

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

JAHRESBERICHT 2021

Titelbild: Frau Dr. Jingying Yao und Frau Michelle Brandao Silva de Assis bei der Vermessung von Wasserproben für die mobile Umweltanalytik.

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

Jahresbericht 2021

Herausgeber	Der Vorstand und Direktor des Kurt-Schwabe-Instituts für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e.V., Prof. Dr. Michael Mertig
Redaktion	Prof. Dr. Michael Mertig
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 2022

INHALT

Inhalt	5	Teilnahme an Konferenzen und Workshops	81
Vorwort	7	Institutsleben	83
Das Institut	9	Instituts-Kolloquium	83
Über das Institut	9	Lehrveranstaltungen	85
Organisationsstruktur	10	Verteidigte Promotionen	86
Gremien des Instituts	11	Doktoranden intern und extern	86
Hauptforschungslinien und Zielgebiete	13	Organisation von Konferenzen	87
Forschung und Entwicklung	15	Verbünde und Netzwerke	88
Wissenschaftliche Ergebnisse	73	Tätigkeiten in Gremien und Fachverbänden	89
Publikationen	73	Kooperationspartner	91
Gedruckte Konferenzbeiträge	74	Gerätetechnische Infrastruktur	95
Vorträge	76	Pressespiegel	101
Poster	79		

VORWORT

Liebe Mitarbeiter, Partner, Freunde und Förderer des KSI Meinsberg,

im vorliegenden Jahresbericht resümieren wir besondere Aktivitäten und Ergebnisse des Institutslebens des Jahres 2021. Wir wünschen uns, dass der Bericht Ihr Interesse finden wird und Sie Freude beim Lesen haben werden.

Unser Credo ist die angewandte Sensorforschung. Wir arbeiten seit vielen Jahren erfolgreich an der Schnittstelle zwischen Forschung und Industrie – wir überführen wissenschaftliche Resultate in die industrielle Forschung und Nutzung. Dieser Prozess, der einfach klingt, und manchmal schwer zu realisieren ist, ist heute wichtiger denn je. Das betrifft sowohl die thematische Ausrichtung der Überführung wie auch die Art, wie er geführt wird.

Bei uns stellen die Themengebiete Umweltmonitoring, Regenerative Energien, Smart Farming und Medizinische Diagnostik die Zielgebiete der durchgeführten wissenschaftlich-technischen Arbeiten dar. Diese Themen haben eine hohe gesellschaftliche Relevanz. Sie liefern konkrete Beiträge zur Umsetzung der von den Vereinten Nationen formulierten Nachhaltigkeitsziele. Ziele wie „Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten“, „Gewährleistung eines gesunden Lebens und der Ernährungssicherheit für alle Menschen“ sowie die „Förderung einer nachhaltigen Landwirtschaft“ werden durch uns direkt adressiert.

Zur Erfüllung dieser hohen Ziele arbeitet das KSI Meinsberg seit Jahren mit universitären und außeruniversitären Forschungsinstituten sowie mit

verschiedensten Vertretern der Wirtschaft landesweit, national und zunehmend international erfolgreich zusammen. Das impliziert zunächst die Schaffung der materialwissenschaftlichen Voraussetzung für die Entwicklung neuer Sensormaterialien. Hier arbeiten wir mit einer Reihe von herausragenden wissenschaftlichen Institutionen zusammen bzw. bringen die Grundlagenforschung durch interne, haushaltsfinanzierte Projekte zu einer Reife, die für potenzielle Anwendungen notwendig ist. Daran anschließend erfolgen technologische Entwicklungen zur Implementierung in neuartige Sensorsysteme, insbesondere mit dem Fokus auf Schaffung miniaturisierter, autonom arbeitender Vor-Ort-Sensorik. Auch hier nehmen die Anforderungen rapide zu, insbesondere was die Nutzung neuer Möglichkeiten der Verknüpfung von Sensorik mit modernsten IT-basierten Methoden angeht. Dieser neuartigen Herausforderungen versuchen wir durch gezielte Partnerschaften und durch Strukturbildungsprozesse im Institut selbst zu begegnen.

Entscheidend für die Umsetzung ist auch, dass wir mit einer großen Zahl von größeren und kleineren Unternehmen in langjährigem Kontakt sind bzw. zusammenarbeiten, und wir so über die zu erfüllenden praktischen Anforderungen informiert sind. Da viele der am Institut adressierten wissenschaftlich-technischen Arbeiten globalen Charakter tragen, nimmt die Zahl der internationalen Partnerschaften stetig zu.

Nicht zuletzt stellt die Ausbildung von Experten auf den genannten Gebieten einen wesentlichen

Garanten für die erfolgreiche Umsetzung wissenschaftlicher Resultate in die Wirtschaft dar. Hier setzen wir auf Nachwuchsförderung in allen Formen, von der zunehmenden Beschäftigung von Nachwuchsgruppen und Doktoranden am Institut über die Ausbildung von Studenten an der Ex-

zellenuniversität TU Dresden und der Hochschule Mittweida in Form von Vorlesungen und Praktika bis hin zur Förderung talentierter Schüler aus Schulen der Region.

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

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.

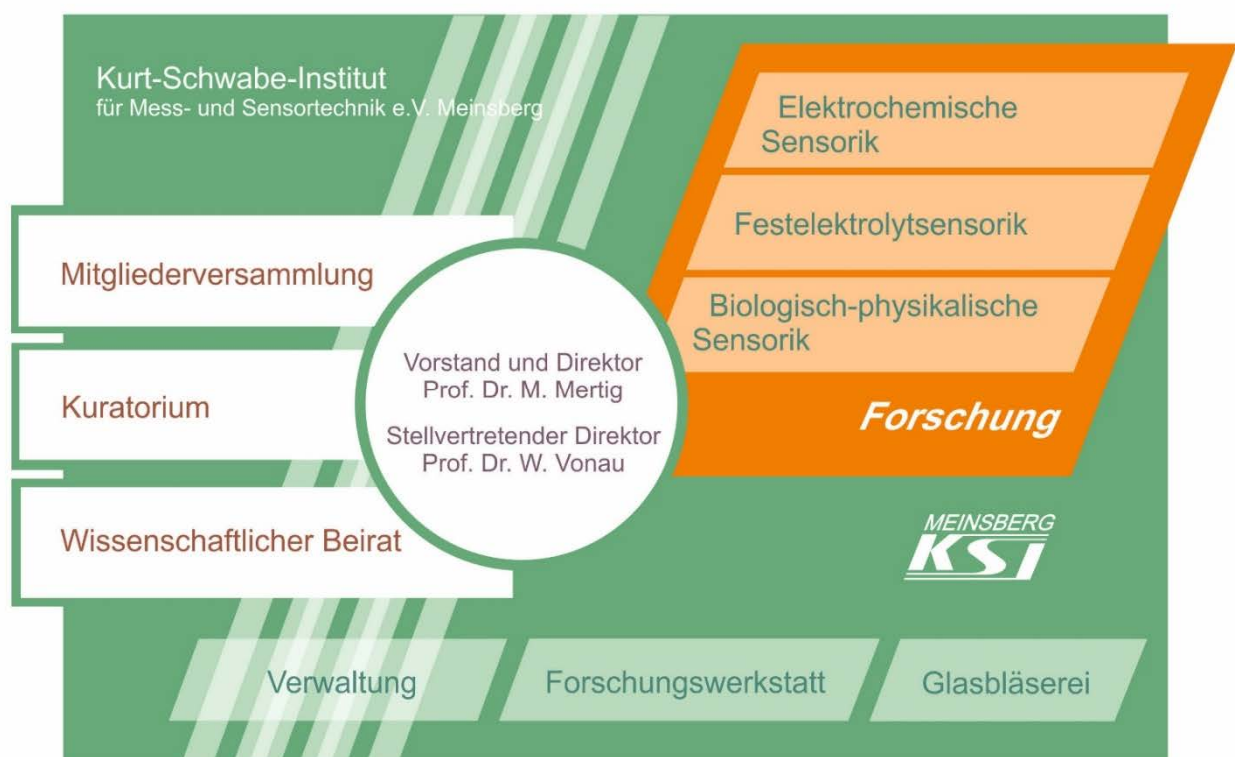
Zu den strategischen Grundsätzen des KSI Meinsberg gehören der kontinuierliche Ausbau der For-

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

Vorsitzender:

- Dr. Günter Scherr
BASF, Ludwigshafen

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 Kieseewetter
UST Umweltsensortechnik GmbH, Geschwenda
- Dr. Ulrich Rant
Dynamic Biosensors GmbH, Martinsried
- Frau Dr. Claudia Weidlich
DECHEMA-Forschungsinstitut, Frankfurt am Main
- 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:

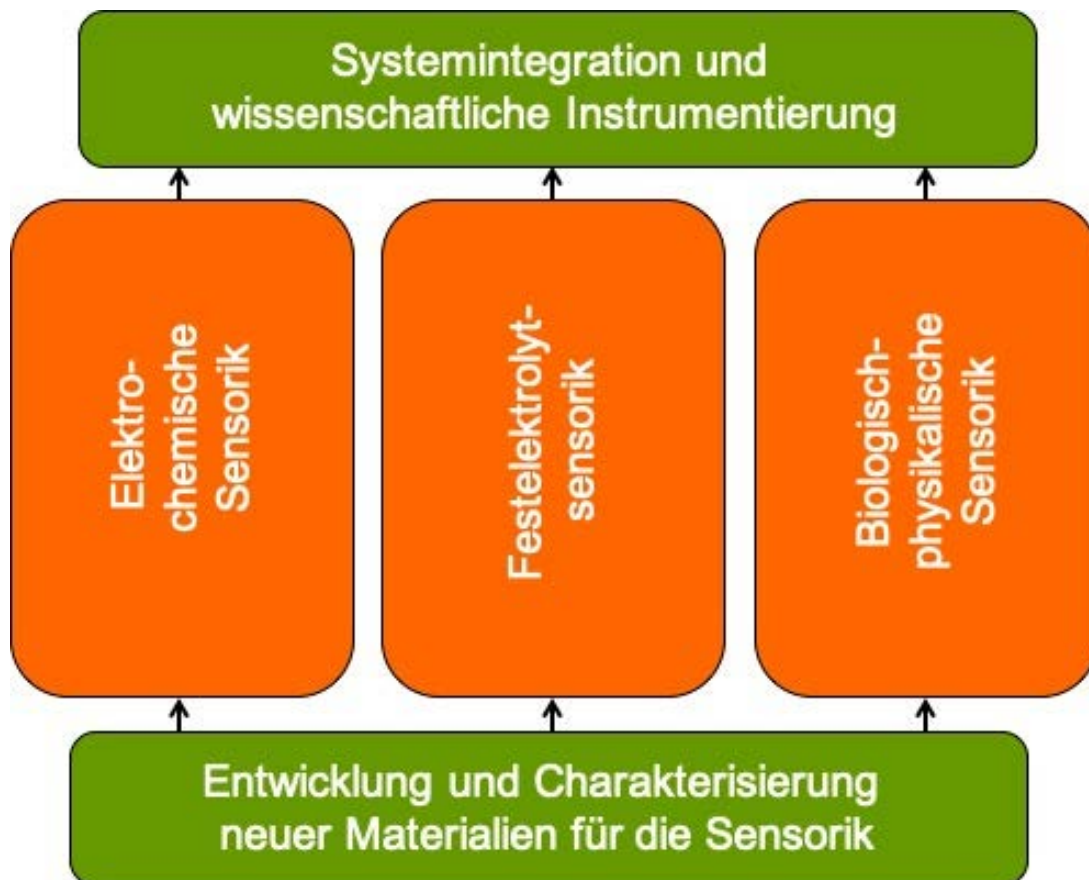
- Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst, Dresden, vertreten durch Frau Regierungsdirektorin Cathrin Liebner

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

Optische Sensorik auf Basis organischer Halbleitermaterialien

Sensorik spielt im medizinischen Bereich eine zunehmende Rolle bei der Diagnostik und Therapie. Die Nachwuchsforschergruppe „Organophotonische Sensorik“ untersucht optische Sensoren auf Basis organischer Halbleitermaterialien, um mit diesen neuronale Signale zu beeinflussen und zu detektieren.

Caroline Murawski, Rabiul Islam, Ilenia Meloni

Medizinische Diagnostik und Therapie setzen zunehmend auf optische Methoden, um Körperfunktionen mit hoher Auflösung und möglichst wenig invasiv überprüfen und steuern zu können. Das Forschungsfeld der Biophotonik, welches Licht zur Untersuchung, Manipulation, Behandlung und Bildgebung nutzt, erfährt aus diesem Grund eine zunehmende Bedeutung sowohl im Bereich der Forschung als auch in der medizinischen Anwendung. In vielen Fällen werden bisher klobige Laser und Optiken verwendet, die entsprechend spezialisierte Optiklabore erfordern bzw. für Patienten den Gang zur Klinik. Es gibt daher eine zunehmende Nachfrage nach kompakteren Systemen, die im Tiermodell implantiert oder vom Patienten getragen werden können, und dadurch eine kontinuierlichere Überwachung von Körperfunktionen mit angepasster Therapie ermöglichen würden. Um solche Sensor- bzw. Aktorsysteme zu entwickeln, werden lichtemittierende und -absorbierende Materialien benötigt, die biokompatibel oder – je nach Anwendung – sogar biologisch abbaubar sind.

Die Nachwuchsforschergruppe (NFG) des KSI Meinsberg nutzt dafür organische Halbleitermaterialien, welche auf dünnen Folien abgeschieden und zu funktionalen Bauelementen wie organischen Leuchtdioden (OLEDs) und Photodioden zusammengefügt werden. Auf dieser Basis werden mechanisch flexible, hoch strukturierte Lichtquellen und Fotodioden entwickelt, die am

Körper getragen oder implantiert werden können. Insbesondere die Integration von Lichtquelle und Detektor auf einem gemeinsamen Substrat ermöglicht miniaturisierte, mechanisch flexible und biokompatible Sensoren. Solche Sensoren können zum Beispiel frühzeitig einen epileptischen Anfall erkennen und diesen dann durch das Aussenden kurzer Lichtpulse gezielt unterdrücken. Andere Anwendungsfelder liegen in der Sensorik von Körperfunktionen wie Herzfrequenz, Sauerstoffsättigung des Bluts oder Wundheilungsfunktionen.

Die Entwicklung von organischen Halbleitermaterialien für biomedizinische Anwendungen sieht sich dabei einer ganzen Reihe von technologischen Herausforderungen gegenüber, die in Abbildung 1 beispielhaft für OLEDs dargestellt sind.¹ Einerseits werden flexible Dünnschichtmaterialien mit sehr guten Barriereigenschaften benötigt, um die organischen Materialien vor dem Eindringen von Sauerstoff und Wasser zu schützen. Die Strukturierung zu mikroskopisch kleinen Pixeln verlangt neuartige Herstellungsmethoden, da klassische Fotolithografie typischerweise nicht auf organischen Materialien angewandt werden kann. Des Weiteren werden oft spezifische Bauteileigenschaften verlangt hinsichtlich der Emissions- oder Absorptionswellenlänge, hoher Schaltgeschwindigkeiten, hoher Sensitivität oder hoher Lichtintensität.

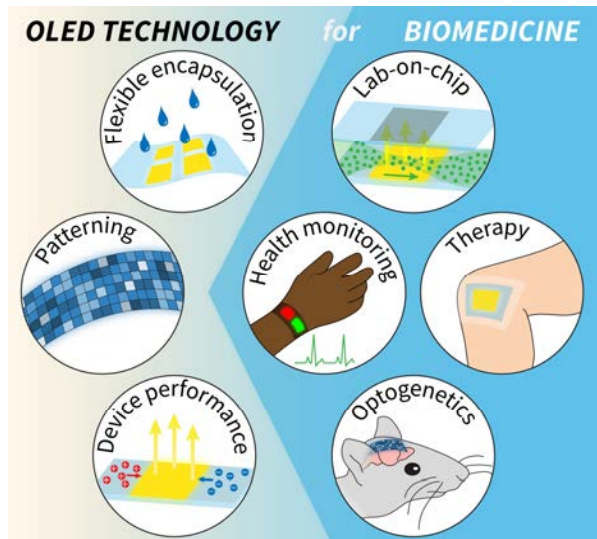


Abbildung 1. Erforderliche Entwicklungsschritte in der OLED-Technologie für die Erkundung neuer Anwendungsgebiete.¹

Diese Aspekte müssen je nach Anwendungsgebiet entsprechend angepasst werden. Mögliche Anwendungsfelder von OLEDs liegen z.B. in Lab-on-Chip-Systemen, zur Überwachung von Körpersignalen, zur Therapie und für die Optogenetik (Abbildung 1). Die genannten technologischen Entwicklungsschritte sowie neue Anwendungsfelder werden von der NFG in ihren Arbeiten angegangen.

Ein besonderer Fokus unserer Arbeiten liegt im Bereich der Optogenetik, einem Verfahren zur Anregung von biologischen Zellen mittels Licht. Im Gegensatz zu traditionellen Methoden der Zellstimulation wie elektrischer oder pharmakologischer Anregung, ermöglicht die Verwendung von Licht eine wesentlich höhere örtliche Auflösung. Außerdem kann die Zellaktivität mittels Optogenetik nicht nur stimuliert, sondern auch gehemmt werden. In Kollaboration mit der TU Dresden und der Humboldt-Universität Berlin nutzt die NFG zweifarbige OLEDs sowie neuartige

bidirektionale licht-sensitive Proteine, um mit einem OLED-Pixel angrenzende Zellen sowohl anregen als auch hemmen zu können.

Des Weiteren wurden als innovative Lichtquellen für die Optogenetik Smartphone-Bildschirme genutzt. Hier liegt der Fokus auf der Charakterisierung der Lichtausbreitung und räumlichen Auflösung der Bildschirme und dem beispielhaften Einsatz zur optogenetischen Stimulation von Fruchtfliegen. Dabei wurden neue Beobachtungen zum Fressverhalten von Larven von *Drosophila melanogaster* (Fruchtfliegen) gewonnen, bei denen die optogenetische Stimulation der Bauchspeicheldrüse zu übermäßiger Nahrungsaufnahme führte.

Besonderes Highlight für die NFG war die Bewilligung von BMBF-Drittmitteln im Nachwuchswettbewerb NanoMatFutur. Im Projekt **Neuro-LichtOrgEL** wird die NFG in den kommenden fünf Jahren OLEDs mit organischen Photodioden kombinieren, um mit diesen einen strukturierten, integrierten Sensor zu erschaffen, der neuronale Signale sowohl steuern als auch auslesen kann. Damit sollen neuronale Netze zukünftig noch besser erforscht und organische Halbleiterbauelemente für den Einsatz in Implantaten erprobt werden können.

Zur Herstellung und Entwicklung flexibler, transparenter Materialien, die als Substrat und Barrierschichten für organischen Halbleiterbauelemente eingesetzt werden können, schaffte die NFG im Jahr 2021 mit Hilfe von SAB-Fördermitteln ein Atomlagendepositionssystem (ALD) und eine Parylene-Beschichtungsanlage an. Mit letzterem können hoch-flexible Parylenschichten als Substrat abgeschieden werden. Das ALD dient zur Abscheidung extrem konformer, dünner

Oxidschichten, die zur Verkapselung der organischen Schichten dienen. Um dem gewachsenen Gerätepark ausreichend Platz zu bieten, wurde

ein neues Labor im KSI Meinsberg bezogen. Außerdem wurde durch die Fördermittel ein Patch-Clamp-Setup angeschafft, zur Vermessung der elektrischen Aktivität von Zellen. ■

Die Forschung der Themengruppe „Organophotonische Sensorik“ wird gegenwärtig im Rahmen folgender Projekte durchgeführt:

- Zweifarbige organische LEDs für bidirektionale Optogenetik
- Verhaltenssteuerung von Fruchtfliegen mit Smartphone-Bildschirmen
- Organische Elektronik für Optogenetische Stimulation und Detektion Neuronaler Signale (**NeuroLichtOrgEl**)
- Erweiterung der wissenschaftlich-technischen Infrastruktur der Nachwuchsforschergruppe des KSI Meinsberg zur innovativen, angewandten Sensorforschung

1 C. Murawski, M. C. Gather, *Adv. Opt. Mater.* 9 (2021) 2100269.

Zweifarbige organische LEDs für bidirektionale Optogenetik

Organische Leuchtdioden (OLEDs) können gestapelt werden, um Lichtemission verschiedener Emissionsfarben von demselben Pixel aus zu ermöglichen. Eine solche Bauteilarchitektur wurde entworfen, um die optogenetische Aktivierung und Hemmung von Neuronen mit einer einzigen Lichtquelle zu erreichen.

Ilenia Meloni, Caroline Murawski

Eine neue Technologie für die Biophotonik und insbesondere für optogenetische Lichtquellen sind organische Leuchtdioden (OLEDs). Diese Bauelemente sind für biomedizinische Zwecke besonders attraktiv, da sie mechanisch flexibel sind und mikroskopische Pixel mit hoher Auflösung bilden können. Außerdem erreichen OLEDs Millisekunden-schnelle Reaktionszeiten und die Emissionseigenschaften sind einstellbar.

Zusammen mit Kooperationspartnern an der TU Dresden und der Humboldt-Universität Berlin haben die Forscher am KSI Meinsberg zweifarbige, vertikal gestapelte organische Leuchtdioden mit individuell schaltbaren Einheiten entwickelt. Die Emissionsspektren der einzelnen OLEDs wurden durch Schichtdickenvariation angepasst, um einen optimalen Überlapp mit den Absorptionsspektren des bidirektionalen Lichtsensitiven Proteins BiPOLES zu ermöglichen (Abbildung 1). Bei diesem Protein wurden zwei Kanalrhodopsine miteinander fusioniert, um ein- und dasselbe Neuron sowohl anregen als auch inhibieren zu können. BiPOLES vereint das rotlichtempfindliche, kationenleitende Chrimson zur Anregung mit dem blaulichtempfindlichen, anionenleitenden *GtACR2* zur Hemmung. Die entwickelten OLEDs ermöglichen also die individuelle Steuerung dieser zwei Kanäle, um Reaktionen in derselben Zelle sowohl an- als auch ausschalten zu können.

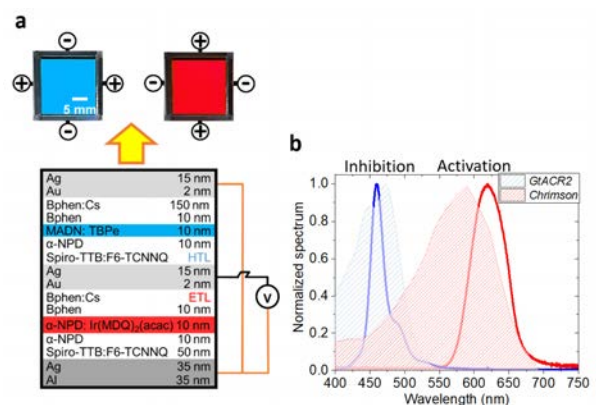


Abbildung 1. Zweifarbige OLEDs für bidirektionale Optogenetik. a) Schichtstruktur und Fotos einer blau-roten OLED. b) Spektren der OLED sowie der Anregungsspektren von *GtACR2* und Chrimson.

Zum Überprüfen der OLEDs exprimierten wir BiPOLES in den Motoneuronen von *Drosophila melanogaster*-Larven. Wir stimulierten die Larven mit Licht zunehmender Intensität und beobachteten die Verhaltensänderungen, die durch optogenetische Aktivierung und Hemmung verursacht wurden (Abbildung 2a). Stimulation mit blauem Licht führte zur Hemmung der Motoneuronen, welche sich durch Muskelentspannung und Streckung der Larven äußerte. Stimulation mit rotem Licht hingegen führte zur Muskelkontraktion und damit zur Abnahme der Larvenlänge. Darüber hinaus konnten wir zeigen, dass es möglich ist, schnell und zuverlässig zwischen Aktivierung und Hemmung von Neuronen zu schalten (Abbildung 2b).

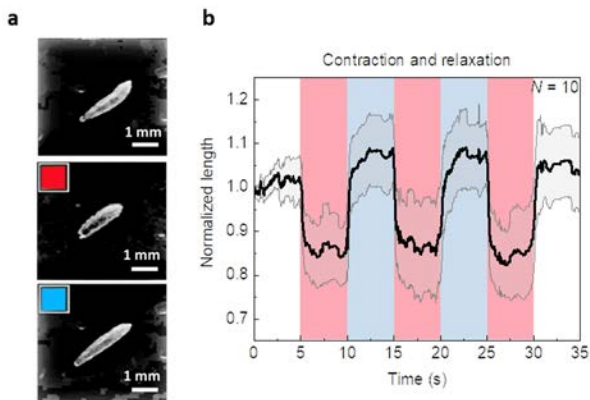


Abbildung 2. Aktivierung und Hemmung von Motoneuronen durch zweifarbiges OLEDs. a) Abbildung von BiPOLES-exprimierenden Larven unter Abwesenheit von Licht, rotem Licht und blauem Licht. b) Normierte Länge der Larven unter abwechselnd blauem und rotem Licht ($7 \mu\text{W}/\text{mm}^2$ Intensität) bei 0,2 Hz Schaltfrequenz.

Da die Leistungsaufnahme elektronischer Bauelemente in Abhängigkeit der Effizienz stets auch

zu einer Erwärmung der Elemente führt, untersuchten wir die Wärmeentwicklung an der Oberfläche der OLEDs. Nach 25 Farbwechselzyklen von jeweils 5 s Länge bei einer optischen Leistungsdichte von $7 \mu\text{W}/\text{mm}^2$ stieg die Temperatur auf der Glasoberfläche um insgesamt $2,3 \text{ }^\circ\text{C}$ an. Dies liegt innerhalb des für *Drosophila* akzeptablen Temperaturbereichs und führte demnach nicht zu einer Beeinflussung der neuronalen Aktivität.

Diese Arbeit wurde im Journal *Advanced Functional Materials* veröffentlicht.¹ Sie zeigt, wie organische Leuchtdioden, die mehrfarbiges Licht von demselben Pixel aussenden, für bidirektionale optogenetische Manipulation verwendet werden können. In Zukunft könnten mikroskopisch dicht gemusterte OLEDs, die mechanisch flexibel sind, zur Echtzeitsteuerung biologischer Aktivitäten auf zellulärer Ebene eingesetzt werden. ■

- **Projektleitung:** Dr. Caroline Murawski
- **Projektträger:** KSI Meinsberg-Haushaltsprojekt
- **Projektpartner:** Technische Universität Dresden
Humboldt-Universität zu Berlin
- **Laufzeit:** 12/2019 – 11/2022

1 G. Ciccone et al., *Adv. Funct. Mater.* 32 (2022) 2110590.

Verhaltenssteuerung von Fruchtfliegen mit Smartphone-Bildschirmen

Smartphone-Bildschirme können zur optogenetischen Verhaltenssteuerung von *Drosophila melanogaster*-Larven genutzt werden. Mit Hilfe von Simulationen wurde die Lichtverteilung auf dem Display quantifiziert und eine neue Verhaltensänderung von *Drosophila*-Larven entdeckt.

Ilenia Meloni, Caroline Murawski

Optogenetik ermöglicht die Steuerung von Neuronen mit Hilfe von Licht. Vor kurzem haben wir gezeigt, dass Neuronen in Larven und Fliegen von *Drosophila melanogaster* mit einem einfachen Smartphone-Display gesteuert werden können. Statt der üblicherweise verwendeten Laser, LEDs und Projektoren sind Smartphone-Bildschirme nicht nur eine kostengünstige Alternative, sondern ermöglichen auch die Darstellung komplexer Lichtmuster.

Da Smartphone-Bildschirme ihr Licht nicht gerichtet abstrahlen, wird die räumliche Auflösung komplexer Lichtmuster mit größerem Abstand vom Bildschirm zunehmend unscharf. Die Verwendung solcher Lichtmuster in optogenetischen Experimenten erfordert jedoch eine genaue Kenntnis über die Verteilung der Lichtintensität im Raum. Um diese zu berechnen, haben wir eine optische Simulation entwickelt (Abbildung 1a). Diese kann als Funktion des vertikalen Abstands d zwischen Emitter (Pixel) und Beobachter (z.B. Larven auf dem Deckglas des Bildschirms) und der winkelabhängigen Abstrahlcharakteristik des Bildschirms die Verteilung eines komplexen Lichtmusters berechnen. Dafür wurde die Winkelverteilung mit einem Goniometer gemessen (Abbildung 1b). Im Ergebnis erhält man die räumliche Lichtverteilung für ein gegebenes Lichtmuster (Abbildung 1c).

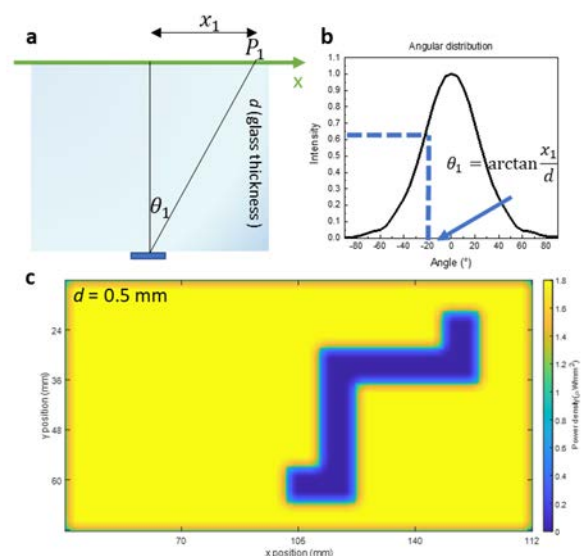


Abbildung 1. a) Querschnitt durch einen Smartphone-Bildschirm. In Simulationen wird die Lichtintensität für jeden Punkt P_1 berechnet. b) Winkelabhängige Lichtintensität des Smartphone-Bildschirms. c) Simulation der räumlichen Lichtverteilung eines von rotem Licht umgebenen schwarzen Kanals.

Darüber hinaus wurde Optogenetik mit Smartphone-Bildschirmen für verhaltensbiologische Untersuchungen an *Drosophila*-Larven eingesetzt. Ziel dieser Untersuchungen war es, besser zu verstehen, welche Zellen zur Regulierung der Nahrungsaufnahme beitragen. Dafür wurde die Aktivität der Speicheldrüse durch Expressierung entsprechender Kanalrhodopsine optogenetisch entweder aktiviert oder gehemmt. Die Aktivierung führte zu verstärkter Nahrungsaufnahme

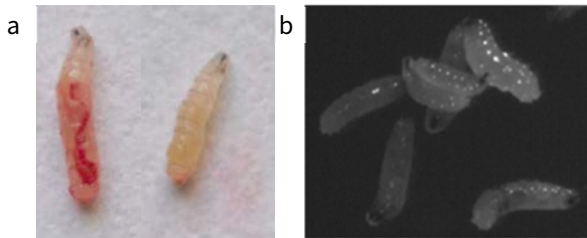


Abbildung 2. a) Optogenetische Aktivierung der Speicheldrüse von Larven, die sich auf einer rot eingefärbten Agaroseplatte befanden, führte nach 2,5 h zu einer deutlichen Rotfärbung (links). Rechts: Unmodifizierte (wild-Typ) Larve. b) Clusterbildung und Kannibalismus bei optogenetisch aktivierten Larven.

und zur Agglomeration von Larven (Abbildung 2). Außerdem begannen die optogenetisch aktivierten Larven, sich gegenseitig anzugreifen, wenn kein anderes organisches Substrat zur Nahrungsaufnahme vorhanden war. Eine Hemmung der Speicheldrüsenaktivität führte bereits nach 2,5 h zum Versterben der Larven, während dies bei Kontrollgruppen nicht der Fall war (Abbildung 3).

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Stimulation der Speicheldrüse zu extrem verstärkter Nahrungsaufnahme führt, während die Hemmung eine Dehydrierung der Larven zur Folge hat. Die verstärkte Nahrungsaufnahme führt im Extremfall zu Kannibalismus – einem Phänomen, das bei *Drosophila* bisher nur bei Larven beobachtet wurde, denen Nahrung über eine längere

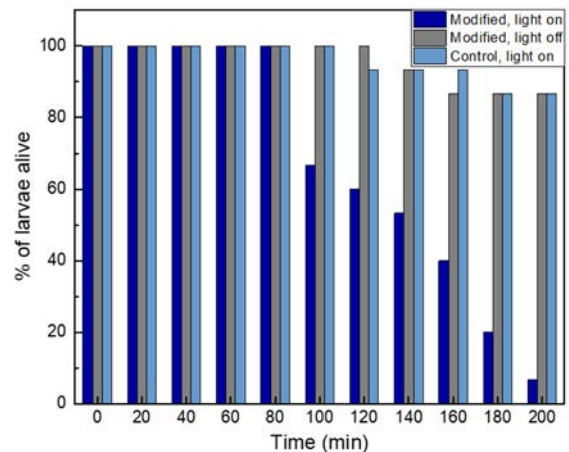


Abbildung 3. Prozentualer Anteil der überlebenden Larven während der Hemmung der Bauchspeicheldrüse mit blauem Licht.

Zeit vorenthalten wurde. Hier wurde Kannibalismus hingegen durch gezielte Stimulation von Organen hervorgerufen. Unklar ist bis jetzt, ob die verstärkte Nahrungsaufnahme durch eine direkte Weiterleitung der Signale von der Speicheldrüse ins zentrale Nervensystem geschieht oder durch eine indirekte Absonderung von Duftstoffen. Dies soll in zukünftigen Experimenten weiter untersucht werden, um das Fressverhalten von *Drosophila melanogaster*-Larven und die daran beteiligten Zellen und Organe zukünftig noch besser zu verstehen. ■

- **Projektleitung:** Dr. Caroline Murawski
- **Projektträger:** KSI Meinsberg-Haushaltsprojekt
- **Projektpartner:** Universität Leipzig
- **Laufzeit:** 02/2019 – 08/2022

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

Die genaue Untersuchung von Nervenzellen ist essenziell, um neurologische Krankheiten besser zu verstehen. Besonders hohe Präzision ermöglicht dabei die Steuerung der Zellen mittels Licht. Um Licht zielgenau in Gewebe einzubringen, werden passende biokompatible, fotoaktive Materialien erforscht. Zusammengesetzt zu miniaturisierten Bauelementen sollen diese zur Therapie neurologischer Krankheiten beitragen.

Caroline Murawski, Rabiul Islam

Krankheiten des Nervensystems wie Alzheimer, Epilepsie und Parkinson stellen Patienten, Ärzte und Wissenschaftler aufgrund der zunehmenden Alterung der Gesellschaft vor eine große Herausforderung: Wie entstehen diese Krankheiten? Welche Prozesse begünstigen sie? Und welche Wege führen zur Heilung?

Um die im Gehirn ablaufenden Mechanismen besser zu verstehen, werden zunehmend optische Verfahren eingesetzt, die Lichtpulse nutzen, um die Aktivität einzelner Zellen oder ganzer Organe anzuregen. Ermöglicht wird dies durch die sogenannte Optogenetik, bei der Licht-sensitive Proteine mittels genetischer Methoden in Zellen eingebracht werden. Genauso ist es möglich, die Aktivität einzelner Zellen mittels Licht zu beobachten, indem leuchtende Indikatorproteine in die Zellen eingebracht werden.

Die Anregung der Proteine erfordert eine präzise Beleuchtung der Zellen, sowie Detektoren, die das ausgesandte Licht punktgenau erfassen können. Das Projekt NeuroLichtOrgEl möchte hier durch die Erforschung neuer Materialien und deren Einsatz in Leuchtdioden und Photodioden einen fundamentalen Beitrag leisten, um Zellen zukünftig mit höherer Präzision und weniger invasiv untersuchen zu können (Abbildung 1).

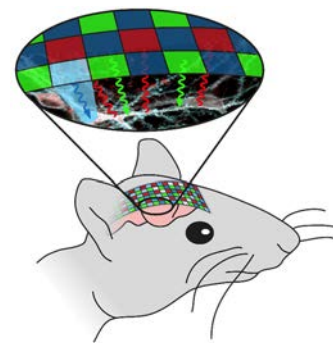


Abbildung 1. Plastikfolien als Schnittstelle zum Gehirn. Durch organische Leuchtdioden und Photodioden können Nervenzellen mit Licht angeregt und Signale detektiert werden.

Die Materialien basieren auf organischen Halbleitern, die auf flexible Substrate aufgebracht werden und dort durch Anlegen eines Stroms aufleuchten oder Lichtsignale detektieren. Für die Zellstimulation haben organische Halbleitermaterialien entscheidende Vorteile, weil sie durch chemische Synthese passgenau eingestellt werden können. Ferner lassen sich mit ihnen hochauflösende Displays mit zellkleinen Pixeln herstellen, die sich dann als extrem dünne Folie an Nervenzellen oder Organe anschmiegen lassen.

Organische Leuchtdioden und Photodioden sollen schließlich zu einem geschlossenen System zusammengesetzt werden, das Gehirnaktivität mit hoher örtlicher Auflösung sowohl anregen als auch auslesen kann. Eine besondere Herausforderung liegt dabei auf der spektralen Separation des Anregungs- und Detektionslichts. Da organische Halbleitermaterialien typischerweise eher breitbandige Spektren (FWHM \approx 50 – 100 nm) aufweisen, werden im Rahmen des Projekts Möglichkeiten untersucht, wie die Emission von OLEDs und die Absorption von organischen Photodioden möglichst schmalbandig erfolgen kann (Abbildung 2).

NeuroLichtOrgEl leistet damit einen Beitrag zum besseren Verständnis des Nervensystems und gibt Neurowissenschaftlern und Medizinern die Möglichkeit, neurologische Krankheiten präziser zu erforschen. ■

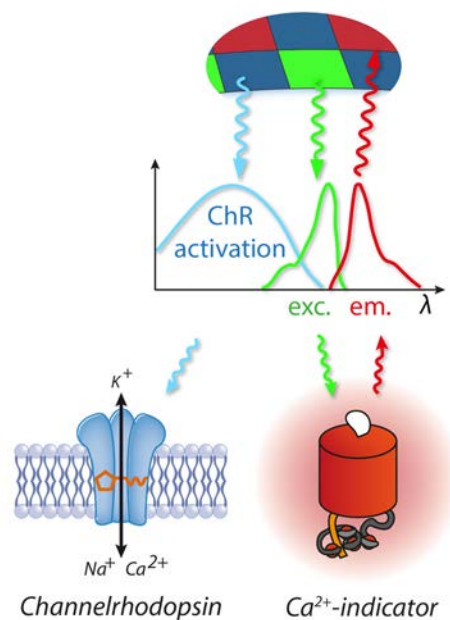


Abbildung 2. Spektrale Separation der optogenetischen Anregung mit blauem Licht und der Anregung fluoreszierender Indikatorproteine mit grünem Licht. Signale werden im roten Spektralbereich ausgelesen.

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

Erweiterung der wissenschaftlich-technischen Infrastruktur der Nachwuchsforschergruppe des KSI Meinsberg zur innovativen, angewandten Sensorforschung

Zur Entwicklung flexibler Sensoren wurden Geräte zur Atomlagendeposition (ALD) sowie zur Abscheidung von Parylenen angeschafft. Für die elektrische Vermessung von Zellen wurde ein Patch-Clamp-Setup angeschafft.

Caroline Murawski

Die Entwicklung organischer Halbleiterbauelemente auf flexiblen Substraten stellt hohe Anforderungen an die verwendeten Substratmaterialien. Da organische Halbleitermaterialien in Kontakt mit Wasser schnell degradieren, werden geeignete Passivierungsschichten benötigt, die das Eindringen von Wasser in die organischen Schichten verhindern sollen. Zur effizienten Verkapselung von organischen Leuchtdioden wird eine Wasserdampftransmissionsrate von etwa $10^{-6} \text{ g cm}^{-2} \text{ Tag}^{-1}$ benötigt. Gleichzeitig sollen diese Schichten möglichst dünn, transparent und mechanisch flexibel sein.

Wissenschaftler des KSI Meinsberg und der University of St Andrews/Schottland haben vor kurzem einen Durchbruch in der Entwicklung wasserdichter, flexibler Substrate für organische Leuchtdioden erlangt.¹ Eine Kombination des Polymers Parylene-C mit amorphen Metalloxidschichten, die mittels Atomlagendeposition (ALD) abgeschieden werden, ermöglichten eine außergewöhnlich hohe Stabilität der OLEDs in Wasser und physiologischen Lösungen. Die Bauteile waren dabei nur $12 \mu\text{m}$ dünn, erreichten Biegeadien von $200 \mu\text{m}$ und liefen auch nach 5000 Biegezyklen bei $1,5 \text{ mm}$ Radius noch stabil. Zur Herstellung und weiteren Erforschung solcher Substrate wurden die Infrastruktur der Nach-

wuchsforschergruppe um eine Parylene-Depositionsanlage sowie ein ALD erweitert (Abbildung 1).



Abbildung 1. Links: ALD. Rechts: Parylene-Setup.

Parylene-C wird als transparentes Trägermaterial verwendet, das in Schichtdicken von 100 nm bis $20 \mu\text{m}$ aus der Gasphase über einen Resublimationsprozess abgeschieden wird (Abbildung 2a). Das Material ist hoch transparent, flexibel und elektrisch isolierend (Abbildung 2b). In der Mikroelektronik und Medizintechnik wird es zur Verkapselung und biokompatiblen Passivierung eingesetzt. Als Verkapselungsmaterial von OLEDs erreicht es aufgrund der lockeren, polymeren Struktur jedoch allein keinen ausreichenden Schutz vor eindringendem Wasser.



Abb. 5

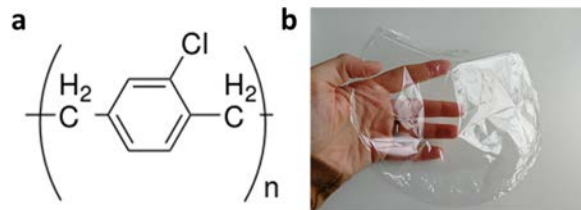


Abbildung 2. a) Chemische Struktur von Parylene-C. b) Großflächig abgeschiedenes Parylene-Substrat.

Aus diesem Grund kommen zusätzliche Metalloxidschichten zum Einsatz. Die Atomlagendeponition ermöglicht dabei die Abscheidung einzelner Monolagen und somit extrem dünner, defektfreier Schichten. Besonders gute Barriereigenschaften erreichen sogenannte Nanolamine, die aus alternierenden Schichten zweier Oxide bestehen. Am KSI Meinsberg werden derzeit Al_2O_3 und ZrO_2 sowie Nanolamine aus diesen Schichten als Barrierschicht für die organische Elektronik erprobt. Aufgrund der teils hohen Brechungsindizes der Materialien (Abbildung 3 und 5) können diese auch signifikant die Optik der optoelektronischen Bauelemente beeinflussen und müssen deshalb in optischen Simulationen berücksichtigt werden.

Weiterhin wurde ein Patch-Clamp-Setup angeschafft (Abbildung 4), welches bei der Überprüfung der entwickelten Sensoren in der Optogenetik und Fluoreszenz-Bildgebung zum Einsatz kommt. ■

- **Projektleitung:** Dr. Caroline Murawski
- **Projekträger:** Sächsische Aufbaubank
- **Laufzeit:** 12/2020 – 12/2021
- **Förderkennzeichen:** 100398870

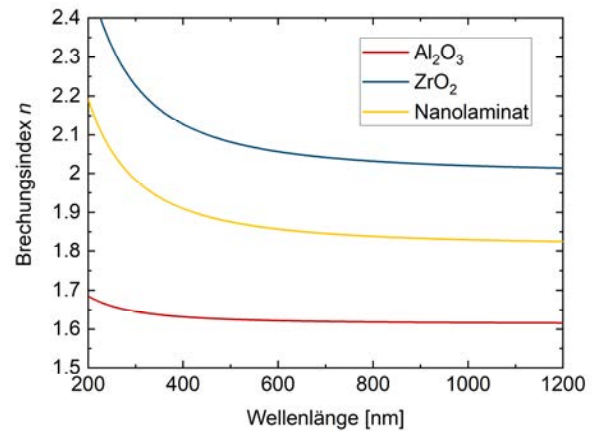


Abbildung 3. Brechungsindex n als Funktion der Wellenlänge von mittels ALD abgeschiedenen Metalloxidschichten.

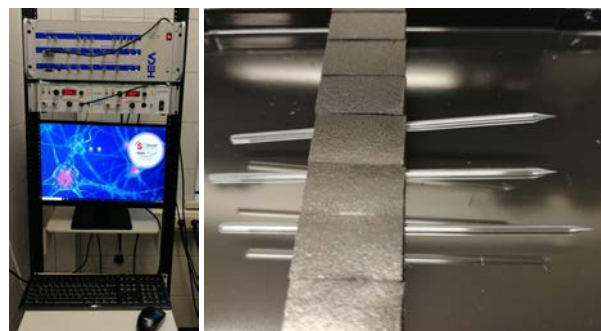


Abbildung 4. Links: Computer- und Verstärkersystem zur Patch-Clamp-Messung. Rechts: Hergestellte Mikropipetten.

1 C. Keum et al., *Nat. Commun.* 11 (2020) 6250.

Abbildung 5. ALD-Depositionskammer mit Trägersubstraten, auf denen ZrO_2 abgeschieden wurde. Aufgrund des hohen Brechungsindex von ZrO_2 erzeugen bereits wenige Nanometer dünne Schichten eine starke Färbung der Kammer.



Sensoren am Quellpunkt der Digitalisierung

Im Fokus aktueller Forschungsarbeiten des KSI Meinsberg und dessen Partner stehen die Digitalisierung von Sensoren und Messketten zum Aufbau komplexer Sensornetzwerke.

Wolfgang Fichtner, Michelle Brandao Silva de Assis, Frank Gerlach, Manfred Decker, Janek Weißpflog, Michael Mertig

Ein typischer Vorgang im Zeitalter der Digitalisierung ist die Abbildung technischer Prozesse und die Bewertung der zugehörigen Parameter in digitalen Modellen. Input für diese abstrakten Zwillinge der Realität sind sowohl statische Werte, die vom Aufbau und der Struktur der Prozesse selbst herrühren, als auch solche, die äußere Einflussbedingungen und prozessinterne Variablen dynamisch beschreiben. Letztere werden im Allgemeinen durch einen Messvorgang bestimmt und bedürfen dabei meist eines Sensors. Die immer komplexer werdende Modellierung von Vorgängen erfordert die Erfassung einer Vielzahl unterschiedlicher Parameter, womit die Sensorik zunehmend an Stellenwert gewinnt. Aus dem breiteren Einsatz von modernster Vor-Ort-Sensorik resultieren einerseits qualitativ neue Möglichkeiten zur Erfassung und Steuerung komplizierter Prozessverläufe. Andererseits ergeben sich auch gänzlich neue Anforderungen, denen man ohne den Einsatz zeitlich und räumlich vernetzter IT-Komponenten zur Datenauswertung, -übertragung, -speicherung und -visualisierung nicht mehr gerecht werden kann.

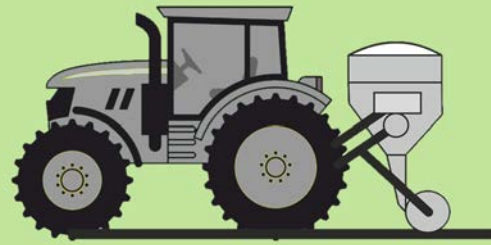
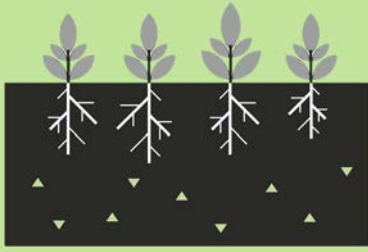
Diese immer wichtiger werdende Verbindung von Sensorik und IT stellt beide Gebiete vor ganz neue Herausforderungen. Was die Sensorik betrifft, soll sie vor Ort arbeiten und so teure und zeitintensive Laboranalytik ersetzen. Die dafür in Frage kommenden Sensorsysteme müssen in der Regel in miniaturisierter Form vorliegen. In manchen Fällen müssen Daten in Echtzeit oder in sehr

kurzen Zeitabständen geliefert werden. Zudem sollen aber auch keine Abstriche an Sensitivität oder Selektivität gemacht werden. Gleichzeitig sind hohe Stabilität und Langlebigkeit der Sensoren gefragt.

In einer zunehmenden Zahl von Fällen sollen die Sensoren und die dazugehörige Elektronik autark arbeiten können, was höchste Anforderungen an die verwendeten Energiequellen und das Energiemanagement stellt.

Die Aufgaben der Informationstechnik stellen sich auch bei den aktuell am KSI Meinsberg bearbeiteten Themen sehr vielfältig dar. So gibt es Sensorapplikationen, bei denen der Einsatz von digitalisierten Messketten den Aufenthalt von Personen in schadstoffbelasteter Umgebung in einem Bergwerk ersetzt (z.B. im Rahmen des Projekts TERZinn). Die für den Sanierungsprozess unter Tage erforderlichen Prozessabläufe und Messwerte werden hier durch automatisierte Messketten bereitgestellt und führen so zu einer direkten Verbesserung der Arbeitsbedingungen des eingesetzten Personals.

Ein weiteres Einsatzfeld der IT betrifft die Datenbereitstellung für ein Frühwarnsystem zur Erkennung umweltrelevanter Verschlechterungen der Wasserqualität in Industriefolgeseen (HydroSense). Dieses wird durch einen GPS-gesteuerten, schwimmenden Roboter, der positionsgenau Wasserqualitätsfaktoren erfassen kann,



realisiert. Nur das komplexe Agieren genau aufeinander abgestimmter, digitalisierter Messtechnik-Komponenten ermöglicht die Charakterisierung limnologischer Wasserkörper und deren Risikobewertung im Rahmen langfristiger Charakterisierungen.

Eine ähnlich gelagerte Zielstellung verfolgt der Einsatz von sensorbasierter IT im Projekt Senseside. Hierbei wird mittels in einem Deichquerschnitt verteilten Feuchtesensoren der Verlauf der Sickerlinie bzw. die Ausbreitung der mit Wasser teilgesättigten Zone im Dammkörper über einen langen Zeitraum erfasst. Die so an einem Versuchsdeich und mehreren Realdeichen gewonnenen Daten fließen in die mathematische Modellbildung mittels Simulationsprogrammen ein. Dies soll in Zukunft als Frühwarnsystem für instabile Deichzustände fungieren.

Beispiele zur Prozessoptimierung bei der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitung liefern die Projekte PLANtAR, BoSa und Kalibod. Mit der Verfügbarkeit von GPS-Daten und der Zuordnung sensorisch erfasster Bodenparameter ist die Voraussetzung für die teilflächenspezifische Bodenbearbeitung gegeben. Die IT-basierten Methoden des Smart Farmings führen zur Einsparung von Dünger, Pflanzenschutzmitteln und Treibstoff.

Aus der Kopplung der im KSI Meinsberg entwickelten Sensorik mit modernen Komponenten der IT ergeben sich qualitativ neue Möglichkeiten der Datenerfassung. So wird eine GPS-gestützte Kartierung der Bodenparameter ermöglicht und als Basis für die teilflächenspezifische Steuerung späterer Bearbeitungsschritte genutzt. Ebenso wird in den Projekten BoSa und Kalibod die für die schnell reagierenden Regelkreise erforderliche On-Board-Messdatenverarbeitung realisiert. Anders gelagert sind die Anforderungen an das Zusammenspiel von IT und Sensorik bei PLANtAR, wo eine große Anzahl autonom arbeitender Einzelsensoren die Messdaten drahtlos an übergeordnete Zentraleinheiten senden. Resultierend aus der Vielzahl der Komponenten der verteilten Low-Cost-Sensoren im Feld wird deren Kompostierbarkeit angestrebt, womit sich die Entfernung der Sensoren nach der Nutzung in der Vegetationsperiode erübrigt.

Diese wenigen Beispiele zeigen, wie aktuelle Forschungsthemen des KSI Meinsberg sehr anwendungsbezogene Beiträge zur Lösung komplexer Fragestellungen liefern. Nicht selten stellt die Sensorentwicklung dabei den Schlüssel in Themenfeldern dar, die in ihrer Ganzheit aber nur durch eine Kombination von Sensorik und IT erfolgreich realisiert werden können. ■



Die Forschung zur stärken Kopplung „Sensorik - Digitalisierung“ wird aktuell vor allem im Rahmen folgender Projekte durchgeführt:

- Dezentrale Sensoren zur Nitratüberwachung für einen optimalen Düngereinsatz ohne Grundwasserbeeinträchtigung (**PLANTAR**)
- Teilflächenspezifisch optimierte Saatgutablage unter Berücksichtigung der Bodenfeuchte (**BoSa**)
- Erfassung von pH-Wert und Kaliumkonzentration im GPS-gestützten Beprobungsraster auf dem Feld (**Kalibod**)
- Robuste Feuchtesensoren zur Überwachung der Deichstabilität (**Senside**)
- Miniaturisiertes tauchfähiges Multisensormodul zur limnologischen Charakterisierung von Wasserkörpern (**HydroSense**)
- Technologieentwicklung für nachhaltiges Wassermanagement und additive Rohstoffgewinnung (**TERZinn**)

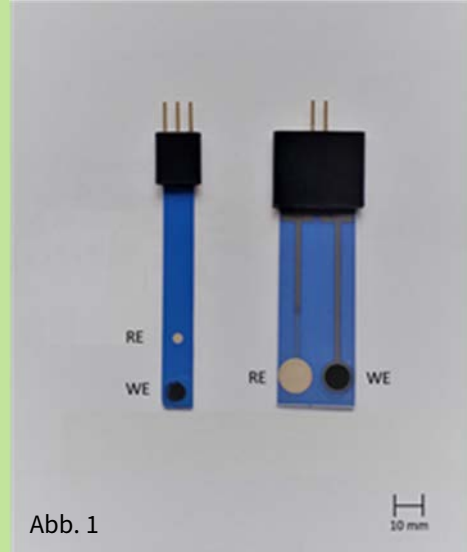


Abb. 1

Neue potentiometrische Nitratsensoren für den Einsatz im Boden (PLANtAR)

Im Rahmen eines Europäischen PENTA-Kooperationsprojektes werden siebdruckgefertigte All-Solid-State-Nitratsensoren verschiedener Modifikationen auf ihre Funktionsfähigkeit und Langzeitstabilität hin untersucht.

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

Die Belastung von Wasser und Boden durch Nitrat gehört weltweit zu den aktuellen Umweltproblemen. Für optimale Erträge werden in der Landwirtschaft den Pflanzen Nährstoffe in Form von nitrathaltigen Düngemitteln zugeführt. Von den Pflanzen nicht aufgenommenes Nitrat verbleibt im Boden, wird über lange Zeiträume ausgewaschen und gelangt auf diesem Weg ins Grundwasser. Letztendlich kann das zu einer zu hohen Nitrat-Konzentration in unserem Trinkwasser führen. Nitrat selbst ist ungefährlich, jedoch wirken dessen Abbauprodukte Nitrit und Nitrosamine toxisch bzw. krebserregend, was eine ernste Gefahr für die Gesundheit von Mensch und Tier darstellt. Diese Aspekte zeigen, dass der Nitratgehalt in Boden und Wasser ein wichtiger, notwendig zu überwachender Parameter ist - einerseits für den optimalen Düngemittelseinsatz in der Landwirtschaft als unseren Nahrungsmittelproduzenten und andererseits zum Schutz der Umwelt.

In Zusammenarbeit mit europäischen Partnern beschäftigt sich das KSI Meinsberg mit der Entwicklung eines neuen Konzepts potentiometrischer Nitratsensoren. Diese Sensoren sollen den Nitratgehalt im Boden vor Ort und in Realzeit ermitteln. Insbesondere für den Bodeneinsatz müssen sie eine hohe mechanische Stabilität aufweisen, um über einen längeren Zeitraum zu

funktionieren. Hier stellen die Siebdrucktechnologie und die durch sie ermöglichte Herstellung miniaturisierter, robuster All-Solid-State-Strukturen neue Ansätze dar, die als Herstellungsstandard für diesen Sensortyp vorgesehen sind.

Die ersten Untersuchungen erfolgten mit siebdruckgefertigten Sensoren auf Basis von Keramiksubstraten. Die Auswahl der Materialien für die strukturellen Schichten der Elektroden sind entscheidend für die Funktionsfähigkeit des Sensors. Deshalb ist es sehr wichtig, sie richtig zu definieren, darzustellen und in ihren Eigenschaften zu optimieren.

Leitende Polymere wurden als festes Kontaktmaterial ausgewählt, weil sie sich als gute Messwandler in der Elektrodenzusammensetzung eignen. Dabei wurden zwei Modifikationen zum Vergleich hergestellt. Eine Arbeitselektrode basierte auf Graphit, welches mit Polypyrrol und einer ionenselektiven Schicht bedeckt war. Die Elektrode auf Gold-Basis wurde mit Poly(3-octylthiophen-2,5-diyl) und Molybdändisulfid-Nanokompositen sowie einer ionenselektiven Schicht darüber modifiziert. Die Referenzelektrode wurde auf der Basis von Silber/Silberchlorid (Ag/AgCl) hergestellt. Abbildung 1 zeigt nitratselektive Dickschicht-Sensoren unterschiedlicher Abmessung auf Gold- und Graphit-Basis.

Die modifizierten Arbeitselektroden wurden zunächst im Hinblick auf die Stabilität ihrer Kalibrierkurve in Standardlösungen analysiert.

Dann wurden Untersuchungen an Trinkwasser-Realproben durchgeführt (Abbildung 2). Anfangs zeigen beide Modifikationen ein ähnliches Messverhalten. Allerdings offenbarten die Langzeituntersuchungen, dass die erste Modifikation über

Monate stabil arbeitet, wohingegen Modifikation Zwei nach ca. 3 Wochen Instabilitäten zeigt (Abbildung 3). Die Analysen zeigen klar, dass Fragen wie Langzeitstabilität für die eingesetzten Siebdruckensoren ein sorgfältiges materialwissenschaftliches Design der Elektroden erfordern, um die Erfordernisse für den Einsatz in der Landwirtschaft zu erfüllen. ■

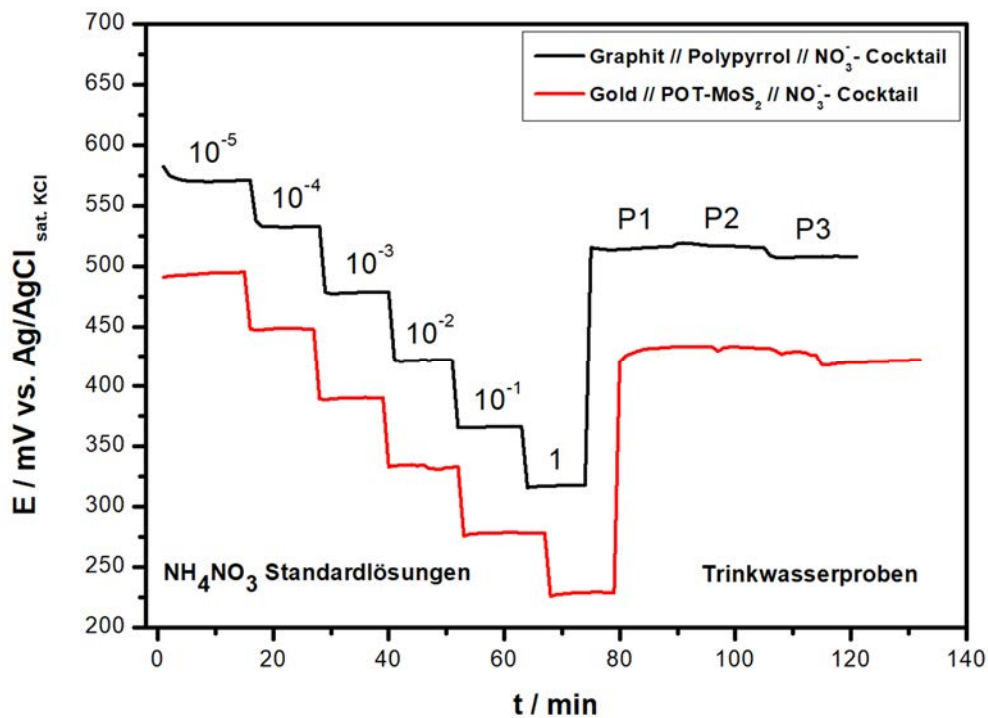


Abbildung 2. Potentiometrisches Ansprechverhalten von Nitrat-Elektroden beider Modifikationen.

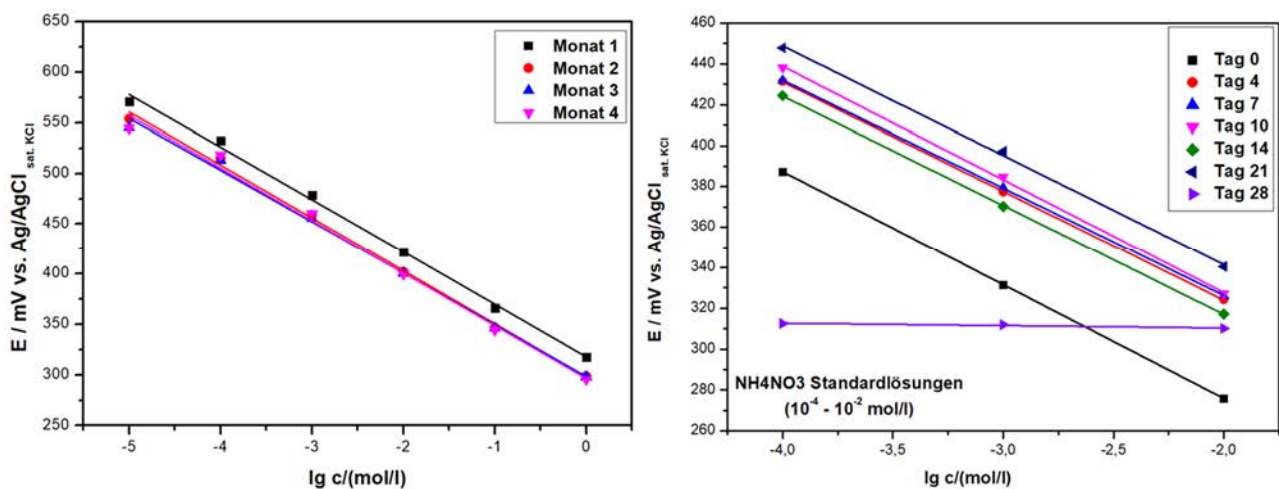


Abbildung 3. Stabilitätsverhalten von Nitrat-Elektroden auf Kalibrierkurven. Links: Auf Graphitbasis mit PPy-Festkontakt. Rechts: Auf Goldbasis mit POT-MoS₂-Festkontakt.

- **Projektleitung:** Prof. Michael Mertig
- **Projekträger:** EUREKA-Cluster PENTA über 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, Leiderdorp, NL, Evalan BV, Amsterdam, NL, Stichting Wageningen Research, Wageningen, NL, RockWool B.V., Roermond; NL, AlphaSip, Santa Clara, Spanien, Stichting IMEC, Eindhoven, NL, Alteria Automation SL, Madrid, Spanien, Alianza Nanotecnología Diagnóstica ASJ, SL, Madrid, Spanien
- **Laufzeit:** 11/2020 – 10/2023
- **Förderkennzeichen:** 16ME0159S

Abbildung 1. Foto funktional modifizierter Sensoren unterschiedlicher Abmessung und Anordnung der Elektroden. Links: Arbeitselektrode auf Graphitbasis. Rechts: Arbeitselektrode auf Goldbasis.

Bodenfeuchteabhängige Saatgutablage (BoSa)

Automatisierte Einstellung der optimalen Drilltiefe zur Kompensation klimatisch ungünstiger Aussaatbedingungen.

Wolfgang Fichtner, Katrin Rebatschek, Michael Mertig

Die optimale Ablagetiefe für Saatgut hinsichtlich der Keimfähigkeit hängt von der Bodenfeuchte ab. Witterungs- und Standortbedingt sind starke lokale Schwankungen möglich. Variiert die Bodenfeuchte auf einem Feld stark, könnte durch eine teilflächenspezifische Variation der Bodenbearbeitung, hier durch den Parameter der Ablagetiefe für das Saatgut, die Nachteile bei der Saatgutkeimung minimiert werden.

Für die Erprobung der sensorischen Komponenten und der Messelektronik im Feldeinsatz wurde ein Ackerdreirad auf einem robusten Fahrgestellrahmen entwickelt und gebaut. Drillscheibenpaare fungieren als Elektroden zur Echtzeit-Ermittlung der lokalen Bodenfeuchteverteilung.

Die Tests zur Scheibenlagerung mittels Kugellager zeigten mechanisch zufriedenstellende Ergebnisse, während die Kugellager als konstruktive Elemente zur Potentialübertragung ungeeignet sind. Der Schmierfilm aus Öl oder Fett im bewegten Lager führt zu einer stark verrauschten Signalübertragung. Zur Gewährleistung eines störungsfreien Messbetriebs wurde daher im Folgenden mit gekapselten Federschleifkontakten zur internen Signalübertragung aus dem rotierenden System gearbeitet (Abbildung 1).

Das Dreirad verfügt über einen Hilfsrahmen zur Verstellung für 4 Scheibenpaare (Blockschaltbild gemäß Abbildung 2). Damit wird auch ein gleichzeitiges Anheben aller Scheibenpaare bei Bewe-

gung und Abstellen des Dreirades auf festem Untergrund ermöglicht. Im Messbetrieb auf dem Acker ragen die Unterkanten der Scheiben gemäß der eingestellten Eindringtiefe 4 cm bis 10 cm in den Boden hinein.

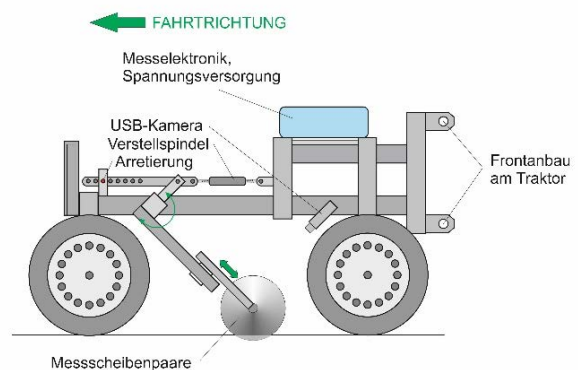


Abbildung 1. Zeichnung Ackerdreirad (Seitenansicht schematisch).

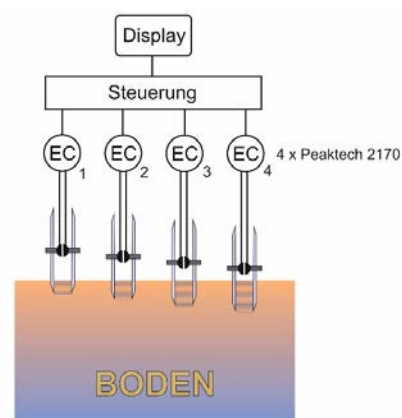


Abbildung 2. Blockschaltbild der messtechnischen Komponenten des Ackerdreirades.



Abb. 4

Besonderes Augenmerk wurde auf die rauscharme Signalübertragung der Potentiale an der Drillscheibe (rotierendes System) in das „ruhende“ System der mitbewegten Messelektronik des Ackerdreirades gelegt. Hierbei zeigte sich, dass die als Übertragungselemente ursprünglich vorgesehenen Schleifringbürsten aus Kohlema-

terial nicht optimal sind. Vergleichende Untersuchungen mit Bürsten aus Bronzekohlematerial zeigten ein deutlich verbessertes Übertragungsverhalten (Abbildung 3). Hierbei liegen die Mittelwerte der Rauschamplituden 2 – 3 Zehnerpotenzen unter den für die Kohlebürsten gemessenen Werten. ■

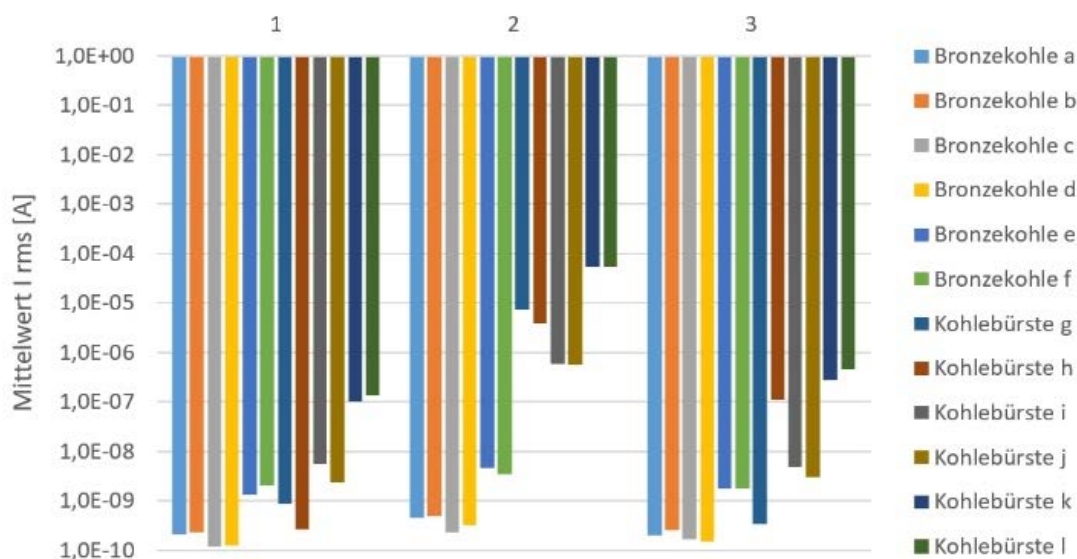


Abbildung 3. Mittelwerte der Rauschamplituden für 2 Bürstenmaterialien bei 3 Versuchsreihen (Bronze a – f, Kohle g – l).

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

Abbildung 4. Kombination aus Ackerdreirad, Traktor und Drillmaschine während einer Probefahrt.

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

Kern des Vorhabens ist die Entwicklung einer modular aufgebauten Analysenmesszelle zur potentiometrischen Analyse des pH-Werts und des Kalium-Gehalts in frisch gesammelten Ackerproben unmittelbar auf dem Acker.

Manfred Decker, Ute Enseleit, Petra Teichmann, Winfried Vonau, Mike Weber

Der Bestimmung des pH-Werts und des Kaliumgehalts von Ackerböden wird eine große Bedeutung beigemessen. Nur bei genauer Kenntnis dieser Größen und ihrer räumlichen Verteilung auf dem Acker kann eine bedarfsgerechte Düngung gewährleistet werden. Die bisherige Bestimmung erfolgt nach der Probenahme auf dem Feld in externen analytischen Laboratorien. Dieses Verfahren führt bis zur Bereitstellung der Resultate zu unerwünschten zeitlichen Verzögerungen. Darüber hinaus führen die Kosten der in Auftrag gegebenen Analysen dazu, dass die Anzahl der beprobten Messpunkte oft nicht der Inhomogenität der Ackerflächen gerecht wird. Aus diesem Grund wird von den Landwirten gefordert, dass eine schnelle und preiswerte Messung des pH-Werts und des Kaliumgehalts mit hoher örtlicher Auflösung schon direkt auf dem Feld erfolgen kann. Ziel des Vorhabens ist die Realisierung einer Messeinrichtung, die direkt nach der Probenahme die Analyse der Größen noch auf dem Feld erlaubt.

Der entwickelte Prototyp führt alle wesentlichen Schritte des Analysevorgangs durch. Das schließt zum einen die Probenahme und Siebung des frisch gesammelten Bodens sowie die Überführung und Portionierung der Probe für die anschließende chemische Analyse ein. Diese umfasst zum anderen die Aufschlammung der Probe

mit einem Extraktionsmittel sowie eine potentiometrische Analyse der Zielgrößen. Abbildung 1 zeigt ein geländegängiges Fahrzeug der Agricon GmbH mit der kompletten Messeinrichtung.



Abbildung 1. SUV mit Prototypen der Probenahme und Messeinrichtung. Am Fahrzeug angebracht sind der Stecharm und die Siebeinheit, auf der Ladefläche lokalisiert sind links die Portionier- und Messmodule sowie rechts die Fluidik- und Steuereinheit.

Die Einsatzfähigkeit der kompletten pH-Messeinrichtung wurde im Labor aufgezeigt. Abbildung 2 zeigt Messkurven für verschiedene Bodenproben und Puffersysteme. Diesen kann das schnelle und reproduzierbare Ansprechen der pH-sensitiven Antimonelektrode auf den Wechsel der ein-

zelenen Proben entnommen werden. Zur Extraktion der Proben diente eine 0,01 molare Calciumchlorid-Lösung.

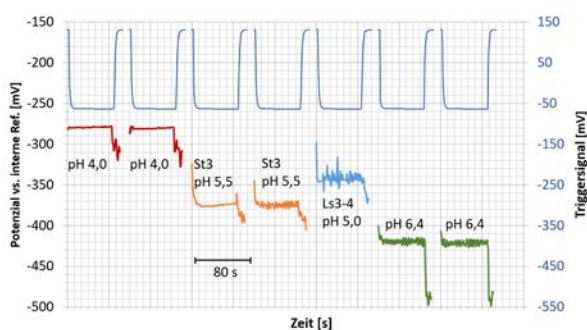


Abbildung 2. Potentialverläufe für Pufferlösungen pH 4,0 und pH 6,4 sowie für Suspensionen mit Bodenarten St3, Ls3-4 (Zuordnung zu sandigem Lehm) ermittelt mit der Apparatur. Die Triggersignale dienen zur Verdeutlichung des Starts der Messungen.

Die Steilheit der pH-Elektrode beträgt im dargestellten relevanten pH-Bereich -56 mV/pH und die pH-Resultate der Bodenproben weichen von den nach DIN ISO 10390 ermittelten Werten nur um $\pm 0,2 \text{ pH-Einheiten}$ ab.

Zur Messung der Kaliumaktivitäten dienen Polymermatrix-gestützte ionensensitive Elektroden. Zur Stabilisierung der fragilen Membran werden

auch *Coated-wire*-basierte Elektroden mit einem galvanisch versilberten Kupferkern als metallischem Träger untersucht. Diese Variante bietet die attraktive Möglichkeit, das Messmodul so zu gestalten, wie es auch bei der pH-Wertmessung mit dem Antimonkern Verwendung findet. Die so gefertigten Elektroden zeigen ein hervorragendes Ansprechen auf die Kalium-Aktivität, wie Abbildung 3 zu entnehmen ist.

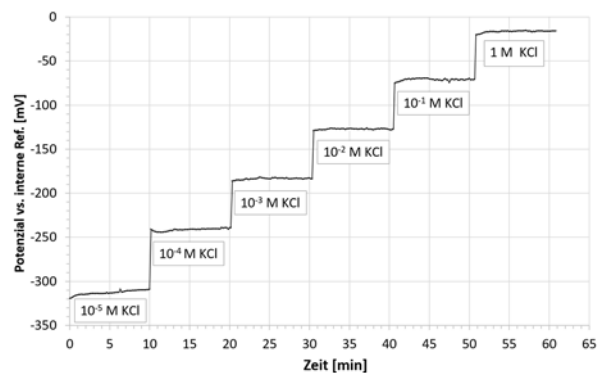


Abbildung 3. Ansprechverhalten von *Coated-wire*- Kalium-Sensoren mit galvanisch versilbertem Kupfer als Basis. Potentiale gemessen im Batch-Verfahren.

Die Sensitivität beträgt in den Kaliumchlorid-Lösungen im Aktivitätsbereich von 10^{-5} bis 1 mol/L $57,8 \text{ mV}$ pro Aktivitätsdekade und deckt damit den notwendigen Messbereich vollständig ab. ■

- **Projektleitung:** Prof. Winfried Vonau
- **Projekträger:** Sächsische Aufbaubank
- **Projektpartner:** Agricon GmbH, Ostrau
- **Laufzeit:** 03/2019 – 02/2022
- **Förderkennzeichen:** 100351424

Entwicklung eines Vorhersagesystems für Deichbrüche auf Basis experimenteller und mathematischer Modelle (VSDS)

Teilthema: Entwicklung, Bau und Erprobung von Sensoren zur Bestimmung des Sickerlinienverlaufes in Deichen (Senside)

Die experimentelle Ermittlung des Sickerlinienverlaufes ist ein aktiver Beitrag zur Erhöhung der Standsicherheit eines Deiches.

Wolfgang Fichtner, Katrin Rebatschek, Michael Mertig

Wie aktuelle Klimawirkungs- und Risikoanalysen des Umweltbundesamtes zeigen, ist derzeit ein stark erhöhtes Risiko der Standsicherheit von Deichen und Dammbauwerken durch meteorologische Extremereignisse gegeben.¹ Dies erfordert zwingend eine kritische prognostische Betrachtung der Stabilität von Deichbauwerken, aber auch möglicher Mechanismen zur Früherkennung von Einwirkungen, die über die bisherigen Bemessungswerte hinausgehen. Flankiert von heftigen Starkregenereignissen nehmen umgekehrt auch lange heiße, niederschlagsarme Phasen und damit eine oberflächliche Austrocknung zu. Die feuchte- bzw. sättigungsabhängigen geotechnischen Eigenschaften sind wiederum für die dauerhafte Standsicherheit und Stabilität eines Deichbauwerks von entscheidender Bedeutung (Abbildung 1).

Die im Rahmen des Projektes entwickelten impedimetrischen Feuchtesensoren sind kostengünstig herzustellen und ermöglichen, eingebettet in repräsentativen Zonen des Deiches, die Echtzeit-Überwachung von Feuchtigkeitsänderungen, Sättigungszuständen und Wasserbewegungen im Erdbauwerk.

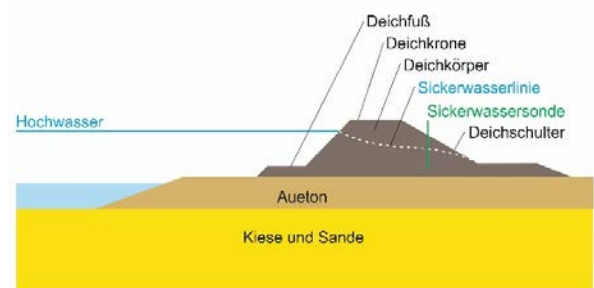


Abbildung 1. Schematischer Deichquerschnitt mit Verlauf der Sickerlinie bei hochwasserbedingtem einseitigen Einstau.

Für den Einsatz in den verschiedenen Versuchsanordnungen wurden Sensoren in Form von zylindrischen Elektrodenanordnungen aus Carbonmatten mit stabilem Ring und zugentlasteten Messkabeln konfektioniert.²

Wesentlicher Teil der Untersuchungen waren simultane Messungen mit mehreren Sensoren, die in einem Versuchsdeich in der Wasserbauhalle der Technischen Universität Dresden eingebaut wurden (Abbildung 2).



Abbildung 2. Ansicht der Deichkrone in Richtung der mit Gras bewachsenen Luftseite des Versuchsdeichs der TU Dresden mit Messequipment zur mehrkanaligen Impedanzmessung.

Der Vergleich von Admittanzverläufen von acht Sensoren, die in unterschiedlichen Bereichen des Versuchsdeiches positioniert sind, bei einem definierten Einstauversuch ist Abbildung 3 zu entnehmen.

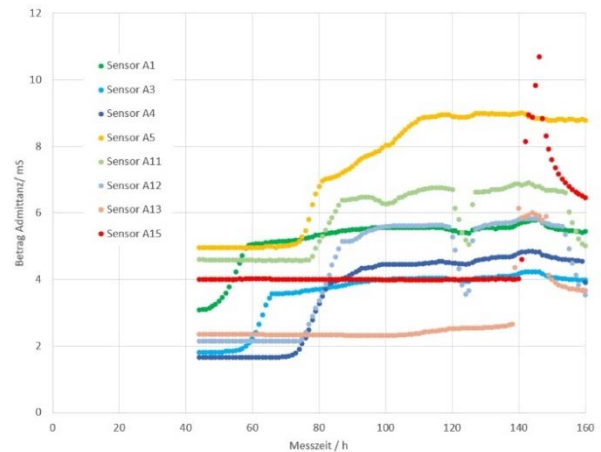


Abbildung 3. Admittanzverläufe von 8 Sensoren im Versuchsdeich bei einem Einstauvorgang.

Die Messreihen an Versuchs- und Realdeichen zeigen, dass sich mit den neuentwickelten Impedanzsensoren zeitliche Veränderungen des Wassergehaltes in der teilgesättigten Zone frühzeitig erkennen lassen. Die Untersuchungen an Realdeichen verifizieren die praxistaugliche robuste Sensorausführung hinsichtlich Sensoreinbau und -betrieb über einen längeren Zeitraum. ■

- **Projektleitung:** Prof. Michael Mertig
- **Projektträger:** Sächsische Aufbaubank
- **Projektpartner:** M&S Umweltprojekt GmbH/Plauen (M&S), Weischlitzer Tiefbau und Umweltschutz GmbH/Weischlitz (WTU), Institut für Grundwasser, TU Dresden (IGW), Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik (IWD)
- **Laufzeit:** 05/2019 – 12/2021
- **Förderkennzeichen:** 100362350

1 Umweltbundesamt (Hg.) (2021) Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Teilbericht 6: Integrierte Auswertung – Klimarisiken, Handlungserfordernisse und Forschungsbedarfe.
 2 W. Fichtner et al., 26. Interdisziplinäre Wissenschaftliche Konferenz Mittweida (2021) 25-28.

Autark funktionsfähiges mobiles Messsystem für das Monitoring der Wasserqualität in Industriefolgeseen (HydroSens)

Entwicklung eines miniaturisierten, tauchfähigen Multisensormoduls zur Detektion qualitätsbestimmender Wasserparameter.

Winfried Vonau, Frank Gerlach, Kristina Ahlborn, Ramona Sauer, Mike Weber, Bettina Hahnebach, Thomas Lamz

Für die Gewässerüberwachung wurde in den letzten Jahren eine Vielzahl rechtlicher Regelungen auf Länderebene und im internationalen Rahmen eingeführt. Bereits im Jahr 2000 sind mit der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie qualitative Anforderungen für die Bewertung der Güte von Seen mit einer Fläche von mehr als 50 ha geschaffen worden. Fokus bildet hier die Begrifflichkeit eines „guten ökologischen Zustandes“. Dies beinhaltet neben einer diversen Besiedlung durch Unterwasserpflanzen und -tiere eine geringe Trophie, d.h. einen ausgewogenen, niedrigen Nährstoffgehalt, eine geringe Phytoplankton-(Chlorophyll-a)-Menge ohne Massenentwicklungen sowie eine hohe Sichttiefe.



Abbildung 1. Messplattform Sonobot® der Fa Evologics® mit Winde zur Aufnahme der miniaturisierten Multiparametersonde (KSI Meinsberg).



Abbildung 2. Multiparametersonde für limnologische Anwendungen (KSI Meinsberg).

Das gesamte Messsystem besteht aus der Multiparametersonde, dem Funkmodul und dem Auswerterechner. Die miniaturisierte Sonde ist konzipiert für maximal 8 Kanäle. Bis auf den Parameter Leitfähigkeit sind alle Kanäle galvanisch getrennt. Die Daten aller Kanäle können mit einer Abtastrate von 1 Messung/s für eine Dauer von 8 Stunden in einem internen Datenlogger abgespeichert werden. Die Multiparametersonde verfügt über eine Echtzeituhr (RTC). Somit sind alle Datensätze mit einem Zeitstempel für Synchronisierungszwecke versehen.



Abb. 4

Die von der Multiparametersonde detektierten Werte (Abbildung 3) sind Teil der Basisparameter, um das komplexe Bild der Gewässergüte abbilden zu können. ■

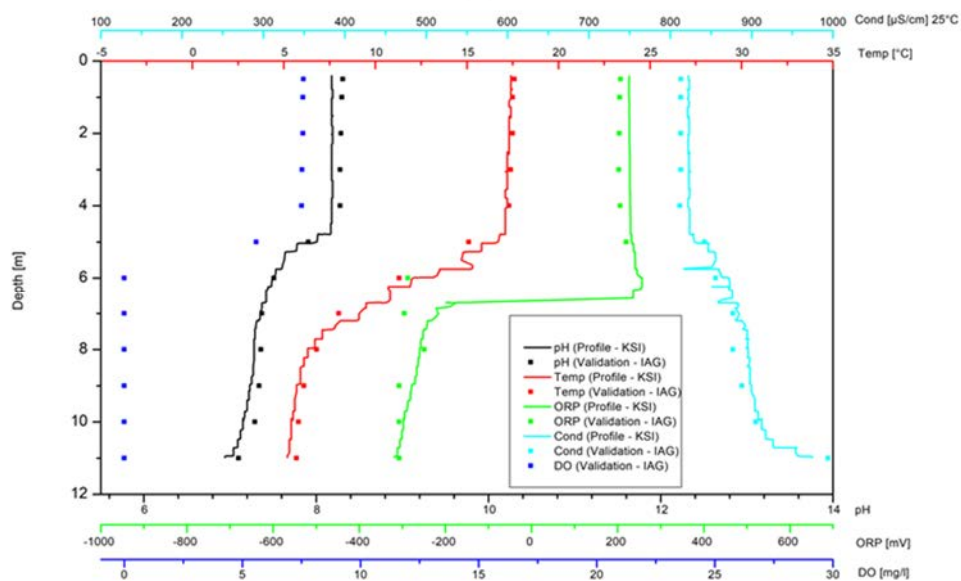


Abbildung 3. Tiefenprofilmessungen mit Multiparameter-Messsystem (KSI Meinsberg) und Referenzmessungen mit konventioneller Messtechnik (Institut für angewandte Gewässerökologie).

- **Projektleitung:** Prof. Winfried Vonau
- **Projektträger:** EU EuroStars,
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Bonn
- **Projektpartner:** Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH, Seddiner See,
Deutschland
BVT Technologies, a.s., Brno, Tschechische Republik
Palivový Kombinát Ústi, Chlumeck, Tschechische Republik
scan Messtechnik GmbH, Vienna, Österreich
EvoLogic GmbH, Berlin, Deutschland
- **Laufzeit:** 07/2019 – 12/2021
- **Förderkennzeichen:** 01QE1907C

Abbildung 4. Messplattform Sonobot® mit Winde und Multiparametersonde im Einsatz

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) & As(V).

Janek Weißpflug, Michael Mertig

In der bis 1990 betriebenen Bergbaugrube in Ehrenfriedersdorf wurde hauptsächlich Zinnerz abgebaut; zwei Spülhalden entstanden als Resultat dieser Zinnerzförderung. Nach der Schließung und Verwahrung der Grube wurden die bergmännischen Hohlräume geflutet. Die Grubenwässer weisen in der Folge mit ca. $c(\text{As}) = 0,5 \text{ mg/l}$ (vgl. TrinkwV: oberer Grenzwert $c_{\text{max}}(\text{As}) = 0,01 \text{ mg/l}$) eine hohe Arsenbelastung auf. Das Gesamtziel des Verbundvorhabens besteht in der Entwicklung und Vor-Ort-Erprobung von Verfahren zur Reinigung der aus der Zinnerzgrube Ehrenfriedersdorf austretenden Wässer, insbesondere den Schadstoff Arsen betreffend. Die Grube soll perspektivisch zum Modellstandort für die Demonstration modernster Verfahren für die Grubenwasserreinigung entwickelt werden. Effiziente Verfahren zur Aufbereitung von Grubenwässern sind weltweit von hohem Interesse.

Gesamtziel des Teilvorhabens Astek des KSI Meinsberg ist die Entwicklung eines vor Ort einsetzbaren Sensors für die Bestimmung von As(III) sowie As(V) in Bergbauabwässern. Hierfür sollen spezielle Elektroden zur voltammetrische Arsen-Detektion entwickelt und gefertigt werden. Eine qualitative wie quantitative Bestimmung ist durch die Anodische-Stripping-Voltammetrie möglich. Dadurch ist ein portabler und empfind-

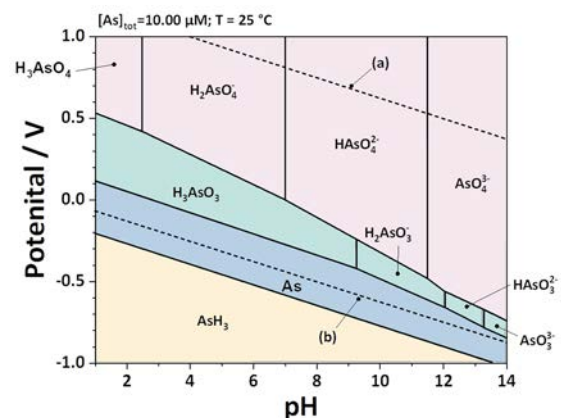


Abbildung 1. Berechnetes Pourbaix-Diagramm für einen Gesamtarsengehalt von $10 \mu\text{M}$ bei $25 \text{ }^\circ\text{C}$ mit (a) $\text{O}_{2(\text{g})} + 4 \text{H}^+(\text{aq}) + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ und (b) $2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_{2(\text{g})}$.

licher Nachweis von Schwermetallionen mit geringem apparativen Aufbau möglich. Mittels gezielter Strategien soll eine Unterscheidung zwischen den beiden in Bergbauwässern vorkommenden Arsen-Spezies As(III) und As(V) möglich werden. Diese sind direkt vom pH-Wert abhängig und können in berechneten Pourbaix-Diagrammen dargestellt werden (Abbildung 1). Die zusätzliche Verwendung von Reduktionsmitteln wie z.B. Ascorbinsäure können zudem die vorliegende Arsenspezies hin zu As(III) signifikant beeinflussen. Ein weiteres wesentliches Ziel der geplanten Entwicklung stellt eine hohe Selektivität der Arsenbestimmung zur Vermeidung von Quersensitivitäten dar, da in Bergbauabwässern



Abb. 3

sehr viele verschiedene Verunreinigungen vorkommen können. Basierend auf den Grundlagenuntersuchungen zum Nachweis von As(III) an Modellwässern (Abbildung 2a) wurden die Sensoren an Bergbauwässern zur Detektion mit unbekannter As-Konzentration untersucht (Abbildung 2b). Hierbei konnte eine linear proportionale Signalintensität zur dosierten As-Konzentration festgestellt werden, welches mittels ICP-OES als Referenzanalytik bestätigt werden konnte. Durch die gemeinsam mit der ibes AG geplante Implementierung eines intelligenten Probenahme-Systems und eines geeigneten Messaufbaus, bestehend aus Messzelle, Sensoren, einer

an die Einsatzbedingungen abgestimmten Fluidik mit Mess- und Steuerungseinheit soll der Einsatz des Sensors unter Tage weitgehend ohne Personalaufwand stattfinden. Die Analyse mit den entsprechend optimierten Messparametern soll automatisiert ablaufen. Damit soll das Monitoring der Verteilung von As(III) und As(V) im Bergwerk ermöglicht werden. Dies erlaubt eine effiziente Platzierung der durch die Projektpartner im Verbundvorhaben geplanten Anlagen zur Wasseraufbereitung sowie eine Kontrolle und Steuerung der Aufreinigungsapparate. ■

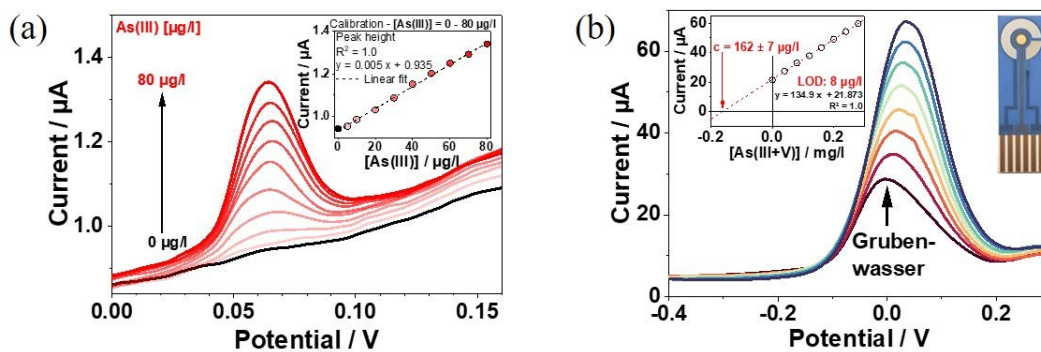


Abbildung 2. Anodische-Stripping-Voltammogramme zum Nachweis von As(III) (a) aus H_3AsO_3 -Modellwässern in einem Konzentrationsbereich von $c(As) = 0 - 80 \mu\text{g/l}$ und (b) aus einer Gewässerprobe unter Tage (Tiefer Sauberger Stollen, Zinngrube Ehrenfriedersdorf) mit Standardaddition zur Ermittlung der unbekanntes $c(As)$.

- **Projektleitung:** Prof. Michael Mertig
- **Projekträger:** BMBF, Projektträger Jülich GmbH
- **Projektpartner:** Fraunhofer 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 3. Sauberger Stollen/ Zinngrube Ehrenfriedersdorf. © Mirko Martin, G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH.

Untersuchungen zu Konformationsänderungen der humanen Transglutaminase 2 (hTG2)

Die Untersuchungen an hTG2 konnten im aktuellen Projektabschnitt auf den Einfluss von Farbstoffmolekülen an GTP γ S erweitert werden. Zudem war es möglich, die Wechselwirkung von hTG2 mit Fibronectin näher zu untersuchen und andere Einflussfaktoren zu klassifizieren.

Andreas Heerwig, Alfred Kick, Michael Mertig

Die hTG2 ist in Abhängigkeit ihrer Umgebung für multiple Aufgaben innerhalb des menschlichen Körpers zuständig. Sie wird allosterisch von Nukleotiden und Ca²⁺-Ionen reguliert. Innerhalb der Zellen, d.h. bei niedrigen Ca²⁺-Konzentrationen und höheren GTP-Konzentrationen (> 300 μ M), übernimmt sie GTPase- und G-Protein-Funktionen. Sollen diese Funktionen fluoreszenzspektroskopisch untersucht werden, können fluoreszenzfarbstoffmarkierte GTP γ S (z.B. GTP γ S-BDP-FL) genutzt werden (Abbildung 1).

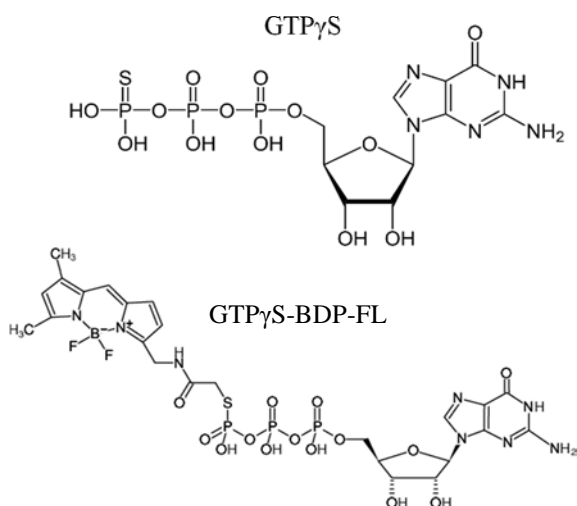


Abbildung 1. Strukturvergleich GTP γ S und GTP γ S-BDP-FL.

Die switchSENSE-Methode basiert auf elektrisch schaltbaren DNA-Schichten auf Goldelektroden.

An die DNA ist sowohl ein Fluoreszenzfarbstoff als auch ein Analyt (hier hTG2) gebunden. Über die Fluoreszenzauslöschungsgeschwindigkeiten bei Annäherung oder Abstoßung der DNA an die Goldoberfläche erfolgt die Bestimmung des hydrodynamischen Widerstands des Analyten. Auf diese Weise kann der hydrodynamische Radius von molekularen Konstrukten mit Sub-Nanometer-Genauigkeit bestimmt werden. Mittels switchSENSE-Messungen konnte so gezeigt werden, dass GTP γ S-BDP-FL zwar an hTG2 bindet, es aber nicht zur geschlossenen Konformation führt, die durch GTP γ S induziert wird (Abbildung 2).

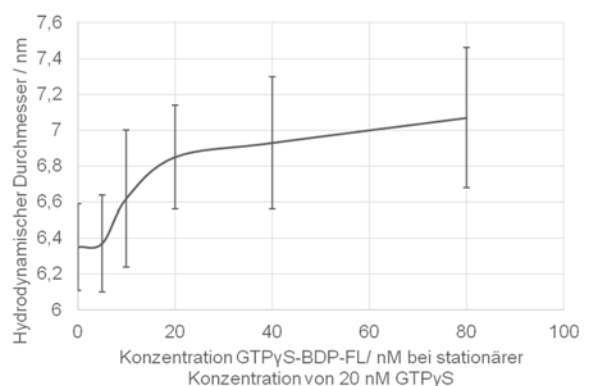


Abbildung 2. Verdrängungsassay von GTP γ S-BDP-FL vs. GTP γ S.

In einem Verdrängungsassay wird zunächst durch Einwirken einer 20 nM GTP γ S-Lösung die

geschlossene Konformation der hTG2 erhalten (etwa 6,3 nm hydrodynamischer Durchmesser). Durch Erhöhung der GTPyS-BDP-FL-Konzentration bei gleichbleibender GTPyS-Konzentration wird im Mittel sukzessive der hydrodynamische Durchmesser der nativen Modifikation der hTG2 ermittelt. Dieses Ergebnis - Anbindung von GTPyS-BDP-FL an hTG2, Verdrängung von GTPyS und keine Induzierung der geschlossenen Konformation durch GTPyS-BDP-FL - konnte durch native PAGE-Gelelektrophoreseexperimente der Projektpartner bestätigt werden.

Die Adhäsion und Migration von Zellen wird unter anderem durch Fibronectin unterstützt. Dieses wird durch die molekulare Wechselwirkung zwischen hTG2 und Fibronectin an der Zelloberfläche reguliert. Verantwortlich für die spezifische Bindung zur hTG2 ist eine 45 kDa große Domäne des Fibronectins (FN45).

Unsere Untersuchungen zeigen, dass die Anbindung von FN45 an hTG2 bei Abwesenheit be-

kannter Regulatoren zur Zunahme des hydrodynamischen Durchmessers um ca. 15 % führt. Die hTG2 kann im Körper durch intramolekulare Disulfidbildung in eine gestreckte Konformation überführt werden. Um zu prüfen, ob auch diese Konformation mit FN45 interagiert, wurde die hTG2 mittels Cystamin in diese Konformation gebracht. Anschließend wurde eine Zunahme des hydrodynamischen Durchmessers bei der FN45-Bindung um ca. 21 % beobachtet. Andere Regulatoren induzieren eine geschlossene hTG2-Konformation. Experimentell ist diese durch Bindung von GTPyS zugänglich. Es konnte gezeigt werden, dass auch hier FN45 binden kann und zur Zunahme des hydrodynamischen Durchmessers um ca. 9 % führt.

Daraus kann geschlossen werden, dass die Wechselwirkung zwischen Fibronectin und hTG2 in allen untersuchten Konformationen auftritt. Das ist ein wichtiges Erkenntnis für das Verständnis der Funktion des Enzyms und die Entwicklung neuer Regulatoren. ■

- **Projektleitung:** Dr. Andreas Heerwig/Dr. Alfred Kick
- **Projektträger:** Haushaltprojekt KSI Meinsberg
- **Projektpartner:** Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
- **Laufzeit:** 07/2019 – 12/2022

Dynamische Methoden für elektrochemische Gassensoren (DynaSens)

Im Vorhaben werden neue Strategien der dynamischen Steuerung von Festelektrolyt-Gassensoren entwickelt, die zur gleichzeitigen selektiven Detektion von Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoffmonoxid, Wasserdampf und Stickoxiden in Inertgasen eingesetzt werden können.

Anastasiya Ruchets, Jens Zosel

Stickoxide (NO_x) und flüchtige organische Kohlenwasserstoffe (HC) aus der Verbrennung von fossilen und nachwachsenden Rohstoffen schädigen direkt Schleimhäute und Atemwege und führen zu Smog und saurem Regen.

Empfindliche und selektive Hochtemperatur-Gassensoren, mit denen unter rauen atmosphärischen Bedingungen langzeitstabil umweltschädliche Gase quantifizierbar sind, können dazu beitragen, deren Emissionen zu reduzieren.

Yttriumoxid-stabilisiertes Zirkoniumdioxid (YSZ) eignet sich als oxidionenleitender Festelektrolyt für elektrochemische Gassensoren. Mit potentiometrischen und amperometrischen Lambda-Sonden wird der Sauerstoffpartialdruck (pO₂) gemessen. Darüber hinaus sind Mischpotentialsensoren auf der Basis von YSZ vielversprechend für die Messung oxidierbarer Gase. Alle oben genannten Sensorprinzipien beziehen sich auf stationäre Messverfahren, d.h. die Signalauswertung erfolgt nach Erreichen des konzentrationsabhängigen thermodynamisch und/oder kinetisch kontrollierten Gleichgewichts.

DynaSens hingegen zielt auf die in Abbildung 1 dargestellten dynamischen Messmethoden: Elektrochemische Impedanzspektroskopie (EIS), Puls polarisation (PP), Cyclovoltammetrie (CV) sowie Square-Wave-Voltammetrie (SWV). Dazu

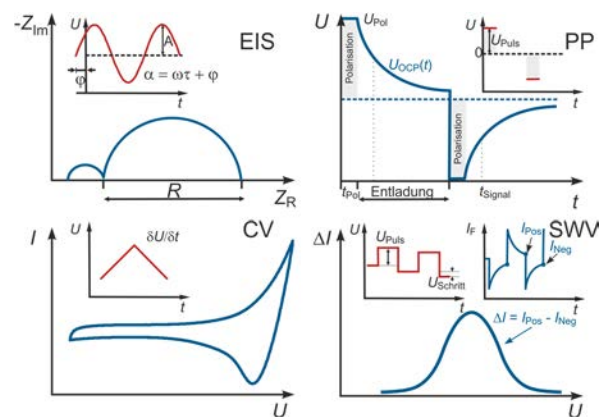


Abbildung 1. Dynamische Messmethoden: periodische Spannungsanregung (rot), resultierende Messkurve mit Signalauswertung (blau).

werden die Elektroden periodisch elektrisch polarisiert und das Polarisations- sowie Abklingverhalten analysiert. Es gilt, das signalbildende dynamische Verhalten mit den kinetisch kontrollierten Vorgängen des Stoff- und Ladungstransports sowie der elektrochemischen Reaktionen zu verstehen, geeignete Betriebsstrategien für eine äußerst selektive Detektion einzelner Analyte in Multigasmischungen zu erarbeiten und sensorische Möglichkeiten dynamischer Messmethoden aufzuzeigen. Im DynaSens-Projekt wurden dazu Eigenschaften und signalbildende Mechanismen verschiedener Aufbauvarianten von Festelektrolyt-Gassensoren systematisch mit den in Abbildung 1 gezeigten Methoden charakterisiert.

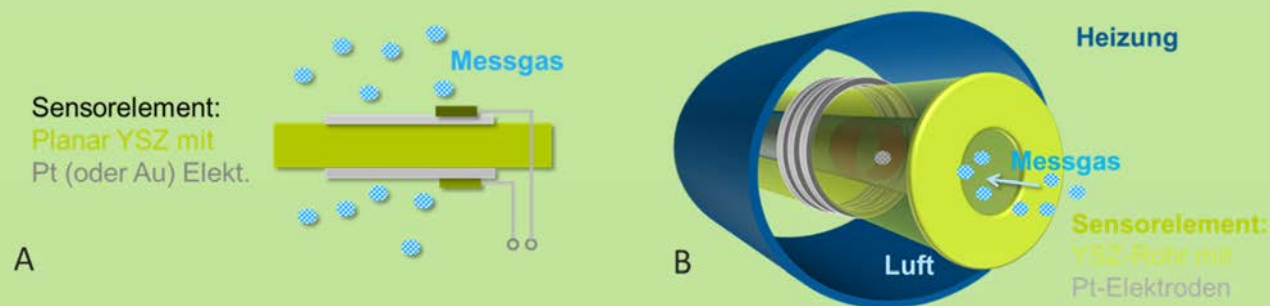


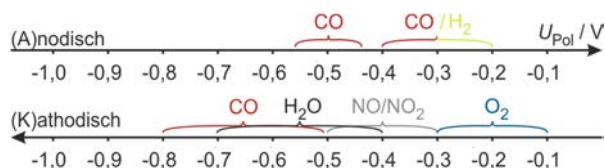
Abb. 2

Die gassymmetrischen Zellen des Projektpartners Universität Bayreuth bestehen aus planaren Elektrolytsubstraten mit flächigen Elektroden (Abbildung 2A) und wurden für die Messung von NO_x mittels Puls polarisation untersucht. Am KSI Meinsberg wurden rohrförmige YSZ-Sensoren mit Platingitterelektroden in einem weiten pO₂-Bereich dynamisch charakterisiert (Abbildung 2B).

Die gefundenen Ergebnisse belegen, dass sich mit EIS ohne Gleichanteil die Selektivität der Messung redoxaktiver Analyte wie H₂, CO und O₂ im Temperaturbereich zwischen 550 und 750 °C nicht signifikant steigern lässt. In Gemischen dieser Analyte hängt der Polarisationswiderstand vom Gleichgewichtssauerstoffpartialdruck ab. Die bei den geringen Amplituden von 10 mV hervorgerufenen Wechselwirkungen zwischen Elektrode und Gas sind zu gering, um kinetisch die verschiedenen Redox-Komponenten zu unterscheiden.

Unter Einsatz der CV wurde jedoch demonstriert, dass eine hochselektive und empfindliche Detektion von Redoxkombinationen auch bei hohen

Überkonzentrationen des jeweiligen Reaktionspartners möglich ist: H₂ und O₂; H₂, H₂O und O₂; CO und O₂¹; NO (NO₂) und O₂; NO, CO und O₂¹. Folgende charakteristischen CV-Peaks wurden in beiden Scanrichtungen gefunden:



Wie mit CV wurden auch mittels SWV für alle untersuchten Gase hohe Sensitivitäten und Selektivitäten ermittelt. Kapazitive Ströme, die zu deutlichen Hysterese-Effekten in den CVs führen, werden bei der SWV aufgrund der gepulsten Stufenform der Potentialänderung unterdrückt. Dies führt zu folgenden Vorteilen der SWV im Vergleich zur CV:

- Niedrigere Nachweisgrenze: z.B. bei CO¹,
- Nachweis zusätzlicher Peaks: H₂ (-1...-0.7 V), CO (-1...-0.7 V; -0.55...-0.45 V)¹, NO (-0.4...-0.6 V),
- Schnellere Messwerterfassung durch kürzere Scans.

- **Projektleitung:** Dr. Jens Zosel
- **Projekträger:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
- **Projektpartner:** Lehrstuhl für Funktionsmaterialien, Universität Bayreuth (UBT)
- **Laufzeit:** 12/2017 – 05/2021
- **Förderkennzeichen:** ZO 139/3-1

¹ A. Ruchets et al., *Journal of the Electrochemical Society* 168 (2021) 117506.

Abbildung 2. A) UBT: planare YSZ-Schicht mit Pt oder Au-elektroden, B) KSI Meinsberg: Referenzluft-YSZ-Röhrchen mit Pt-Elektroden.

Wasserstoffdetektoren in Elektrofahrzeugen / Hydrogen detectors in electric vehicles (H2D4EV)

Im Vorhaben wird ein komplexes Multisensorsystem für die Überwachung des Abgases und der Umgebung von Brennstoffzellen für die Elektromobilität entwickelt.

Anastasiya Ruchets, Jingying Yao, Jens Zosel, Michael Mertig

Das Verbundvorhaben H2D4EV ist als chinesisch-deutsches Kooperationsprojekt auf die Entwicklung eines hochsensitiven, intelligenten Wasserstoffüberwachungssystems gerichtet. Mit diesem System soll die Betriebssicherheit von Brennstoffzellen in Elektrofahrzeugen durch Messungen im Abgas und in deren Umgebung gewährleistet werden. Die Signale neuer, digitaler, hochintegrierter, miniaturisierter und feuchtekompensierter Wasserstoff-(H₂)-Sensoren für Abgas (Exhaust) und Umgebung (Ambient) werden dazu mit Signalen von Betriebsparametern der Brennstoffzellen durch mathematische Algorithmen verknüpft, und daraus der aktuelle Brennstoffzellensicherheitsstatus abgeleitet. Das neu entwickelte System beruht auf einem offenen und modularen Grundkonzept, so dass eine perspektivische Skalierbarkeit für weitere Applikationen ermöglicht wird.

Das Teilprojekt des KSI Meinsberg ist auf die Entwicklung von Beschichtungstechnologien für metallische und oxidische Schichten gerichtet. Diese werden in unterschiedlicher Dicke mittels Siebdruck bzw. *Pulsed Laser Deposition* (PLD) auf beheizbare Interdigital-Elektroden als Sensitivmaterial aufgebracht. Danach werden diese Schichten mit verschiedenen bildgebenden und analytischen Verfahren charakterisiert, um ihre sensorischen Parameter zu ermitteln und diese mit der Morphologie, der Zusammensetzung und der Integrität abgleichen zu können. Ein Beispiel

für die Charakterisierung von Ausgangsmaterialien ist in Abbildung 1 dargestellt. Neben hochauflösenden Methoden der Röntgenmikroskopie und -spektroskopie kommen dabei die Sauerstoffaustauschcoulometrie¹ und Messungen der katalytischen Aktivität² zum Einsatz.

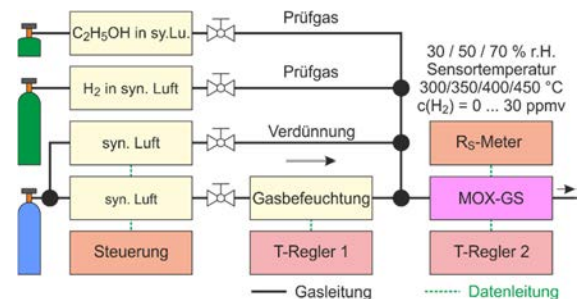


Abbildung 2. Versuchsstand zur sensorischen Charakterisierung neuer MOX-Schichten.

Die sensorische Charakterisierung erfolgt in synthetischer Luft unter Variation der Konzentrationen von Wasserdampf, Wasserstoff und Ethandampf. Für die Untersuchung wurde die in Abbildung 2 gezeigte Anordnung mit einem neuartigen Befeuchtungssystem aufgebaut. Neben der klassischen Messung des Gleichstromwiderstands der sensitiven Schichten werden auch dynamische Messverfahren wie zyklische Voltammetrie, Square-Wave-Voltammetrie und Impedanzspektroskopie angewendet.³ Die in Abbildung 3 als Beispiel gezeigten Ansprechkurven für den Sensor Nr. 5 sowie die zusammenfassende Übersicht über die Sensitivitäten verschiedener

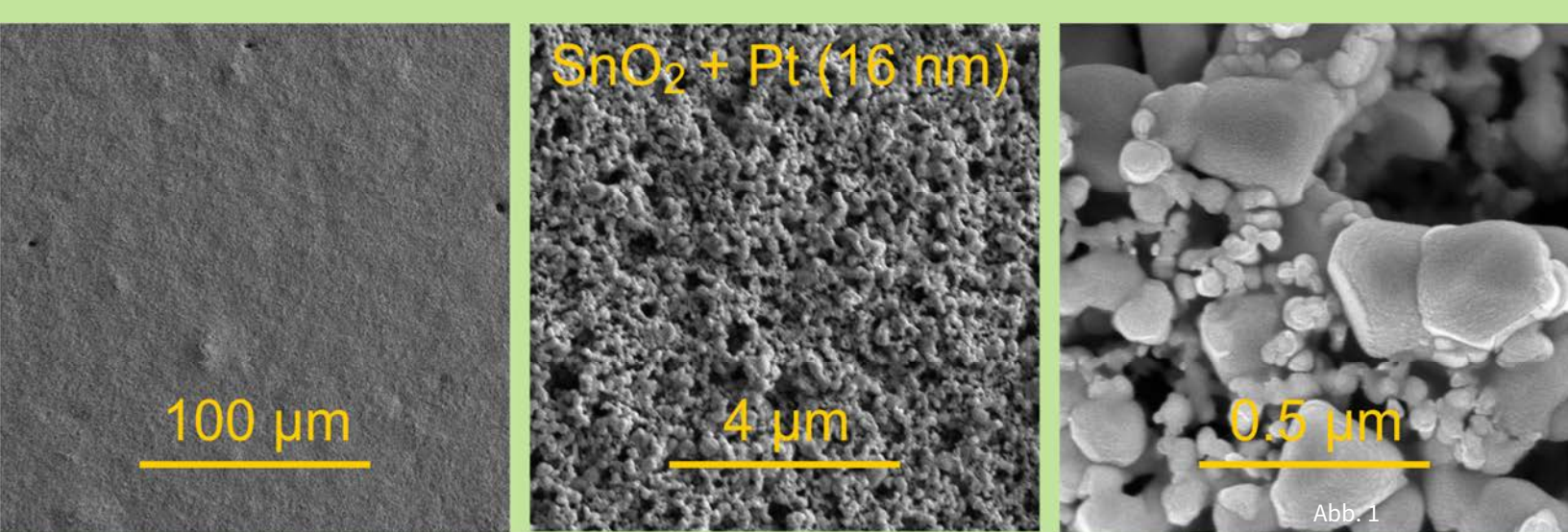


Abb. 1

Sensoren belegen, dass mit den neu entwickelten sensitiven Schichten H_2 -Konzentrationen < 1 Vol.-ppm zuverlässig in Luft messbar sind. ■

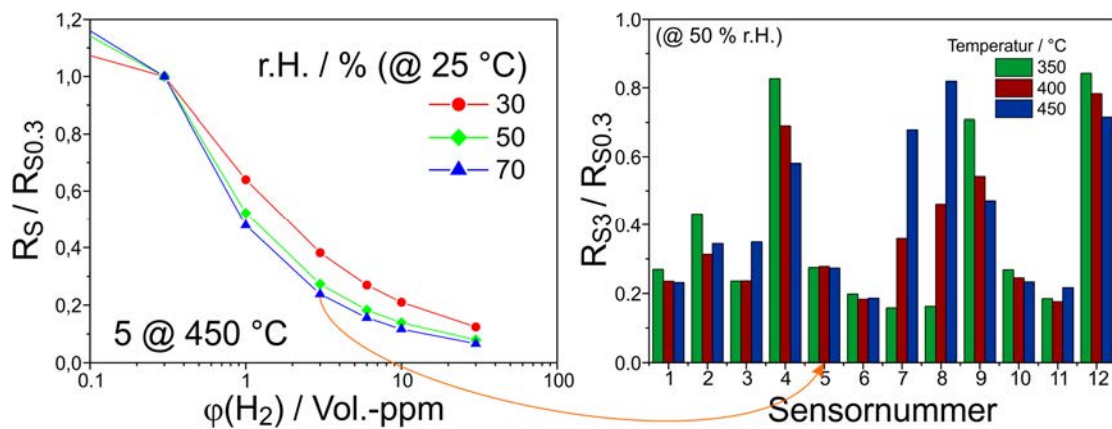


Abbildung 3. Gassensorische Charakterisierung in wasserstoffhaltigen Gasgemischen mit unterschiedlichen relativen Feuchten. Links: Relative Sensitivität des Sensors Nr. 5. Rechts: Vergleich zwischen verschiedenen Sensoren bei einer Feuchte und einer Wasserstoffkonzentration.

- **Projektleitung:** Prof. Michael Mertig
- **Projekträger:** 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. Herms et al., *J. Sens. Sens. Syst.* 7 (2018) 621–625.
- 2 D. Franke, J. Zosel, U. Guth, *Sens. Actuators B Chem.* 223 (2016) 723-729.
- 3 A. Ruchets et al., *J. Electrochem. Soc.* 168 (2021) 117506.

Abbildung 1. REM-Aufnahmen einer sensitiven Schicht aus SnO_2 , die in einer PLD-Anlage mit einer etwa 16 nm dicken Pt-Schicht versehen wurde.

Mobiles Wasserqualitätsmonitoringsystem (WaterMonitor)

Entwicklung von *All-Solid-State*-Sensoren für voltammetrische Vor-Ort-Bestimmungen von Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{3+} und Cr^{6+} in Grund- und Oberflächenwässern.

Jingying Yao, Johannes Schwarz, Janek Weißpflog, Kathrin Trommer, Michael Mertig

Im Rahmen des Projektes *Mobile Sensing System for On-Site Water Quality Monitoring* mit der Universität Chongqing und der dortigen Umweltbehörde (China) sowie der TU Chemnitz und der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) in Sachsen sollen neuartige mobile Überwachungssysteme zur kontinuierlichen Vor-Ort-Überwachung von Schwermetallen und pathogenen Bakterien entwickelt und erprobt werden. Im Teilvorhaben des KSI Meinsberg werden elektrochemische *All-Solid-State*-Sensoren für die Vor-Ort-Bestimmung von Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{3+} - und Cr^{6+} -Ionen in Grund- und Oberflächenwässern entwickelt. Die Sensoren sollen preisgünstig herstellbar und feldtauglich sein sowie einen hohen Miniaturisierungsgrad besitzen. Sie sollen neben einer hohen Empfindlichkeit und Selektivität vor allem reproduzierbare Ergebnisse liefern, so dass zuverlässige Aussagen über Kontaminationen von Schwermetallen ermöglicht werden.

Die elektrochemische Stripping-Analyse ist aufgrund ihrer bemerkenswerten Empfindlichkeit, die den Nachweis von Schwermetallionen im Spurenbereich ermöglicht, weithin als leistungsstarkes Verfahren zum Nachweis von Schwermetall-Ionen anerkannt. Es kann auch leicht mit kostengünstigen und einfach zu verwendenden Instrumenten gekoppelt werden. Bei der Anreicherung werden die gelösten Metallionen reduziert und an der Oberfläche der Arbeitselektrode (Kathode) angereichert. Dann wird das Metall während des Strippingprozesses

wieder zum Ion oxidiert und geht in Lösung, wobei die Arbeitselektrode als Anode fungiert. Der Anodenspitzenstrom ist proportional zur Metallkonzentration.

Seit der Erfindung der Polarographie von Heyrovsky hat sich Quecksilber aufgrund der hohen Wasserstoffüberspannung, die seine Verwendung bei nützlichen negativen Potentialen ermöglicht, als bevorzugte Elektrode für die elektrochemische Stripping-Analyse etabliert. Aufgrund der Toxizität der Quecksilberelektrode wurde die Bismut-Film Elektrode als potenzielle Alternative zum Nachweis von Schwermetall-Ionen entwickelt 1.

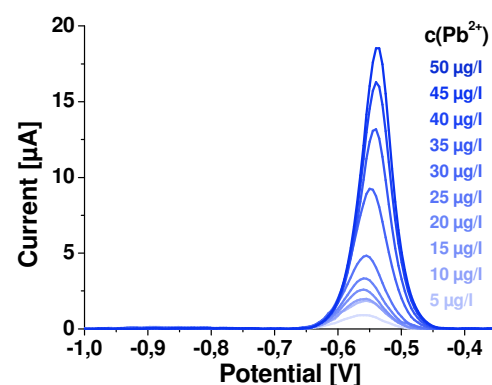


Abbildung 1. Voltammetrische Einzel-Bestimmungen von Pb^{2+} unter Zugabe von Bi-Lösung.

Blei- und Cadmium-Ionen wurden an unmodifizierten Graphit-Elektroden im Labor mittels ASV bestimmt. Bismut-Lösung wurde als Modifikator mit einer Konzentration von $1000 \mu\text{g/l}$ zu den Messungen zugegeben. Die Abbildungen 1 und 2

zeigen jeweils die Messkurven von der voltammetrischen Bestimmung von Pb^{2+} und Cd^{2+} an der Graphit-Elektrode. Sowohl Pb^{2+} als auch Cd^{2+} können mit einer Konzentration von $<5 \mu\text{g/l}$ bestimmt werden.

Nach den Einzel-Bestimmungen wurden auch simultane Detektionen von den beiden Metall-Ionen durchgeführt. In Lösungsgemischen von

$1 \mu\text{g/l Pb}^{2+}$ und $5 \mu\text{g/l Cd}^{2+}$ wurde die Konzentration von Bi-Lösung variiert. Die Messkurven in Abbildung 3 zeigen, dass die Peaks von Pb^{2+} und von Cd^{2+} gut getrennt erscheinen. Außerdem zeigen die Ergebnisse, dass die Zugabe von Bi-Ionen den Nachweis von Pb^{2+} und Cd^{2+} stark verbessern kann. ■

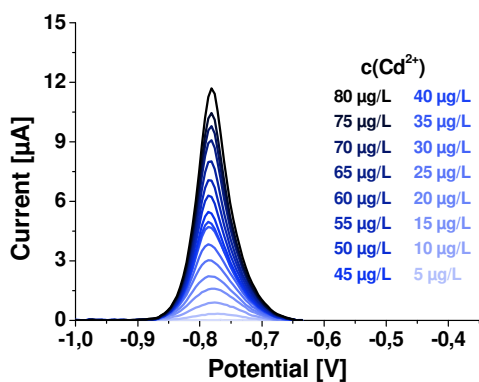


Abbildung 2. Voltammetrische Einzel-Bestimmungen von Cd^{2+} unter Zugabe von Bi-Lösung.

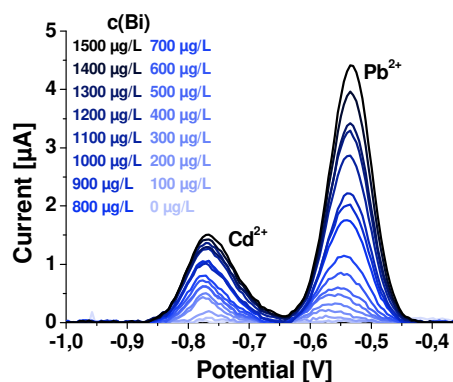


Abbildung 3. Simultane Bestimmungen von Pb^{2+} und Cd^{2+} unter Zugabe von Bi-Lösung.

- **Projektleitung:** Prof. Michael Mertig
- **Projekträger:** Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
- **Projektpartner:** Chongqing Universität und Umweltbehörde Chongqing, China
Technische Universität Chemnitz, BfUL Sachsen, Radebeul
- **Laufzeit:** 05/2020 – 04/2023
- **Förderkennzeichen:** 33-8128/157/1

1 J. Ping et al., *Food Chem.* 151 (2014) 65–71.

Cluster-decorated DNA origami for enhanced Raman spectroscopic detection methods (DeDNAed)

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

Andreas Heerwig, Christine Schirmer, Alfred Kick, Michael Mertig

Der Bedarf an schneller Detektion von Interleukin 6 (IL6) als einem Trigger des Zytokinsturms ist vor allem bei Krebstherapien wie der CAR-T-Zelltherapie¹, aber auch bei schweren Verläufen von COVID-19² immens hoch. Eine schnelle Intervention kann dabei buchstäblich Leben retten. Etablierte Assays benötigen mehrere Stunden, um die Konzentration von IL6 zu ermitteln und erreichen meist nicht die notwendige Sensitivität, um bereits kleinste Konzentrationserhöhungen aufzuzeigen, da die Grundspiegel von IL6 bei gesunden Menschen stark variieren können³.

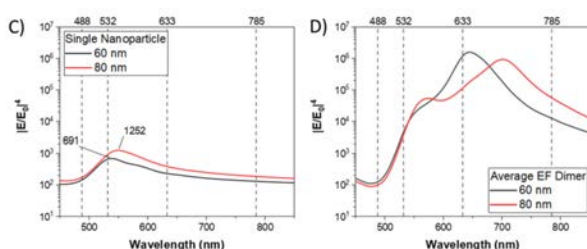


Abbildung 1. Vergleich der Verstärkungsfaktoren der Ramanintensität durch Goldmonomere (C) oder -dimere (D) unterschiedlicher Größe⁴.

Ziel des Projekts DeDNAed ist eine Reduktion der Detektionszeit auf unter 15 Minuten und eine Detektionsgrenze, die den IL6-Spiegel gesunder Menschen unterschreitet. Dazu wird die oberflä-

chenverstärkte (bzw. partikelverstärkte) Ramanspektroskopie (SERS) als sehr schnelle und hochsensitive Detektionsmethode verwendet. Sie basiert auf der elektromagnetischen Feldverstärkung, die bei Einstrahlung eines geeigneten Lasers im Raum zwischen plasmonisch aktiven Partikeln entsteht. Die Detektion eines einzelnen dort platzierten Raman-aktiven Moleküls wird dann möglich⁴.

Bereits raue Metalloberflächen zeigen SERS-Verstärkung. Diese Verstärkung kann durch gezielte Einstellung der Partikelgröße und -uniformität sowie des Partikelabstands gezielt an die gewünschte Anwendung angepasst werden. Hier werden dazu einerseits Dimere aus hoch-sphärischen Goldnanopartikeln (hergestellt vom Projektpartner CIC biomaGUNE) und andererseits ein DNA-Origami - eine Faltung einer DNA zu einer künstlichen, zweidimensionalen DNA-Struktur - verwendet, die als Templat zur kontrollierten Immobilisierung der Nanopartikel dient. Das DNA-Templat erlaubt die Nanometer-genaue Positionierung der Goldnanopartikel und damit des Abstands zwischen den Partikeln. Die DNA-Origamistruktur soll zudem die Goldpartikeldimere an Positionen innerhalb eines Arrays transportieren und immobilisieren (Abbildung 2).

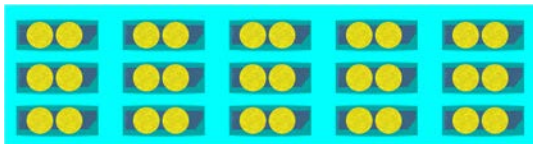


Abbildung 2. Array aus Goldnanopartikel-Dimeren, organisiert durch DNA-Origami.

Durch die exakte Einstellung der Dimerdichte auf den Substraten sowie die exakte Positionierung des Analyten zwischen den Dimeren werden quantitative Aussagen zur Konzentration des Analyten möglich. Durch Verwendung von DNA-Origamistrukturen mit unterschiedlichen Erkennungselementen für Analyten lassen sich zudem Arrays herstellen, die multiple Analyten simultan bestimmbar machen und somit das Anwendungsspektrum der Sensorplattform enorm erweitern. Neben medizinischen Anwendungen wären hier beispielsweise auch maßgeschneiderte, hochselektive Anwendungen in der Landwirtschaft oder Umweltanalytik denkbar.

Außerdem wird eine Übertragung der Strukturen auf flexible Substrate angestrebt, um die Proben-

nahme für Patienten weiter zu vereinfachen. Dafür sollen die Detektionssysteme auf Lipiddoppelschichten zu Langmuir-Blodgett-Filmen verdichtet und anschließend auf flexible Substrate übertragen werden, die dann beispielsweise in Atemmasken integriert werden können.

In der ersten Phase des Projekts wurde am KSI Meinsberg das benötigte DNA-Origami entworfen und synthetisiert. Danach erfolgte die Anbindung zweier Goldnanopartikel. Die resultierenden Partikel-Dimere konnten u.a. mittels STEM nachgewiesen werden (Abbildung 3). ■

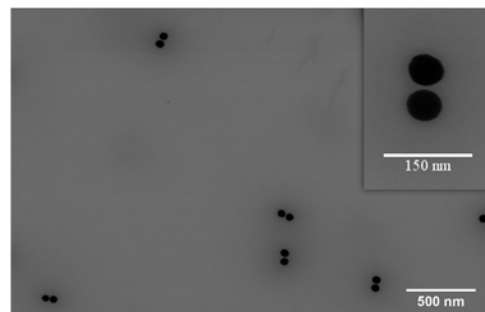


Abbildung 3. STEM-Aufnahme von Goldnanopartikel-Dimeren immobilisiert auf DNA-Origami-Strukturen.

- **Projektleitung:** Prof. Michael Mertig
- **Projektträger:** Europäische Union, Horizon 2020, FET Open
- **Projektpartner:** Technische Universität Chemnitz, CIC biomaGUNE (Spanien), Le Mans Université (Frankreich), Universität Potsdam, Tecnalia (Spanien), BNN (Österreich)
- **Laufzeit:** 03/2021 – 02/2024
- **Förderkennzeichen:** 964248

- 1 B. Santomaso et al., *American Society of Clinical Oncology Educational Book* 39 (2019) 433.
- 2 L.A. Henderson et al., *Arthritis Rheumatol* 72 (2020) 1059.
- 3 E.A. Said et al., *J. Med Virol.* 93 (2021) 3915.
- 4 S. Kogikoski et al., *Molecules* 26 (2021) 1684.

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

Das Vorhaben ist auf die Entwicklung eines Ganzzellbiosensorsystems zur Detektion von Diclofenac in Abwässern gerichtet.

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

Arzneimittelrückstände und deren Metabolite im Wasserkreislaufsystem sind potenziell gesundheitsschädlich und ein weltweites Problem. Auf die erste EU-Beobachtungsliste wurde auch Diclofenac gesetzt, eines der weltweit am häufigsten eingesetzten Medikamente, ein nichtsteroidaler Entzündungshemmer/Antirheumatikum. Bei oraler Gabe von Diclofenac werden 60 bis 70 % des Wirkstoffs über den Urin ausgeschieden. Die mittlere Diclofenac-Konzentration im Abwasser ist 0,11 bis 2,3 µg/l, in Krankenhausabwässern bis zu 6,88 µg/l und in Abwässern der pharmazeutischen Industrie auf 203 µg/l (0,69 µM) ansteigen.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines Sensorprinzips auf Grundlage genetisch modifizierter Hefen als Ganzzellensensoren zur Detektion von Arzneimittelrückständen in Umweltproben. Im speziellen soll Diclofenac nachgewiesen werden. Das Sensorprinzip (Abbildung 1) beruht auf der Bildung des Hefe-Pheromons, α -Faktor, durch einen genetisch modifizierten Hefestamm (Sensorhefe), der bei Anwesenheit von Diclofenac den α -Faktor synthetisiert. Der α -Faktor führt dann in einem zweiten Stamm (Aktorhefe) zur Bildung eines fluoreszierenden Proteins (mNeonGreen). Die Bildung des α -Faktors, bei sonst gleichen Bedingungen, ist von der Diclofenac-Konzentration, die innerhalb der Detektionszeit als konstant angesehen wird, abhängig. Damit wächst die α -Fak-

tor-Konzentration näherungsweise zeitlich linear. Die Bildungsrate des mNeonGreen kann wiederum als proportional zur α -Faktor-Konzentration angenommen werden. Dadurch führt die Kumulation des α -Faktors zur gesteigerten Produktion des mNeonGreen. Dies stellt eine Signalverstärkung im Vergleich zur direkten Detektion des Diclofenacs ohne α -Faktor als Zwischenstufe dar. Durch Erhöhung der Zelldichte, insbesondere der Aktorhefe, durch geeignete Kultivierungsbedingungen kann ebenfalls eine Signalverstärkung erreicht werden. Die Zelldichte wurde über die optische Dichte bei einer Wellenlänge von 600 nm (OD_{600}) eingestellt.

Es wurde eine Mischung aus Sensor- und Aktorhefe zur Detektion von Diclofenac untersucht. Die Menge der Sensorhefe wurde dafür auf 10 % der Menge an Aktorhefe eingestellt, um die Konzentration des basal produzierten α -Faktors – d.h. selbst in Abwesenheit von Diclofenac – gering zu halten. Jedoch erkennt man in Abbildung 2, dass trotzdem eine deutliche Produktion des mNeonGreen auch ohne Diclofenac stattfindet. Diese ist kleiner als im Medium mit 1 µM Diclofenac, erschwert aber die Quantifizierung von kleineren Diclofenac-Konzentrationen in Wasserproben unbekannter Zusammensetzung. Es wurde daher angenommen, dass durch die unmittelbare Nachbarschaft der Aktor- und Sensorhefzellen in der Suspension, stellenweise zu

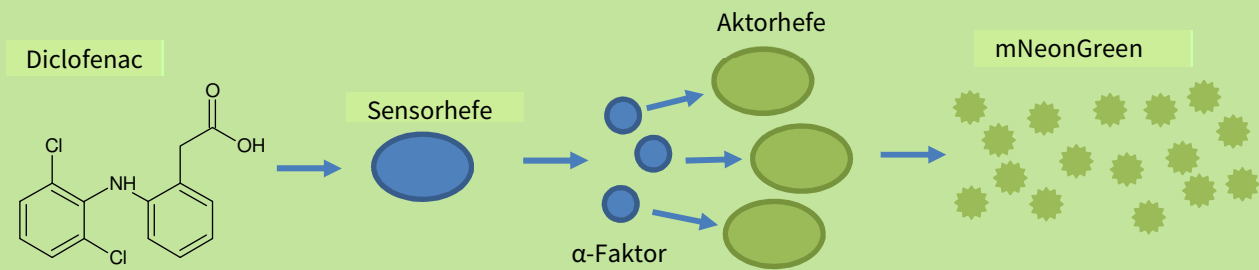


Abb. 1

hohe Konzentrationen des basal produzierten α -Faktors auftreten und diese eine zu starke mNeonGreen-Bildung hervorrufen.

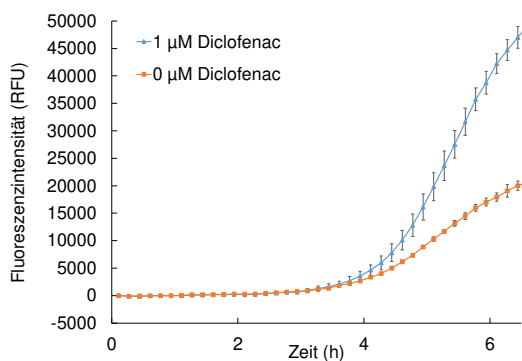


Abbildung 2. Kinetik der Fluoreszenzintensität in Suspensionen aus Sensorhefe (Start-OD600 = 0,1) und Aktorhefe (Start-OD600 = 1); ohne Diclofenac oder mit 1 µM Diclofenac. Mittelwerte und Standardabweichungen aus je 3 Wells.

Deswegen wurde anschließend die Sensorhefe in Abwesenheit von der Aktorhefe zunächst mit Diclofenac versetzt. Nach einer bestimmten Einwirkzeit bildet sich in Abhängigkeit der Diclofenac-Konzentration der α -Faktor, welcher homogen im Überstand der zentrifugierten Zellsuspension vorliegt. Die Zugabe des Überstandes in eine Suspension mit Aktorhefe führt zur Bildung des Fluoreszenzproteins in Abhängigkeit von der α -Fak-

tor-Konzentration ohne lokal überhöhte Pheromon-Konzentrationen. Die Messwerte in Abbildung 3 bestätigen diese Annahme. Die Konzentration des basal produzierten α -Faktors nach 5 h ist bei anschließender homogener Verteilung in eine Suspension der Aktorhefe nicht ausreichend, um eine signifikante Erhöhung der Fluoreszenzintensität innerhalb der Detektionszeit zu bewirken.

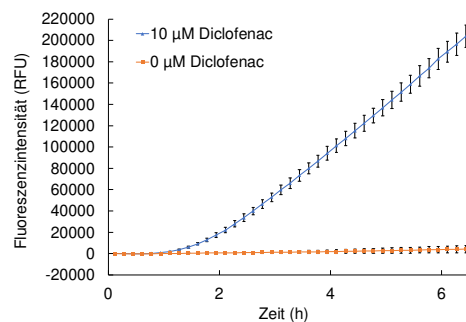


Abbildung 3. Kinetik der Fluoreszenzintensität der Aktorhefe-Suspension nach Zugabe des Überstandes aus einer Sensorhefe-Suspension (5 h Einwirkzeit mit 0 µM bzw. 10 µM Diclofenac). Start-OD600 = 1 Mittelwerte und Standardabweichungen aus je 3 Wells.

Die entstandene Konzentration an α -Faktor beim Einwirken von 10 µM auf die Sensorhefe zeigt hingegen bereits nach 1,5 Stunden einen signifikanten Anstieg der Fluoreszenzintensität. ■

- **Projektleitung:** Prof. Michael Mertig
- **Projekträger:** Sächsische Aufbaubank
- **Projektpartner:** Umweltmonitoring und Endokrinologie - Fakultät Biologie, Technische Universität Dresden
- **Laufzeit:** 05/2020 – 07/2022
- **Förderkennzeichen:** 100388387

Abbildung 1. Prinzip des Hefe-Pheromon-basierten Signalverstärkersystems zur Detektion von Diclofenac.

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

Chitosan-modifizierte Elektroden wurden für die voltammetrische Bestimmung von Eisenionen in Realwasserproben aus der Spree eingesetzt.

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

Die Entwicklung elektrochemischer Sensoren ist eine der innovativsten Anwendungen von Chitosan. Das biologisch abbaubare Polymer wird hauptsächlich aus den Schalen von Krebstieren durch Abspaltung der N-Acetylgruppe (Deacetylierung) des Chitins gewonnen. Die in der Chitosanstruktur vorhandenen Aminogruppen protonieren im sauren pH-Bereich. Sie verleihen dem Polymer besondere Eigenschaften und eröffnen damit ein breites Anwendungsspektrum, insbesondere auch in der elektrochemischen Sensorik.

In Zusammenarbeit mit dem Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V. (IPF) wird das umweltverträgliche Chitosan sowohl für die Wasseraufbereitung als auch für elektrochemische Anwendungen betrachtet. Im Teilprojekt des IPF werden das Biopolymer und seine Derivate als Flockungs- und Adsorptionsmittel zur Entfernung von Sulfat- und Eisenionen aus den belasteten Gewässern der Spree untersucht. Das Ziel des Teilprojekts des KSI Meinsberg besteht darin, Chitosan als Analyt-komplexierende Verbindung für die Entwicklung von *All-Solid-State*-Sensoren zur *Vor-Ort*-Detektion von Eisen- und Sulfationen in verockerten Spreewässern einzusetzen.

Graphitpaste-basierte, stabförmige Elektroden wurden hergestellt und anschließend mit Chitosan modifiziert. Die Präparation erfolgte durch

Immobilisierung von Chitosan in Polyvinylchlorid-Membranen, welche durch *Drop-casting* auf die Elektrodenoberflächen aufgebracht wurden.

Das Messprinzip der Fe^{3+} -Bestimmung durch Adsorptions-Stripping-Voltammetrie ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt.

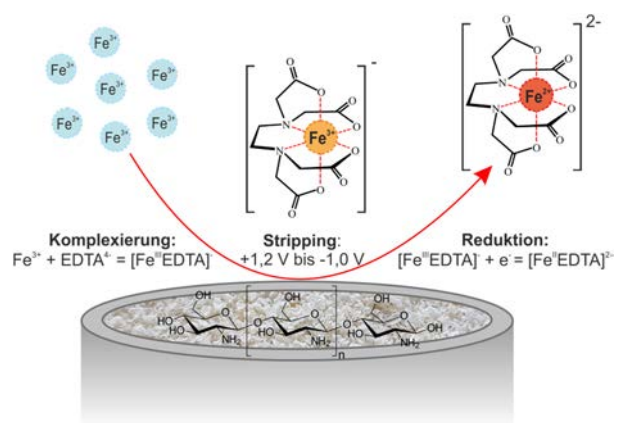


Abbildung 1. Messprinzip der Adsorptions-Stripping-Voltammetrie zur Bestimmung von Fe^{3+} -Ionen an einer Chitosan-modifizierten Elektrode.

Die Methode beruht auf der Komplexbildung von dreiwertigem Eisen mit Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA). Nach der Zugabe eines Fe^{3+} -Aliquots zum EDTA-haltigen Elektrolyt werden sehr stabile $[\text{Fe}^{\text{III}}\text{EDTA}]$ -Komplexe gebildet. Diese negativ geladenen Komplexverbindungen reagieren mit positiv geladenen Aminogruppen von

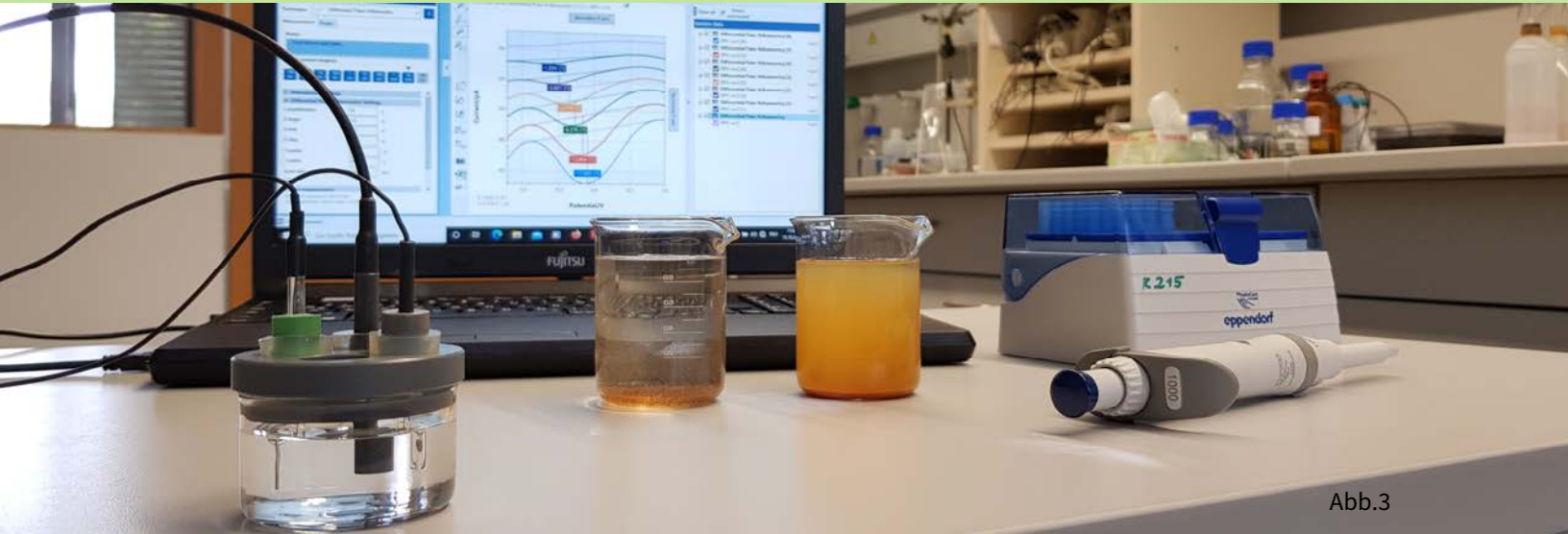


Abb.3

Chitosan adsorbieren damit auf der Elektrodenoberfläche. Der Prozess verläuft sehr schnell und ohne elektrochemische Abscheidung durch Anlegen eines Potentials über eine bestimmte Zeit. Beim Stripping-Schritt wird das Potential in kathodische Richtung von +1,2 V bis -1,0 V gefahren. Während die $[\text{Fe}^{\text{III}}\text{EDTA}]$ -Komplexe zu $[\text{Fe}^{\text{I}}\text{EDTA}]^{2-}$ reduzieren, wird ein kathodischer Strompeak registriert.

Die Abbildung 2 stellt die Ergebnisse einer voltammetrischen Fe^{3+} -Detektion in einer Realwasserprobe aus der Spree dar. Die quantitative Bestimmung von Fe^{3+} -Ionen erfolgte mittels Standardadditionsverfahren. Die Messlösung (20 ml Elektrolyt mit 1 ml Probe) wurde fünfmal mit einer Eisen-Standardlösung aufgestockt. In der Auswertung wurde ein Fe^{3+} -Gehalt von 14,41 mg/l berechnet. Der Referenzwert der Fe^{3+} -Konzentration, gemessen mittels Atomabsorptionsspektrometrie, beträgt 11,28 mg/l.

Natürliche Polymere wie Chitosan sind damit sehr attraktiv für viele elektrochemische Anwendungen. Nicht zuletzt aufgrund ihrer Umweltver-

träglichkeit liefern sie Bausteine zur nachhaltigen Entwicklung von Sensoren, die bedenkenlos in Feldversuchen eingesetzt werden können. Die Fähigkeit zur Komplexbildung an Chitosan ermöglicht die quantitative Bestimmung von Fe^{3+} -Ionen, hier gezeigt am Beispiel einer Spreewasserprobe durch kathodische Adsorptions-Stripping-Voltammetrie. ■

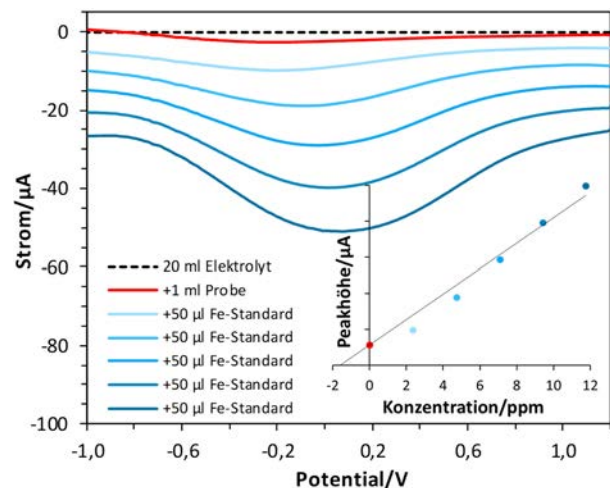


Abbildung 2. Bestimmung von Fe^{3+} -Ionen an Chitosan-modifizierter Elektrode durch Adsorptions-Stripping-Voltammetrie in einer Realprobe aus der Spree. Inset: Kalibrierkurve.

- **Projektleitung:** Prof. Michael Mertig
- **Projekträger:** Sächsische Aufbaubank
- **Projektpartner:** Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V.
- **Laufzeit:** 09/2019 – 03/2022
- **Förderkennzeichen:** 100377118

Abbildung 3. Versuchsaufbau der voltammetrischen Eisen-Bestimmung in einer Wasserprobe aus der Spree.

PAK-Sensor für Schiffsabgasreinigungsanlagen

Dieses Projekt hat zum Ziel, die Detektion polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) mittels elektrochemischer Messverfahren zu erweitern. Damit sollen Schiffsabgasreinigungsanlagen gesteuert werden können.

Alfred Kick, Michael Mertig

Viele Schiffe verwenden als Treibstoff Schweröl und können ohne Abgasreinigung die Grenzwerte nicht einhalten. Deshalb müssen Schiffe mit Abgasreinigungssystemen (Scrubbern) ausgerüstet werden. Im Scrubber werden die Abgase durch Wasser geleitet, in dem sich Schwefeloxide, Öle, Ruß und Feinstaub anreichern. Auch polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) können sich in den Abgasen und im Waschwasser befinden, welche üblicherweise mittels Fluoreszenzmesssonden detektiert werden. Die aus der Fluoreszenzintensität folgende PAK-Konzentration sowie Trübung und pH-Wert müssen überwacht und geregelt werden.

Die Aufgabe des KSI Meinsberg in diesem Projekt ist die Ergänzung der Fluoreszenzmessung durch elektrochemische Methoden, um die Verschmutzung schnell und kostengünstig zu überwachen. Die Idee besteht darin, robuste Elektrodenanordnungen herzustellen, so dass an der Arbeitselektrode entweder Adsorptionen oder Stoffumsätze detektiert werden können. Je nach Art der Arbeitselektrode können unterschiedliche Prozesse besonders sensitiv detektiert werden. So können Adsorptionen an Platinelektroden (siehe Jahresbericht 2020) gut mittels Cyclovoltammetrie und Impedanzspektroskopie verfolgt werden. Zusätzlich wurde der Einsatz von Gold und Glaskohlenstoff als Arbeitselektroden (Abbildung 1) untersucht. Insbesondere wurden Glaskohlenstoff-Elektroden erfolgreich zur Detektion von Sulfitionen

(SO_3^{2-}) eingesetzt. Sulfitionen sind die Anionen der schwefligen Säure (H_2SO_3). Diese Säure entsteht, wenn das bei der Verbrennung schwefelhaltigen Schweröls entstehende Schwefeldioxid sich im Waschwasser löst. Daher ist es vorteilhaft, die SO_3^{2-} -Konzentration überwachen zu können. Sulfitionen lassen sich an Glaskohlenstoffelektroden zu Sulfat oxidieren. Dieses kann mittels der sogenannten *Linear-Sweep-Voltammetrie* erfolgen. Dabei wird das Potential ein Mal mit einer konstanten Scanrate von einem Start- zum Endpotential verändert und der resultierende Strom aufgezeichnet. (Scanrate: 1 V/s, Potentialbereich: 0,25 V - 0,8 V gegen eine Pseudo-Referenzelektrode aus Ag/AgCl gemessen, Abbildung 2).

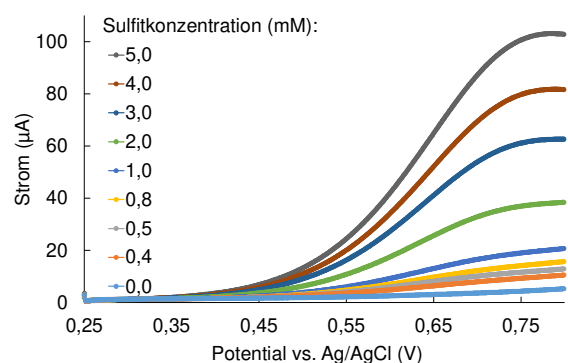


Abbildung 2. SO_3^{2-} -Detektion an einer Glaskohlenstoffelektrode mittels *Linear-Sweep-Voltammetrie* in einer Nordmeer-Probe. Scanrate: 1 V/s; aufsteigende Na_2SO_3 -Konzentration.

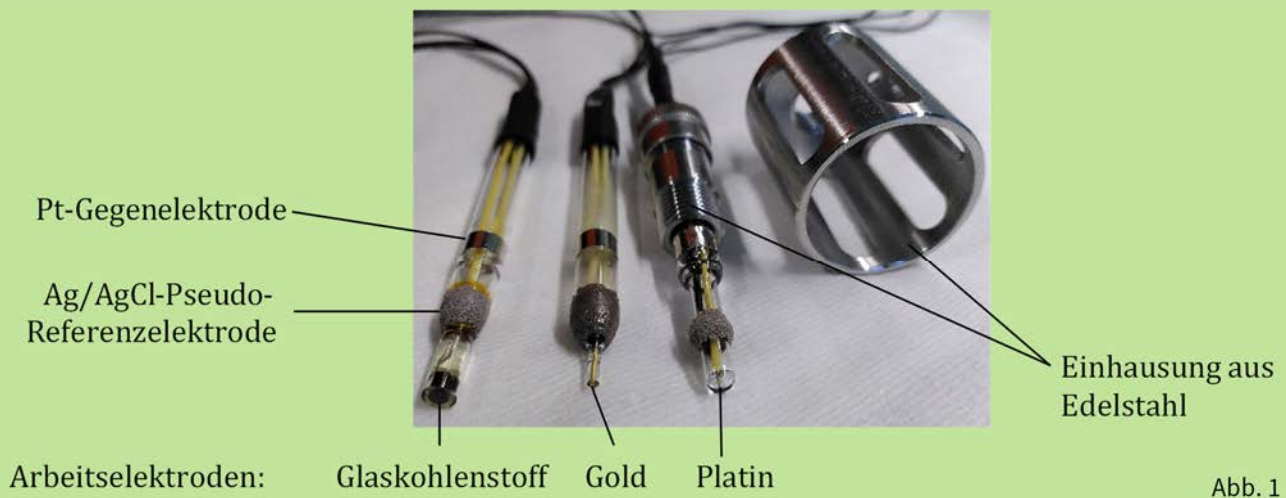


Abb. 1

Die SO_3^{2-} -Konzentration wurde durch Zugabe einer Stammlösung von Na_2SO_3 in eine Wasserprobe aus dem Nordmeer variiert. Damit kann eine SO_3^{2-} -Konzentration von kleiner 1 mM sicher nachgewiesen werden (Abbildung 3).

Damit eignet sich die Glaskohlenstoffelektrode zur elektrochemischen Überwachung des Eintrags von Schwefeldioxid in das Washwasser. Folglich wäre es möglich, den Betrieb eines Scrubbers anhand der SO_3^{2-} -Entstehung effektiv und kontinuierlich zu regeln. ■

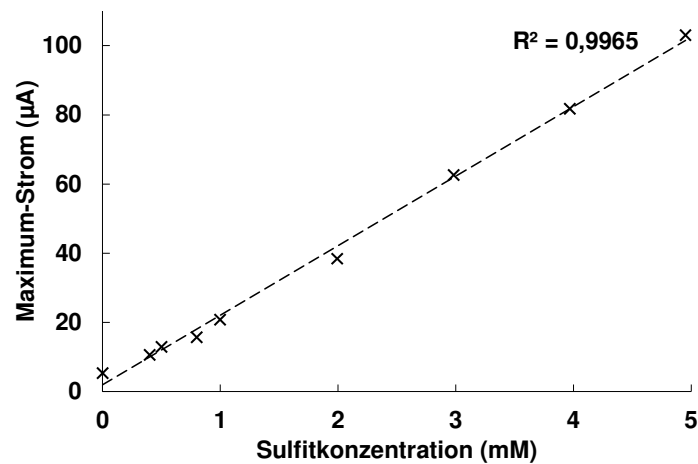


Abbildung 3. SO_3^{2-} -Detektion an einer Glaskohlenstoffelektrode mittels *Linear-Sweep-Voltammetrie* in einer Nordmeer-Probe. Maximale Stromstärke in Abhängigkeit von der Na_2SO_3 -Konzentration.

- **Projektleitung:** Dr. Alfred Kick
- **Projekträger:** ZIM-Kooperationsprojekt, AiF Projekt GmbH, Berlin
- **Projektpartner:** IL Metronic Sensortechnik GmbH, IfU GmbH - Privates Institut für Umweltanalysen
- **Laufzeit:** 01/2020 – 06/2022
- **Förderkennzeichen:** ZF4088708ST9

Abbildung 1. Elektrodenanordnungen mit unterschiedlichen Materialien als Arbeitselektroden, die Einhausung besteht aus rostfreiem Edelstahl.

Neuartiger dickschichtbasierter Anionensensor für wässrige Medien (AnSens)

Entwicklung und Verifizierung von anionensensitiven Gläsern für potentiometrische Sensoren.

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

Auf Grund des großen Bedarfs an kostengünstiger Messtechnik für die quantitative Bestimmung von Anionen wird mit dem Verbundprojekt AnSens das Ziel verfolgt, praxistaugliche Chalkogenidglas (CG)-Sensoren sowie die hierfür erforderliche Messgerätetechnik zu entwickeln und zu testen. Aus ökonomischer Sicht wird als Herstellungstechnologie für die Sensoren die Dickschichttechnik präferiert. Mit der Dickschichttechnologie können kostengünstig sowohl Einzelsensoren als auch Multisensoren auf einem chemisch und mechanisch stabilen, keramischen Substrat dargestellt werden (Abbildung 1). Die Vorteile dieser Technologie kommen besonders dort zum Tragen, wo kleine Abmessungen, robuste Ausführung, rascher Sensorwechsel und hohe mechanische Belastbarkeit die Anwendung bestimmen.

Im Vordergrund stehen hierbei die Erfassung der Anionen Sulfid, Bromid und Iodid zu Vor-Ort-Messungen in wässrigen Medien. Ganz speziell die Bestimmung von Sulfiden ist in vielen Bereichen notwendig, denn diese können in gefährlicher und schädlicher Menge als Schwefelwasserstoff vorliegen. Auch bei der Überwachung von geothermalen Bohrlöchern, Biogasanlagen, Depo-nien, Kompostwerken, Klärwerken sowie bei der Tierkörperverwertung oder der Massentierhaltung sind diese Sensoren zur Vermeidung schädlicher Ausdünstungen oder Verbreitung unzumutbarer, übler Gerüche notwendig.

Die Aufgabe des KSI Meinsberg umfasst die Herstellung und Verifizierung neuer anionensensitiver Chalkogenidgläser mit den für den nachfolgenden Dickschichtprozess geeigneten Materialeigenschaften zur Bestimmung der Anionen. CG-Schüttgüter und CG-Pulver wurden einer Charakterisierung zur Bestimmung ihrer glas-technischen Eigenschaften unterzogen. Für Orientierungsmessungen der elektrochemischen Funktionalität der neu entwickelten CGs wurde zunächst eine Konfektionierung konventioneller, potentiometrischer Sensoren vorgenommen. Hierbei handelt es sich um stabförmige GC-Sensoren, wobei geschmolzene CG-Stücke mechanisch zerkleinert, elektrisch kontaktiert, armiert und ggf. plan geschliffen werden.

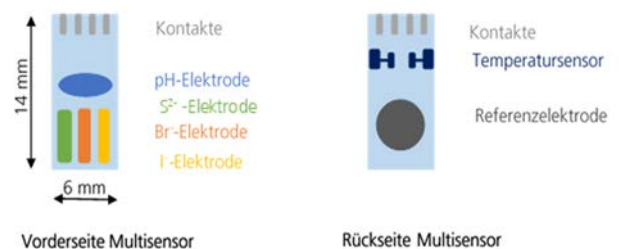


Abbildung 1. Schematische Abbildung eines Dickschicht-Multisensors.

CGs verschiedener stöchiometrischer Zusammensetzungen, sensitiv für Bromid-, Iodid- und Sulfid-Ionen, wurden geschmolzen. Das für Sulfid-Ionen sensitive CG auf der Basis des Stoffsystems CdS-AgI-Ag₂S-As₂S₃ ist für die Verarbeitung zu einer Glaspaste und deren Siebdruck sowie

Einbrand auf ein Keramiksubstrat zur Herstellung von dichten Glasmembranen besonders geeignet. Bei der Bestimmung sind das chemische Gleichgewicht zwischen verschiedenen Sulfidspezies (S^{2-} , HS^- , H_2S) in Abhängigkeit vom pH-Wert und auftretende Redoxprozesse in Gegenwart von Sauerstoff zu beachten (Abbildung 2).

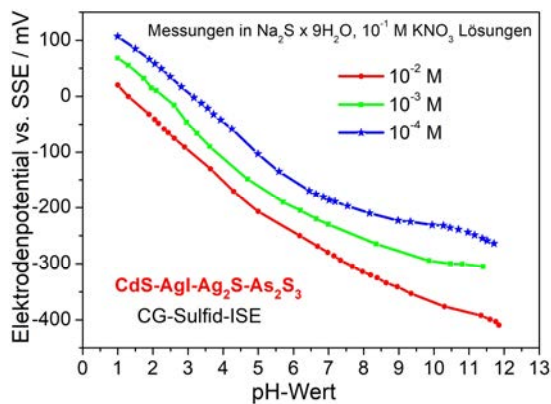


Abbildung 2. pH-Abhängigkeit des Messsignals einer CG-Sulfid-ISE.

Das Ansprechverhalten einer CG-ISE ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Steigung der Messkette im linearen Messbereich von 10^{-2} M bis 10^{-5} M $Na_2S \times 9H_2O$, 10^{-1} M KNO_3 bei neutralem pH-Wert mit 60

$\pm 0,5$ mV/ pS_T stimmt gut mit der Nernst-Gleichung für einwertige Ionen (HS^-) überein. Die Sensoren sind somit für eine zuverlässige Prozesskontrolle bei natürlichen pH-Wert von Abwässern für Messungen des gelösten Schwefelwasserstoffs geeignet.

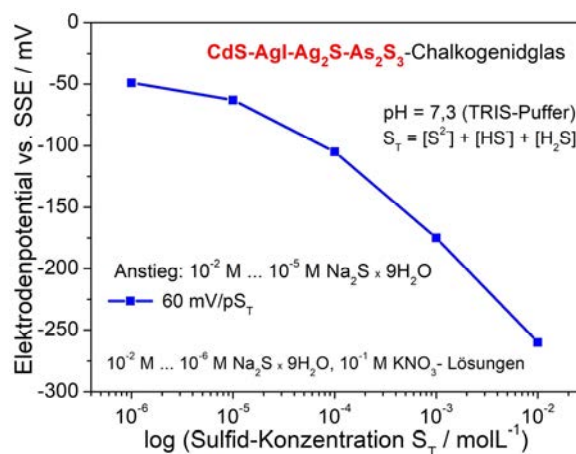


Abbildung 3. Kalibrierkurve einer CG-Sulfid-ISE bei einem pH-Wert von 7,3.

Außerdem zeichnen sie sich durch hohe mechanische Robustheit und chemische Beständigkeit aus. ■

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

Mobiles Gerät zur Lithium-, Natrium- und Kreatininmessung 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.

Manfred Decker, Petra Teichmann, Winfried Vonau, Mike Weber

Für die erwachsene Bevölkerung in Deutschland beträgt die 12-Monats-Prävalenz, an einer Depression zu erkranken, 6 %. Die Therapie erfordert in vielen Fällen den Einsatz von Antidepressiva. Nicht alle Patienten sprechen auf die initiale Behandlung mit diesen Medikamenten ausreichend an, so dass eine zusätzliche Gabe von Lithiumsalzen zur Erhöhung der Wirksamkeit notwendig sein kann. Diese sogenannte Lithiumaugmentation wird von den behandelten Ärzten jedoch nur zurückhaltend verordnet, da die therapeutische Breite der Lithiumsalze nur sehr schmal ist. Eine Überdosierung kann zu einer Lithiumintoxikation mit schwerwiegenden Folgen, z.B. einem akuten Nierenversagen, führen. Dies macht bei der Therapie eine genaue Einstellung der Medikamentendosierung mit regelmäßiger Kontrolle des Lithiumgehalts im Serum sowie der Nierenfunktion notwendig.

Parkin et al.¹ zeigten in einer aktuellen Studie mit psychisch Erkrankten eine lineare Korrelation zwischen der Lithiumaktivität im Blut und der im Speichel auf. Dies legt nahe, dass die Analyse im Speichel auch zur Einstellung und zum Monitoring der Lithiumaugmentation genutzt werden kann. Eine einfache Probennahme des Speichels sowie eine schnelle Messung der Zielgröße würde als nicht invasive die Akzeptanz der Lithiumtherapie bei Ärzten und Patienten deutlich steigern.

Wesentliches Ziel des Vorhabens ist die Realisierung eines Messgeräts, welches eine schnelle Lithiummessung im Speichel zur Kontrolle der Lithiumaugmentation erlaubt. Dabei stehen bei den Partnern im Projekt sowohl die Bestätigung und Ergänzung der Studienergebnisse, die Präzisierung der Speichelprobenahme, die apparative und sensorische Entwicklung eines Prototypen als auch die Auswertung und Visualisierung der Resultate im Fokus.

Das KSI Meinsberg konzentriert sich dabei auf die sensorische Analyse der Lithiumaktivität im Speichel mittels potentiometrischer Sensoren. Abbildung 1 zeigt ein Schema der geplanten Messzelle.

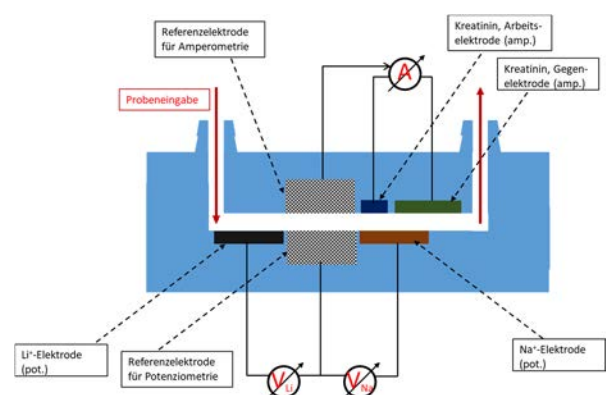


Abbildung 1. Schematische Darstellung der Messzelle zur Lithiumbestimmung im Speichel (zusätzlich amperometrischer Biosensor zur Kreatininanalyse, Entwicklung bei der TRACE Analytics GmbH).

Für die potentiometrische Lithiumbestimmung mit Polymermatrix-gestützten Elektroden stehen verschiedene Lithiumionophore zur Verfügung. Bei all diesen Verbindungen wird jedoch eine deutliche Querempfindlichkeit gegenüber Natriumionen beobachtet, die ebenfalls im Speichel zu finden sind. Aus diesem Grund ist eine zusätzliche Integration eines Natriumsensors erforderlich, dessen Resultate für eine rechnerische Korrektur der Natriuminterferenz auf die Quantifizierung des Lithiumgehalts genutzt werden sollen.

Komplettiert wird die vom KSI Meinsberg verantwortete Entwicklung der Messzelle durch die Integration einer Referenzelektrode, deren Bezugspotential als Basis für die beiden potentiometrischen Sensoren dienen wird. Dabei sollen sowohl Festelektrolyt-basierte als auch flüssigabgeleitete Systeme auf ihre Eignung geprüft werden. Die Dimensionierung der Messzelle wird darauf ausgerichtet sein, dass eine Speichelmenge von einem Milliliter für eine zuverlässige Quantifizierung ausreicht.

Erste Messreihen belegen die hohe Steilheit der Polymermatrix-gestützten Lithiumsensoren. Die Abbildung 2 zeigt eine Kalibrierkurve für eine flüssigabgeleitete Elektrode auf Basis des kommerziellen Lithiumionophors VI.

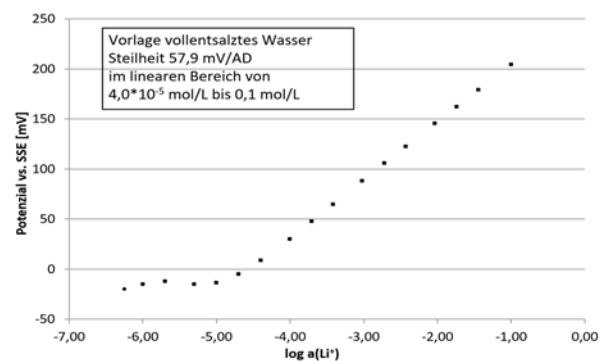


Abbildung 2. Kalibrierkurve für eine Lithium-sensitive Elektrode mit Flüssigableitung, ermittelt mit Standardadditionsverfahren.

Es wird eine hohe Sensitivität für Lithiumionen in Höhe von 57,9 mV/AD in einem linearen Bereich von $4,0 \cdot 10^{-5}$ bis 0,1 mol/L ermittelt. Darüber hinaus zeichnen sich die Sensoren durch ein schnelles Ansprechen und eine hohe Potentialstabilität auch über längere Standzeiten aus. ■

- **Projektleitung:** Manfred Decker
- **Projekträger:** BMBF, Projekträger 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 G.M. Parkin et al., *Bipolar Disorders* 23 (2021) 679-688.

Flexibilisierung der Biogasproduktion durch Prozessphasenseparation und Dünnschlammrezirkulation (ProPhaSep)

Das Vorhaben ist auf die energetische Nutzung biogener Rest- und Abfallstoffe gerichtet. Im Teilvorhaben des KSI Meinsberg wird ein Messsystem für in Biogasmedien gelöste Gase (H_2 , CH_4) entwickelt und erprobt.

Rodrigo Renato Retamal Marín, Jens Zosel, Michael Mertig

Durch die biotechnologische Umwandlung organischer Substrate aus der Natur und aus Abfällen in Biogas lassen sich einerseits deutliche Verringerungen von Treibhausgas-Emissionen erzielen. Die andererseits immer besser verstandene Flexibilisierung von Biogasprozessen ermöglicht die gezielte Pufferung von Elektroenergienetzen, in die immer mehr Strom aus Sonne und Wind eingespeist wird. Um dabei eine hohe Gesamteffizienz und Prozesssicherheit zu garantieren, werden neue Überwachungsprozeduren im Rahmen des BMWi-Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“ der Bundesregierung entwickelt. Das Hauptziel dieses Vorhabens betrifft die kontinuierliche Prozessüberwachung von Biogasanlagen durch zuverlässige Online-Messtechnik für pH-Wert sowie Fettsäuren- und Gelöstgaskonzentration in unterschiedlichen Gärmedien zur gezielten Dünnschlammrückführung und Flexibilisierung der Biogasproduktion. Die dafür bislang vorherrschende Labordiagnostik an manuell entnommenen Proben ist zu langsam und zu fehleranfällig. Sie kann durch Online-Messungen gelöster Gase effizient substituiert werden. Insbesondere lassen sich durch die Messungen von gelöstem Wasserstoff in Biogas-Gärmedien Abbauege und –grade im Fermenter bestimmen, wodurch die Prozessstabilität beurteilbar wird¹.

Die zumeist im Hauptfermenter zweistufiger Anlagen ablaufenden wesentlichen Umwandlungsprozesse (Hydrolyse der Makromoleküle – hydrolytische Phase, Vergärung der Spaltprodukte – acidogene Phase und Acetatbildung – acetogene Phase, sowie Methanbildung – methanogene Phase) sollen für eine flexiblere Prozessführung aufgeteilt werden, so dass im bisher als Nachfermenter bezeichneten zweiten Volumen praktisch die gesamte Methanogenese stattfindet^{2,3,4}. Wie in Abbildung 1 dargestellt, wird im laufenden Vorhaben dazu eine Dünnschlammrezirkulation entwickelt, die anhand des Partialdrucks des Gelöstwasserstoffs geregelt wird.

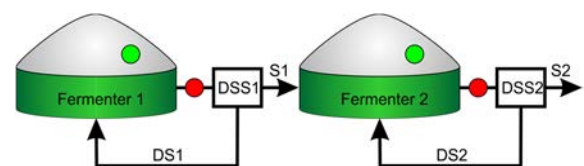


Abbildung 1. Anlage (schematisch) mit zweifacher Dünnschlamm-Separation (DSSx) vom Substrat (Sx) und DS-Rückführung (DSx), rot: Gelöst- H_2 -Sensor, grün: CH_4 -Sensor.

Die langzeitstabile Online-Messung gelöster Gase in Biogas-Gärmedien stellt durch die Biofilmbildung auf allen medienberührten Oberflächen eine große Herausforderung dar, der mit den bislang verfügbaren membranbedeckten Gelöstgassensoren noch nicht ausreichend begegnet

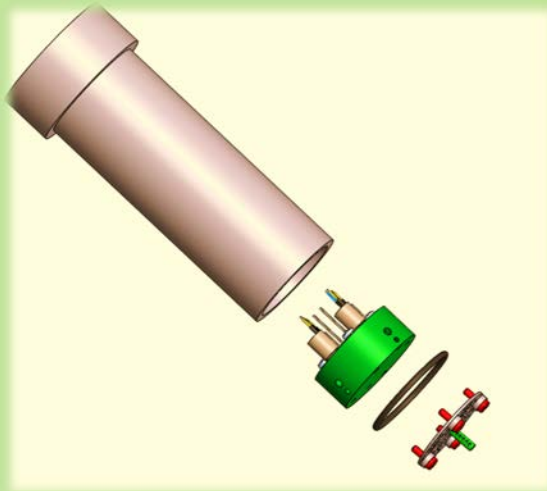


Abb. 2

werden kann. Deshalb wird am KSI Meinsberg das in Abbildung 2 gezeigte neuartige Messsystem entwickelt und erprobt, das eine speziell an Biogasmedien angepasste membranlose Extraktion der zu messenden gelösten Analyte vorsieht. Anschließend erfolgt die Analyse dieser Komponenten mit hochsensitiven Metalloxid-Gassensoren⁵.

Das Messsystem wird unter verschiedenen Randbedingungen im Labor erprobt. Die in Abbildung 3 aufgeführten Ansprechkurven des Gassensors belegen dessen niedrige untere Messgrenze und hohe Sensitivität für Wasserstoff.

Das Messsystem ermöglicht eine periodische Kalibrierung und somit eine rückführbar hohe Genauigkeit des Messwertes. ■

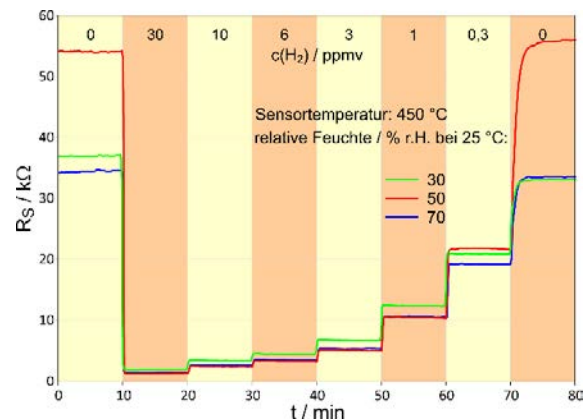


Abbildung 3. Ansprechverhalten eines Metalloxid-Gassensors auf ein Gemisch aus H_2 und synthetischer Luft mit verschiedenen relativen Feuchten.

- **Projektleitung:** Dr. Jens Zosel
- **Projektträger:** BMWi
- **Projektpartner:** ACI GmbH, Berlin, FWE GmbH, Marktredwitz, TUB, Berlin
- **Laufzeit:** 01/2020 – 06/2022
- **Förderkennzeichen:** 03EI5409B

- 1 M. Schelter et al., *Sensors and Actuators B: Chemical* 187 (2013) 209-214.
- 2 B. Haeffner et al., *Chemie Ingenieur Technik* 82 (2010) 1261-1264.
- 3 M. Schelter et al., *Sensors and Actuators B: Chemical* 193 (2014) 113-120.
- 4 J. Zosel et al., *Vorrichtung und Verfahren zur Extraktion gelöster Komponenten aus Flüssigkeiten*, DE 2011 108 133 A1, 2011.
- 5 E. Janesch, *Zweistufige Verfahrensführung zur Flexibilisierung der Biogasproduktion*. 10. Statuskonferenz „Energetische Biomassennutzung“, 29.-30.11.2021 (virtuell).

Abbildung 2. Konstruktion und Detailbild des neuen Sensors zur Extraktion und Messung gelöster Gase in Biogasmedien.

Recycling von mehradrigen Kabeln mit Sonderfüllstoff (Kabelrec)

Für das wertstoffsichernde Recycling mehradriger Kabel aus Telekommunikationsnetzen muss die wasserabweisende Petrolatfüllung entfernt werden. Dazu wurde im abgeschlossenen Verbundvorhaben ein eigensicheres Verfahren entwickelt.

Jens Zosel

Da Telekommunikationsnetze gegenwärtig auf Glasfaser umgerüstet werden, fallen kupferhaltige Telefonkabel in hohem Umfang zum Recycling an. Dabei wird das darin enthaltene Kupfer von der Kunststoffummantelung durch Schreddern und anschließende Windsichtung getrennt und als Wertstoff verkauft. Vor dem Schreddern müssen jedoch die in Telefonkabeln meist enthaltenen vaselineartigen Füllstoffe (Petrolate) vollständig aus den Kabeln entfernt werden, da diese den Schredderprozess nachhaltig beeinträchtigen. Im Rahmen des abgeschlossenen Verbundprojektes wurde deshalb vom Projektpartner ein Verfahren entwickelt, mit dem solche Füllstoffe aus Kabeln eigensicher extrahiert werden und diese dann gegebenenfalls zur Wärme-gewinnung verbrannt werden. Das neu entwickelte Verfahren beruht auf der temperaturgeregelten Zuführung von Warmluft zu den konfektionierten und partiell vereinzelter Aderbündeln.

Im Teilprojekt des KSI Meinsberg wurden für die Gewährleistung der Prozesssicherheit Analyseverfahren für die Gasphase entwickelt, mit denen Einzelbestandteile der Füllstoffe sowie Ausgasungskomponenten der Isolationsmaterialien bestimmt und daraus Gefährdungspotenziale bei der Kabelerwärmung abgeleitet wurden. Weiterhin wurde die in Abbildung 1 dargestellte automatisierte Gassensorik zur Prozessüberwachung entwickelt und erprobt. Mit dieser Sensorik wird der Prozess der Petrolatabtrennung zur Optimierung und Überwachung der Umgebung begleitet.

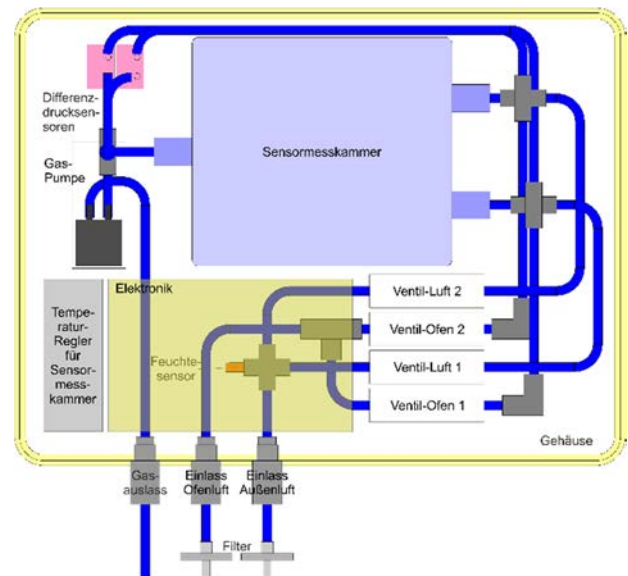


Abbildung 1. Schema des Gassensorarrays zur Überwachung der Anlage zur Extraktion von Füllstoffen, AE = Abgas der Extraktionsanlage, FL = Frischluft.

Die an der vom Projektpartner entwickelten Anlage zur thermischen Füllstoffentfernung installierte Gasüberwachung enthält 12 hochsensitive und unterschiedlich selektive Metalloxid-Gassensoren, die im periodischen Wechsel mit Prozess-Abgas bzw. Frischluft beaufschlagt werden. Dadurch werden Driftprozesse der Gassensoren ausgeglichen und Verschmutzungen der Messkammer durch kondensierende Kohlenwasserstoffe vermieden. Die Langzeitstabilität der Online-Gasanalyse und die Zuverlässigkeit der Überwachung der Petrolat-Extraktion konnten so deutlich erhöht werden.

Der gemeinsam mit der IfU GmbH, Lichtenau, entwickelte Prototyp der Gasüberwachung wurde im praktischen Einsatz beim Projekt-partner über einen längeren Zeitraum erprobt. Die in Abbildung 2 gezeigten Kurven bestätigen, dass mit dieser Methodik der Prozess zuverlässig überwacht werden kann. Weiterhin zeigt sich, dass durch die gewählte Bereitstellungsmethode für die beheizte Prozessluft die zu überwachende Prozessgas-Atmosphäre zusätzlich beeinflusst wird. Begleitende Untersuchungen der Kohlenwasserstoffe in der Prozessatmosphäre belegen, dass vom Prozess keine Gefahren für Gesundheit und Umwelt ausgehen, wenn sichergestellt ist,

dass die Prozesstemperatur so begrenzt wird, dass die Isolationsmaterialien nicht thermisch umgesetzt werden. Im Vorhaben konnte gezeigt werden, dass diese Forderung für die meisten behandelten Kabeltypen problemlos erfüllbar ist.

Am KSI Meinsberg konnte zudem eine neue Methode zur Füllstoffextraktion erfolgreich demonstriert werden, die auch die Wirkung von Scherkräften nutzt und so zu höheren Reinheiten bei bestimmten Kabeltypen führt. Diese könnte bei zukünftigen Recycling-Projekten vorteilhaft eingesetzt werden. ■

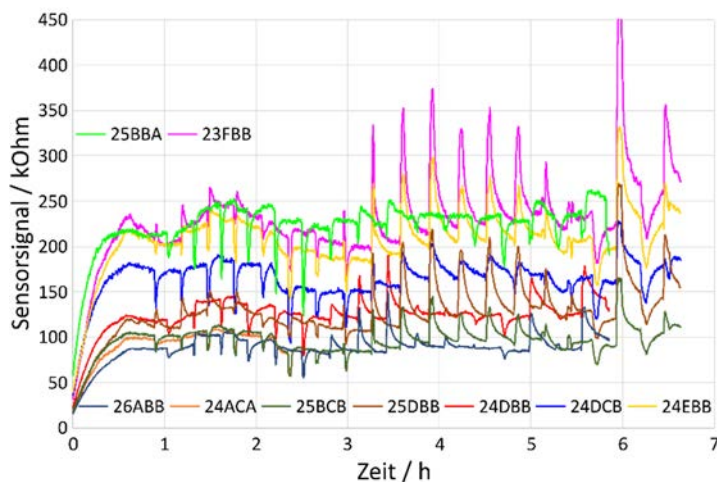


Abbildung 2. Ergebnisse des Feldtests des neu entwickelten Prototyps: Signale mehrerer Metalloxid-Gassensoren bei automatischer konsekutiver Spülung mit Prozessabgas und Frischluft.

- **Projektleitung:** Dr. Jens Zosel
- **Projektträger:** ZIM-Kooperationsprojekt, AiF Projekt GmbH, Berlin
- **Projektpartner:** Meister Kabelrecycling GmbH, Plauen
- **Laufzeit:** 05/2019 – 07/2021
- **Förderkennzeichen:** ZF4088704ST9

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

Entwicklung des Sensordesigns, einschließlich des ISM-Konzeptes sowie der Aufbau- und Verbindungstechnik für das miniaturisierte Multisensorsystem.

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

Gegenstand ist die Entwicklung eines kombinierten Verfahrens zur Herstellung von Multifunktionsensoren für extreme Bedingungen und deren kosteneffiziente Fertigung. Hierfür gilt es insbesondere, auch unter Einsatz moderner Herstellungstechnologien Kleinserien und Unikate unter industriellen Massenproduktionsbedingungen herzustellen. Es werden traditionelle Fertigungsmethoden mit Zukunftstechnologien und digitalen Produktionsverfahren verknüpft.

Im Fokus steht die präzise Bestimmung der Parameter dO_2 , dCO_2 , ORP, pH-Wert und Leitfähigkeit. Grundansatz ist die Etablierung einer Plattform durch die Kombination unterschiedlicher Herstellungsmethoden (Dickschichttechnik, Dünnschichttechnik, Feinwerktechnik, 3D-Druck) für das analytische Tool. Die Modulbauweise (Abbildung 1) gestattet den Austausch von Teilen der Plattform, sodass die genannten Parameter auch beliebig kombiniert werden können.

Grundsätzlich kommen membran- und schichtbasierte Sensorprinzipien zum Einsatz. Eine besondere technische Herausforderung ist dabei u.a. die Entwicklung und Bereitstellung von membranbedeckten Sensoren für die quantitative Bestimmung von Kohlendioxid und die Realisierung einer Mehrelektrodenmesszelle auf der Basis von stabilisiertem Zirkonoxid (YSZ) für die

Sauerstoffbestimmung, insbesondere im Spurenbereich. Diese Innovationen, der Miniaturisierungsanspruch kombiniert mit dem Einsatz neuer Technologien, ermöglicht es erstmalig, membranbasierte Messfühler auch bei hohen Drücken und Temperaturen einzusetzen; gegenwärtig ist das nur unter normalen Umgebungsbedingungen möglich.

Der Einsatz von Sensoren zur Erfassung von Verfahrensparametern gewinnt zunehmend in allen technologischen Prozessen Bedeutung. Dabei sind die Verhältnisse, unter denen chemische Reaktionen oder biologische Vorgänge ablaufen, oft an extreme Bedingungen gekoppelt. Hohe Drücke, hohe Temperaturen und korrosive Belastungen stellen oft den Einsatz von Messfühlern unter *In-line*-Bedingungen in Frage. Das Messgut muss i.d.R. den Einsatzgrenzen der Messtechnik angepasst werden. Dabei gehen möglicherweise entscheidende Informationen verloren. Ziel des Kooperationsvorhabens ist es, als Alternative zu den bekannten extraktiven Verfahren ein elektrochemisches modular aufgebautes, miniaturisiertes und kundenspezifisch konfigurierbares Messsystem zur *In-line*-Prozessüberwachung zu entwickeln. Das Messsystem wird es durch seine flexible Gestaltung ermöglichen, die im Verlaufe von Herstellungsprozessen stattfindenden Veränderungen der Konzentration an Inhaltsstoffen

in Abhängigkeit von der Temperatur, dem pH-Wert und weiteren Einflussgrößen prozessnah zu erfassen, um bei Abweichungen von den Normal-

werten rechtzeitig reagieren und damit Verluste oder Produktionsausfälle vermeiden zu können.

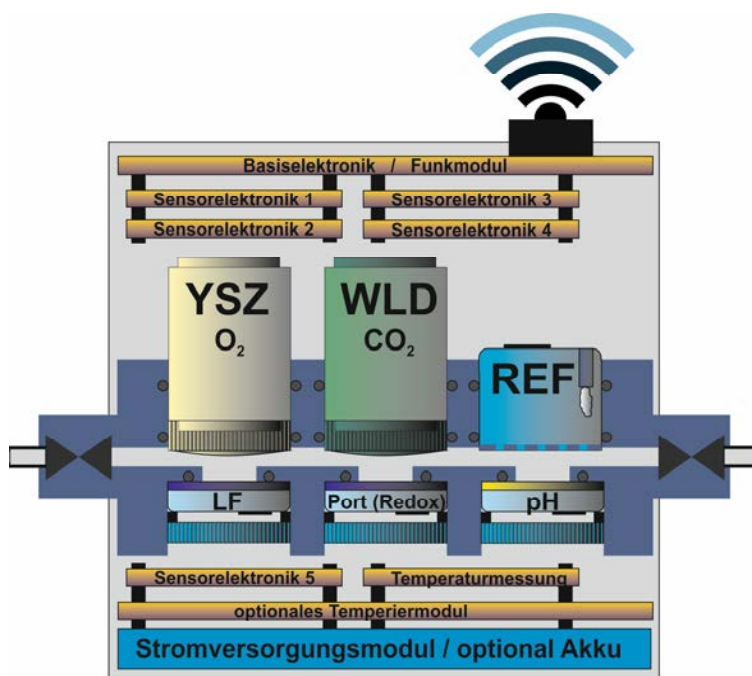


Abbildung 1. Blockschaltbild der modular aufgebauten Messzelle zur Erfassung chemischer Parameter unter erhöhter Temperatur und Druck.

- **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

Früherkennung von lokalen Brandherden in verdichteten Kunststoffabfällen (FELOBRA)

Energetisch autarke und vernetzte Multisensormodule sollen in verdichteten Kunststoffballen entstehende Brandherde frühzeitig und mit hoher räumlicher Auflösung signalisieren.

Janek Weißpflug, Jens Zosel

Über Jahrzehnte kam es während der Lagerung von gepressten Abfallballen in vielen Ländern durch Selbstentzündung immer wieder zu Großbränden. Neben den jeweiligen Schäden in Millionenhöhe wird vor allem die umliegende Bevölkerung dadurch oft einem sehr hohen Gefährdungspotenzial ausgesetzt. Gegenwärtig nimmt dieses Problem durch zahlreiche neue Komponenten im Abfallstrom (Li-Batterien, Mini-Feuerzeuge, brennbare Sprays etc.) weiter zu. Dennoch existiert bisher keine praxistaugliche Möglichkeit zur erfolgreichen Früherkennung und sicheren Eindämmung solcher Brände. Mit der bisher eingesetzten Überwachungstechnik (Brandmelder, Gasmonitore und Kamerasysteme) zur automatischen Rauch-, Flammen- und Wärmequellendetektion werden oft nur Brände erkannt, die bereits voll entwickelt sind. Sehr oft entsteht jedoch ein Feuer im Inneren eines Ballens und breitet sich dort unter Sauerstoffmangel als Schwelbrand aus. Erreicht ein solcher Schwelbrand erst einmal die Oberfläche, ist es für eine vorbeugende Brandbekämpfung zu spät. Aus diesem Grund wird im Vorhaben ein neuartiges Detektionssystem entwickelt, welches in der Lage ist, Initialzündungen innerhalb der vorverdichteten Kunststoffabfallballen und -halden mit wesentlich höherer Sicherheit als bisher zu erkennen und dieses bereits im Moment des Entstehens zu signalisieren. Auch die Position der Gefährdung kann so genau bestimmt werden, so-

dass bestimmte Maßnahmen räumlich gezielt ergriffen werden können. Herzstück dieses Detektionssystems sind dabei vor der Verdichtung in die Ballen eingelagerte kugelförmige Multisensoren mit eigener Stromversorgung und Bluetooth-Modul zum Aufbau eines Netzwerks zur Lokalisierung der präzisen Position im Ernstfall.

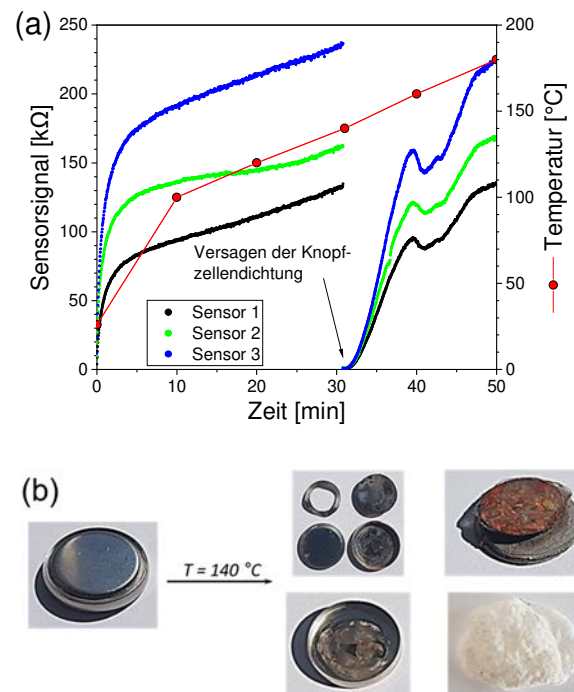


Abbildung 1. (a) Signale von Metalloxid-Gassensoren aus der Atmosphäre über einer erhitzten Graphit-Knopfzelle. (b) Graphit-Knopfzelle vor und nach dem Versagen der Knopfzellendichtung.

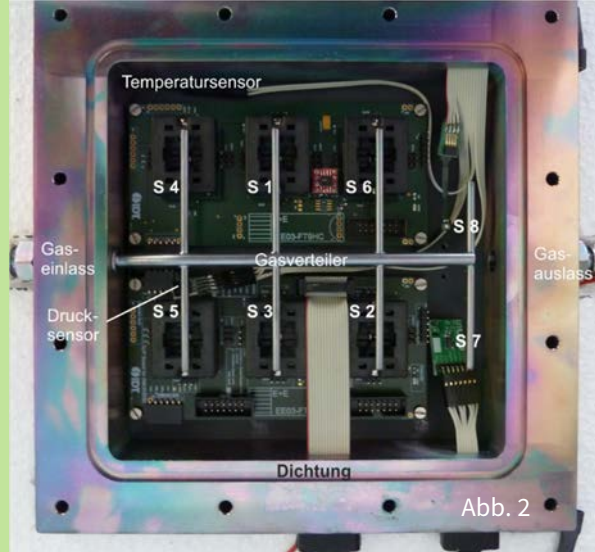


Abb. 2

Zur Erprobung von Gassensoren für diesen Einsatzzweck wurde das Dichtungsversagen von Lithium-Ionen-Zellen durch thermische Ansprechkurven (*thermal runaway*) untersucht. Hierfür wurden Lithium-Ionen-Akkus sowie Graphit-Knopfzellen verwendet, deren Vorhandensein bereits in verschiedenen Kunststofflagern zu Brandgefahren geführt hat. Die Lithium-Ionen-Vollzelle öffnet sich dabei, wobei anschließend eine Gasfreisetzung in verschiedenen Intervallen erfolgte. Das Dichtungsversagen dieser Lithium-Ionen-Vollzellen wurde mit dem von Graphit-Halbzellen verglichen. Graphit-Halbzellen zeigen in Abbildung 1a ein Dichtungsversagen bei $T \sim 140^\circ\text{C}$ mit einem deutlich hörbaren knallartigen Geräusch, wobei durch die Scheibe eine komplett aufgesprungene Zelle sichtbar war (Abbildung 1b). Metalloxid-Gassensoren können ebenfalls zur Detektion von Gasemissionen aus überhitzten Kabelummantelungen verwendet werden. Auf Grundlage der vorherig gewonnenen Erkenntnisse wurden verschiedene kommerziell erhältliche Kabelisolationmaterialien (Polyvinylchlorid, Polyvinylcarbonat, Polyethylen und Polyurethan), welche zu Brand- und Schwelgasen beitragen können, auf ihre Gasemissionen hin untersucht. Diese zeigten mit Gasemissionen bei $220^\circ\text{C} \leq T \leq 250^\circ\text{C}$ höhere Temperaturen als bei den vorherig dargestellten Kleinstakkumula-

toren. Darauf aufbauend werden die Gassensoren in Multisensoren integriert. Weiterhin werden Mess- und Auswertelgorithmen für die Sensoren und deren Signale weiterentwickelt. Beiträge zur Aufbau- und Verbindungstechnik sowie zur klimatischen Charakterisierung der Multisensoren sind ebenfalls Teil des Arbeitsprogramms. Zusammen mit einer externen Überwachungseinheit zur Auswertung aller Signale und Mustererkennung im Brandfall bilden sie ein dreidimensionales Netzwerk zur Überwachung von Kunststofflagern. Das KSI Meinsberg befasste sich dabei u.a. mit der Auswahl, Erprobung, Anpassung und Charakterisierung des Versuchsstands von Gassensoren zur Erzeugung und Messung von realen brandinduzierenden Gaskomponenten. Für die Erprobung drei verschiedener Typen solcher Sensoren wurde die in Abbildung 2 gezeigte temperierbare Messkammer mit speziell an die Sensoren angepasstem Gasverteiler entwickelt und erprobt.

Als Ergebnis soll ein Testverfahren für die fertigen Multisensoren entwickelt werden, mit dem sie nach erfolgreichem Einsatz vor der Wiederverwendung auf ihre fehlerfreie Funktion geprüft werden können. Der innovative Kern des Teilprojekts besteht in der Anpassung von hochminiaturisierten *Low-Energy*-Gassensoren an raue Umgebungsbedingungen. ■

- **Projektleitung:** Jens Zosel
- **Projektträger:** ZIM-Kooperationsprojekt, AiF Projekt GmbH, Berlin
- **Projektpartner:** Sand- und Kiesgruben Sönitz GmbH, Chemnitz
- **Laufzeit:** 09/2019 – 12/2021
- **Förderkennzeichen:** ZF4088705 HM9

Abbildung 2. Anordnung der untersuchten Metalloxid-Gassensoren in einer neu entwickelten temperierbaren Messkammer mit angepasstem Gasverteiler.

Sensorbasiertes System für die Fels- und Böschungssicherung (SmartNet)

Mess- und Sensorkonzept, Kontaktierung der Sensorelemente und robuste Sensorikpositionierung.

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

Gegenstand des Kooperationsvorhabens ist das permanente sensorische Monitoring von Sicherungsbauwerken an Böschungen und Hängen. Die Fragestellung erlangt gegenwärtig, nicht zuletzt in Folge der zunehmenden Anzahl von Extremwetterlagen, eine immer größere Bedeutung, insbesondere, wenn Verkehrswege in unmittelbarer geografischer Nähe liegen.

Als Schutzbauwerke sind Fang- bzw. Schutzzäune in unterschiedlichster konstruktiver Auslegung und Fangnetze etabliert. Die Kontrolle erfolgt derzeitig i.d.R. in Form einer periodischen Sichtprüfung, je nach Steilheit des zu sichernden Gebietes, durch Abseilen über die Felswand oder eine Begehung im oberen oder unteren Bereich durch die verantwortlichen Behörden.

Der technologische Grundansatz des Forschungsprojektes besteht in der Implementierung verschiedener Sensorarten zur Charakterisierung der Schutzbauwerke. Dieser umfasst federbasierte Sensoren, Sensoren mit einer digitalen Auswertung sowie seilbasierte Sensoren. Das gesamte Messsystem ist modular aufgebaut und mit einer Busstruktur versehen, so dass es je nach Hangbeschaffenheit und Überprüfungsziel in unterschiedlichen Konfigurationen eingesetzt werden kann.

Eine vorangestellte Sensorsimulation (Abbildung 1) ermöglicht es, optimierte Sensorprinzipien zu entwickeln, ohne auf die im Feldeinsatz

üblicherweise auftretenden sehr hohen Kräfte Rücksicht nehmen zu müssen.



Abbildung 1. Sensorsimulation seilbasierter Sensoren für induktive Auswertung.

Darüber hinaus konnten die federbasierten und die seilbasierten Sensoren im Zusammenspiel mit der entwickelten Sensorelektronik (Aspect



Abb. 3

Systems GmbH) getestet werden. Zur Anwendung kam hierfür eine universelle Materialprüfmaschine der Fa. Zwick/Roell, mit der komplexe Anwendungsszenarien in Form einer Ablaufsteuerung sowohl weg- als auch kraftgesteuert programmiert wurden. Ein Beispiel ist die Charakterisierung eines speziell vom Drahtseilwerk Hemer entwickelten Drahtseils mit Fasereinlage, welches über einen erweiterten elastischen Dehnbereich (Abbildung 2) verfügt und sich somit besonders für sensorische Anwendungen eignet.

Mit diesem Projekt wird angestrebt, das Defizit in der flächigen Überwachung von gefährdeten und insbesondere schwer zugänglichen Böschungen und Hängen abzubauen. Kernzielgruppe bilden Kommunen, Autobahnmeistereien und Straßenmeistereien, die mehrheitlich für die Sicherung

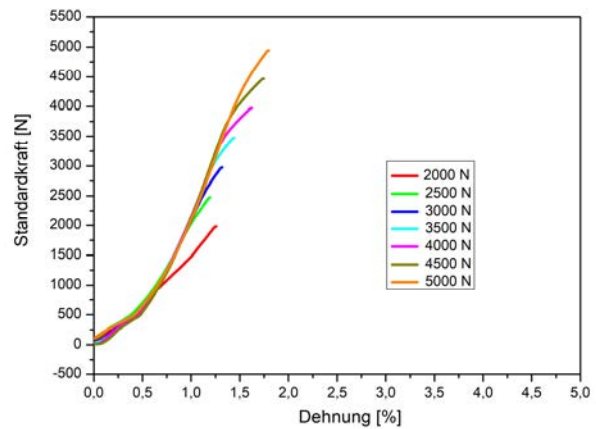


Abbildung 2. Kraft-Dehnungs-Diagramm eines Drahtseils mit Fasereinlage (10 mm Durchmesser) unter steigender Belastung.

und Überwachung von Hängen die Verantwortung tragen. ■

- **Projektleitung:** Prof. Winfried Vonau
- **Projektträger:** 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

Abbildung 3. Federbasierter Sensor FBS 3500.

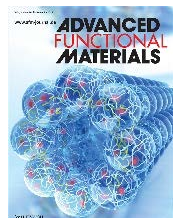
WISSENSCHAFTLICHE ERGEBNISSE

Publikationen in referierten Zeitschriften*

K. Borchert, R. Boughanmi, B. Reis, P. Zimmermann, C. Steinbach, P. Graichen, A. Svirepa, J. Schwarz, R. Boldt, S. Schwarz, M. Mertig, D. Schwarz

Removal of Lead, Cadmium, and Aluminum Sulfate from Simulated and Real Water with Native and Oxidized Starches

Polysaccharides 2 (2021) 429-453



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. Vonau

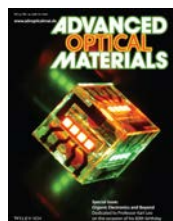
Chalcogenide glass-based sulphide sensor in thick film technology

Current Topics in Analytical Chemistry 13 (2021) 23-33

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

Iodide determination with chalcogenide glass electrodes

Journal of Solid State Electrochemistry 25 (2021) 2293-2300



C. Murawski, M.C. Gather

Emerging biomedical applications of organic light-emitting diodes

Advanced Optical Materials 9 (2021) 2100269

A. Ruchets, N. Donker, J. Zosel, D. Schönauer-Kamin, R. Moos, U. Guth, M. Mertig

CO gas detection on Pt|YSZ|Pt solid electrolyte sensors by methods based on dynamic voltage variations

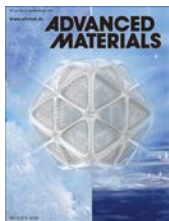
Journal of the Electrochemical Society 168 (2021) 117506

J. Schwarz, A. Svirepa, K. Trommer, J. Yao, M. Mertig

Indium – ein seltenes Metall mit großem Anwendungspotential: Voltammetrische Bestimmung von In³⁺ mit elektrochemischen Dickschichtsensoren

LABO 3 (2021) 26-28

* Alle Publikationen mit Impact Factor > 5 sind bebildert.



F. Tenopala-Carmona, O.S. Lee, E. Crovini, A.M. Neferu, C. Murawski, Y. Olivier, E. Zysman-Colman, M.C. Gather
Identification of the Key Parameters for Horizontal Transition Dipole Orientation in Fluorescent and TADF Organic Light-Emitting Diodes
Advanced Materials 33 (2021) 210067

Gedruckte Konferenzbeiträge

- M. Brandao Silva de Assis, K. Trommer, A. Kick, J. Schwarz, M. Mertig
Stabilitätsuntersuchungen an miniaturisierten Nitratsensoren
 Tagungsband 15. Dresdner Sensor-Symposium (2021) 194-198
- M. Decker, M. Hönicke, F. Findeisen, P. Teichmann, W. Vonau
Apparative Lösungen zur automatisierten potenziometrischen Analyse von Ackerbodenproben auf dem Feld
 Tagungsband 15. Dresdner Sensor-Symposium (2021) 255-259
- U. Enseleit, C. Feller, U. Partsch, W. Vonau
Dickschicht-Sulfidsensor auf Basis einer Chalkogenidglas-ISE
 Tagungsband 15. Dresdner Sensor-Symposium (2021) 261-264
- W. Fichtner, M. Mertig, D. Fleischer, U. Helbig
Monitoring der Sättigungszustände von Deichbauwerken mittels impedimetrischer Sensoren
 Tagungsband 15. Dresdner Sensor-Symposium (2021) 105-110
- W. Fichtner, P. Zimmermann, D. Horlacher, H.F. Schönleber, M. Mertig
Sensorik zur bodenfeuchteabhängigen Saatgutablage
 Tagungsband 15. Dresdner Sensor-Symposium (2021) 251-254
- F. Gerlach, R. Bannasch, I. Lange, O. Mietz, S.-Ch. Mietz, W. Vonau
Entwicklung einer miniaturisierten Multiparametersonde für limnologische Anwendungen
 Tagungsband 15. Dresdner Sensor-Symposium (2021) 185-189
- A. Kick, J. Lenhart, L.H. Tranelis, J. Döring, M. Patschin, K. Ostermann, M. Mertig
Signalverstärkersystem basierend auf der Pheromon-gekoppelten Bildung eines Fluoreszenzproteins in Hefen
 Tagungsband 15. Dresdner Sensor-Symposium (2021) 237-240
- A. Svirepa, J. Schwarz, K. Trommer, D. Schwarz, S. Schwarz, M. Mertig
Chitosan-modifizierte Sensoren für elektrochemische Anwendungen in Spreewasserproben
 Tagungsband 15. Dresdner Sensor-Symposium (2021) 181-184

- J. Weißpflog, K. Trommer, J. Schwarz, M. Mertig
Entwicklung eines voltammetrischen In-situ-Sensorsystems zum Nachweis von As(III) und As(V)
Tagungsband 15. Dresdner Sensor-Symposium (2021) 216-221
- J. Yao, J. Schwarz, K. Trommer, M. Mertig
Voltammetrische Bestimmung von Schwermetallionen in Umweltproben mit elektrochemischen All-Solid-State-Sensoren
Tagungsband 15. Dresdner Sensor-Symposium (2021) 222-226
- J. Zosel, M. Mertig
Sensoren für die zukünftige Wasserstoffwirtschaft
Tagungsband 15. Dresdner Sensor-Symposium (2021) 14-19
- W. Fichtner, M. Mertig, D. Fleischer, U. Helbig
Impedimetrische Sensoren zur Überwachung von Deichbauwerken
26. Interdisziplinäre Wissenschaftliche Konferenz Mittweida (2021) 25-28

Vorträge

Eingeladene Vorträge

- C. Murawski
Patterned light sources for spatially controlled optogenetics
 Optics Society of America (OSA) Biophotonics Congress*, 12.-16.04.2021
- C. Murawski
Oriented emitters for improved light outcoupling from organic light-emitting diodes
 1st Physical Chemistry Dresden Training Conference, Dresden, 15.07.2021
- M. Mertig
On-site environmental monitoring of water quality
 University of Stara Zagora, Bulgaria, 27.08.2021
- C. Murawski, Y. Deng, A. Morton, C. Keum, S. R. Pulver, M. C. Gather
Patterned organic LEDs for interfacing neurons
 SPIE Optics and Photonics*, 01.-05.08.2021
- C. Murawski, I. Meloni, C. Keum, Y. Deng, A. Morton, S. R. Pulver, M. C. Gather
Organic LEDs as bio-integrated stimulation platform
 International Meeting on Information Display (IMID)*, 25.-27.08.2021
- M. Mertig, F. Kroener, L. Traxler, A. Heerwig, A. Kick, J. Lenhart, T. Welte, W. Kaiser, U. Rant
Putting DNA origami-based nanostructures in stable motion
 DySoN-ISACC 2021, Santa Margherita Ligure, Italy, 18.-22.10.2021
- J. Zosel, M. Mertig
**Prozess- und Sicherheitssensorik für das Wasserstoff-Qualitätsmanagement –
 Neuentwicklungen im Vorhaben HyProS**
 Berlin Brandenburger Optik-Tag*, 29.11.2021
- W. Fichtner, M. Mertig, D. Fleischer, U. Helbig
Monitoring der Sättigungszustände von Deichbauwerken mittels impedimetrischer Sensoren
 15. Dresdner Sensor-Symposium*, 06.-08.12.2021
- J. Zosel, M. Mertig
Sensoren für die zukünftige Wasserstoffwirtschaft
 15. Dresdner Sensor-Symposium*, 06.-08.12.2021

*virtuell

Vorträge

- C. Murawski
Organic LEDs as neuronal interfaces
Seminar am Institut für Materialwissenschaften, Fakultät Maschinenwesen, TU Dresden*, 21.01.2021
- C. Murawski
Patterned organic light-emitting diodes for optogenetic control of neurons
Digital Health Science Seminar, University of St Andrews*, 03.02.2021
- A. Ruchets
Use of cyclic and square-wave voltammetry for selective solid electrolyte sensors
3rd Cross-Border Seminar on Electroanalytical Chemistry (CBSEC)*, 08.-09.04.2021
- A. Svirepa, J. Schwarz, K. Trommer, M. Mertig
All-solid-state electrodes for potentiometric ion analysis
3rd Cross-Border Seminar on Electroanalytical Chemistry (CBSEC)*, 08.-09.04.2021
- P. Sood, J. Zosel, M. Mertig
Chromatographic on-site sensor system for hydrogen leakage monitoring
3rd Cross-Border Seminar on Electroanalytical Chemistry (CBSEC)*, 08.-09.04.2021
- W. Fichtner, M. Mertig, D. Fleischer, U. Helbig
Impedimetrische Sensoren zur Überwachung von Deichbauwerken
26. Interdisziplinäre Wissenschaftliche Konferenz Mittweida (IWKM)*, 14.-15.04.2021
- A. Ruchets, J. Zosel, N. Donker, D. Schönauer-Kamin, R. Moos, U. Guth, M. Mertig
Multiple Gas Detection by Dynamic Electrochemical Methods
SMSI 2021, Sensor and Measurement Science International*, 03.-06.05.2021
- N. Donker, A. Ruchets, D. Schönauer-Kamin, J. Zosel, U. Guth, R. Moos
Pulsed Polarization on Au|YSZ NO_x-Sensors with and without Catalytic Layer
SMSI 2021, Sensor and Measurement Science International*, 03.-06.05.2021
- A. Graff, W. Münchgesang, F. Altmann, C. Himcinschi, T. Köhler, P. Sood, J. Zosel, M. Mertig
Failure Analysis of Overloaded Coulometric Hydrogen Sensor
SMSI 2021, Sensor and Measurement Science International*, 03.-06.05.2021
- A. Ruchets, N. Donker, D. Schönauer-Kamin, R. Moos, J. Zosel, U. Guth, M. Mertig
Convection influence on redox potential measurements at hot platinum electrodes
18th International Meeting on chemical sensors (IMCS)*, 30.05.-03.06.2021
- N. Donker, A. Ruchets, D. Schönauer-Kamin, J. Zosel, U. Guth, R. Moos
NO_x detection by pulse polarization: influence of gold electrodes
18th International Meeting on chemical sensors (IMCS)*, 30.05.-03.06.2021

- A. Svirepa, J. Schwarz, K. Trommer, D. Schwarz, S. Schwarz, M. Mertig
Biopolymer-modified electrodes for electrochemical determination of pollutants
International Conference on Biopolymers and Bioplastics*, 21.-22.06.2021
- I. Meloni
Optogenetic behaviour control of Drosophila melanogaster using smartphone displays
Seminar "Measurement Systems" and Biomedical Computational Laser Systems (BIOLAS),
Dresden, 21.06.2021
- A. Svirepa, J. Schwarz, K. Trommer, D. Schwarz, S. Schwarz, M. Mertig
Biopolymer-modified electrodes for electrochemical determination of pollutants in water
1st Physical Chemistry Dresden Training conference, Dresden, 15.07.2021
- J. Zosel
Inline-Sensor für gelöste Gase in Biogasmedien
Dechema Virtual Talks*, 28.10.21
- A. Svirepa, J. Schwarz, K. Trommer, M. Mertig
Biopolymer-basierte Sensoren für die Umweltanalytik
32. Seminar des "Arbeitskreises Elektrochemie in Sachsen"*, 19.11.2021
- E. Janesch, A. Lemoine, S. Junne, P. Neubauer, R.R. Retamal Marín, J. Zosel, M. Mertig
Zweistufige Verfahrensführung zur Flexibilisierung der Biogasproduktion
10. Statuskonferenz des BMWi-Forschungsnetzwerkes Bioenergie, Titel „Bioenergie – eine
Partnerin für alle Fälle“*, 29.-30.11.2021

Poster

- A. Svirepa, J. Schwarz, K. Trommer, D. Schwarz, S. Schwarz, M. Mertig
Biopolymer-basierte Sensoren für die potentiometrische und voltammetrische Bestimmung von Sulfat- und Eisenionen
Dresdner Grundwassertage 2021, Dresden, 08.-09.06.2021
- A. Svirepa, J. Schwarz, K. Trommer, D. Schwarz, S. Schwarz, M. Mertig
Biopolymer-modified electrodes for electrochemical determination of pollutants in water
1st Physical Chemistry Dresden Training conference, Dresden, 15.07.2021
- M. Brandao Silva de Assis, J. Schwarz, K. Trommer, M. Mertig
Development of a miniaturized potentiometric sensor for on-site nitrate monitoring in soil
1st Physical Chemistry Dresden Training conference, Dresden, 15.07.2021
- R.R. Retamal Marín, J. Zosel, M. Mertig
Development and testing of a measuring system for dissolved hydrogen in biogas plants
EuroPACT 2021 “5th European Conference on Process Analytics and Control Technology”*, 15.-17.11.2021
- I. Meloni, D. Sachidanandan, A. S. Thum, R. J. Kittel, C. Murawski
Optogenetic behaviour control of *Drosophila melanogaster* using smartphone displays
Materials Research Society Fall Meeting 2021*, 06-08.12.2021
- M. Brandao Silva de Assis, K. Trommer, A. Kick, J. Schwarz, M. Mertig
Stabilitätsuntersuchungen an miniaturisierten Nitratsensoren
15. Dresdner Sensor-Symposium*, 06.-08.12.2021
- M. Decker, M. Hönicke, F. Findeisen, P. Teichmann, W. Vonau
Apparative Lösungen zur automatisierten potenziometrischen Analyse von Ackerbodenproben auf dem Feld
15. Dresdner Sensor-Symposium*, 06.-08.12.2021
- U. Enseleit, C. Feller, U. Partsch, W. Vonau
Dickschicht-Sulfidsensor auf Basis einer Chalkogenidglas-ISE
15. Dresdner Sensor-Symposium*, 06.-08.12.2021
- W. Fichtner, P. Zimmermann, D. Horlacher, H.F. Schönleber, M. Mertig
Sensorik zur bodenfeuchteabhängigen Saatgutablage
15. Dresdner Sensor-Symposium*, 06.-08.12.2021
- F. Gerlach, R. Bannasch, I. Lange, O. Mietz, S.-Ch. Mietz, W. Vonau
Entwicklung einer miniaturisierten Multiparametersonde für limnologische Anwendungen
15. Dresdner Sensor-Symposium*, 06.-08.12.2021

*virtuell

- A. Kick, J. Lenhart, L.H. Tranelis, J. Döring, M. Patschin, K. Ostermann, M. Mertig
Signalverstärkersystem basierend auf der Pheromon-gekoppelten Bildung eines Fluoreszenzproteins in Hefen
15. Dresdner Sensor-Symposium*, 06.-08.12.2021
- A. Svirepa, J. Schwarz, K. Trommer, D. Schwarz, S. Schwarz, M. Mertig
Chitosan-modifizierte Sensoren für elektrochemische Anwendungen in Spreewasserproben
15. Dresdner Sensor-Symposium*, 06.-08.12.2021
- J. Weißpflog, K. Trommer, J. Schwarz, M. Mertig
Entwicklung eines voltammetrischen In-situ-Sensorsystems zum Nachweis von As(III) und As(V)
15. Dresdner Sensor-Symposium*, 06.-08.12.2021
- J. Yao, J. Schwarz, K. Trommer, M. Mertig
Voltammetrische Bestimmung von Schwermetallionen in Umweltproben mit elektrochemischen All-Solid-State-Sensoren
15. Dresdner Sensor-Symposium*, 06.-08.12.2021

Teilnahme an Konferenzen und Workshops

- Seminar am Institut für Materialwissenschaften, Fakultät Maschinenwesen Dresden*
21.01.2021
- Digital Health Science Seminar-University of St Andrews*
03.02.2021
- 3rd Cross-Border Seminar on Electroanalytical Chemistry (CBSEC)*
08.-09.04.2021
- Optics Society of America (OSA) Biophotonics Congress*
12.-16.04.2021
- 26. Interdisziplinäre Wissenschaftliche Konferenz Mittweida (IWKM)*
14.-15.04.2021
- 18th International Meeting on chemical sensors (IMCS)*
30.05.-03.06.2021
- SMSI 2021, Sensor and Measurement Science International*
03.-06.05.2021
- Dresdner Grundwassertage 2021*
08.-09.06.2021
- Seminar "Measurement Systems" and Biomedical Computational Laser Systems (BIOLAS)*
21.06.2021
- International Conference on Biopolymers and Bioplastics*
21.-22.06.2021
- 1st Physical Chemistry Dresden Training Conference
TU Dresden, 15.07.2021
- SPIE Optics and Photonics*
01.-05.08.2021
- International Meeting on Information Display (IMID)*
25.-27.08.2021
- EU perspectives of German-Bulgarian collaboration
University of Stara Zagora, Bulgaria, 27.08.2021
- DySoN-ISACC 2021
Santa Margherita Ligure, Italy, 18.-22.10.2021

*virtuell

- DECHEMA Virtual Talks*
28.10.2021
- Berlin Brandenburger Optik-Tag*
9.11.2021
- EuroPACT 2021 “5th European Conference on Process Analytics and Control Technology”*
15.-17.11.2021
- 32. Seminar des Arbeitskreises Elektrochemie in Sachsen*
19.11.2021
- 10. Statuskonferenz des BMWi-Forschungsnetzwerkes Bioenergie, Titel „Bioenergie – eine Partnerin für alle Fälle“*
29.-30.11.2021
- Materials Research Society Fall Meeting 2021*
06.-08.12.2021
- 15. Dresdner Sensor-Symposium*
06.-08.12.2021

INSTITUTSLEBEN

Instituts-Kolloquium

Februar (Videopräsentation)

- Dr. Oliver Mietzsch, Zweckverband - Nahverkehrsraum Leipzig (ZVNL)
Wasserstoff als Antriebstechnologie im SPNV – Vor- und Nachteile

März (Videopräsentation)

- Philipp Büttner, *recomine*, Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
recomine – Ganzheitliche Lösungen für Bergbauabfälle

April (Videopräsentation)

- Dr.-Ing. Issa Hansen, SEBA Hydrometrie GmbH & Co. KG, Kaufbeuren
Durchflussmessung in Flüssen und Kanälen – Stand der Technik und neuere Entwicklungen

Mai (Videopräsentation)

- Zwei-Tages-Kolloquium zur Nachfolge des amtierenden Institutsdirektors,
Prof. Dr. rer. nat. et Ing. habil. Michael Mertig

Juni (Videopräsentation)

- Dr. Wolfgang Künnecke, Trace Analytics GmbH, Braunschweig
Biosensoren und deren Anwendung in Bioprozesskontrolle und Intensivmedizin

Juli (Videopräsentation)

- Dipl.-Ing. MBA Sebastian Gepp, Kundisch GmbH & Co. KG., Villingen-Schwenningen, sowie
Freudenberg Industrie Siebdruck GmbH in Dresden
Applikationen mittels Siebdruck im HMI Bereich

August

- Dipl.-Chem. Manfred Decker, Kurt-Schwabe-Institut für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e.V.
*Vorstellung des Verbundvorhabens Mobiles Gerät zur Lithium-, Natrium- und Kreatininmessung für
Patienten mit therapieresistenter Depression*

September

- Frau Prof. Dr. Karin Leistner, TU Chemnitz, Fakultät für Naturwissenschaft
Electrochemical routes to magnetoelectric nanomaterials with high energy efficiency

Oktober

- Prof. Dr. Tobias Gulder, TU Dresden, Technische Biochemie
Microbial Biosynthetic Pathways – A Treasure Trove of Novel Biocatalysts and Bioactive Molecules

November (Videopräsentation)

- Frau Dr. Claudia Weidlich, DECHEMA-Forschungsinstitut, Frankfurt (Main)
Redox-Flow-Batterie-Forschung am DECHEMA-Forschungsinstitut

Dezember (Videopräsentation)

- Dr. Fabian Paulus, TU Dresden, Center for Advancing Electronics Dresden (cfaed)
Stability of Quantum Dot Solar Cells

Lehrveranstaltungen

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

Jeweils im 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“ (2 SWS) + Seminar (2 SWS)
Hochschule Mittweida
Prof. Dr. Winfried Vonau, Dipl.-Chem. Manfred Decker

Jeweils im Wintersemester

- Vorlesung „Biomimetische Materialsynthese“ (4 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)
Technische Universität Dresden
Dr. Caroline Murawski, PD Dr. Wolfram Oelßner

Einmalig im Sommersemester

- Vorlesung „Photonik 2 – Organophotonische Biophysik“ (3 SWS)
Universität Leipzig
Dr. Caroline Murawski

Verteidigte Promotionen

- Dr. Herms, Alexander
Erstgutachter: Prof. M. Mertig, TU Dresden
Elektrochemische Charakterisierung von oxidischen Materialien bei erhöhten Temperaturen
- Dr. Retamal Marín, Rodrigo Renato
Erstgutachter: Prof. M. Stintz, TU Dresden
Charakterisierung von Nanomaterialien in flüssigen dispersen Systemen
- Dr. Kröner, Felix
Erstgutachter: Prof. M. Mertig, TU Dresden/DBS München
Establishing DNA origamis as alternative nano-levers for the switchSENSE method

Doktoranden intern und extern

- Islam, Rabiul
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
- Ruchets, Anastasiya
Erstgutachter: Prof. Moos, Universität Bayreuth
- Sood, Prमित
Erstgutachter: Prof. M. Mertig, TU Dresden
- Svirepa, Anastasiya
Erstgutachter: Prof. M. Mertig, TU Dresden

Organisation von Konferenzen

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

- SMSI 2021 Sensor and Measurement Science International, virtuell
Nürnberg, Germany, May 3-6, 2021
Dr. J. Zosel (Conference committee)
- 13th International Workshop on Engineering of Functional Interfaces (EnFI 2021) *
Maastricht University, The Netherlands
Prof. M. Mertig (Scientific Advisory Board)
- OSA (Optics Society of America) “Optical Devices and Materials for Solar Energy and Solid-State Lighting (PVLED)” Konferenz, virtuell
Montréal, Kanada, July 26-30, 2021
Dr. C. Murawski (Technical committee)
- The 25th Congress of the International Commission for Optics (ICO-25) *
Dresden, Germany, September 13-17, 2021
Dr. C. Murawski (Technical committee)
- 15. Dresdner Sensor-Symposium, virtuell
Dresden, Germany, December 6-8, 2021
Prof. W. Vonau (Technical committee)

*verschoben auf 2022

Verbünde und Netzwerke

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

Forschungsverbünde

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

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

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 Analysemethoden der Fachgruppe Analytische Chemie der GDCh
- Beiratsmitglied der gemeinsamen ProcessNet-AMA-Fachgruppe Mess- und Sensortechnik (FG-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. Wolfgang Fichtner

- Mitglied der Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. (DECHEMA)

Dr. Caroline Murawski

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

Dr. Jens Zosel

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

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 Köln
- Universität Leipzig
- Universität Paderborn
- Universität Potsdam
- Universität Rostock
- University College London, UK
- University of St Andrews, UK

Außeruniversitär

- BioNanoNet (BNN), Graz, Österreich
- CIC biomaGUNE, Donostia-San Sebastián, Gipuzkoa, Spanien
- Deutsches Biomasseforschungszentrum, Leipzig
- Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen FILK, Freiberg
- Fraunhofer Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS, Chemnitz
- Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme, Dresden
- Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen, Halle
- Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl und Plasmatechnik, Dresden
- Fraunhofer-Institut für Werkstoffe und Strahltechnik, Dresden
- Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Dresden
- Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Leipzig
- Institut für Bioprocess- 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

- ADZ Nagano GmbH, Ottendorf-Okrilla
- AgriCon GmbH, Ostrau
- AlphaSip, Santa Clara, Spanien
- Alianza Nanotecnología Diagnóstica ASJ, SL, Madrid, Spanien
- Alteria Automation SI, Madrid, Spanien
- Analytical Control Instruments GmbH, Berlin
Aspect Systems GmbH, Dresden
- Bartels Mikrotechnik GmbH, Dortmund
- BASF, Ludwigshafen
- BIT – Tiefbauplanung GmbH, Gera
- BVT Technologies Brno, Tschechien
- CELLASYS GmbH, Kronburg
- Cis Institut für Mikrosensorik und Photovoltaik GmbH, Erfurt
cubeoffice GmbH & Co.KG, Magdeburg
- Danpower 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
- EvoLogics GmbH, Berlin
- fraberagro GbR, Lindow (Mark)
- Frankenförder Forschungsgesellschaft mbH, Luckenwalde
- Freudenberg Industrie Siebdruck GmbH, Dresden
- FWE GmbH, Marktredwitz
- G.E.O.S Ingenieurgesellschaft mbH, Halsbrücke
- GICON - Großmann Ingenieur Consult GmbH, Dresden
- Go-Messtechnik, Greifswald
- Grünbeck Wasseraufbereitung GmbH, Höchstädt, Donau
- 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
- Infineon Technologies AG, Neubiberg
- Institut für angewandte
Gewässerökologie GmbH, Seddiner See
- Klinik im Leben GmbH, Greiz
- Königl GmbH & Co.KG, Würzburg
- Lithoz GmbH Wien, Österreich
- LWB Dr. Schönleber, Roßwein/Littdorf
- M&S Umweltprojekt GmbH, Plauen
- Materion GmbH, WismarMeister
Kabelrecycling GmbH, Plauen
- Mercedes-Benz-Fuel Cell GmbH,
Kirchheim
- MH Wassertechnologie GmbH,
Moritzburg
- Munisense BV, Leiderdorp, Niederlande
- OptoGenTech GmbH, Göttingen
- Palivový Kombinát Ústi, Chlumec,
Tschechien
- Prignitz Mikrosystemtechnik GmbH,
Wittenberge
- Pronova Analysentechnik GmbH & Co.
KG., BerlinReinsdorfer
Agrargenossenschaft eG, Waldheim
- Renesas Electronics Germany GmbH
- Robert Bosch GmbH, Stuttgart
- RockWool B.V., Roermond, Niederlande
- Sand-und Kiesgruben Sönitz GmbH,
Chemnitz
- 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, LübeckUST
Umweltsensortechnik GmbH,
Geschwenda
- Veeco GmbH, Aschheim
- viimagic GmbH, Dresden
- VOWALON Beschichtung GmbH, Treuen
- Wagner Mess- und Regeltechnik GmbH,
Offenbach am Main
- Weischlitzer Tiefbau und Umweltschutz
GmbH, Weischlitz
- Wismut GmbH, Chemnitz

- WTW Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH, Weilheim
- Xylem Analytics Germany GmbH, Meinsberg

- Zinnerz Ehrenfriedersdorf GmbH, Ehrenfriedersdorf
- ZIROX Sensoren & Elektronik GmbH, Greifswald

GERÄTETECHNISCHE 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
- 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)
- 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
- 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)
- Gefriertrocknung
- Gradient-Thermocycler
- Inkubationsschüttler
- Microfluidizer
- Phasenkontrastmikroskop
- Sterilbänke
- S1-Labore
- Tiefsttemperaturschränke (-80 °C)
- Zentrifugen

Lithographielabore

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

Mikroskopielabore

- 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
- Oszilloskop
- Patch-Clamp-Elektrophysiologie-System
- Schwingungsgedämpfter optischer Tisch
- sCMOS Hochgeschwindigkeitskamera, Andor Zyla 5.5
- Sonnensimulator
- Stereo-Fluoreszenzmikroskop, Nikon SMZ 25
- 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 Fliehkraftkugelmühlen, 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

Gemeinsam stark: Zusammenspiel von verschiedenen Hefearten ermöglicht bio-ökonomischen Nachweis von Arzneimittelrückständen

15.01.2021 Pressemitteilung TU Dresden

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Fakultät Biologie der TU Dresden und des Kurt-Schwabe-Instituts für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e.V. wollen in dem gemeinsamen Projekt ISAr einen neuartigen biologischen Hefezellen-basierten Ganzzellsensor zum Nachweis von Arzneimittelrückständen in Böden und Abwässern entwickeln. Das Projekt wird durch den Europäischen Fond für regionale Entwicklung (EFRE) und den Freistaat Sachsen gefördert.



Im Projekt ISAr wollen die Wissenschaftler:innen einen nachhaltigen und kostengünstigen Hefezellen-basierten Ganzzellsensor zur vor-Ort-Detektion von Diclofenac in Oberflächen und Abwässern entwickeln.

Der Wirkstoff Diclofenac ist eines der weltweit am häufigsten verbreiteten Medikamente zur Entzündungshemmung. Bei oraler Gabe von Diclofenac werden 60 - 70 % des Wirkstoffes über den Urin wieder ausgeschieden. So gelangt der Wirkstoff in das Abwasser und kann bereits in geringen Konzentrationsbereichen einen negativen Einfluss auf die Umwelt haben, beispielsweise zu Schädigungen der Kiemen und Nieren bei Fischen führen.

In dem Kooperationsprojekt „Implementierung eines Hefe-Pheromon-basierten Signalverstärkersystems zum Umweltmonitoring von Arzneimittelrückständen in Wässern (Akronym: ISAr) wollen die Wissenschaftler:innen der Arbeitsgruppe "Biologische Sensor-Aktorsysteme" der TU Dresden gemeinsam mit dem Kurt-Schwabe-Institut für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e.V. (KSI Meinsberg) einen nachhaltigen und kostengünstigen Hefezellen-basierten Ganzzellsensor zur Detektion von Diclofenac in umweltrelevanten Konzentrationen in Oberflächen und Abwässern entwickeln. Der Detektor basiert auf immobilisierten Hefezellen in einer geeigneten technischen Ausleseinheit und soll zukünftig als schnelle, vor Ort einsetzbare Alternative zu den bisherigen aufwendigen labordiagnostischen Verfahren zum Einsatz kommen.

Das System beruht auf Hefezellen (*Saccharomyces cerevisiae*, S.c.), die bei Anwesenheit von Diclofenac ein Fluoreszenzprotein bilden. Zur robusten technischen Auslesung muss das entsprechende Fluoreszenzsignal aber verstärkt werden. Hierfür arbeitet das Team der TU Dresden um Dr. Kai Ostermann an der Implementierung eines innovativen, intrinsischen, zellbasierten Verstärkungssystems, mit dem eine deutliche Verstärkung des Fluoreszenzsignals erreicht werden soll. „Mit dem im vorherigen Projekt BioSAM entwickelten Messaufbau können wir Diclofenac in einem Bereich von 5 - 50 μM detektieren. Die Sensitivität dieses Systems ist jedoch noch zu gering, um die im Abwasser oder Oberflächenwasser nachzuweisenden Konzentrationen an Diclofenac detektieren zu können. Daher wollen wir die Sensitivität der Diclofenac-Detektion mittels Reporter-Hefen erhöhen, um den nachzuweisenden Konzentrationsbereich soweit abzusenken, dass umweltrelevante Diclofenac-Konzentrationen erkannt werden können. Dafür werden wir zunächst umfangreiche Untersuchungen zur Modulation der Zell-Zell-Kommunikation und Signalverstärkung mittels des von uns erstmalig entwickelten und patentierten Hefe-Pheromon-basierten Systems einer gesteuerten Zell-Zell-Kommunikation vornehmen. Wenn eine Reporter-Hefe vielen anderen Hefezellen verlässlich kommuniziert, dass sie Diclofenac detektiert hat und die anderen Hefezellen dadurch angeregt werden, zu fluoreszieren, können wir eine stabile Signalverstärkung erreichen“, erläutert Ostermann.

Prof. Michael Mertig und sein Team am KSI Meinsberg werden im Anschluss die dabei erreichten Ergebnisse erstmals in einen realen Demonstratoraufbau, der für Vor-Ort-Messungen geeignet ist, sensorisch-technisch umsetzen. „Durch die Erhöhung der Nachweisempfindlichkeit könnte ein solcher Detektor an verschiedenen Stellen vorteilhaft zum Einsatz kommen, unter anderem zur Überwachung der Abwässer von Krankenhäusern und Altenheimen, der Pharmaindustrie sowie in regionalen Kläranlagen“, beschreibt Prof. Mertig das Ziel des Projekts.



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes.



Europäische Union

Europa fördert Sachsen.

EFRE

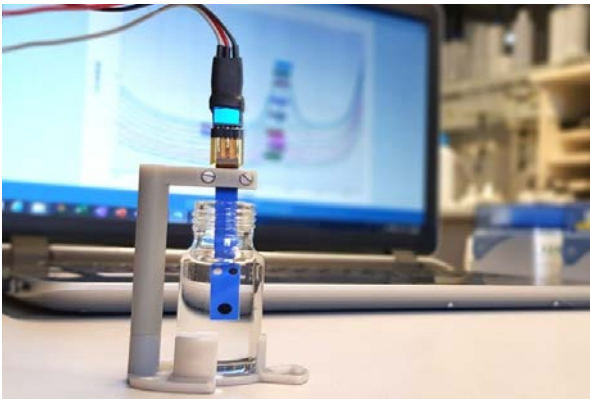
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



Indium – ein seltenes Metall mit großem Anwendungspotenzial

LABO 10.03.2021

Voltammetrische Bestimmung von In^{3+} mit elektrochemischen Dickschichtsensoren: Mit modifizierten Dickschichtelektroden wurden wässrige Lösungen auf ihren In^{3+} -Gehalt untersucht. Die Methode könnte sich für den mobilen Einsatz z. B. im Umweltmonitoring eignen.



Versuchsanordnung zur voltammetrischen Analyse mit elektrochemischem Dickschichtsensor. © KSI

Das Element Indium wurde im Jahr 1863 von Ferdinand Reich und Theodor Richter an der Bergakademie in Freiberg als Bestandteil einer Zinkerzprobe entdeckt und nach seiner charakteristischen indigoblauen Spektrallinie benannt. Indium ist ein selten vorkommendes natürliches Element. Es findet sich vor allem in den Erzen anderer Metalle als Nebenprodukt. Dazu zählen sulfidische Minerale wie Roquesit (CuInS_2), Indit (FeIn_2S_4) und Cadmoindit (CdIn_2S_4). Hauptsächlich befindet sich Indium aber als Verunreinigung in Sphaletit (ZnS). Dieses Mineral ist von industrieller Bedeutung für die Produktion von metallischem Zink und für die Extraktion von Nebenprodukten wie Indium.

Kurt-Schwabe-Institut Meinsberg arbeitet an Sensoren der Zukunft



Ministerbesuch im Kurt-Schwabe-Institut für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e.V. Wissenschaftsminister Sebastian Gemkow und Regionalentwicklungsminister Thomas Schmidt informieren sich über neueste Forschungen

Einmal scannen und sofort die wichtigsten Informationen im Überblick... was Lesensensoren im Smartphone bei QR-Codes heute schon selbstverständlich leisten, sollen neuartige Sensoren künftig auch in vielen anderen Bereichen möglich machen.

Am landesgeförderten Kurt-Schwabe-Institut in Waldheim (Meinsberg) im Landkreis Mittelsachsen wird an diesen Technologien geforscht. Wissenschaftsminister Sebastian Gemkow und Regionalentwicklungsminister Thomas Schmidt haben das KSI Meinsberg gemeinsam besucht und sich einen aktuellen Eindruck von der Forschungsleistung verschafft. ...

Medieninformation

Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft, Kultur und
Tourismus

Ihr Ansprechpartner
Falk Lange

Durchwahl
Telefon +49 351 564 60200

faik.lange@smwk.sachsen.de*

09.06.2021

Exzellente Forschung und Entwicklung auch im ländlichen Raum

Kurt-Schwabe-Institut Meinsberg arbeitet an Sensoren der Zukunft

Einmal scannen und sofort die wichtigsten Informationen im Überblick... was Lesensensoren im Smartphone bei QR-Codes heute schon selbstverständlich leisten, sollen neuartige Sensoren künftig auch in vielen anderen Bereichen möglich machen.

Am landesgeförderten Kurt-Schwabe-Institut in Waldheim (Meinsberg) im Landkreis Mittelsachsen wird an diesen Technologien geforscht. Wissenschaftsminister Sebastian Gemkow und Regionalentwicklungsminister Thomas Schmidt haben das KSI gemeinsam besucht und sich einen aktuellen Eindruck von der Forschungsleistung verschafft.

Schwerpunktmäßig forscht das Institut daran, Sensoren im Bereich der Umwelttechnik neu zu entwickeln und zu verbessern - bis hin zum biologisch abbaubaren Sensor. Das Landesinstitut hat eine hohe Kompetenz auf dem Gebiet der angewandten Sensorforschung. Über moderne Techniken und den 3D-Druck wurden in den letzten Jahren die Voraussetzungen für die Entwicklung miniaturisierter Sensoren geschaffen. Das Ziel sind verlässliche Sensoren, die die Probenanalyse direkt am Einsatzort durchführen. Aufwändige und teure Laboruntersuchungen zur Umweltanalytik könnten damit nach und nach überflüssig werden. Damit arbeitet das Institut an einer entscheidenden Schnittstelle der Wertschöpfungskette: Die Überführung wissenschaftlicher Resultate in die direkte Anwendung.

Ein Forschungsfokus am KSI Meinsberg liegt im Wassermonitoring. Hochempfindliche Sensoren sind heute schon in der Lage etwa metallische Schadstoffe oder Wertstoffe in Bergbauabwässern sowie Nitrat- oder Arzneimittelrückstände in Oberflächenwässern zu registrieren.

Wissenschaftsminister Sebastian Gemkow: »Das Kurt-Schwabe-Institut Meinsberg hat als Hightech-Forschungsstandort im ländlichen Raum

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

Seite 1 von 2

große Bedeutung weit über die Grenzen des Freistaats hinaus. Es gibt feste Kooperationen mit Forschungs- und Industriepartnern aus den Europäischen Ländern und Großbritannien, Nord- und Südamerika sowie China. Am Institut arbeiten Doktoranden und Nachwuchswissenschaftlerinnen aus Brasilien, Chile, China, Italien und Belarus.«

Regionalentwicklungsminister Thomas Schmidt ergänzt: »Seit Jahren ist das Kurt-Schwabe-Institut Meinsberg ein enger und verlässlicher Partner unserer Zukunftsinitiative simul+. Das Institut leistet bedeutende Forschungsbeiträge zur Verwendung von Wasserstoff als Energieträger und zur Modernisierung der Landwirtschaft. Beide Themen sind entscheidend für die nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit der regionalen Wirtschaft und der Stärkung des ländlichen Raumes insgesamt.«

»Wir setzen für den Aufbau der Sensoren verstärkt biologisch unbedenkliche Materialien wie natürlich vorkommende Biopolymere ein und erreichen Nachhaltigkeit durch die Entwicklung biologisch abbaubarer Sensoren. Sie können nach der Übermittlung ihrer Analysedaten zum Beispiel zur Bodenbeschaffenheit eines bestellten Feldes bedenkenlos mit untergepflügt werden.«, so Institutsdirektor Professor Michael Mertig. »Gegenwärtig stärken wir die Kombination von Sensorik und der Informationstechnik am Institut. Der Trend zu autonom arbeitenden, vernetzten Sensorsystemen erfordert neben der Miniaturisierung neue Ansätze in deren Energiemanagement sowie neue Methoden zur intelligenten Datenanalyse und Datenübertragung.«

Steckbrief KSI Meinsberg

Das Kurt-Schwabe-Institut Meinsberg ist eine Landeseinrichtung des Freistaates Sachsen. Vorstand und Direktor ist Prof. Dr. rer. nat. et Ing. habil. Michael Mertig. Aufgabe ist die Durchführung grundlagen- und anwendungsorientierter innovativer Forschung auf den Gebieten der physikalischen Chemie, der Elektrochemie und der Sensorik. Damit verbunden ist die Entwicklung neuartiger Sensormaterialien, die wissenschaftlichen Instrumentierung sowie die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses auf den genannten Gebieten. Die Zielgebiete der am Institut durchgeführten wissenschaftlich-technischen Arbeiten sind Schlüsseltechnologien wie regenerative Energien, Umweltmonitoring, biochemische Prozessanalytik und medizinische Diagnostik. Beim Kurt-Schwabe-Institut sind insgesamt 39 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt.

Medien:

Foto: Ministerbesuch im Kurt-Schwabe-Institut für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e.V.

Links:

[Website des Kurt-Schwabe-Instituts Meinsberg](#)

Wie Sensoren auch im Boden lange Messergebnisse liefern



Michelle Brandao zeigt einen Sensor, der den Nitratwert zum Beispiel im Grundwasser bestimmen soll. Die beiden Minister Sebastian Gemkow (rechts) und Thomas Schmidt (2. von links) sind beeindruckt.
Foto: Dietmar Thomas

Im Kurt-Schwabe-Institut in Meinsberg wird auf dem Gebiet der Messtechnik geforscht. Die Ergebnisse sind beeindruckend.

Meinsberg

Von Frank Korn

Pharmaindustrie, Landwirtschaft, Medizin, optische Industrie – das sind nur einige Gebiete, auf denen die Mitarbeiter des Kurt-Schwabe-Institutes für Mess- und Sensortechnik Meinsberg (KSI) forschen. Immer wieder geht es dabei um kleinste Sensoren, die möglichst lange und zuverlässig Messdaten liefern.

Ein Forschungsfokus am KSI liegt im Wassermonitoring. Hochempfindliche Sensoren sind heute schon in der Lage etwa metallische Schadstoffe oder Wertstoffe in Bergbauabwässern sowie Nitrat- oder Arzneimittelrückstände in Oberflächenwässern zu registrieren. „Wir arbeiten auch daran, diese Sensoren für den Einsatz im Boden zu entwickeln“, erklärt Michelle Brandao. Die Brasilianerin präsentierte Wissenschaftsminister Sebastian Gemkow und Regionalentwicklungsminister Thomas Schmidt (beide CDU) bei deren Besuch im KSI den aktuellen Stand ihrer Forschung.

„Wir setzen für den Aufbau der Sensoren verstärkt biologisch unbedenkliche Materialien wie natürlich vorkommende Biopolymere ein und erreichen Nachhaltigkeit durch die Entwicklung biologisch abbaubarer Sensoren. Sie können nach der Übermittlung ihrer Analysedaten zum Beispiel zur Bodenbeschaffenheit eines bestellten Feldes bedenkenlos mit untergepflügt werden“, sagte Institutsdirektor Professor Michael Mertig. „Gegenwärtig stärken wir die Kombination von Sensorik und der Informationstechnik am Institut“, so Mertig. Der Trend zu autonom arbeitenden, vernetzten Sensorsystemen erfordert neben der Miniaturisierung neue

Ansätze in deren Energiemanagement sowie neue Methoden zur intelligenten Datenanalyse und Datenübertragung.

Im Optiklabor forscht Caroline Murawski mit ihren Kollegen an organischen Leuchtdioden, kurz OLED genannt. Die OLED könnten zum Beispiel in Verpackung und Kleidung integriert werden, um sie als leuchtende Indikatoren zu verwenden, erklärt die Forscherin. Ihre Stabilität in Wasser und physiologischen Lösungen mache sie außerdem besonders geeignet für tragbare Anwendungen in der Medizin sowie als Implantate in der neurowissenschaftlichen Forschung.

ksi-meinsberg.de

Quelle: Sächsische Zeitung, Lokalausgabe Döbelner Anzeiger | Erscheinungsdatum: 11.06.2021 | Seite: 13

Aus Technischer Hochschule wird Technische Universität

Die TU Dresden zählt zu den ältesten derartigen Hochschulen in Deutschland. Vor 60 Jahren wurde sie zur Universität.

VON RALF HÜBNER

Aus der Technischen Hochschule Dresden wird die Technische Universität Dresden. Mit einem Festakt wurde vor 60 Jahren am 5. Oktober 1961 der Statuswechsel vollzogen. Erster Universitätsrektor wird Kurt Schwabe. Zu der Zeit waren an der Uni 10.741 Studenten immatrikuliert, davon waren etwa vier Prozent Ausländer.

Doch erst 1993 wurde aus der Technischen Universität eine Volluniversität. Dafür wurden neue Institute auf den Gebieten Jura, Wirtschaft, Philosophie, Architektur gegründet und die vormaligen selbstständigen Dresdner Hochschulen wie die Medizinische Akademie, die Verkehrshochschule und die Pädagogische Hochschule integriert.

Mit ihrer fast 200-jährigen Geschichte zählt die TU Dresden zu den ältesten Technischen Universitäten Deutschlands. Mit ihren 14 Fakultäten deckt sie das gesamte Wissenschaftsspektrum ab. Der jetzige Campus wurde ab etwa 1900 in der Dresdner Südvorstadt angelegt.

Als Gründungsdatum der Uni gilt der 1. Mai 1828, als unter Federführung von Wilhelm Gotthelf Lohrmann in einem Pavillon auf der Brühlschen Terrasse die Königlich-Technische Bildungsanstalt Sachsen ins Leben gerufen wurde. Dort wurden Menschen vor allem auf den Gebieten Mechanik und dem Bauwesen ausgebildet.

1833 zog die Technische Bildungsanstalt zunächst in den damaligen Jüdenhof und 1846 in einen Neubau am Antonplatz. 1851 befördert König Friedrich August II. die Lehranstalt 1851 zur Königlich-Polytechnischen Schule. 1871 wurde sie in



Während des Festaktes, bei dem 1961 die Technische Hochschule Dresden in den Rang einer Universität erhoben wird, wechseln die Rektoren. Kurt Schwabe (re.) übernimmt die Amtskette von Werner Gruner.

Foto: SZ/Hans-Dieter Opitz

Königlich-Sächsisches Polytechnikum umbenannt. Jetzt wurden auch nichttechnische Fächer wie Volkswirtschaftslehre, Rechtswissenschaft, Philosophie, Geschichte und Sprachen gelehrt.

Und schon am 3. Februar 1890 wurde das Polytechnikum in den Rang einer Technischen Hochschule erhoben. Erster Rektor wurde Karl Ernst Hartig.

Seit 1900 besaß die TH Dresden schließlich das Promotionsrecht. Ab 1902 bot sie eine vollständige wissenschaftliche oder künstlerische Ausbildung für technische Berufe und Lehrberufe in technischen Bereichen an. 1907 wurden Frauen zum Vollstudium zugelassen. Schon damals gab es Pläne zur Umwandlung in eine Universität.

Neues Graduiertenkolleg der TU Dresden schlägt Brücke von der Materialwissenschaft zur Bauteilentwicklung

09.11.2021 Pressestelle TU Dresden

Im neuen Graduiertenkolleg „Suprakolloidale Strukturen: Von Materialien zu optischen und elektronischen Bauteilen“ (GRK 2767) der Technischen Universität Dresden soll eine neue Generation an Expertinnen und Experten ausgebildet werden, die Materialien aus suprakolloidalen Strukturen vom Reißbrett bis zur Anwendung in Bauteilen entwerfen. Die DFG fördert das Vorhaben mit einem Gesamtvolumen von rund 5 Millionen Euro.



Prof. Andreas Fery, Sprecher GRK 2767

Nanopartikel werden mittlerweile in vielen optischen und elektronischen Bauteilen eingesetzt. Suprakolloidale Strukturen sind komplexe Überstrukturen, die aus verschiedenen Nanopartikeln zusammengesetzt werden, ähnlich wie Atome zu Molekülen verknüpft sind. Dadurch ergeben sich neue, äußerst vielversprechende optische und elektronische Eigenschaften, die über jene der einzelnen Bausteine hinausgehen. Bisher sind diese Struktur-Eigenschafts-Beziehungen der zusammengefügt Partikel jedoch noch nicht ausreichend verstanden. Zu den technologischen Visionen dieser neuen Materialien zählen unter anderem neuartige Solarzellen, Feldverstärkung für hochsensitive Spektroskopie, biosensorische Anwendungen, bei denen komplexe Detektionsprozesse einfacher gemacht werden, bis hin zur vor-Ort-Probenuntersuchung mit dem Smartphone.

„Um das enorme Potential solcher Materialien für Anwendungen in der Optoelektronik zu erschließen, ist es nötig, die aktuell bestehende Kluft zwischen den Forschungsfeldern der Nanopartikelsynthese und partikelbasierten Materialien einerseits und der Angewandten Physik sowie der elektronischen Ingenieurwissenschaften andererseits, zu überbrücken. Das wollen wir durch ein innovatives Ausbildungskonzept, der „Dual Supervision“, erreichen, bei dem die Doktorand:innen von zwei Betreuer:innen, also jeweils einer Person aus der Grundlagenforschung und einer aus der Bauteilentwicklung begleitet werden“, erläutert Sprecher Prof. Andreas Fery (TU Dresden/ IPF) und fügt hinzu: „Unsere Promovierenden sollen keineswegs

Universalgenies sein, aber lernen, eine gemeinsame Sprache zu sprechen, die es ihnen ermöglicht, Probleme untereinander zu besprechen, aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten und durch den Austausch von verschiedenen Expertisen letztendlich zu lösen.“

Um die fachliche Komplexität in der Ausbildung zu verwirklichen, sind im GRK 2767 zahlreiche Institutionen innerhalb und auch außerhalb der TU Dresden miteinander vernetzt, darunter das cfaed und das Dresden Center for Nanoanalysis sowie außerdem das Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden, das Helmholtz-Zentrum Dresden Rossendorf und das Kurt-Schwabe-Institut für Mess- und Sensortechnik Meinsberg e.V.

Auftaktveranstaltung zum Beginn des Breitbandausbaus im Landkreis Mittelsachsen am KSI Meinsberg

18.11.2021

Am 18. November 2021 fand am KSI Meinsberg die Auftaktveranstaltung zum Beginn des Breitbandausbaus im Landkreis Mittelsachsen (Cluster B) statt. Das Landratsamt informierte über die für 2022-2024 geplanten Baumaßnahmen. Im Zuge dessen soll auch das Institut den dringend benötigten Hochgeschwindigkeitsdatenanschluss bekommen.



Infomobil macht Halt am Kurt-Schwabe-Institut

Das Infomobil der ateneKom, dem Bundesprojektträger für den Breitbandausbau, hat im Landkreis Mittelsachsen Halt gemacht, konkret am Kurt-Schwabe-Institut in Meinsberg.

Auf seiner „Zukunftsreise“ besucht das Mobil seit Sommer eigentlich Orte und Regionen, in denen Digitalisierung sichtbar gelungen ist oder sich gerade in der Umsetzung befindet. Man wolle mit dem Mobil zeigen, was möglich ist – und was die Zukunft noch bereithält. Dazu gehört zum Beispiel einen Telepräsenzroboter, mit denen der Lehrer die Schüler zuhause besuchen kann.

Am Kurt-Schwabe-Institut in Meinsberg wird zwar an den neusten Technologien geforscht, aber auf einen leistungsfähigen Breitbandanschluss wartet Institutsdirektor Professor Michael Mertig seit Jahren. Die Verbindung sei so langsam, dass zwei Mitarbeiter nicht gleichzeitig an einer Videokonferenz teilnehmen können. Entsprechend groß ist die Freude, dass der Ausbau nun bald beginnen soll.

Am Infomobil informierten sich auch einige Bürgermeisterinnen und Bürgermeister aus dem Altkreis Döbeln. In dieser Region werden die ersten Bauarbeiten beginnen.

Auch wenn draußen noch nichts zu sehen ist, laufen in den Projekten bereits die Vorbereitungsmaßnahmen auf Hochtouren: Ausführungsplanungen werden erstellt und Genehmigungen eingeholt. Kurzfristig soll feststehen, welche Orte, wann angeschlossen werden. Die Pläne werden auf der [Internetseite](#) des Landkreises Anfang 2022 veröffentlicht.

Die betroffenen Grundstückeigentümer aus den sechs landkreisgeführten Clustern erhalten in den nächsten Wochen Post. Darin enthalten sind die wesentlichen Informationen zu den notwendigen Gestattungen enthalten. Die Baumaßnahmen selbst beginnen im Frühjahr nach der Wintersaison.



Das Infomobil der ateneKom wurde in Waldheim von Bürgermeisterinnen und Bürgermeistern der Region besucht.



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

SACHSEN



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

