KSI Meinsberg präsentieren Inhalte aus der aktuellen Forschung der modernen Sensorik während des Unterrichts der Schüler, wobei parallel auch die nötigen Grundlagen für das Verständnis der wissenschaftlichen Inhalte vermittelt werden. Zur Veranschaulichung der Lerninhalte werden begleitend im zweiwöchentlichen Wechsel praktische Unterrichtseinheiten in den hochmodernen Laboren des KSI Meinsberg durchgeführt. Darin können die Schüler in kleinen Gruppen selbst experimentell tätig werden, das Gelernte vertiefen und Wissenschaft hautnah erleben.



Abbildung 1. Die Schüler erhielten eine Führung durch die verschiedenen Labore des KSI Meinsberg.

Der spezielle Unterricht steht unter der großen Überschrift „Bionik – Lernen von der Natur“. Geplant sind 7 Unterrichtstermine am Gymnasium und 7 Praktikumseinheiten, für die die Schüler nach Meinsberg kommen werden. Bei ihrem ersten Besuch im November 2022 erhielten die Gymnasiasten einen Einblick in die Entwicklung des Instituts und eine interessante Führung durch die verschiedenen Labore (Abbildung 1 und 2). Weitere Unterrichts- bzw. Praktikumseinheiten werden sich unter anderem mit den Themen „Zellen – die kleinsten lebenden Einheiten aller Organismen“, „Optogenetik – Steuerung von Neuronen

mit Licht“, „Sehen auf der Nanometerskala – moderne Mikroskopiemethoden“, „Sensoren für Umweltmonitoring und Landwirtschaft“ sowie

„Biomimetik – kreative Umsetzung von Strategien aus der belebten Natur in technische Lösungen“ beschäftigen. ■



Abbildung 2. Während eines Besuches am KSI Meinsberg bekamen Harthaer Gymnasiasten einen Einblick in die Entwicklung des KSI Meinsberg sowie die am Institut bearbeiteten Projekte.

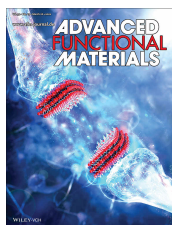
- **Projektleitung:** Prof. Michael Mertig
- **Projektträger:** simul+ InnovationHub
- **Projektpartner:** Stadtverwaltung Hartha, Martin-Luther-Gymnasium Hartha
- **Laufzeit:** 01/2020 – 12/2023

WISSENSCHAFTLICHE ERGEBNISSE

Publikationen in referierten Zeitschriften*

R. Boughanmi, K.B.L. Borchert, C. Steinbach, M. Mayer, S. Schwarz, A. Svirepa, J. Schwarz, M. Mertig, D. Schwarz

Native and Oxidized Starch for Adsorption of Nickel, Iron, and Manganese Ions from Water
Polysaccharides 3 (2022) 556–573



G. Ciccone, I. Meloni, R. F. Lahore, J. Vierock, S. Reineke, H. Kleemann, P. Hegemann, K. Leo, C. Murawski

Tailoring Organic LEDs for Bidirectional Optogenetic Control via Dual-Color Switching
Advanced Functional Materials 32 (2022) 2110590

U. Enseleit, C. Feller, U. Partsch, W. Schneider, W. Vonau

Fabrication possibilities and characterisation of chalcogenide glass-based sensors for bromide determination
Journal of Electrochemical Science and Engineering 12 (2022) 475–484

L.F. Madeo, P. Sarogni, G. Cirillo, O. Vittorio, V. Voliani, M. Curcio, T. Shai-Hee, B. Büchner, M. Mertig, S. Hampel

Curcumin and graphene oxide incorporating alginate hydrogels as versatile devices for the local treatment of squamous cell carcinoma
Materials 15 (2022) 1648

* Publikationen mit Impact Factor > 5 sind abgebildet.

Buchbeiträge

E. Hering, K.-E. Biel, U. Guth, M. Liess, W. Vonau

Physical Effects of Sensor Use

In: E. Hering, G. Schönfelder (Editors): Sensors in Science and Technology – Functionality and Application Areas.

Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden (2022), pp. 5-145, ISBN 978-3-658-34919-6

R. R. Retamal Marín

Charakterisierung von Nanomaterialien in flüssigen dispersen Systemen

Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden (2022), ISBN: 978-3-658-36648-3

W. Vonau

Selected Chemical Parameters

In: E. Hering, G. Schönfelder (Editors): Sensors in Science and Technology – Functionality and Application Areas.

Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden (2022), pp. 607-650, ISBN 978-3-658-34919-6

Gedruckte Konferenzbeiträge

J. Zosel, A. Müller, M. Novak, G. Hommes, M. Mertig

Kalibriergasgenerator mit coulometrischer Überwachung

Tagungsband 16. Dresdner Sensorsymposium (2022) 1.3

Vorträge

Eingeladene Vorträge

- C. Murawski
Organic LEDs as neuronal interfaces
Kolloquium am Leibniz-INM Saarbrücken*, 14.03.2022
- C. Murawski
Organic LEDs as neuronal interfaces
International Webinar on Frontiers in Organic Electronics, Dept. of Chemistry, National Institute of Technology Rourkela and Indian Institute of Technology Roorkee*, 01.04.2022
- C. Murawski, G. Ciccone, I. Meloni, R. Fernandez Lahore, J. Vierock, H. Kleemann, P. Hegemann, K. Leo
Bi-color organic LEDs for neuronal activation and silencing
SPIE Photonics Europe, Straßburg, Frankreich, 03.-07.04.2022
- C. Murawski
Emerging biomedical applications of organic light-emitting diodes
Virtual Photonics Event by Advanced Optical Materials (Wiley)*, 03.05.2022
- C. Murawski, S. Yoo
Short Course OLEDs: From Fundamentals to Applications
SID Display Week, San José, USA, 08.-13.05.2022
- C. Murawski, I. Meloni, G. Ciccone, S. Reineke, H. Kleemann, K. Leo
Multi-Colored, Patterned Light Sources for Optogenetic Control of *Drosophila melanogaster* Larvae
International Commission for Optics Conference (ICO-25), Dresden, 05.-09.09.2022
- J. Zosel, M. Mertig
Sensoren für die zukünftige Wasserstoffwirtschaft
elmug4 future, Friedrichroda, 27.-28.09.2022
- C. Murawski
Towards wearable and implantable OLEDs for neuroscience applications
International Conference on Electroluminescence (ICEL), London, England, 05.-07.12.2022
- J. Zosel, A. Müller, M. Novak, G. Hommes, M. Mertig
Kalibriergasgenerator mit coulometrischer Überwachung
16. Dresdner Sensorsymposium, Dresden, 05.-07.12.2022

*virtuell

Vorträge

- C. Murawski
Flexible organic LEDs for interfacing neurons
 Flexible Electronics and Sensors for Health Workshop, Healthtronics EU-Japan-Saxony Bridge*,
 31.01.2022
- A. Müller, J. Zosel, U. Guth
Messung von Wasserstoffperoxid in der Gasphase mittels Festelektrolyt-Mischpotentialsensoren
 33. Seminar des „Arbeitskreises Elektrochemie in Sachsen“, Dresden, 14.07.2022
- M. Brandao Silva de Assis, A. Kick, J. Schwarz, K. Trommer, M. Mertig
Development of a miniaturized electrochemical sensor for on-site nitrate monitoring
 RSE SEE 8 & 9th Kurt Schwabe Symposium, Graz, Österreich, 11.-15.07.2022
- J. Weißpflog, M. Mertig
Approaches to voltammetric detection of As(III) and As(V) in mining waters for in-situ application
 RSE SEE 8 & 9th Kurt Schwabe Symposium, Graz, Österreich, 11.-15.07.2022
- A. Svirepa, J. Schwarz, K. Trommer, S. Schwarz, M. Mertig
Preparation and applications of biopolymer-modified electrochemical sensors
 RSE SEE 8 & 9th Kurt Schwabe Symposium, Graz, Österreich, 11.-15.07.2022
- J. Zosel, P. Sood, M. Mertig, O. Herrmann, M. Woratz
Miniaturized hydrogen gas sensor system for safety monitoring
 RSE SEE 8 & 9th Kurt Schwabe Symposium, Graz, Österreich, 11.-15.07.2022
- J. Zosel, A. Müller, D. Lison, U. Guth, M. Mertig
Measurement of hydrogen peroxide vapour with mixed potential solid electrolyte sensors
 RSE SEE 8 & 9th Kurt Schwabe Symposium, Graz, Österreich, 11.-15.07.2022
- R. Islam, S. Saggar, I. Meloni, A. Kick, M. Mertig, C. Murawski
Flexible Substrates with Thin-Film Encapsulation for Organic Electronics
 International Commission for Optics Conference (ICO-25), Dresden, 05.-09.09.2022
- J. P. Weber, G. Ciccone, I. Meloni, H. Kleemann, K. Leo, C. Murawski
Dual-color organic LEDs for co-located optogenetic activation and inhibition of cellular activity in *Drosophila melanogaster*
 Biocube 1st Edition, Sestriere, Italien, 11.-18.12.2022

*virtuell

Poster

- Meloni, D. Sachidanandan, A. S. Thum, R. J. Kittel, J. Czarske, M. Mertig, C. Murawski
Spatial light patterns using smartphone optogenetics for behavioral control of *Drosophila melanogaster* larvae
OPTOGEN2022, 7th International Workshop on Technologies for Optogenetics and Neurophotonics, Paris, France, 11.-13.05.2022
- M. Brandao Silva de Assis, A. Kick, J. Schwarz, K. Trommer, M. Mertig
Development of a miniaturized electrochemical sensor for on-site nitrate monitoring
Engineering of Functional Interfaces, EnFI 2022, Maastricht, Netherlands, 05.-06.07.2022
- J. Weißpflog, J. Yao, K. Trommer, M. Mertig
Signal enhancement for voltammetric detection of heavy metal ions
Engineering of Functional Interfaces, EnFI 2022, Maastricht, Netherlands, 05.-06.07.2022
- Meloni, A. Rohwedder, A. Großjohann, A. Thum, C. Murawski
Regulation of feeding by optogenetic activation and inhibition of lilliputian gene in *Drosophila melanogaster* larvae
FENS Forum 2022, International Neuroscience Conference, Paris, France, 09.-13.07.2022
- W. Fichtner, D. Fleischer, U. Helbig, M. Mertig
Moisture measurement in the partially saturated area of dyke structures using impedimetric soil sensors
RSE SEE 8 & 9th Kurt Schwabe Symposium, Graz, Österreich, 11.-15.07.2022
- W. Fichtner, P. Zimmermann, D. Horlacher, H.F. Schönleber, M. Mertig
Sensor technology for variable, soil moisture-dependent seed placement
RSE SEE 8 & 9th Kurt Schwabe Symposium, Graz, Österreich, 11.-15.07.2022
- F. Gerlach, K. Ahlborn, R. Bannasch, I. Lange, O. Mietz, S.-Ch. Mietz, W. Vonau
Miniaturized pressure-resistant sensors for limnological applications
RSE SEE 8 & 9th Kurt Schwabe Symposium, Graz, Österreich, 11.-15.07.2022
- A. Kick, A. Svirepa, F. Trommer, M. Mertig
A robust electrode arrangement with a glassy carbon working electrode for sulfite detection
RSE SEE 8 & 9th Kurt Schwabe Symposium, Graz, Österreich, 11.-15.07.2022
- A. Kick, C. Schirmer, J. Lenart, L. h. Tranelis, J. Döring, M. Patschin, K. Ostermann, M. Mertig
Yeast pheromone-based amplification system for diclofenac detection
RSE SEE 8 & 9th Kurt Schwabe Symposium, Graz, Österreich, 11.-15.07.2022
- A. Ruchets, J. Zosel, M. Mertig
Application of electrochemical impedance spectroscopy for hydrogen detection with metal oxide gas sensors
RSE SEE 8 & 9th Kurt Schwabe Symposium, Graz, Österreich, 11.-15.07.2022

- E. Janesch, R.R. Retamal Marín, W. Oelßner, J. Zosel, P. Neubauer, S. Junne
Flexibilization of Two-Phase Digestion under Dynamic Process Conditions through Monitoring of dissolved Hydrogen
(Bio)Process Engineering – a Key to Sustainable Development, A joint event of ProcessNet and DECHEMA-BioTechNet Jahrestagungen 2022 together with 13th ESBES Symposium, Aachen, 12.-15.09.2022
- A. Müller, L. Maria Kunert, P. Teichmann, M. Weber, M. Decker, W. Vonau
Entwicklung einer Messzelle zur potenziometrischen Lithiummessung im Speichel
16. Dresdner Sensor-Symposium, Dresden, 05.-07.12.2022

INSTITUTSLEBEN

Organisation von Konferenzen

Das KSI Meinsberg war an der Organisation der folgenden nationalen und internationalen Konferenzen, Workshops und Foren beteiligt:

- 13th International Workshop on Engineering of Functional Interfaces EnFI 2022
Maastricht University, The Netherlands, July 5-6, 2022
Prof. M. Mertig (Scientific Advisory Board)
- 9th Kurt Schwabe Symposium (9KSS) @ RSE-SEE 8
Graz University of Technology, Austria, July 11-15, 2022
Prof. M. Mertig (Scientific committee)
Prof. W. Vonau (Scientific & Organizing committee)
Dr. A. Kick (Organizing committee)
Dr. J. Weißpflog (Organizing committee)
- elmug4future
Friedrichroda, September 27-28, 2022
Prof. M. Mertig (Session: H2-Sensorik für Brennstoffzellenfahrzeuge)
- 15th International Workshop on Impedance Spectroscopy
Technische Universität Chemnitz, Germany, September 27-30, 2022
Prof. W. Vonau (Program Committee)
- 16. Dresdner Sensor-Symposium
Dresden, Germany, December 5-7, 2022
Prof. W. Vonau (Technical committee)

Teilnahme an Konferenzen und Workshops

- Flexible Electronics and Sensors for Health Workshop, Healthtronics EU-Japan-Saxony Bridge*, 31.01.2022
- Kolloquium am Leibniz-INM Saarbrücken*, 14.03.2022
- futureSAX Innovationsforum II, Zwickau, 31.03.2022
- International Webinar on Frontiers in Organic Electronics, Dept. of Chemistry, National Institute of Technology Rourkela and Indian Institute of Technology Roorkee*, 01.04.2022
- SPIE Photonics Europe, Straßburg, Frankreich, 03.-07.04.2022
- 4th Cross-Border Seminar on Electroanalytical Chemistry R (CBSEC)*, 11.-13.4.2022
- Virtual Photonics Event by Advanced Optical Materials (Wiley)*, 03.05.2022
- SID Display Week, San José, USA, 08.-13.05.2022
- OPTOGEN2022, 7th International Workshop on Technologies for Optogenetics and Neurophotonics, Paris, Frankreich, 11.-13.05.2022
- 5. Netzwerkmeeting – WildlifePRO, Berlin, 12.05.2022
- simul⁺ Forum - Ertüchtigung der Zinnmetallurgie als Beitrag zu Recycling und Kreislaufwirtschaft am Geomontanstandort Freiberg, 23.05.2022
- Weltleitmesse für Wasser-, Abwasser-, Abfall- und Rohstoffwirtschaft (IFAT), München, 30.05.-03.06.2022
- Innovationstag Mittelstand des BMWK 2022 – Wandel durch Innovation, Berlin, 23.06.2022
- Engineering of Functional Interfaces, EnFI 2022, Maastricht, Niederlande, 05.-06.07.2022
- FENS Forum 2022, International Neuroscience Conference, Paris, Frankreich, 09.-13.07.2022
- RSE SEE 8 & 9th Kurt Schwabe Symposium, Graz, Österreich, 11.-15.07.2022
- 33. Seminar des „Arbeitskreises Elektrochemie in Sachsen“, Dresden, 14.07.2022
- International Commission for Optics Conference (ICO-25), Dresden, 05.-09.09.2022
- Vernetzungsveranstaltung – Abbau und Verarbeitung von Zinn- und Lithiumerzen in der Region Zinnwald/Cinovec, 07.-08.09.2022
- elmug4future, Friedrichroda, 27.-28.09.2022
- DIANA-Forum: POCT aus Endanwendersicht, Chemnitz, 09.11.2022

*virtuell

- Symposium “Organische Elektronik - was kommt nach dem Hype?“, Dresden, 23.11.2022
- 6. Life Sciences Forum Sachsen, Dresden, 01.12.2022
- International Conference on Electroluminescence (ICEL), London, England, 05.-07.12.2022
- 16. Dresdner Sensor-Symposium, Dresden, 05.-07.12.2022
- Biocube 1st Edition, Sestiere, Italien, 11.-18.12.2022
- recomine & simul⁺ Gemeinsames Forum in Freiberg "Von der Altlast zur Innovation – wie Wissenschaft, Industrie & Gesellschaft in recomine gemeinsam die Zukunft des Erzgebirges gestalten", Freiberg, 15.12.2022

Instituts-Kolloquium

Januar

- Frau Prof. Dr. Doris Heinrich, Institut für Bioprozess- und Analysenmesstechnik e.V., Heilbad Heiligenstadt
*Key Technologies for Therapy in the 21th Century – Challenges in Life Science, Engineering and Biotechnology**

Februar

- Prof. Dr. Christof M. Niemeyer, Karlsruhe Institute of Technology (KIT)
*Multiscale DNA systems to investigate living cells**

März

- Frau Dr. Suzanne Jacobs, Herr Dr. Björn Weeser, Zentrum für internationale Entwicklungs- und Umweltforschung (ZEU) der Justus-Liebig-Universität Gießen
*Zeitlich hochauflösende UV-Vis-Sensorik zur Wasserqualitätsbestimmung in natürlichen Fließgewässern: Vorteile und Herausforderungen im täglichen Betrieb**

April

- Frau Prof. Dr. Yvonne Joseph, Institut für Elektronik- und Sensormaterialien (IESM) an der TU Bergakademie Freiberg
Nanomaterials for Chemical Sensing

Mai

- Frank Gerlach, KSI Meinsberg
HydroSense: Autonomes, mobiles Messsystem für das Monitoring der Wasserqualität in Industriefolgeseen
- Frau Dr. Caroline Murawski, KSI Meinsberg
Organic electronics for optogenetic stimulation and detection of neuronal signals

Juni

- Prof. Dr. sc. techn. habil. Dipl. Betriebswissenschaften Frank Ellinger, TU Dresden
High Frequency-Integrated Circuits for Communication and Sensor Systems of the Future

Juli

- Prof. Dr. Dirk Labudde, Professur für Bioinformatik und digitale Forensik, Hochschule Mittweida
Forschung für eine moderne Verbrechensaufklärung

August

- Frau Dr. Melissa Sikosana, Leibniz-Institut für Polymerforschung, Dresden
Antimicrobial anchor polymer coatings to maintain drinking water quality at point-of-use

September

- Prof. Dr. Malte Gather, Humboldt Centre for Nano- and Biophotonics, Universität Köln
A light touch: Small optics take on big biomedical questions
- Prof. Dr. Henryk Flachowsky, Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Züchtungsforschung an Obst, Dresden
Herausforderungen bei der genetischen Charakterisierung von Obstgehölzen

Oktober

- Dipl.-Ing. Sven Voigt, Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS, Chemnitz
Autonom arbeitende, kompostierbare Sensorsysteme für die Landwirtschaft

November

- Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Karlheinz Bock, Institut für Aufbau- und Verbindungstechnik der Elektronik, TU Dresden
Aufbau- und Verbindungstechnik für die elektro-optische und heterogene HF-Systemintegration

Dezember

- Frau M. Sc. Nele Marx, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Versuchszentrum Gartenbau Straelen
*Verwendung von Bodenfeuchte-Sensortechnik – Ein Überblick über die Chancen und Herausforderungen in der gartenbaulichen Praxis**

*virtuell

Lehrveranstaltungen

Das wissenschaftliche Personal des Kurt-Schwabe-Instituts beteiligt sich aktiv in der Lehre an der Technischen Universität Dresden und der Hochschule Mittweida. Im Folgenden sind die Lehrveranstaltungen und die geleisteten Semesterwochenstunden getrennt für das Sommersemester und das Wintersemester aufgeführt.

Sommersemester

- Vorlesung „Elektrochemische Stromquellen“ (2 SWS)
Technische Universität Dresden
Prof. Dr. Michael Mertig, Dr. Jens Zosel
- Vorlesung „Messverfahren im Korrosions- und Umweltschutz“ (2 SWS)
Technische Universität Dresden
PD Dr. Wolfram Oelßner
- Vorlesung „Chemo- und Biosensorik“ (Vorlesung (2 SWS) + Seminar (1 SWS))
Hochschule Mittweida
Prof. Dr. Winfried Vonau, Dipl.-Chem. Manfred Decker

Wintersemester

- Vorlesung „Biomimetische Materialsynthese“ (Vorlesung (2 SWS) + Seminar (1 SWS) + Praktikum (1 SWS))
Technische Universität Dresden
Prof. Dr. Michael Mertig
- Vorlesung „Physikalische Chemie fester Körper, inklusive elektrischer Phänomene“ (2 SWS)
Technische Universität Dresden
Prof. Dr. Michael Mertig, Dr. Jens Zosel
- Vorlesung „Messmethoden für Studien an organischen Halbleitern und Elektrochemische Korrosionsuntersuchungen“ (2 SWS, WS21/22)
Technische Universität Dresden
Dr. Caroline Murawski, PD Dr. Wolfram Oelßner
- Vorlesung „Messmethoden für Studien an organischen Halbleitern“ (2 SWS, WS22/23)
Technische Universität Dresden
Dr. Caroline Murawski

Verteidigte Promotionen

- Dr. Weißpflog, Janek
Erstgutachter: Prof. A. Fery, TU Dresden/IPF Dresden
Abtrennung von Schwermetall- und Oxyanionen aus wässrigen Lösungen mithilfe von Biopolymeren
- Dr. Ruchets, Anastasiya
Erstgutachter: Prof. R. Moos, Universität Bayreuth
Application of solid electrolyte gas sensors based on YSZ for dynamic electrochemical measurements

Doktoranden intern und extern

- Brandao, Michelle
Erstgutachter: Prof. M. Mertig, TU Dresden
- Islam, Rabiul
Erstgutachter: Prof. M. Mertig, TU Dresden
- Jeong, Taekyu
Erstgutachter: Prof. M. Mertig, TU Dresden
- Madeo, Lorenzo
Erstgutachter: Prof. M. Mertig, TU Dresden/IFW Dresden
- Meloni, Ilenia
Erstgutachter: Prof. J. Czarske, TU Dresden
- Müller, Anne
Erstgutachter: Prof. U. Guth, TU Dresden
- Nandakumar, Nirbhika
Erstgutachter: Prof. M. Mertig, TU Dresden
- Sood, Pramit
Erstgutachter: Prof. M. Mertig, TU Dresden
- Svirepa, Anastasiya
Erstgutachter: Prof. M. Mertig, TU Dresden

Diplom-, Master- und Bachelorarbeiten

Bachelorarbeiten

- Kunert, Lena Maria
HS Mittweida, Prof. Dr. Herrmann-Geppert
Untersuchungen zur Entwicklung eines Sensors zur Bestimmung von Lithium im Speichel

Praktika

Studentenpraktikum

- Kunert, Lena Maria
Hochschule Mittweida, Betreuer: Dipl.-Chem. M. Decker

Schülerpraktikum

- May, Julius
Martin-Luther-Gymnasium Hartha, Betreuer: M.Sc. M. Brandao Silva de Assis
- Kehl, Marcell
Martin-Luther-Gymnasium Hartha, Betreuer: Dr. A. Kick
- Kunze, Ludger
Sächsisches Landesgymnasium Sankt Afra zu Meißen, Betreuer: Dr. J. Weißpflog
- Rückewoldt, Tobias
Berufliches Schulzentrum Döbeln-Mittweida, Betreuer: M.Sc. A. Müller

Verbünde und Netzwerke

Das Kurt-Schwabe-Institut ist Mitglied folgender Forschungsverbünde, Netzwerke und Organisationen:

Forschungsverbünde

- DRESDEN-concept e.V.
- Exzellenzcluster Center for Advancing Electronics Dresden (cfaed)
- Hydrogen Power Storage & Solutions e.V. (HYPOS e.V.), Halle (Saale)
- Wachstumskern Biologische Sensor-Aktor-Systeme auf der Basis von funktionalisierten Mikroorganismen (BioSAM), Dresden

Netzwerke und Organisationen

- AENEAS – Association for European Nanoelectronics Activities
- agroAMBIENTE – Internationales ZIM-Kooperationsnetzwerk für dezentrale, intelligente Agrar-Umweltmanagementsysteme, Leipzig
- AMA Verband für Sensorik und Messtechnik e.V., Berlin
- Arbeitskreis Mikrosystemtechnik für die Biotechnologie
- Biomaterialtechnologie für Technik und Medizin e.V. (BIOMATUM e.V.), Dresden
- biosaxony e.V., Dresden
- DECHEMA e.V., Frankfurt am Main
- DIEKUH - Internationales ZIM-Innovations-Netzwerk für Digitalisierung, Automation und Ressourcenmanagement in der Rinderhaltung, Chemnitz

Tätigkeiten in Gremien und Fachverbänden

Tätigkeiten von Mitarbeitern des KSI Meinsberg in wissenschaftlichen Gremien und Fachverbänden:

Prof. Dr. Michael Mertig

- Mitglied der Materials Research Society, USA
- Mitglied der International Society for Nanoscale Science, Computation and Engineering (ISNSCE)
- Mitglied der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG)
- Mitglied der Deutschen Nucleinsäurechemiegesellschaft e.V. (DNG)
- Mitglied der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)
- Mitglied der Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. (DECHEMA)
- Mitglied der Zukunftsinitiative simul+
- Vorsitzender des Beirats der Professor-Schwabe-Stiftung e.V., Technische Universität Dresden
- Vereinsmitglied des Leibniz-Instituts für Polymerforschung Dresden e.V.

Prof. Dr. Winfried Vonau

- Stellvertretender Vorsitzender des Arbeitskreises Elektrochemische Analysenmethoden der Fachgruppe Analytische Chemie der GDCh
- Beiratsmitglied der gemeinsamen ProcessNet-AMA-Fachgruppe Mess- und Sensortechnik (FGr-FMS)
- Fellow der International Academy, Research and Industry Association (IARIA)
- Mitglied der International Society of Electrochemistry (ISE)
- Mitglied der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)
- Mitglied der Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. (DECHEMA)
- 2. Vorsitzender des Beirats der Kurt-Schwabe-Stiftung

Dipl.-Chem. Kristina Ahlborn

- Geschäftsführendes Vorstandsmitglied der Kurt-Schwabe-Stiftung

Dipl.-Chem. Manfred Decker

- Mitglied der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)

Dr. Caroline Murawski

- Mitglied der International Society for Optics and Photonics (SPIE)
- Mitglied der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG)

Dr. Jens Weber

- Mitglied der Italian Society for Optics and Photonics (SIOF)

Dr. Jens Zosel

- Mitglied des Fachausschusses Hochtemperatursensorik der DGM
- Mitglied der Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. (DECHEMA)
- Mitglied der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)

Kooperationspartner

Universität

- Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
- Chongqing University, China
- Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences
- Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur, Leipzig
- Humboldt-Universität zu Berlin
- Le Mans Université, Le Mans, Frankreich
- Medizinische Hochschule Brandenburg - Theodor Fontane, Neuruppin
- Technische Universität Bergakademie Freiberg
- Technische Universität Berlin
- Technische Universität Chemnitz
- Technische Universität Dresden
- Tongji University, Shanghai, China
- Universität Bayreuth
- Universität Leipzig
- Universität Potsdam
- Universität Rostock
- University College London, UK

Außeruniversitär

- BAM-Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin
- BioNanoNet (BNN), Graz, Österreich
- CIC biomaGUNE, Donostia-San Sebastián, Gipuzkoa, Spanien
- Deutsches Biomasseforschungszentrum, Leipzig
- DLR Institut für Planetenforschung, Berlin
- Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen FILK, Freiberg
- Frankenförder Forschungsgesellschaft mbH, Luckenwalde
- Fraunhofer Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS, Chemnitz
- Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden
- Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS, Halle
- Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl und Plasmatechnik FEP, Dresden
- Fraunhofer-Institut für Werkstoffe und Strahltechnik IWS, Dresden
- Hitachi Cambridge Laboratory, Cambridge, United Kingdom
- Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Dresden
- Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Leipzig

- Institut für Bioprozess- und Analysenmesstechnik e.V., Heilbad Heiligenstadt
- Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden e.V., Dresden
- Leibniz-Institut für Katalyse e.V., Rostock
- Leibniz-Institut für Photonische Technologien e.V., Jena

- Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V., Dresden
- Stichting Wageningen Research, Wageningen, Niederlande
- Stichting IMEC, Eindhoven, Niederlande
- Tecnalia, Derio (Bizkaia), Spanien
- Uniklinik Köln

Wirtschaftlich

- ATFO GmbH, Bentwisch
- AgriCon GmbH, Ostrau
- AlphaSip, Santa Clara, Spanien
- Alianza Nanotecnología Diagnóstica ASJ, SL, Madrid, Spanien
- Analytical Control Instruments GmbH, Berlin
- Aspect Systems GmbH, Dresden
- Bartels Mikrotechnik GmbH, Dortmund
- BASF, Ludwigshafen
- BIT – Tiefbauplanung GmbH, Gera
- Robert Bosch GmbH Zentrum für Forschung und Vorauentwicklung, Renningen
- CELLASYS GmbH, Kronburg
- Cis Institut für Mikrosensorik und Photovoltaik GmbH, Erfurt
- cubeoffice GmbH & Co.KG, Magdeburg
- C3-Prozess- und Analysentechnik GmbH, Haar
- Danpower GmbH, Potsdam

- dr.wernecke Feuchtemesstechnik GmbH, Potsdam
- DWH, Drahtseilwerk Hemer GmbH & Co.KG, Hemer
- Dynamic Biosensors GmbH, Martinsried
- EloSystems GbR, Berlin
- Endress+Hauser, Conducta GmbH + Co. KG, Waldheim
- Erdbau Thalheim GmbH, Ehrenfriedersdorf
- Evalan BV, Amsterdam, NL
- fraberagro GbR, Lindow (Mark)
- Freudenberg Industrie Siebdruck GmbH, Dresden
- FWE GmbH, Marktredwitz
- G.E.O.S Ingenieurgesellschaft mbH, Halsbrücke
- GICON - Großmann Ingenieur Consult GmbH, Dresden
- Guangxi Yuchai Machinery Group Co., LTD., Guangxi, China

- Hanomag Lohnhärterei
Unternehmensgruppe, Hannover
- HANSENHOF electronic GmbH, Pockau-Lengenfeld
- Henze-Hauck Prozessmesstechnik/
Analytik GmbH, Dessau
- Ibes AG, Chemnitz
- IFU GmbH, Privates Institut für
Umweltanalysen, Lichtenau
- IL Metronic Sensortechnik GmbH,
Ilmenau
- Infineon Technologies AG, Neubiberg
- Institut für angewandte
Gewässerökologie GmbH, Seddiner See
- Klinik im Leben GmbH, Greiz
- Königl GmbH & Co.KG, Würzburg
- Krieg & Fischer Ingenieure GmbH,
Göttingen
- Lithoz GmbH Wien, Österreich
- LWB Dr. Schönleber, Roßwein/Littdorf
- Mercedes-Benz Fuel Cell GmbH,
Kirchheim
- MH Wassertechnologie GmbH,
Moritzburg
- Munisense BV, Leiderdorp, Niederlande
- OptoGenTech GmbH, Göttingen
- Pronova Analysentechnik GmbH & Co.
KG., Berlin
- Purena Consult, Wolfenbüttel
- Reinsdorfer Agrargenossenschaft eG,
Waldheim
- Renesas Electronics Germany GmbH
- Robert Bosch GmbH, Stuttgart
- RockWool B.V., Roermond, Niederlande
- scan Messtechnik GmbH, Wien,
Österreich
- Sciospec Scientific Instruments GmbH,
Bennewitz
- Senorics GmbH, Dresden
- Siemens AG, Rastatt
- SKAN Deutschland GmbH,
Görlitz/Hagenwerder
- SKAN AG, Allschwil, Schweiz
- silvertex aqua GmbH, Hoppegarten
- TEB Ingenieurbüro Peter Zimmermann,
Berlin
- Trace Analytics GmbH, Braunschweig
- Union Instruments GmbH, Lübeck
- UST Umweltsensortechnik GmbH,
Geschwenda
- Veeco GmbH, Aschheim
- viimagic GmbH, Dresden
- VOWALON Beschichtung GmbH, Treuen
- Wagner Mess- und Regeltechnik GmbH,
Offenbach am Main
- Westfleisch SCE, Bakum
- Wismut GmbH, Chemnitz
- WTW Wissenschaftlich-Technische
Werkstätten GmbH, Weilheim
- Xylem Analytics Germany GmbH,
Meinsberg
- Zinnerz Ehrenfriedersdorf GmbH,
Ehrenfriedersdorf
- ZIROX Sensoren & Elektronik GmbH,
Greifswald

GERÄTE-TECHNISCHE INFRASTRUKTUR

Sensortechnologien

- Dickschichttechnik
- Glastechnologie und Glasbläserei
- Gepulste Laserablation (PLD) und Sputtertechnologien
- Mikropipettiersystem zur Mikroarray-Herstellung (Pikoliter bis Nanoliter-Tropfen)
- Thermische Bedampfung

Analyse- und Referenzlabore

Biologische Analyseverfahren und -geräte

- Durchflusszytometer
- Fluoreszenzmikroskopie
- Gelelektrophorese, Geldokumentationssystem
- Interaktionsmesssystem fluoreszierender, elektronisch schaltbarer DNA-Schichten (Dynamic Biosensors switchSENSE DRX2 inklusive proFIRE-System zur Aufreinigung von DNA-Protein-Konjugaten)
- Mikroplatten-Reader (BioTek Synergy H1, UV-Vis-Absorption, Fluoreszenz, Temperierung, Schüttler)
- Oberflächenplasmonenresonanz (SPR)-Messsysteme mit Mikrofluidik (2-Kanal-Messsystem für Messungen in Flüssigkeiten, SPR-Spektrometer für Mikroarrays)

Chemische Analyseverfahren und -geräte

- Atomabsorptionsspektrometer (AAS) inklusive Mikrowellenaufschlussgerät
- Dropsens FIA-System
- Elektrochemische Messplätze: Potentiostaten (Stripping-Voltammetrie, Cyclovoltammetrie)
- Elektrochemischer Multiplexer
- FT-IR-Spektrometer zur chemischen Analyse im NIR/MIR
- FT-IR-Spektrometer zur Gasanalyse
- Gaschromatograph (GC/MS, GC/FID, GC/BID)
- Halogen-Feuchtebestimmer HX 204

- Hochleistungsflüssigkeitschromatograph (HPLC)
- HPLC-Analyser
- ICP-Emissionsspektrometer
- Ionenchromatograph (IC)
- Massenspektrometer zur Gasanalyse
- Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse (Mikro-RFA)
- Nirone Sensor
- Pestizidanalytik-Homogenizer Geno/Grinder 2010
- pH/Ionenmeter
- Raman-Handspektrometer
- Röntgenphotoelektronenspektroskopie (XPS)
- Titrator mit Automation
- UV-Digester (Aufschlussgerät UV-Fotolyse)
- UV/VIS-Spektralphotometer und modulares optisches Spektrometer

Physikalische Analyseverfahren und -geräte

- BET-Messgerät zur Oberflächenbestimmung
- Coulometrische Gasmessstände (inkl. Messstand zur hochsensitiven coulometrischen Sauerstofftitration mittels Festelektrolyt-Gassensoren und Messstand zum Nachweis der Teilleitfähigkeit an Festkörpern nach Tubandt)
- Dunkelfeldmikroskopie
- Impedanzmesssysteme, Impedanz-Analysator
- Kontaktwinkelmessgerät
- Oberflächenplasmonenresonanz (SPR)-Messsystem für Messungen an Luft und in Flüssigkeiten
- Partikelgrößenanalysator Zetasizer Advance Ultra Red
- Porometer
- Röntgendiffraktometer (XRD)
- Röntgenpulverdiffraktometer mit Flächendetektor Eiger II R 500K und kompakte Eulerwiege
- Spektroskopisches (360 nm – 1000 nm; 658 nm Laser) Imaging Ellipsometer (Flüssig-Messzelle, SPR-Messzellen, Müller-Matrix-Erweiterung für anisotrope Proben)

- Taupunktmessgerät
- Thermische Analyse (Dilatometer, DTA/TG-Messsystem für thermische Analysen)
- Viskosimeter

Bakterien- und Zellzuchtlabore

- Autoklaven
- CO₂-Inkubatoren
- Fermentoren (auch im Technikumsmaßstab für Biogasprozesse)
- Gefriertrockner
- Gefrierpunktsmometer K-7400S mit Messkopf (Caroline)
- Gradient-Thermocycler
- Inkubationsschüttler
- Microfluidizer
- Phasenkontrastmikroskop
- Sterilbänke
- S1-Labore
- Tiefsttemperaturschränke (-80 °C)
- Zentrifugen

Lithographielabore

- Elektronenstrahlolithographie
- Laserlithographie
- LF-Arbeitsbank mit Hotplate und Spincoater
- Optische Lithographie

Mikroskopiellabore

- Digitalmikroskop mit hochauflösenden Objektiven
- Dunkelfeldmikroskop mit Hyperspektralkameras: CytoViva Hyperspectral Microscopy (VNIR 400 - 1000 nm, SWIR 900 – 1700 nm)
- FT-IR-Mikroskop zur chemischen Analyse im NIR/MIR
- Hochauflösende Rastersondenmikroskopie (SPM)

- Invertierte Fluoreszenzmikroskope (Zeiss) mit digitaler Bildverarbeitung
- REM, EDX und Ionenfeinstrahlanlage (FIB)
- Stereo- und Auflichtmikroskop mit digitaler Bildverarbeitung

Optiklabor organophotonische Sensorik

- Aufrechtes Fluoreszenzmikroskop, Nikon Ni-E
- Andor Shamrock Spektrograph mit Andor Newton CCD-Kamera
- Spektrofluorometer, Edinburgh Instruments FS5
- Fluoreszenzspektrometer mit hoher Sensitivität und Zeitauflösung
- Gepulster Stickstofflaser (337 nm) mit Farbstofflasermodul
- Keithley Source-Measure-Unit und Multimeter
- Optoelektronischer Messplatz zur Charakterisierung von Fotodioden (Eigenbau)
- Oszilloskop
- Patch-Clamp-Elektrophysiologie-System
- Schwingungsgedämpfter optischer Tisch
- sCMOS Hochgeschwindigkeitskamera, Andor Zyla 5.5
- Sonnensimulator
- Stereo-Fluoreszenzmikroskop, Nikon SMZ 25
- Aufrechtes Fluoreszenzmikroskop, Nikon Ni-E mit XY Verschiebtisch für Elektrophysiologie
- Wärmebildkamera

Präparationsmethoden und -geräte

- Atomlagendepositionssystem Ultratech Savannah
- Beschichtungsanlage Parylene
- Glovebox (Handschuhbox unter Schutzgas)
- Hochtemperatursynthesen
- Hydraulische Pressen
- Induktiver Schmelzofen
- Oxid-, SOL/GEL-, Polyol-, Hydrothermal- und Hochtemperatursynthesen
- Planeten- und Fliehkraftkugelmøhlen, Siebmaschine

- Plasmabeglimmung
- Pulver- und Pastentechnologien
- Rohröfen, Kammeröfen bis 1750°C
- Vakuumtrockenschränke

Prüf- und Teststände

- Autoklaven für hohe Drücke und hohe Temperaturen
- Gasmischstände
- Helium-Lecksuchgerät
- Klimaprüfschrank
- Materialprüfmaschine
- Optisches Profilometer
- Spitzenmessplatz (Probestation)

Entwicklungswerkstatt

- 3D-Druck-Technologie für Polymere und Keramiken
- Beschriftungs- und Strukturierungslaser
- Laser Schweiß- und Schneidanlagen
- Mechanische und elektrische Fertigungstechniken
- Wasserstrahltechnologie
- Sandstrahler
- Schweißlaser
- Spaltschweißen

PRESSESPIEGEL

DRESDEN-concept Science and Innovation Campus continues to grow: Alliance gains three new members



Published on Thu, 05 Jan 2023 in RTG 2767 NEWS



Building detail of the Kurt Schwabe Institute for Measurement and Sensor Technology Meinsberg (KSI Meinsberg)

We are happy to announce that one of our RTG's cooperating institutions has become a member of the DRESDEN-concept research alliance: The Kurt-Schwabe-Institut für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e.V. (Kurt Schwabe Institute for Measurement and Sensor Technology Meinsberg - KSI Meinsberg) joined the alliance in the last quarter of 2022.

The DRESDEN-concept research alliance has taken on three new members in one go. In addition to the KSI, NaMLab and the Institute for Saxon History and Folklore (ISGV) became new members. The alliance now boasts 36 partner institutions, which are working together to develop the research hub in Dresden into a DRESDEN-concept Science and Innovation Campus.



Group photo of RTG 2767 fellows and principal investigators at the 2022 summer school

The first summer school of RTG 2767 took place in the Schlosshotel Lichtenwalde on 21st/22nd of July. The full team of PhD candidates had a successful kickoff of the projects, and elected the PhD spokespersons. After a team building event moderated by Stefanie Rohac, our mercator fellows Paul Mulvaney (University Melbourne) and Erin Rathcliffe (University Arizona) contributed impulse lectures on modern trends in particle pattern formation at interfaces and characterization of electronic structure of advanced materials. We were as well glad to host the coordinator of RTG 2356 Andreas Kölditz who gave an overview of our partner RTG "Nanohybrid" at Uni Hamburg.

Short excursion to KSI Meinsberg Institute



Fellows of the RTG 2767 in front of the KSI Meinsberg Institute. Left: Dr. Caroline Murawski, RTG Principal Investigator and leader of the Organophotonic Sensing Group.

We took a little trip to the center of Saxony. There is the Kurt-Schwabe-Institut für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e.V., which is led by our Principal Investigator Prof. Michael Mertig. In addition, Dr. Caroline Murawski (also PI in GRK 2767) leads her research group "Organophotonic Sensing" there. We listened to the lecture "Dynamical methods in biosensing - organic electronics" and had the chance to visit all the institute.

Wissenschaftler der Trakischen Universität Stara Zagora besuchen das KSI Meinsberg

Am 23. März besuchte eine Delegation, bestehend aus bulgarischen Wissenschaftlern, Unternehmern und Kommunalvertretern, das KSI Meinsberg. Die bulgarische Delegation wurde von Prof. Dobri Yarkov, dem Rektor der Trakischen Universität Stara Zagora, geleitet.

Am KSI Meinsberg wurde den Besuchern eine Einführung in aktuelle Forschungsthemen des Instituts durch seinen Direktor, Prof. Michael Mertig, gewährt. Danach erfolgte eine Vorstellung verschiedener Forschungsergebnisse zu den Themen Umweltmonitoring, Digitalisierung der Landwirtschaft und medizinische Diagnostik an ausgewählten Stationen.

Des Weiteren erfolgte ein Austausch zu Fragen der Regionalpolitik, z.B. der Ausstrahlung des Instituts auf die Schülerausbildung in der Region im Rahmen eines simul+ Projektes, zwischen dem Bürgermeister von Hartha und Kommunalvertretern der bulgarischen Delegation.



Der Aufenthalt der Delegation am KSI Meinsberg war Bestandteil eines mehrtägigen Besuchs der bulgarischen Delegation im Freistaat Sachsen. Die Reise der Delegation geht auf einen Besuch von Staatsminister Thomas Schmidt im vergangenen August in Bulgarien zurück, an dem auch der Institutsdirektor des KSI Meinsberg, Prof. Michael Mertig, teilgenommen hat.

Zielstellung der gegenseitigen Besuche ist es, die Zusammenarbeit zwischen sächsischen und bulgarischen Akteuren zu intensivieren und weitere Kooperationsmöglichkeiten wie auch gemeinsame Forschungsprojekte zu den Themen Landwirtschaft, Tierwohl und Umwelt vorzubereiten. Dazu fand am 24. März ein simul+ Workshop an der IHK Chemnitz unter Teilnahme von Vertretern des KSI Meinsberg statt.

Das Treffen setzte somit weitere Impulse für die zukünftige Zusammenarbeit zwischen der Trakischen Universität Stara Zagora und den sächsischen Partnern.



Medieninformation

Sächsisches Staatsministerium für Regionalentwicklung

Ihr Ansprechpartner
Frank Meyer

Durchwahl
Telefon +49 351 564 50024

pressestelle@smr.sachsen.de*

23.03.2022

Staatsminister Schmidt begrüßt bulgarische Delegation Mit dem simul+ InnovationHub internationale Zusammenarbeit pflegen

Staatsminister Thomas Schmidt hat heute (23. März 2022) eine 16-köpfige Delegation bulgarischer Wissenschaftler, Unternehmer und Kommunalvertreter begrüßt. Die Gruppe besucht in Sachsen unter anderem die TU Bergakademie Freiberg, das Kurt-Schwabe-Institut für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e. V. sowie mehrere Institute der Fraunhofer-Gesellschaft. Bei einem simul+Workshop in der Industrie- und Handelskammer Chemnitz geht es darüber hinaus um Fragen des Strukturwandels in den Braunkohleregionen, aktuelle Entwicklungen in der Textilindustrie sowie um regenerative Energiekonzepte. Ziel ist es, die Zusammenarbeit zwischen sächsischen und bulgarischen Akteuren zu intensivieren und weitere Kooperationsmöglichkeiten auszuloten.

Die Reise der bulgarischen Delegation geht auf einen Besuch von Staatsminister Thomas Schmidt im vergangenen August in Bulgarien zurück. Der Minister hatte damals gemeinsam mit Vertretern sächsischer Unternehmen, Hochschulen und Forschungsinstituten die Städte Sofia und Stara Zagora besucht. Bei einem simul+Forum in der Provinzhauptstadt war Minister Schmidt auch mit der bulgarischen EU-Kommissarin für Innovation, Forschung, Kultur, Bildung und Jugend, Mariya Gabriel zusammengetroffen.

»Die Regionen Europas müssen weiter zusammenrücken. Das gilt gerade in der aktuellen Situation umso mehr. Bei den Themen Strukturwandel und Regionalentwicklung gibt es viele Ansätze für eine Zusammenarbeit. So ist ein gerechter Kohleausstieg sowohl für Sachsen als auch für Bulgarien ein wichtiges Zukunftsthema«, so der Minister. »Die nötigen Entwicklungen werden nur auf der Basis von Innovationen gelingen. Dazu müssen Forschung und Praxis eng vernetzt sein. Dieser simul+Gedanke wird auch in Bulgarien verfolgt.«

www.smr.sachsen.de

* Kein Zugang für verschlüsselte elektronische Dokumente. Zugang für qualifiziert elektronisch signierte Dokumente nur unter den auf www.lsf.sachsen.de/eSignatur.html vermerkten Voraussetzungen.

Die bulgarische Delegation wird von Prof. Dobri Yarkov, dem Rektor der Trakischen Universität Stara Zagora geleitet. Organisiert wurde die Reise in enger Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Alexander Starke (Direktor der Klinik für Klauentiere an der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig). Maßgebliche Unterstützung gaben dabei Prof. Dr. Markus Michael (Texulting GmbH, Hohenstein-Ernstthal) und die Wirtschaftsförderung Sachsen (WFS).

9. Internationales Kurt Schwabe Symposium 2022

Am 13. Juli 2022 hat das 9. Internationale Kurt Schwabe Symposium 2022 als Satellitenveranstaltung im Rahmen des 8th Regional Symposium on Electrochemistry of South-East Europe in Graz, Österreich, stattgefunden.

Das Schwabe-Symposium wurde von einem internationalen Expertenteam unter Leitung des Kurt-Schwabe-Instituts für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e.V. organisiert.

Als Sprecherin für den Plenary Talk konnte die international anerkannte Wissenschaftlerin, Frau Prof. Kristina Tschulik von der Ruhr-Universität Bochum, zum Thema Advanced understanding of electrocatalysis at nanoscale materials by spectro-electrochemistry and single entity electrochemistry gewonnen werden.

Die Hauptthemen des Symposiums waren:

Topic A: Gas detection/H₂,

Topic B: Bio-electrical sensors,

Topic C: Environmental monitoring and smart farming,

Topic D: Advanced electrochemical detection methods.

Diese Themen wurden jeweils durch einen Keynote-Vortrag eingeführt und durch weitere Vorträge und Poster unteretzt. Das Symposium hat große Beachtung gefunden. Besonders hervorzuheben ist das Interesse und die Teilnahme von vielen jungen Nachwuchswissenschaftlern.

Das KSI Meinsberg war mit insgesamt 11 Beiträgen auf dem Symposium vertreten, in denen ausgewählte Arbeiten zu den vier Zielgebieten des Instituts Umweltmonitoring, Erneuerbare Energien, Smart Farming und Medizinische Diagnostik präsentiert wurden.



Freundeskreis der Fakultät für Physik und Geowissenschaften der Universität Leipzig am KSI Meinsberg

Am 18. Mai 2022 besuchten 13 Mitglieder vom Freundeskreis der Fakultät für Physik und Geowissenschaften Physik der Universität Leipzig im Rahmen einer Exkursion das KSI Meinsberg. Nach einem kurzen geschichtlichen Abriss der Entwicklung des Instituts durch PD Dr. W. Oelßner und einer fachlichen Einführung in die aktuellen Arbeiten durch den Institutsdirektor, Prof. Dr. M. Mertig, nutzten die hoch interessierten Teilnehmer die Gelegenheit, an sieben Stationen Einblick in die experimentellen Arbeiten zu den Themengebieten Umwelt, Landwirtschaft, Energie und medizinische Diagnostik zu erlangen.



KSI Meinsberg in die Forschungsallianz DRESDEN-concept aufgenommen

DRESDEN-concept e.V. ist die Forschungsallianz der Technischen Universität Dresden und lokaler außer-universitärer Forschungs- und Kultureinrichtungen. Über 30 Partnerinstitutionen haben sich in dem Verein zusammengeschlossen, um Synergien zu bündeln und gemeinsam den Forschungsstandort Dresden hin zu einem **DRESDEN-concept Science and Innovation Campus** weiterzuentwickeln.

Das Akronym DRESDEN steht für **D**resden **R**esearch and **E**ducation **S**ynergies for the **D**evelopment of **E**xcellence and **N**ovelty und unterstreicht den Fokus der Zusammenarbeit: durch die Vernetzung über die Grenzen von Institutionen und Fächern hinweg bietet DRESDEN-concept Forschenden einen idealen Ort für Wissenschaft und Innovation.

Das KSI Meinsberg wurde als erstes Mitglied aus dem ländlichen Raum zum 1. Oktober 2022 in die Forschungsallianz DRESDEN-concept aufgenommen. Damit wird die enge Zusammenarbeit des KSI Meinsberg mit der Technischen Universität Dresden auf den Gebieten Wissenschaft und Lehre gewürdigt. Gleichzeitig werden bereits bestehende Kooperationsbeziehungen mit den DRESDEN-concept-Partnern gestärkt.



Sächsische Zeitung, 09. Dezember 2022

Wie ein Mistkäfer Forschung und Schule verbindet

Das Martin-Luther-Gymnasium hat ein Stereomikroskop erhalten. Möglich wurde das durch ein besonderes Projekt.

VON SYLVIA JENTZSCH

Hartha. Auch Lehrer müssen lernen – vor allem dann, wenn es um moderne Technik geht. Seit Donnerstag steht dem naturwissenschaftlichen Bereich des Martin-Luther-Gymnasiums Hartha ein Stereomikroskop zur Verfügung. Die Objekte werden nicht nur vergrößert, sondern sind dreidimensional zu sehen. Das Mikroskop hat eine Kamera, sodass die Objekte auch auf die elektronische Tafel projiziert werden oder auf den Tablets der Schüler zu sehen sind.

Möglich wurde die Anschaffung dieser modernen Technik durch das Projekt Schule und Forschung regional vernetzt „SFregio“. Die Stadt hatte sich im Jahr 2020 am Wettbewerb simul+ „Ideen für den ländlichen Raum“ beteiligt und dafür ein Preis-



Dem naturwissenschaftlichen Bereich des Martin-Luther-Gymnasiums in Hartha steht jetzt ein Stereomikroskop zur Verfügung.

Foto: Dietmar Thomas

geld in Höhe von 300.000 Euro bekommen. Die Kommune, das Martin-Luther-Gymnasium sowie das Kurt-Schwabe-Institut Meinsberg (KSI) verfolgen dabei einen innovativen Ansatz zur Nachwuchsförderung in der ländlichen Region.

Der hat schon erste Früchte getragen, obwohl die Akteure durch Corona ausgebremst wurden. Der ehemalige Gymna-

siast Robert Arnold, der sein Praktikum am KSI in Meinsberg absolvierte, hat sich für ein Physik-Studium entschieden.

„Mithilfe des Projektes erhalten die Schüler einen Einblick in die Arbeit eines Wissenschaftlers“, sagte Schulleiterin Heike Geißler. Bei der Kooperation mit heimischen Firmen gehe es auch darum, den Jugendlichen zu zeigen, welche berufliche

Entwicklung und Perspektiven in der ländlichen Region möglich sind. „Wir haben hier viele tolle Unternehmen“, so Heike Geißler. „Zum anderen sollen Inhalte der naturwissenschaftlichen Fächer mit Inhalten der modernen Sensorik verbunden werden“, Dr. Wolfgang Fichtner, Physiker am KSI. Auch für die Wissenschaftler sei es interessant zu erfahren, wie die Schüler an manche Dinge herangehen.

Im Projekt arbeiten 25 Neuntklässler, die sich für das naturwissenschaftliche Profil entschieden haben, mit. Im Wechsel gibt es entweder eine Unterrichtseinheit am Gymnasium oder einen Praktikumstermin am KSI. Sowohl Lehrer als auch wissenschaftliche Mitarbeiter des KSI wie Biochemikerin Dr. Christine Schirmer, arbeiten bei dem Projekt zusammen, so dass die Vorgaben des Lehrplanes durch wissenschaftliche und praktische Angebote untermauert werden können.

„Das Projekt würde bereits im nächsten Jahr auslaufen. Da wir wegen Corona nicht so richtig zum Zug gekommen sind, haben wir eine Verlängerung beantragt und auch

genehmigt bekommen“, sagte Bürgermeister Ronald Kunze (parteilos). Ihm und allen am Projekt „SFregio“ Beteiligten ist es wichtig, dass es dieses Projekt, bei dem Schüler, Lehrer und auch Wissenschaftler zusammenarbeiten, langfristig angeboten werden könnte.

So sehen es auch die Lehrer, die nun wissen, was mit dem Stereomikroskop alles möglich ist. „So ist zum Beispiel das Mundwerkzeug des Mistkäfers unter diesem Mikroskop zu sehen“, sagte Florian Windler, der Leiter der Biofachschaft und Biologielehrer. Die dreidimensionale Darstellung sei ein echter Gewinn, da die Präparate in verschiedenen Perspektiven zu sehen sind. Das sei mit einem normalen Mikroskop alles nicht möglich. „Wir können auch mithilfe des Stereomikroskops Experimente zeigen, die dann an der elektronischen Tafel oder auf den Tablets zu sehen sind. Dann muss zum Beispiel nicht jeder ein Tier sezieren“, sagte Windler. Die 30 Tablets mit kabellosen Adaptern wurden ebenfalls aus dem Budget des Projektes finanziert.

Das Kurt-Schwabe-Institut für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e.V. wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.



Abdruck (auch von Teilen) oder sonstige Verwendung sind nur nach vorheriger Absprache mit dem Kurt-Schwabe-Institut für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e.V. gestattet.

