DECHEMA
FORSCHUNGSINSTITUT

2020

lab2industry

Chemische Technik // Biotechnologie // Werkstoffe

IMPRESSUM

DECHEMA-Forschungsinstitut
Stiftung bürgerlichen Rechts

Theodor-Heuss-Allee 25
60486 Frankfurt am Main
TEL +49 (0) 69 7564 337
FAX +49 (0) 69 7564 388
dfi@dechema.de
www.dechema-dfi.de

VORSTAND
Prof. Dr. Jens Schrader

SITZ DER STIFTUNG
Frankfurt am Main

REDAKTION
Torsten Huß
Prof. Dr. Jens Schrader (V.i.S.d.P.)

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des Herausgebers.

DATENSCHUTZHINWEIS

Alle Details zur Verarbeitung Ihrer Daten können Sie den Datenschutzhinweisen des DECHEMA-Forschungsinstitutes entnehmen (http://www.dfi.de/datenschutz_de.html). Der guten Ordnung halber weisen wir Sie gleichfalls darauf hin, dass Sie der Nutzung Ihrer Daten für die Zusendung dieses Magazins jederzeit widersprechen können.

In dieser Broschüre wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit ausschließlich die männliche Form verwendet. Sie bezieht sich auf Personen jeden Geschlechts.

PROF. DR.
JENS SCHRADER
Vorstand des DECHEMA-Forschungsinstitutes

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

nie wurde die Diskussion um erneuerbare Energien, Klima- und Umweltschutz so intensiv geführt wie in diesen Tagen. Bei der Frage, welches die richtigen Maßnahmen für eine erfolgreiche Rohstoff- und Energiewende sind, geben Politik, Gesellschaft und Wirtschaft zum Teil konträre Antworten. In einem Aspekt herrscht jedoch Einigkeit: Wir benötigen exzellente Forschung, um schnell die notwendigen Technologien entwickeln und damit die hochgesteckten Ziele erfüllen zu können.

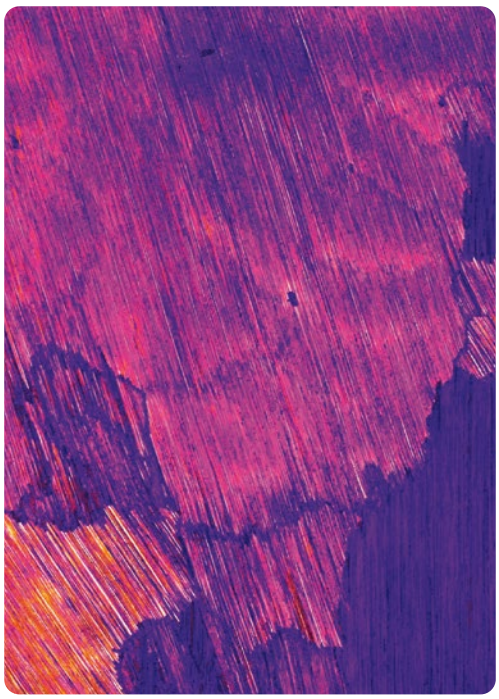
Deutschland ist dafür ein guter Standort, auch, weil es hier nicht nur angesehene Hochschulen und Großforschungseinrichtungen gibt, sondern auch Einrichtungen wie das DECHEMA-Forschungsinstitut (DFI). Das DFI ist Gründungsmitglied der Deutschen Industrieforschungsgemeinschaft Konrad Zuse e.V. – kurz Zuse-Gemeinschaft – dem Zusammenschluss der gemeinnützigen, unabhängigen Forschungsinstitute in Deutschland. Ihr gehören inzwischen 75 Institute an, die ganz unterschiedliche Industriebranchen adressieren. Die Zuse-Institute eint ihr Selbstverständnis, Forschungspartner auf Augenhöhe mit dem Mittelstand und wichtige Größe für einen schnellen Technologietransfer zu sein. Das DFI steht dabei wie kaum ein anderes Institut für eine ausgeprägte »Interdisziplinarität unter einem Dach« und ist bestens aufgestellt, um mit seiner breiten Kompetenz den Wandel unserer Industriegesellschaft mitzugestalten.

Davon können Sie sich wieder mit einem Blick in unsere Labore – der Lektüre der vorliegenden Ausgabe unseres **lab$_2$industry** *Magazins – selbst überzeugen. Sie erfahren dabei unter anderem von verbesserten Werkstoffen für die energetische Biomassenutzung, zukunftsweisenden Batteriekonzepten und neuen biotechnologischen Stoffsynthesen ausgehend von CO_2 oder Methanol.*

Lassen Sie sich überraschen – ich wünsche Ihnen im Namen aller Kolleginnen und Kollegen viel Freude beim Lesen!

Ihr

JENS SCHRADER



UMSCHLAG Lichtmikroskopische Aufnahme der Mikrostruktur einer TiAl-Legierung (Hochtemperatur-Leichtmetall-Legierung), deren Beständigkeit durch Schutzschichten verbessert wurde. Solche Schutzschichtkonzepte werden am DECHEMA-Korrosionszentrum für unterschiedliche aggressive Atmosphären entwickelt (weitere Beiträge aus der Arbeitsgruppe Hochtemperaturwerkstoffe und zum DECHEMA-Korrosionszentrum auf den Seiten 4/5, 6/7 und 8/9).

BILDNACHWEIS

Adobe.Stock: Animaflora PicsStock (S. 16/17), ManuPadilla (S. 24/25).
iStockphoto: Nostal6ie (S. 4/5), mihtiander (S. 14), Piotr Polaczyk (S. 18/19).
Weitere: Wikipedia (S. 10 links), m2p-labs GmbH (S. 21), Deutsche Industrieforschungsgemeinschaft Konrad Zuse e.V. (S. 26 oben), Sociedad Española de Materiales (S. 27 oben), Hitachi High-Technologies Europe GmbH (S. 28 oben).
DECHEMA-Forschungsinstitut: Stefan Streit Fotografie (S. 12/13/15 rechts/19) sowie alle anderen.

GESTALTUNG

Lindner & Steffen GmbH, Nastätten
www.lindner-steffen.de

DRUCK

DFS Druck Brecher GmbH, Köln
www.dfs-pro.de

Frankfurt am Main, Dezember 2019

MIX
Papier aus verantwortungsvollen Quellen
FSC® C004978
www.fsc.org

klimaneutral
natureOffice.com | DE-339-476297
gedruckt

1
EDITORIAL
PROF. DR. JENS SCHRADER

Spezialisiert//

4
VERÄNDERTE **LEBENSDAUER VON WERKSTOFFEN**
DR. MARIO RUDOLPHI

6
BESCHICHTUNGSSYSTEME
ALS WIRTSCHAFTLICHE LÖSUNG
TOBIAS MEISSNER

Angewandt//

8
INTERVIEW »EIN UMFASSENDES ANGEBOT FÜR KORROSION UND KORROSIONSSCHUTZ«
PROF. DR.-ING. WOLFRAM FÜRBETH
PD DR.-ING. MATHIAS GALETZ

10
DIE ZINK-IONEN-BATTERIE:
DIE HEISS ERSEHNTE, ELEKTRISCH WIEDERAUFLADBARE ZELLE?
DR.-ING. JEAN-FRANÇOIS DRILLET

Partnerschaftlich//

12
LANGZEITUNTERSUCHUNGEN AN FLOW-BATTERIEN MIT NEUEM **GREENLIGHT-TESTSTAND**
DR. CLAUDIA WEIDLICH

Interdisziplinär//

14
LET THE SUNSHINE IN!
BATTERIEN DIREKT IM SONNENLICHT AUFLADEN
DR. JONATHAN BLOH

16
BMBF-PROJEKT **»MIKE«** VOR ERFOLGREICHEM ABSCHLUSS
FRANZISKA ENZMANN
DR. -ING. DIRK HOLTMANN

Technologisch//

18
ELEKTRODE**HALO** – ADSORPTION UND ELEKTRO-CHEMISCHER ABBAU VON HALOGENIERTEN SCHADSTOFFEN
ROBIN KUPEC

20
METHANOL-BASIERTE **BIOTECHNOLOGIE**
DR. MARKUS BUCHHAUPT
PROF. DR. JENS SCHRADER

Grundlegend//

22
BIOFILME AN ANODEN UND **EXTRAZELLULÄRE POLYMERE SUBSTANZEN**
DR. MARKUS STÖCKL

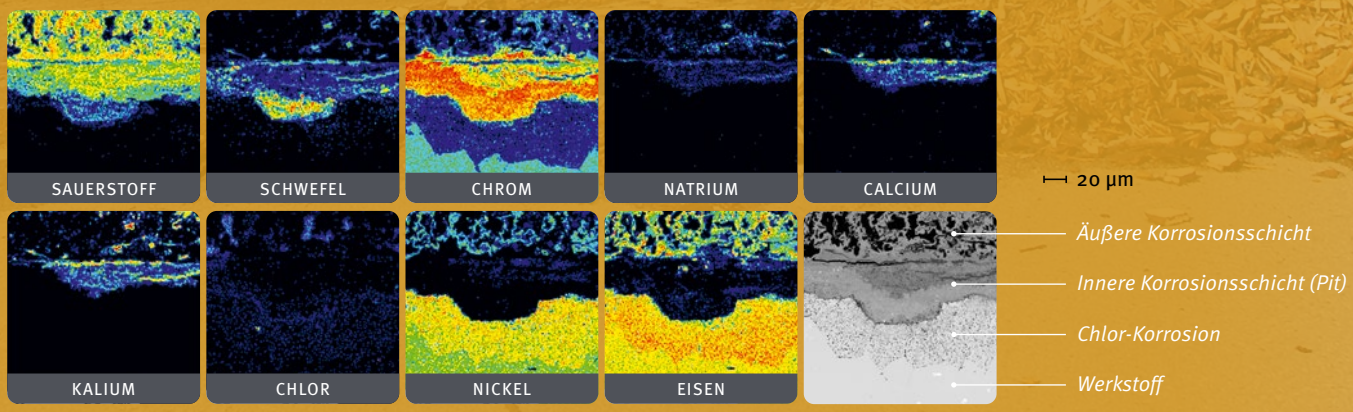
Bildend//

24
EXZELLENT UND PRAXISNAH **WEITERBILDUNGSKURSE**

26
INTERN

NEUE KORROSIVE ANFORDERUNGEN DURCH BIOMASSE

VERÄNDERTE LEBENSDAUER VON WERKSTOFFEN



Pitting-Angriff eines austenitischen Stahls bei Bedingungen, die eine Mitverbrennung von chlorhaltiger Biomasse mit Steinkohle simulieren (500 h, 650° C).

Dr. Mario Rudolphi
mario.rudolphi@dechema.de

Parallel zur Entwicklung erneuerbarer bzw. alternativer Energiequellen aus Sonnenlicht und Wind wird die Stromerzeugung in Dampfkraftwerken auch in der näheren Zukunft einen wesentlichen Beitrag zur Energiegewinnung leisten. Dabei muss jedoch aufgrund dringender ökonomischer und ökologischer Anforderungen eine kostengünstigere und ökologisch verträglichere Art der Energiebereitstellung erreicht werden. Dies kann mit einem verringerten Verbrauch fossiler Energieträger und/oder mit einer höheren Effizienz der aktuell genutzten Kraftwerke erreicht werden. Eine der Methoden zur Verringerung der Emissionen des Treibhausgases CO_2 ist, Kohle zunächst teilweise durch sogenannte CO_2-neutrale Brennstoffe wie Biomasse zu ersetzen – die sogenannte Mitverbrennung. Der Einsatz von Biomasse als Sekundärbrennstoff erhöht die Anforderungen an die Werkstoffe bezüglich des Korrosionsschutzes, da zusätzliche korrosive Spezies mit in den Prozess eingebracht werden.

Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderte Projekt beschäftigt sich mit den Auswirkungen der Mitverbrennung von Biomasse bei Temperaturen von bis zu 700° C. Die Fragestellung hierbei ist, ob die in derzeit laufenden Kraftwerken verbauten Werkstoffe den neuen Korrosionsschutz-Anforderungen gerecht werden können und wie sich die gesteigerten Anforderungen auf die Lebensdauer der Werkstoffe auswirken. Unter Anwendung industrieller Kriterien wurde die Eignung der untersuchten Werkstoffe für die verschiedenen korrosiven Bedingungen abgeschätzt. Im Idealfall werden Werkstoffe eingesetzt, die nach einer Betriebsdauer von 30 Jahren einen Metallverlust von 1 – 2 mm aufweisen. Die experimentellen Arbeiten haben gezeigt, dass Angriffe durch Heißgaskorrosion in zwei Stadien unterteilt werden können: Inkubation und Fortschritt. Die Prozesse mit langsamen Korrosionsraten werden als Inkubationsstadium definiert. In diesem Zeitraum erfolgt die Ausbildung schützender Oxidschichten trotz Kondensation korrosiver Salze. Auf diese langsame Korrosionsperiode folgt ein Stadium mit erhöhter Korrosionskinetik, das normalerweise als Fortschritt bezeichnet wird. In diesem Stadium löst das Salz die schützenden Oxidschichten. Zunächst erfolgt dieser Angriff lokal in Form von Pits, breitet sich jedoch aus und erfasst schließlich die komplette Werkstoffoberfläche.

Die Ergebnisse zeigen, dass ein erhöhter Chrom-Gehalt in austenitischen und ferritischen Stählen den Schutz erhöht. Bei Nickelbasislegierungen bewirkt Cr ebenfalls einen verbesserten Schutz. Diese Wirkung kann aufgehoben werden, wenn die Legierung auch Co und Mo enthält. Als Faustregel gilt, dass Cr-Gehalte oberhalb von 23 Gew. % unter den meisten untersuchten Bedingungen einen akzeptablen Schutz bieten, wobei die Zugabe von Biomasse primär aufgrund der erhöhten Chlorfracht eine höhere Schädigung an Stählen verglichen mit Nickelbasislegierungen bewirkt[1]. Die bessere Beständigkeit der Nickelbasislegierungen unter Biomasse-Bedingungen muss allerdings gegen den höheren Preis solcher Legierungen abgewogen werden. Im nachfolgenden Artikel lesen Sie, wie am DECHEMA-Forschungsinstitut Wege erforscht werden, um den Preisvorteil von Stählen mit der besseren Korrosionsbeständigkeit von nickelhaltigen Legierungen zu kombinieren.//

[1] *X. Montero, M. Rudolphi, M.C. Galetz, Long-term exposure of austenitic steels and nickel-based alloys in lignite-biomass co-firing, Materials and Corrosion, in press, DOI: 10.1002/maco.201911109*

www.dechema-dfi.de/luebkorr

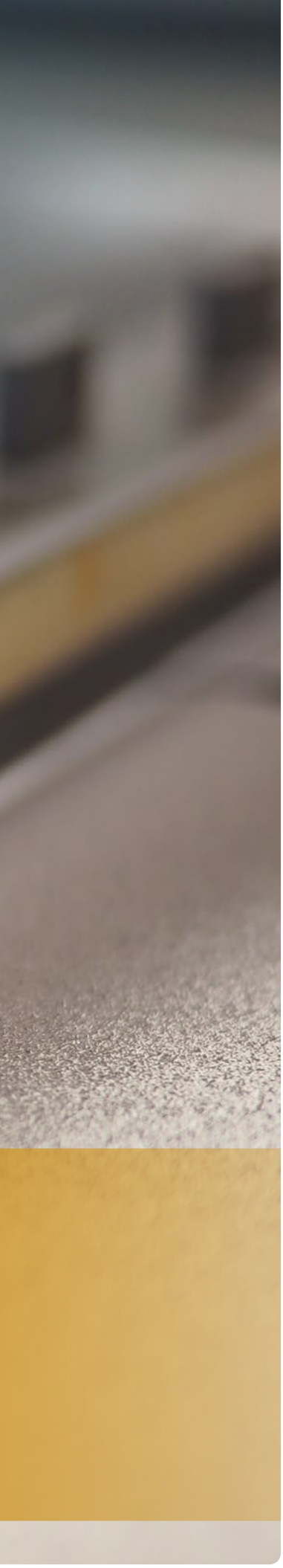
NEUE KORROSIVE ANFORDERUNGEN DURCH BIOMASSE

BESCHICHTUNGS-SYSTEME ALS WIRTSCHAFTLICHE LÖSUNG

SCHRITT 1
Applikation des Metall-Schlickers

SCHRITT 2
Eindiffusion der metallischen Elemente

2-Stufenprozess zur Erzeugung einer Schlicker-Diffusionsschicht, beispielhaft dargestellt für quaderförmige Werkstoffproben.



Tobias Meißner
tobias.meissner@dechema.de

Wie Sie dem vorangehenden Artikel entnehmen können, steht die Beurteilung der Korrosionsbeständigkeit unterschiedlicher Werkstoffe unter den geänderten Feuerungsbedingungen im Fokus aktueller Forschungsbestrebungen. Es zeigt sich, dass insbesondere die kostengünstigen ferritischen Stähle mit niedrigen Chrom- und Nickelgehalten unzureichende Korrosionsbeständigkeit aufweisen. Vor diesem Hintergrund kommt der Entwicklung geeigneter Korrosionsvermeidungsstrategien eine entscheidende Rolle zu. Eine Möglichkeit, die Degradation der Wärmetauscher-Rohre zu begrenzen, besteht in der Applikation schützender Beschichtungssysteme. Aus der Kombination des aktuell weit verbreiteten ferritischen Substrats X20 mit korrosionsbeständigen Beschichtungen kann somit eine wirtschaftliche Alternative zum Austausch gegen teure Nickel-Basis-Legierungen geschaffen werden.

In vom BMWi geförderten Forschungsvorhaben wurden geeignete Schutzschichtsysteme für die eingesetzten Materialien entworfen und ihr Schutzpotenzial unter simulierten Biomasseverbrennungsbedingungen bewertet. Diffusionsschichten auf Basis von Aluminium oder Chrom erweisen sich dabei als besonders vielversprechend. Der Applikationsprozess kann in zwei aufeinanderfolgenden Schritten direkt am Einsatzort durchgeführt werden: Zunächst wird das flüssige Metallschlicker-Gemisch auf die zu beschichtenden Stahloberflächen aufgesprüht. Daraufhin erfolgt eine abschließende Wärmebehandlung zur Eindiffusion der metallischen Elemente in die Werkstoffoberfläche. Dieser 2-Stufenprozess ist für eine Ausführung im Labormaßstab in nebenstehender Abbildung dargestellt.

Wie im vorherigen Beitrag bereits diskutiert wurde, wirken sich hohe Chrom- und Nickelgehalte unter den veränderten Feuerungsbedingungen im Allgemeinen positiv auf die Korrosionsbeständigkeit der eingesetzten Werkstoffe aus. Im Rahmen des vorliegenden Projekts wurde daher eine neuartige Diffusionsbeschichtung mittels Vernickelung und anschließender Chromierung entwickelt[1]. Während die Vernickelung verbesserten Schutz gegen Chlorangriff bietet, wird die Widerstandsfähigkeit des Substrats gegen Schwefelangriff durch Erhöhung des Chromgehalts gesteigert. Um die Beschichtung für den Einsatz unter korrosiven Bedingungen zu qualifizieren, wurden Auslagerungsversuche mit Laufzeiten bis zu 2.000 h an institutseigenen Hochtemperaturöfen durchgeführt. Die beteiligte Forschungseinrichtung (das Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik der Universität Stuttgart) generierte hierzu Aschen aus Biomasseverbrennung in einer 500 kW Pilotanlage. Gleichzeitig wurden die Kennwerte der Prozessführung gemessen und dem DECHEMA-Forschungsinstitut für Laborversuche zur Verfügung gestellt. Durch präzise Einstellung unterschiedlicher Prozessatmosphären sowie Verwendung der realen Ascheablagerungen konnten realitätsnahe Bedingungen nachgebildet und gleichzeitig die Vorteile kontrollierter Laborbedingungen genutzt werden. Aus den experimentellen Ergebnissen wurde abschließend ein Lebensdauermodell ausgearbeitet, anhand dessen sich Aussagen zur Haltbarkeit der Werkstoffe und Beschichtungen unter verschiedenen Verbrennungsszenarien treffen lassen. //

[1] *T.M. Meißner, X. Montero, D. Fähsing, M.C. Galetz, Cr diffusion coatings on a ferritic-martensitic steel for corrosion protection in KCl-rich biomass co-firing environments, Corrosion Science, in press, DOI: 10.1016/j.corsci.2019.108343*

www.dechema-dfi.de/biomasse

INTERVIEW »EIN UMFASSENDES ANGEBOT FÜR KORROSION UND KORROSIONSSCHUTZ«

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Fürbeth
Leiter Elektrolytische Korrosion
wolfram.fuerbeth@dechema.de

PD Dr.-Ing. Mathias Galetz
Leiter Hochtemperaturwerkstoffe
mathias.galetz@dechema.de

Mit dem DECHEMA-Zentrum für Korrosion und Korrosionsschutz (kurz: DECHEMA-Korrosionszentrum) bietet das DFI ein spezialisiertes Leistungsangebot im Bereich der elektrolytischen und Hochtemperatur-Korrosion für Industriekunden an. Wo liegen hier die Schwerpunkte?

Die Besonderheit des DECHEMA-Korrosionszentrums liegt meines Erachtens in dem umfassenden Charakter unseres Angebotes. Von der Beratung bei der Auswahl korrosionsbeständiger Werkstoffe über die fundierte Analyse von Korrosionsschäden und ein umfangreiches Portfolio an Prüf- und Untersuchungsverfahren bis hin zur problemorientierten Entwicklung von Korrosionsschutzschichten decken wir hier die gesamte Breite an Fragestellungen der Korrosion ab, und das sowohl hinsichtlich elektrolytischer Korrosion als auch bei hohen Temperaturen. Darüber hinaus bewegen wir uns am DFI in einem einzigartigen Umfeld, in dem wir bei Bedarf auch auf die Expertise der Elektrochemiker, der Technischen Chemiker oder der Mikrobiologen in den anderen Arbeitsgruppen zurückgreifen können, um Fragestellungen ganzheitlich anzugehen. So können beispielsweise thermodynamische Berechnungen von Prozessbedingungen als Basis für die Bewertung des Korrosionsrisikos in einer Anlage dienen.

Zudem zeichnet uns ein sehr breiter Erfahrungsschatz aus. Dadurch, dass wir für verschiedenste Branchen tätig sind, ist es möglich, Querverbindungen zu sehen und so unseren Kunden optimal weiterhelfen zu können. Häufig bieten wir dadurch auch Lösungen, die aus anderen Industriebereichen stammen. Selbstverständlich ist dabei die unbedingte Vertraulichkeit der einzelnen Fragestellungen und eine schnelle und pragmatische Vorgehensweise in der Bearbeitung.

Welche Vorteile ergeben sich für Industriepartner?

Als großer Nutzen wird häufig gesehen, dass der bürokratische Aufwand zur Abwicklung von Aufträgen, von der Geheimhaltungsvereinbarung bis zur Rechnungsstellung oder Patentfragen bei uns deutlich geringer ausfällt als an manch größerer Einrichtung. Gerade bei zeitlich kritischen Fragestellungen ergibt sich daraus ein großer Vorteil. Des Weiteren liefern wir zu den Ergebnissen auch jeweils die Interpretation, die dadurch, dass wir im Korrosionsbereich die ganze Breite von der Grundlagenforschung bis zur Anwendung abdecken, häufig tiefer geht, als das bei anderen Laboren der Fall ist. Dadurch lassen sich dann auch oft entsprechende Lösungswege aufzeigen.

Ein weiterer Vorteil ist sicher die bereits dargestellte Breite des Angebotes, denn der Kunde muss sich keine Gedanken machen, welche Spektrallinie der Korrosion er denn nun benötigt, sondern kann mit nahezu jeder Fragestellung zu uns kommen. Ein weiteres Plus ist die hohe Flexibilität, mit der wir solche Fragen bearbeiten. Häufig sind für die Problemstellung des Kunden speziell entwickelte Prüfaufbauten notwendig, die wir mit unseren erfahrenen Technikern und der mechanischen Werkstatt kurzfristig gut realisieren können.

DECHEMA
KORROSIONSZENTRUM

Das DECHEMA-Korrosionszentrum bietet Werkstoff- und Korrosionsforschung aus einer Hand, von der Neuentwicklung von Werkstoffen und Schutzmaßnahmen über die Korrosionsuntersuchung und -prüfung bis zur Schadensaufklärung. Erfahren Sie mehr über unsere Leistungen, Projekte und Referenzen unter www.korrosionszentrum.de

Welche Branchen sprechen Sie mit dem Angebot des DECHEMA-Korrosionszentrums an?

Als DECHEMA-Korrosionszentrum sind wir natürlich der Chemischen Industrie und dem Anlagenbau besonders eng verbunden. Prinzipiell ist das Thema Korrosion und Korrosionsschutz aber für alle von Bedeutung, die für ihre Produkte oder Anlagen metallische Werkstoffe einsetzen. Jede Fragestellung im Bereich Korrosion und Korrosionsschutz ist zunächst einmal willkommen!

Das kann ich unterstreichen. In der Vergangenheit hatten wir viele Projekte aus der Automobil- oder Luftfahrtindustrie und deren Zulieferern oder auch dem Maschinen- und Kraftwerksbau. Zudem werden wir u. a. von Werkstoffherstellern in die Qualifikation neuer Werkstoffe für aggressive Umgebungen eingebunden.

Das DECHEMA-Korrosionszentrum ist eng vernetzt mit den führenden Korrosionsgesellschaften – welche Synergien ergeben sich hierdurch?

In der Tat gibt es hier eine enge Zusammenarbeit. Diese ergibt sich nicht nur daraus, dass die Geschäftsstellen der Gesellschaft für Korrosionsschutz, der European Federation of Corrosion und der World Corrosion Organization ebenfalls im DECHEMA-Haus beheimatet sind. Darüber hinaus sind wir, einer guten Tradition folgend, auch selbst an führender Stelle ehrenamtlich in diesen Gesellschaften tätig. Dadurch verfügen wir einerseits über exzellente Kontakte in die Fachwelt hinein, die wir auch im Kundeninteresse nutzen können, und bewegen uns andererseits stets auf dem aktuellen Stand der internationalen Korrosionsforschung.

Ein Vorteil der Vernetzung liegt vor allem darin, dass wir nicht nur die Bearbeitung einzelner Projekte anbieten können, sondern auch Schulungen, wie den Korrosionskurs, oder die Werkstofftabelle, die Daten zu vielen gängigen Korrosionsfragen enthält.//

www.korrosionszentrum.de

DIE ZINK-IONEN-BATTERIE:
DIE HEISS ERSEHNTE, ELEKTRISCH WIEDERAUFLADBARE ZELLE?

Dr.-Ing. Jean-François Drillet
jean.drillet@dechema.de

Neben Blei, Nickel und Lithium gehört Zink mit einer theoretischen Kapazität von 820 mAh pro Gramm zu den etablierten aktiven Materialien für elektrochemische Energiespeichersysteme. Bereits 1866 wurde die erste kommerziell erhältliche Zink-Batterie von Georges-Lionel Leclanché patentiert und kurz darauf für die Energieversorgung des Telegraphen in Belgien eingesetzt. Das galvanische Leclanché-Element besteht aus einer amalgamierten Zink-Anode und einer Mangan-Kohlenstoff-Kathode. Der kommerzielle Durchbruch gelang vor allem dank des Einsatzes eines weniger korrosiven Ammoniumchlorid-Elektrolyten, der wenige Jahre später in einen Gelzustand überführt wurde und als Vorläufer der »Trockenbatterie« gilt.

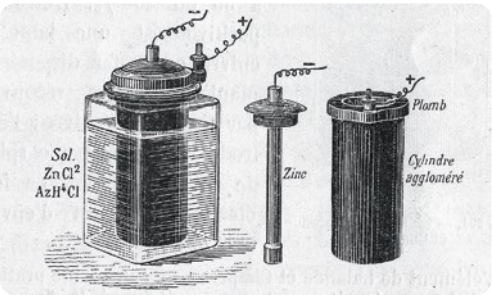
Weiteren Entwicklungen zufolge kamen die Zink-Kohle, die Zink-Chlorid und die alkalische Zink-Mangan als nicht wiederaufladbare primäre Zellen auf den Markt. Letztere weist ein gesamtes Jahresvolumen von ca. 22.500 t vorwiegend aus primären zylindrischen Zellen auf, was immer noch 62 % der im Jahr 2018 in Deutschland eingeführten Zellmenge ausmacht.

Trotz enormer Anstrengungen gelang es bisher nicht, eine elektrisch wiederaufladbare Zink-Batterie in den Markt einzuführen. Als Hauptgründe hierfür sind u. a. die H_2-Entwicklung, die Zinklöslichkeit bzw. Dendritenbildung und vor allem die beschränkte Stabilität des Manganoxids zu nennen, welche vom pH-Wert des Elektrolyten abhängig sind. Um einige Probleme der alkalischen Elektrolyten zu vermeiden, setzt das Funktionsprinzip der Zn-Ionen-Batterie (ZIB) wie die Leclanché Zelle auf einen pH-neutralen Elektrolyten[1].

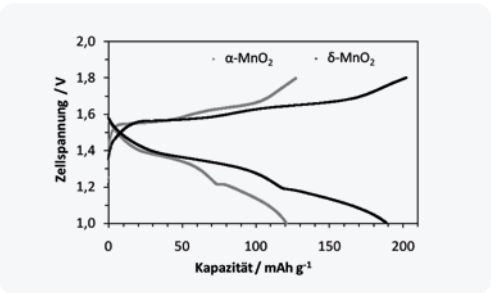
Am 01.01.2019 ist das ZIB-Verbundprojekt im Rahmen des vom BMBF geförderten Bat2020-Programmes gestartet. Das Konsortium besteht aus den Firmen Hoppecke Batterien und Grillo-Werke sowie den Forschungseinrichtungen Universität Bremen, Fraunhofer IFAM, TU Clausthal und DLR Ulm. Die Hauptaufgabe des DFI im ZIB-Verbundprojekt besteht darin, ein stabiles Manganoxidmaterial für die Zn-Ionen Batterie zu entwickeln. Die Materialeigenschaften werden in prismatischen bzw. zylindrischen Zellen vom Typ 26650 getestet und für stationäre Anwendungen, wie z. B. Heimspeicher, optimiert. In der ersten Projektphase wurden α-MnO_2 und δ-MnO_2 Pulver über eine »solid-state«-Synthese bei 700° C hergestellt und zuerst in Knopfzellen auf ihre Leistung und Stabilität hin getestet. Bei einer Stromdichte von 30 mA/g_{MnO_2} wurde Kapazitäten von bis zu 220 mAh/g_{MnO_2} gemessen. Die Langzeitstabilität der Zellen erwies sich dennoch als unzureichend. Zurzeit wird an der MnO_2-Synthese über eine Hydrothermal-Synthese gearbeitet. //

[1] *Xu, W. & Wang, Y. Nano-Micro Lett. 11 (2019) 90, Recent progress on Zinc Ion rechargeable batteries, DOI: https://doi.org/10.1007/s40820-019-0322-9*

www.dechema-dfi.de/zib



Komponente der Leclanché-Zelle.

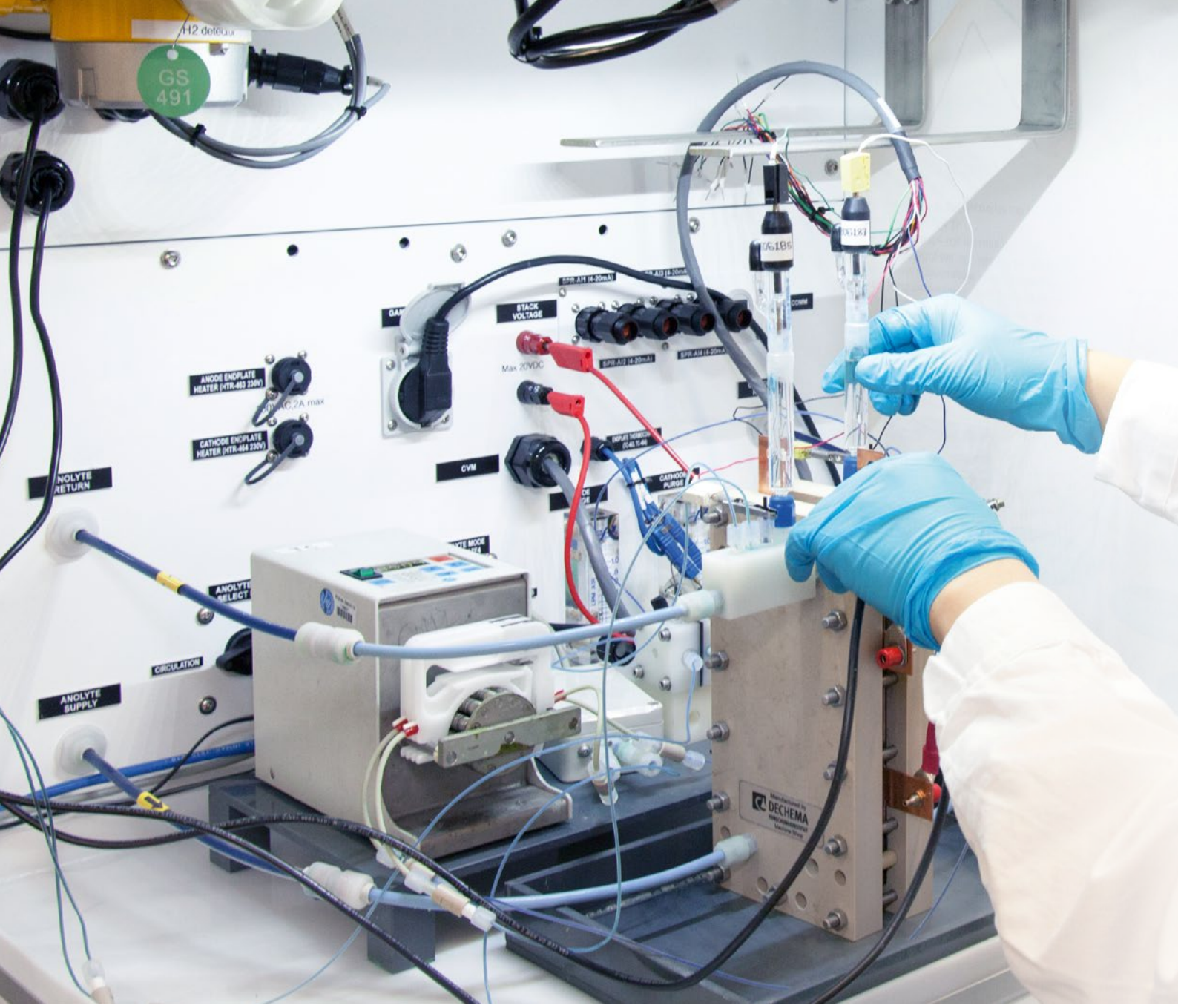


Typische Lade/Entlade-Kurven einer ZIB-Zelle bei 60 mA/g mit α- oder δ-MnO_2 als Interkalationselektrode.

Prismatische Zink-Ionen-Laborzelle des DFI.

MnO_2-Interkalationselektrode

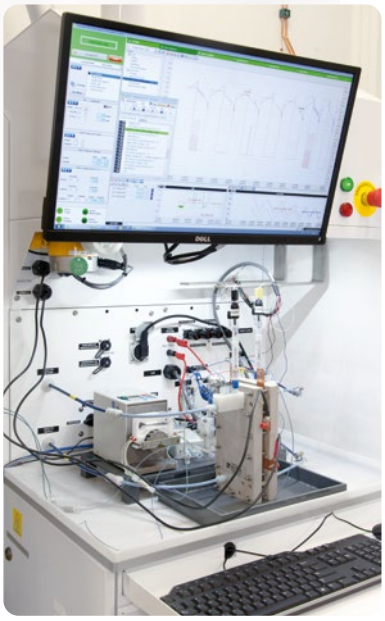
Zink-Folie mit kleinen H_2 Blasen



LANGZEITUNTERSUCHUNGEN AN FLOW-BATTERIEN MIT NEUEM **GREENLIGHT-TESTSTAND**

Dr. Claudia Weidlich
claudia.weidlich@dechema.de

Arbeiten an der am DFI gefertigten Batterie-Zelle, die an den Greenlight-Teststand angeschlossen ist.



Der von der Bundesregierung geplante Umbau der deutschen Energieversorgung stellt Wissenschaft und Gesellschaft vor große Herausforderungen. Im Bereich Energiespeicher sind signifikante Fortschritte notwendig, um mit dem aus erneuerbaren Energien erzeugten und nur diskontinuierlich verfügbaren Strom eine zuverlässige Energieversorgung sicherzustellen. Hier gewinnen Flow-Batterien als aufstrebende Technologie zur kostengünstigen Energiespeicherung mit einfacher Skalierbarkeit, gutem Wirkungsgrad und geringer Selbstentladung zunehmend an Bedeutung. Es sind allerdings weitere Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten notwendig, um diese elektrochemische Speichertechnologie wettbewerbsfähig zu machen, Kosten zu senken und die technische Reife voranzutreiben.

Am DFI wird im Rahmen von »DegraBat« – einem durch das BMWi geförderten Verbundprojekt – in der Arbeitsgruppe Elektrochemie die Alterung von Vanadium-Flow-Batterien (VFB) untersucht. Dazu werden elektrochemische Methoden entwickelt um die relevanten Degradationsprozesse zu identifizieren. Zur Durchführung von Langzeitversuchen wurde vom BMWi die Anschaffung eines kommerziellen Teststandes gefördert. Der Teststand wurde von der Firma Greenlight Innovation nach Vorgaben des DFI angefertigt. Greenlight Innovation produziert in Kanada Teststände für Batterien, Brennstoffzellen und Elektrolyseure. Mit dem Greenlight-Teststand kann während der Langzeitversuche an VFB der Ladungszustand der Batterien online überwacht werden. Dazu werden elektrochemische Methoden entwickelt und mit physikalischen und spektroskopischen Methoden ergänzt und in den Teststand integriert. Dazu hat Greenlight ein Mehrkanal-Mess-System sowie eine Sonderanfertigung mit zusätzlichen Tanks für die Batterie-Elektrolyten in den Teststand eingebaut und dem DFI gestiftet. Mit dieser Zusatzausstattung soll im Rahmen des Projektes aus dem online ermittelten Ladungszustand auf Alterungsprozesse in der Batterie geschlossen werden.

Mit erfolgreicher Umsetzung des Projektes können All-Vanadium-Redox-Flow-Batterien effizienter betrieben werden und auch ihre Lebensdauer erhöht werden. Damit kann auch der Anteil an erneuerbaren Energien gesteigert und die Energieeffizienz bei deren Bereitstellung, Verteilung und Nutzung verbessert werden. //

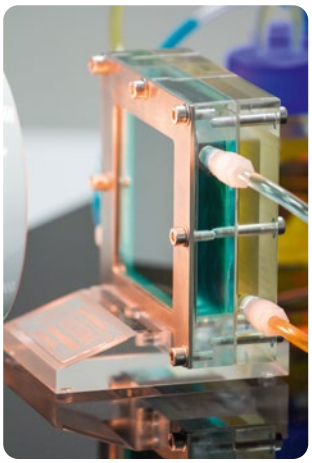
S. Ressel, L. Holtz, N. Janshen, F. Bill, A. Chica, T. Flower, C. Weidlich, T. Struckmann, State of charge monitoring of vanadium redox flow batteries using half cell potentials and electrolyte density, Journal of Power Sources, 378:776-783, 28 Februar 2018, DOI: doi.org/10.1016/j.jpowsour.2018.01.006

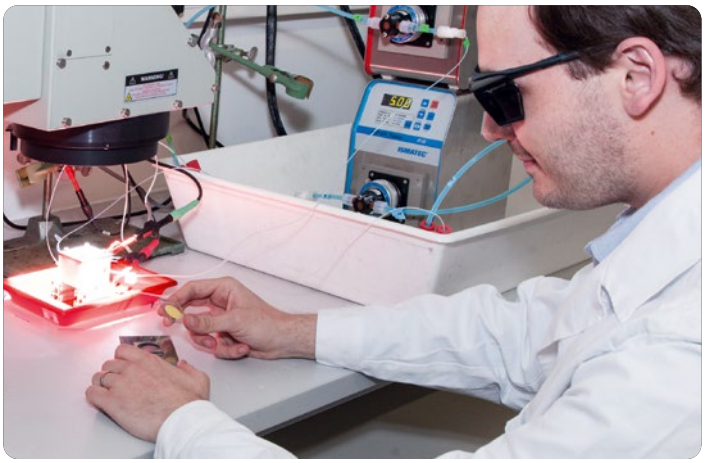
www.dechema-dfi.de/degrabat

LET THE SUNSHINE IN!
BATTERIEN DIREKT IM SONNENLICHT AUFLADEN

Dr. Jonathan Bloh
jonathan.bloh@dechema.de

Die kommende Energiewende drängt nach einer Lösung, erneuerbare Energie abrufbar zu machen. Das DFI forscht an einer »All-in-One-Lösung«: Eine Solar-Batterie, die Sonnenenergie eigenständig umwandelt und in Form von Flüssigkeiten speichert.





Durch den zunehmenden Ausbau von volatilen erneuerbaren Energiequellen wie Solar- und Windenergie bekommt die Zwischenspeicherung von Strom zur Netzstabilisierung und für die Versorgungssicherheit eine immer größere Bedeutung. Dabei ist besonders die dezentrale Speicherung direkt am Punkt der Erzeugung interessant und auch häufig aus wirtschaftlicher Sicht für den Betreiber attraktiv. Daher werden beispielsweise immer mehr Solaranlagen gleich mit einer dazugehörigen Batterie installiert.

Auch wir am DECHEMA-Forschungsinstitut haben es uns zur Aufgabe gemacht, die Energiewende voranzutreiben und bauen dabei auf ein höchst innovatives Energiespeichermedium. Denn statt mit einer Photovoltaik-Anlage und einer Batterie zwei separate Anlagen aufzubauen, wollen wir diese in einem Gerät kombinieren. Diese Solar-Batterie soll in der Lage sein, das Sonnenlicht direkt in gespeicherte, elektrische Energie umzuwandeln und später bei Bedarf wieder abzugeben. Dabei setzen wir als Basistechnologie auf die innovative Redox-Flow-Batterie.

Diese Batterie zeichnet sich dadurch aus, dass die Energiespeicherung in flüssigen Elektrolyten realisiert wird, welche sogenannte redoxaktive Verbindungen enthalten. Diese Verbindungen können Elektronen aufnehmen oder abgeben und dabei reduziert bzw. oxidiert werden. Dadurch wird Energie in der Batterie gespeichert, welche später wieder freigesetzt werden kann. Da es sich um Flüssigkeiten handelt, können sie ohne weiteres in großen Tanks zwischengelagert werden und nur bei Bedarf durch eine relativ kleine Umwandlungseinheit gepumpt werden, wo Lade- und Entladevorgang stattfinden. So können sehr einfach auch große Energiemengen gespeichert werden, indem größere Tanks verwendet werden.

Um das Sonnenlicht direkt zum Laden der Batterie zu verwenden, muss eine sogenannte Photoelektrode in die Batterie integriert werden. Diese besteht aus einem Halbleitermaterial und ist in der Lage, Sonnenlicht in elektrische Energie umzuwandeln, welche sie unmittelbar an die Batterieelektrolyten überträgt. So wird die Batterie geladen, ohne dass Strom von außen zugeführt werden muss. Dabei beschäftigt sich das DFI insbesondere damit, die Photoelektroden zu entwickeln und ideal auf diese Anwendung anzupassen. Auch die Charakterisierung dieses neuen Batterietyps, für den es noch keine Standards und Referenzen gibt, steht im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten. »Photo-Flow« ist ein sehr ambitioniertes, vom BMWi gefördertes Projekt, um eine außergewöhnlich effektive, direkt mit Sonnenlicht aufladbare Batterie zu bauen, die einige der zur Zeit bestehenden Energie-Probleme lösen kann.//

www.dechema-dfi.de/ photoflow

BMBF-PROJEKT »MIKE« VOR ERFOLGREICHEM ABSCHLUSS

Franziska Enzmann
franziska.enzmann@evonik.com

Dr.-Ing. Dirk Holtmann
dirk.holtmann@dechema.de

F. Enzmann, D. Holtmann, Rational Scale-Up of a Methane Producing Bio-electrochemical Reactor to 50 L Pilot Scale, Chemical Engineering Science 207, 2019, DOI: 10.1016/j.ces.2019.07.051

www.dechema-dfi.de/mike

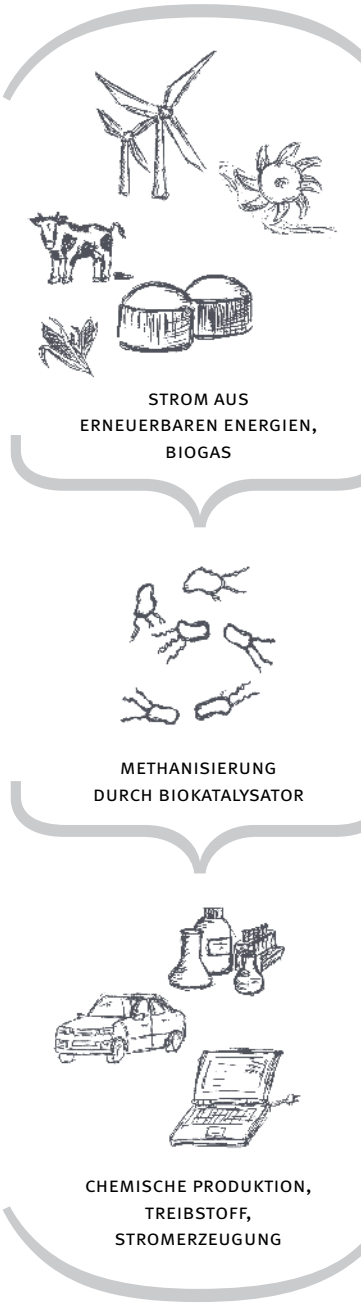
Die Stromerzeugung durch erneuerbare Energien weist häufig einen entscheidenden Nachteil auf: Sie unterliegt zeitlichen Schwankungen. Daher ist es in Zeiten der Energiewende notwendig, kurz- und langfristige Energiespeicher zu entwickeln, damit Stromspitzen aufgefangen und Zeiten geringerer Stromproduktion überbrückt werden können. In der Power-to-Gas Technologie wird der überschüssige Strom genutzt, um gasförmige Energieträger, beispielsweise Wasserstoff und Methan, herzustellen. Diese Gase können gelagert, transportiert und schließlich wieder zur Wärme- und Stromerzeugung, aber auch als Ausgangsstoffe für die chemische Produktion genutzt werden. Methan hat dabei im Gegensatz zu Wasserstoff den Vorteil, dass es ins schon bestehende Erdgasnetz eingespeist werden könnte.

Das Forschungsprojekt MIKE (Methanisierung von CO_2 aus Biogas mittels mikrobieller Elektrosynthese), in dem Wissenschaftler aus Industrie und Akademie zusammenarbeiten, untersucht die stromgetriebene Methanproduktion mit biologischen Katalysatoren, die sogenannte Bioelektromethanogenese. Dabei setzen Mikroorganismen elektrischen Strom und CO_2 zu Methan um. Ziel ist es, anstelle von reinem CO_2 Roh-Biogas zu nutzen, welches bereits 40 – 60 % Methan enthält und durch die Bioelektromethanogenese einen höheren Methananteil erreicht.

Zu Beginn des Forschungsprojektes im September 2016 wurde die Bioelektromethanogenese in 100 ml großen Laborgefäßen untersucht, wobei der Biokatalysator aus Abwässern oder Biogasschlamm gewonnen wurde. Im Laufe des Projektes wurden derartige Mischungen von Mikroorganismen von Forschern der ifn-FTZ weiter untersucht, während Mitarbeiter des DECHEMA-Forschungsinstituts (DFI) neue Biokatalysatoren testeten. Dabei konnten mehrere verschiedene Mikroorganismen gefunden werden, die zur Bioelektromethanogenese geeignet sind. Gleichzeitig wurden am DFI neue Reaktoren im 1 l Labormaßstab entwickelt, die eine technische Optimierung des Prozesses erlaubten. Im Zuge dieser Optimierung konnte auch gezeigt werden, dass längere Stromausfälle den Prozess nicht langfristig beeinträchtigen, sodass auch eine schwankende Stromversorgung durch erneuerbare Energien genutzt werden kann.

Im dritten Projektjahr konnte am DFI ein 50 l fassender Reaktor für den Prozess entwickelt und gebaut werden, in dem nun größere Mengen an Methan produziert werden können. Tests mit industriellem Roh-Biogas bei der ifn-FTZ haben gezeigt, dass die Bioelektromethanogenese zur Biogasaufreinigung genutzt werden kann. Derzeit laufen diese Versuche weiter. Gleichzeitig sind die Partner von der Provadis Hochschule und der InfraServ Höchst dabei, ein Life Cycle Assessment und eine Wirtschaftlichkeitsrechnung für die Bioelektromethanogenese durchzuführen.

Neben dem großen wissenschaftlichen Fortschritt gingen aus dem Projekt bis heute 8 Publikationen in Fachzeitschriften und 9 Beiträge auf internationalen Konferenzen hervor. Auch künftig wird sich die Forschung der Bioelektromethanogenese mit der Optimierung und dem Scale-Up der Technologie beschäftigen, um eine industrielle Anwendung in naher Zukunft zu ermöglichen. Darüber hinaus sollen die Synergien mit anderen Prozessen, zum Beispiel der biologischen Methanumwandlung, untersucht werden. Entsprechende Projektanträge sind in Vorbereitung, sodass es auf diesem Forschungsgebiet auch in Zukunft viele spannende Erkenntnisse geben wird.//



ELEKTRODEHALO – ADSORPTION UND ELEKTROCHEMISCHER ABBAU VON HALOGENIERTEN SCHADSTOFFEN

Robin Kupec
robin.kupec@dechema.de

R. G. Simon, M. Stöckl, D. Becker, A.-D. Steinkamp, C. Abt, C. Jungfer, C. Weidlich, T. Track, K.-M. Mangold, Current to Clean Water – Electrochemical Solutions for Groundwater, Water, and Wastewater Treatment, Chemie Ingenieur Technik 2018, Issue 11, DOI: 10.1002/cite.201800081

www.dechema-dfi.de/elektrodehalo

Selbstentwickelter Teststand zur Untersuchung des elektrochemischen Schadstoffabbaus an bordotierten Diamantelektroden.

Halogenierte organische Verbindungen finden vom Einsatz als Emulgatoren und Flammschutzmittel in der chemischen Industrie bis zum Pestizid in der Landwirtschaft eine breite Anwendung. Dabei gelangen diese Stoffe in die Umwelt und können sogar im Grundwasser nachgewiesen werden. Konventionelle Kläranlagen sind nicht in der Lage, diese Chemikalien zu entfernen, und die Verbindungen reichern sich in der Umwelt an (Bioakkumulation). Zu diesen persistenten organischen Schadstoffen (engl. persistent organic pollutants, POPs) zählen beispielsweise perfluorierte Tenside (PFT), Röntgenkontrastmittel, Pflanzenschutzmittel und Desinfektionsmittel. Die Langzeitauswirkungen auf die Umwelt und den Menschen sind bislang wenig erforscht, es wird jedoch eine gesundheitsschädigende und sogar krebserregende Wirkung der Substanzen vermutet.

Zur Entfernung der Schadstoffe aus belasteten Wässern werden aktuell Verfahren angewendet, die auf der Adsorption der Stoffe an Aktivkohle basieren. Ist die maximale Beladung der Aktivkohle erreicht, muss sie ausgetauscht werden und das kontaminierte Material wird verbrannt. Alternativ dazu können Abwässer auch elektrochemisch gereinigt werden, indem beispielsweise mit Hilfe von bordotierten Diamantelektroden (BDD) oxidative Spezies erzeugt werden, die die Schadstoffe abbauen. Durch die geringen Schadstoffkonzentrationen und meist schlechten elektrischen Leitfähigkeiten der Abwässer sind diese Prozesse energieintensiv.

Ziel des IGF-Projekts »ElektroDeHalo«, das von der Arbeitsgruppe Elektrochemie des DECHEMA-Forschungsinstituts (DFI) in Kooperation mit der RWTH Aachen bearbeitet wird, ist die Entwicklung eines effizienten, zweistufigen Wasseraufbereitungsprozesses, der die Vorteile der etablierten Methoden kombiniert. Im ersten Schritt sollen die Schadstoffe an einer porösen Elektrode auf Kohlenstoffnanoröhrenbasis polarisiert adsorbiert und so aus dem Wasser entfernt werden. Der zweite Schritt dient der Regeneration des Adsorbermaterials, indem die aufkonzentrierten Schadstoffe elektrochemisch abgebaut werden. Bei dieser Betriebsweise dient der Adsorber als Gasdiffusionselektrode (GDE) und ermöglicht die Umsetzung von Luftsauerstoff zu Wasserstoffperoxid. Parallel dazu werden an einer BDD-Elektrode Ozon und OH-Radikale erzeugt, die den Schadstoffabbau beschleunigen. Die simultane Erzeugung oxidativer Spezies an beiden Elektroden führt zu einer Steigerung der Effizienz des Prozesses.

Im Rahmen des Projekts wird am DFI das Röntgenkontrastmittel Natriumdiatrizoat bereits in einer Laborversuchsanlage an borditierten Diamantelektroden erfolgreich abgebaut. Dabei wird mit einer umfassenden Analytik überwacht, ob der Abbau vollständig verläuft und untersucht, ob bedenkliche Zwischenprodukte entstehen. An der RWTH werden die Gasdiffusionselektroden entwickelt und für den Abbauprozess optimiert. Die bordotierten Diamantelektroden und Gasdiffusionselektroden sollen in einem Demonstrator vereint werden, um die Adsorption und Aufkonzentrierung der Schadstoffe und deren effektiven Abbau an beiden Elektroden zu realisieren. //

METHANOL-BASIERTE BIOTECHNOLOGIE

Dr. Markus Buchhaupt
markus.buchhaupt@dechema.de

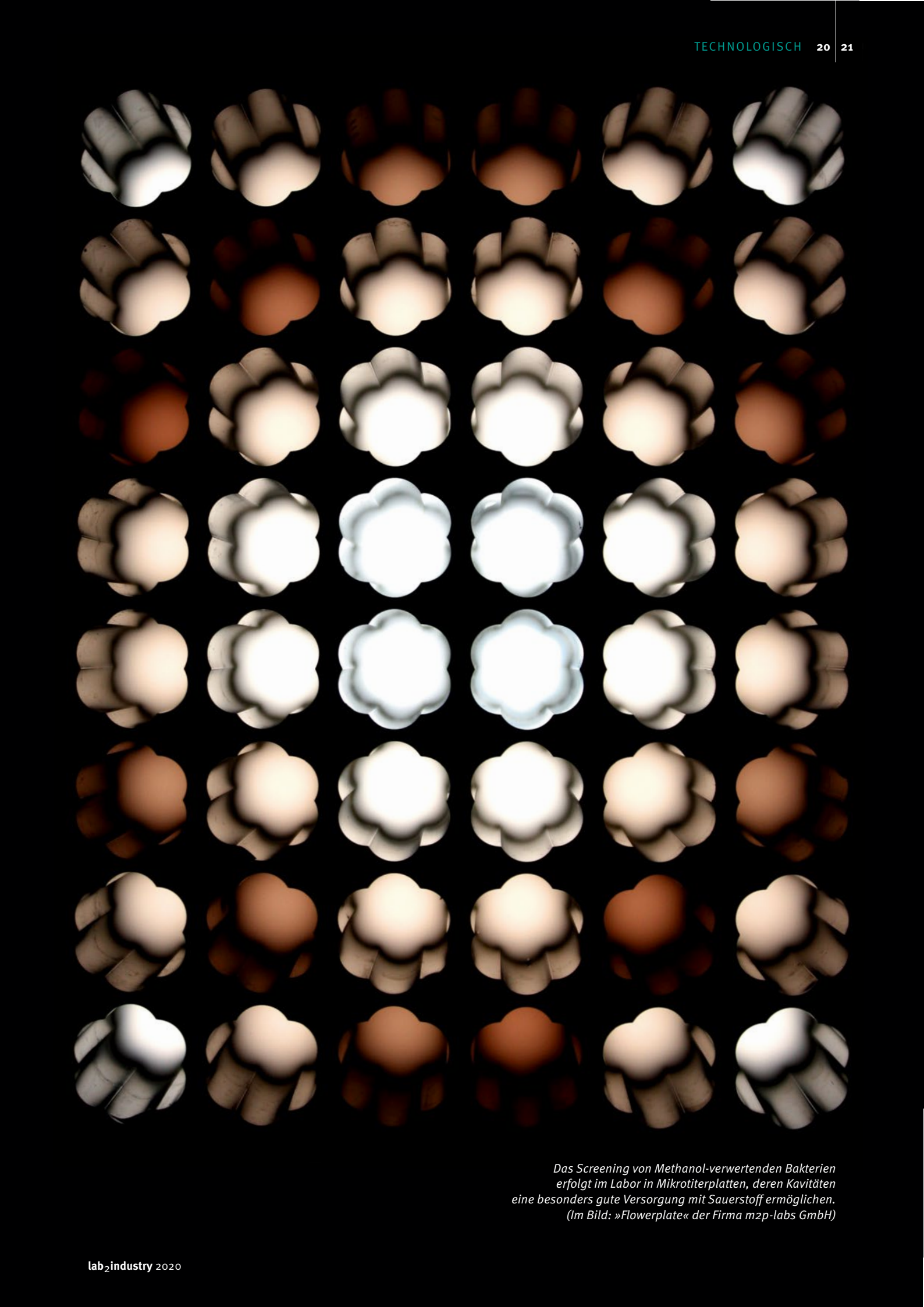
Prof. Dr. Jens Schrader
jens.schrader@dechema.de

Methanol ist mit einer weltweiten Produktion von ca. 80 Millionen Tonnen pro Jahr eines der wichtigsten Zwischenprodukte der chemischen Industrie. Hergestellt wird es nahezu ausschließlich mittels eines hocheffizienten Prozesses aus Synthesegas, das momentan noch überwiegend aus fossilen Rohstoffen wie Kohle und Erdgas stammt. An alternativen Prozessen zur Bereitstellung von Synthesegas und damit auch Methanol aus nachwachsenden Rohstoffen oder sogar CO_2 wird jedoch in Wissenschaft und Industrie bereits intensiv geforscht. Obwohl die Herstellung noch teurer ist als die aus fossilen Quellen, sind erste Prozesse für »grünes« Methanol bereits realisiert worden.

Aufgrund der hohen Verfügbarkeit und der »grünen« Zukunftsperspektive ist Methanol auch eine attraktive Kohlenstoffquelle für die industrielle Biotechnologie. Schon in den 1970er Jahren wurde gezeigt, dass man aus Methanol Bakterien-Biomasse für den möglichen Einsatz in der Futtermittelindustrie herstellen kann. Ein enormer Vorteil für großvolumige Prozesse ist dabei die hohe Toxizität für die meisten Mikroorganismen, während die als Produktionsorganismen verwendeten methylotrophen Bakterien den Alkohol sowohl als Energie- als auch als Kohlenstoffquelle nutzen können. Die Bioverfahrenstechnik methylotropher Bakterien ist daher bereits seit Jahrzehnten bis in den Großmaßstab etabliert. Eine neue Dynamik erfährt das Gebiet nun mit den modernen Methoden der Molekularbiologie, welche völlig neue Wertschöpfungsketten ausgehend von Methanol eröffnen, die über die Herstellung von bakterieller Biomasse hinausgehen.

Im DFI wird seit knapp einem Jahrzehnt an den biotechnologischen Möglichkeiten des heute *Methylorubrum extorquens* (früher *Methylobacterium extorquens*) genannten Bakteriums gearbeitet. Dabei nutzen die Forscher meist den eher ungewöhnlichen Zentralstoffwechsel und die damit einhergehenden Intermediate, um mit Hilfe von effizienten Produktionsstämmen Feinchemikalien zu produzieren. So konnten die Wissenschaftler des DFI mit genetisch umfangreich modifizierten *M. extorquens* Stämmen erstmals zeigen, dass Terpene, in diesem Fall C15-Kohlenwasserstoffe, effizient in einer Fermentation aus dem C1-Substrat Methanol gebildet werden können. Dabei wurde ein synthetischer Stoffwechselweg direkt an den Zentralstoffwechsel »angedockt«, um den Stofffluss in der Zelle in die gewünschten Produkte umzulenken, welche beispielsweise als Riechstoffe für die Parfüm- und Kosmetikindustrie von Interesse sind. Aktuelle Forschungsarbeiten zielen dagegen auf die Synthese von Dicarbonsäuren, die als Feinchemikalien oder Bausteine organischer Polymere großes Potenzial besitzen. Nach Einbringen eines bestimmten Säure-freisetzenden Enzyms aus einem anderen Bakterium und dem Anstauen eines Teils des Zentralstoffwechsels produzieren die Stämme im Fermenter mehrere Gramm Mesaconsäure und Methylsuccinylsäure pro Liter Kulturmedium. Inzwischen ist auch eine zunächst problematische Eigenschaft des Bakteriums überwunden, nämlich die Wiederaufnahme und Verstoffwechslung der Produkte. Die Wissenschaftler haben dafür spezielle Selektions- und Screening-Verfahren eingesetzt, um Mutanten mit einem Defekt in der Säureaufnahme zu finden. Aber auch durch eine veränderte Prozessführung konnte dieses Stoffwechselverhalten verhindert und teilweise Produktkonzentrationen im zweistelligen Gramm/Liter-Bereich erreicht werden. Im BMBF-geförderten Chiramet-Projekt wird momentan an der Möglichkeit gearbeitet, verschiedene andere Dicarbonsäuren oder deren Derivate freizusetzen. Mit ihren Arbeiten an methylotrophen Bakterien wollen die DFI-Wissenschaftler das große Potenzial einer Methanol-basierten Biotechnologie für die industrielle Herstellung von Fein- und Bulk-Chemikalien aufzeigen.//

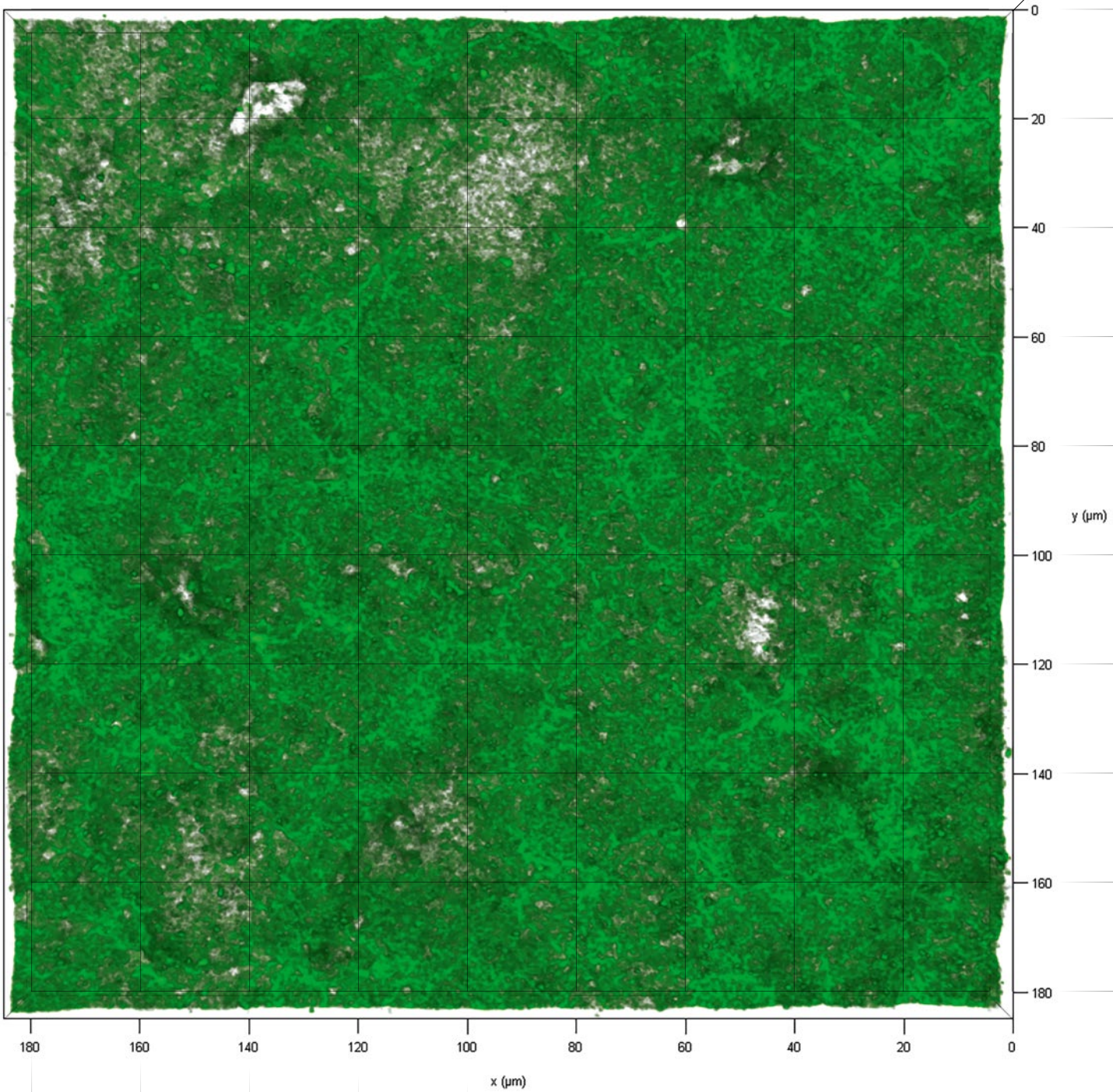
www.dechema-dfi.de/mextorquens



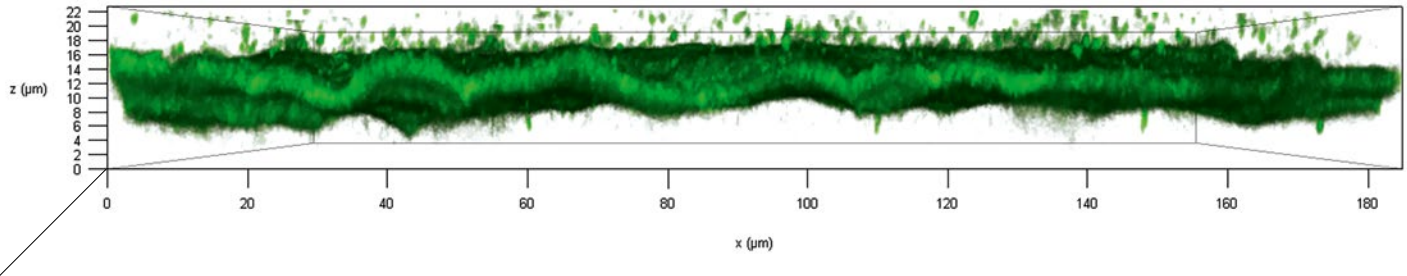
Das Screening von Methanol-verwertenden Bakterien erfolgt im Labor in Mikrotiterplatten, deren Kavitäten eine besonders gute Versorgung mit Sauerstoff ermöglichen. (Im Bild: »Flowerplate« der Firma m2p-labs GmbH)

BIOFILME AN ANODEN UND EXTRAZELLULÄRE POLYMERE SUBSTANZEN

Dr. Markus Stöckl
markus.stoeckl@dechema.de



Konfokale Laser Scanning Aufnahmen eines gefärbten elektroaktiven Biofilms auf der Anode einer mikrobiellen Brennstoffzelle (links: Draufsicht, rechts: Querschnitt).



Die Arbeiten an bioelektrochemischen Systemen (BES) stellen seit vielen Jahren einen gruppenübergreifenden Forschungsschwerpunkt am DECHEMA-Forschungsinstitut (DFI) dar. Dabei arbeiten die beiden Arbeitsgruppen Industrielle Biotechnologie und Elektrochemie in einem interdisziplinären Team eng zusammen.

Bioelektrochemische Systeme (BES) sind Systeme, bei denen Mikroorganismen oder Enzyme mit Elektroden Elektronen austauschen. Die Mikroorganismen dienen dabei als Katalysatoren für elektrochemische Oxidations- oder Reduktionsreaktionen.

Ein Einsatzgebiet von bioelektrochemischen Systemen stellen mikrobielle Brennstoffzellen (engl. microbial fuel cell MFC) dar. In MFC oxidieren elektroaktive Mikroorganismen (organische) Substrate und geben dabei die Elektronen an eine Anode ab. So können mit Hilfe elektroaktiver Mikroorganismen als Katalysator zum Beispiel Abwässer gereinigt werden. Ein Teil der in den Abwässern enthaltenen (chemischen) Energie kann dabei in elektrische Energie umgewandelt werden.

In der Regel besiedeln Mikroorganismen in MFC die Anodenoberfläche in Form von Biofilmen. Die Bakterien stehen somit in physischem Kontakt mit der Elektrode und können Elektronen auf die Elektrode abgeben.

In einer neuen Veröffentlichung konnten Wissenschaftler des DFI jetzt zeigen, dass die Kultivierung des Mikroorganismus *Geobacter sulfurreducens* unter elektroaktiven Bedingungen in einer MFC einen starken Einfluss auf die Biofilmbildung hat. Es konnte beobachtet werden, dass die in mikrobiellen Brennstoffzellen kultivierten Bakterien bei der Besiedlung der Anode wesentlich mehr extrazelluläre polymere Substanzen (hauptsächlich Proteine) produzieren als unter nicht elektroaktiven Bedingungen. Es wird vermutet, dass die erhöhte Produktion der Proteine mit dem extrazellulären Elektronentransfer (Abgabe der Elektronen an die Anode) des Modellorganismus zusammenhängt.

Die gewonnenen Ergebnisse können einen Beitrag zum tieferen Verständnis von BES und der Aufklärung von Elektronentransfermechanismen an der Anode leisten. Darüber hinaus bilden die Erkenntnisse eine Grundlage, um auch die Interaktionen von Mikroorganismen mit der Kathode im Bereich der mikrobiellen Elektrosynthesen besser zu verstehen. //

M. Stöckl, N.C. Teubner, D. Holtmann, K.-M. Mangold, W. Sand, Extracellular Polymeric Substances from Geobacter sulfurreducens Biofilms in Microbial Fuel Cells, ACS Applied Materials and Interfaces, DOI: 10.1021/acsami.8b14340

www.dechema-dfi.de/bes

WEITERBILDUNG FÜR DIE PRAXIS

In unseren Kursen verbinden wir theoretisches Wissen mit praxisnahen Anwendungen

EXZELLENT UND PRAXISNAH
DFI-WEITERBILDUNGSKURSE

Kern unserer Kurse und Seminare für Chemiker, Ingenieure, Biotechnologen und Werkstoffwissenschaftler ist die Weiterbildung für die Praxis. Für jeden Ingenieur und Naturwissenschaftler, der im Berufsleben dauerhaft erfolgreich sein möchte, ist fachliche Exzellenz eine Grundvoraussetzung. Für Unternehmen ist die Weiterqualifizierung ihrer Mitarbeiter eine der wichtigsten Investitionen in die Zukunftsfähigkeit.

Mit unserem Weiterbildungsangebot schließen wir Kenntnislücken, weisen frühzeitig auf zukunftsweisende Entwicklungen hin und transferieren neue Methoden in die industrielle Praxis. Dazu bieten wir Weiterbildungskurse zu verschiedenen Schwerpunktthemen in der Verfahrenstechnik, Sicherheitstechnik, Elektrochemie, Korrosion, Biotechnologie sowie zu Querschnittsthemen an. Bei den Querschnittsthemen werden aktuelle Herausforderungen wie z. B. der Umgang mit großen Datenmengen bei der »Explorativen Datenanalyse« aufgegriffen, aber auch fachübergreifend Kernkompetenzen wie »Kommunikation im Projektteam« und »Projektmanagement« vermittelt.

Ergänzend zu den Kursen aus unserem regulären Weiterbildungsprogramm bieten wir Ihnen speziell auf Ihr Unternehmen zugeschnittene Kurse an, die von unseren Referenten in Ihrem Haus durchgeführt werden können. Die Inhalte dieser Inhouse-Kurse orientieren sich verstärkt an Ihren Zielsetzungen und werden an die Vorkenntnisse Ihrer Mitarbeiter angepasst. Es können Fragestellungen und Praxisbeispiele aus Ihrem Unternehmen behandelt werden sowie der Reiseaufwand und Kosten für Ihre Mitarbeiter verringert werden.//

Februar 2020

03. – 05.02.
Sicherheit chemischer Reaktionen

06. – 07.02.
NEU Projektmanagement: Zusammenarbeit und Kommunikation im Projektteam

19. – 20.02.
Scale Up – Maßstabsvergrößerung verfahrenstechnischer Prozesse

25. – 26.02.
Funktionale Sicherheit in der Prozessindustrie – Grundlagen
Anerkannt als Weiterbildungskurs für Immissionsschutz- und Störfallbeauftragte im Sinne des §9 Abs. 1 der 5. BImSchV

27.02.
Funktionale Sicherheit in der Prozessindustrie – SIL-Berechnung leicht gemacht
Anerkannt als Weiterbildungskurs für Immissionsschutz- und Störfallbeauftragte im Sinne des §9 Abs. 1 der 5. BImSchV

März 2020

16. – 17.03.
Maßstabsvergrößerung katalytischer Reaktoren

26.03.
NEU Maschinelles Lernen zur Produktionsoptimierung bei Batch- und Kontiprozessen – Voraussetzungen, Methoden und systematisches Vorgehen

April 2020

20. – 21.04.
Multivariate Datenanalyse für die Pharma-, Bio- und Prozessanalytik

28.04.
Cyclovoltammetrie

Mai 2020

05.05.
Gasdiffusionselektroden

11. – 13.05.
Sicherheitstechnik in der Chemischen Industrie
Anerkannt als Weiterbildungskurs für Störfallbeauftragte im Sinne der 5. BImSchV

12. – 14.05.
NEU Reaktionstechnik – Das Engineering chemischer Reaktionen

Juni 2020

15. – 16.06.
Explorative Datenanalyse

16.06.
Werkstoffauswahl im chemischen Anlagen- und Apparatebau

18.06.
Der SIL-Tag

22. – 23.06.
Kostenschätzung

25. – 26.06.
Regelungstechnik – Praxis für verfahrenstechnische Prozesse

Die Weiterbildungskurse werden vom DECHEMA-Forschungsinstitut (DFI) in Kooperation mit der DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. angeboten.

Die Veranstaltungen finden – sofern nicht anders angegeben – im DECHEMA-Haus in Frankfurt am Main statt.

DECHEMA-Weiterbildung
Ihre Ansprechpartner

Nicola Gruß
0 69 7564-253
nicola.gruss@dechema.de

Patrice Mengler
0 69 7564-202
patrice.mengler@dechema.de

Die Kurstermine von Juli bis Dezember 2020 finden Sie unter www.dechema-dfi.de/kurse.

ZUSE-GEMEINSCHAFT

Prof. Dr. Jens Schrader als Mitglied des Zuse-Innovationsrat wiedergewählt

Die Zuse-Gemeinschaft hat auf ihrer Mitgliederversammlung am 29. Juli 2019 bei der Wahl des Innovationsrates den DFI-Vorstand Prof. Dr. Jens Schrader als Mitglied dieses Organs für die kommenden 4 Jahre bestätigt. Der Innovationsrat ist das Arbeitsgremium der Zuse-Gemeinschaft und treibt die inhaltliche Arbeit voran. Darüber hinaus wurde Jens Schrader von der Mitgliederversammlung in den Senat der Zuse-Gemeinschaft gewählt. Der Senat besteht aus bis 19 Personen und nimmt die wissenschaftspolitischen Anliegen der Zuse-Gemeinschaft und Beratungsaufgaben wahr. Ihm gehören Vertreter der Wirtschaft, Wissenschaft, Politik, der Bundes- und Landesministerien sowie des öffentlichen Lebens an.

Methanol-Kolloquium zu Ehren des DFI-Stiftungsratsvorsitzenden Dr. Hans Jürgen Wernicke

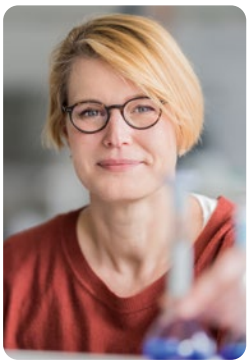
Dr. Hans Jürgen Wernicke (rechts), Vorsitzender des Stiftungsrats des DECHEMA-Forschungsinstituts, zusammen mit Dipl.-Kfm. Heinz-Joachim Wagner (links), Stellvertretender Vorsitzender.

Mit einem Festkolloquium am 4. Juli 2019 zum Thema Methanol wurde Dr. Hans Jürgen Wernicke anlässlich seines 70. Geburtstages geehrt. Hans Jürgen Wernicke war von 2007 bis 2011 stellvertretender Vorstandsvorsitzender der Süd-Chemie AG. Seit 2011 ist er beratend tätig und unter anderem in mehreren Aufsichtsräten vertreten. Neben zahlreichen ehrenamtlichen Aufgaben war er von 2009 bis 2012 Vorsitzender des DECHEMA e.V. Hans Jürgen Wernicke ist aktuell Vorsitzender des Stiftungsrates des DECHEMA-Forschungsinstituts. Sein besonderes Interesse gilt dem Thema Methanol. Er ist Mitherausgeber und Mitautor des umfassenden Standardwerks »Methanol: The Basis Chemical and Energy Feedstock of the Future – Asinger's Vision Today«, das 2014 im Springer-Verlag erschienen ist. Vor über 100 Besuchern beleuchteten Referenten aus Wissenschaft und Industrie das Zukunftspotenzial von Methanol aus unterschiedlichen Blickwinkeln. Mit einem weltweiten Bedarf von ca. 80 Millionen Tonnen jährlich ist Methanol eines der bedeutendsten chemischen Produkte. Als universeller Rohstoff dient Methanol der Synthese einer großen Zahl chemischer Produkte, findet aber auch als Energiespeicher und Treibstoff Verwendung. Da Methanol auch aus nachwachsenden Rohstoffen, kommunalen Abfällen oder CO_2 gewonnen werden kann, eröffnen sich klimafreundliche Nutzungsperspektiven.

EUROCORR Korrosionsfachtagung 2019

Anke Silvia Ulrich und Prof. Dr. Wolfram Fürbeth auf der EUROCORR 2019

Auszeichnung für das DECHEMA-Forschungsinstitut: Anke Silvia Ulrich, Doktorandin der Arbeitsgruppe Hochtemperaturwerkstoffe am DFI, wurde auf der EUROCORR Korrosionsfachtagung in Sevilla, Spanien, am 12.September 2019 mit dem jährlichen »EUROCORR Young Scientist Grant« ausgezeichnet. Mit dem »EUROCORR Young Scientist Grant« werden internationale Forschungs-Kooperationen von Nachwuchswissenschaftlern im Bereich Korrosion gefördert. Prof. Dr. Wolfram Fürbeth, Leiter der Arbeitsgruppe Korrosion am DFI und Mitglied der Instituts-leitung, wurde als Vorsitzender des »Science and Technology Advisory Committee« der European Federation of Corrosion (EFC) im Rahmen der EUROCORR Fachtagung in Sevilla, Spanien, am 9. September 2019 einstimmig bestätigt. Wolfram Fürbeth steht seit 2017 an der Spitze des wissenschaftlichen Beirats der europäischen Korrosionsfachgesellschaft EFC. Aufgaben des Gremiums sind die Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Arbeit in den zahlreichen Arbeitsgruppen der EFC und die Gestaltung der EUROCORR als jährliche europäische Korrosionsfachtagung.



Dr. Claudia Weidlich als Vorsitzende der Fachgruppe Elektrochemie der GDCh wiedergewählt

Dr. Claudia Weidlich wurde im Januar 2019 für eine weitere Periode von 4 Jahren als Vorsitzende der Fachgruppe Elektrochemie der GDCh (Gesellschaft Deutscher Chemiker) wiedergewählt. Die Fachgruppe hat über 500 Mitglieder und widmet sich der umfassenden Förderung der Elektrochemie von den Grundlagen bis zu den Anwendungen. Im Rahmen ihrer ehrenamtlichen Tätigkeiten hat sie auch im wissenschaftlichen Komitee des GDCh Wissenschaftsforums Chemie 2019 in Aachen mitgewirkt. Zudem unterstützt Claudia Weidlich seit Januar diesen Jahres als Delegierte und Vice Chair die Working Party on Electrochemical Engineering (WPEE) der European Federation of Chemical Engineering (EFCE), die europaweit in der angewandten Elektrochemie aktiv ist. In den wissenschaftlichen Beirat des Kurt-Schwabe-Instituts für Mess- und Sensortechnik e.V. Meinsberg wurde sie im Juli 2019 für eine zweite Amtsperiode wieder bestellt.

Enzymforscher auf der »BioTrans 2019« Konferenz

Das 14. Internationale Symposium für Biokatalyse und Biotransformation (BioTrans 2019) fand unter Beteiligung der Enzymforscher des DECHEMA-Forschungsinstitut vom 7. bis 11. Juli 2019 in Groningen (Niederlande) statt. Das Symposium ist durch seine vermittelnde Rolle zwischen Chemikern und Biologen aus Wissenschaft und Industrie eine der wichtigsten Veranstaltungen im Bereich der Biokatalyse. Mehr als 700 internationale Teilnehmer nahmen an der Veranstaltung teil, insgesamt wurden über 40 Vorträge sowie mehr als 500 Poster präsentiert. Eröffnet wurde die Konferenz mit einem Vortrag der Chemie-Nobelpreisträgerin 2018 Prof. Frances Arnold (California Institute of Technology, USA). Aktuelle DFI-Forschungsarbeiten der Arbeitsgruppen Industrielle Biotechnologie und Technische Chemie wurden im Vortrag von Dr. Markus Buchhaupt »Expanding the isoprenoid building block repertoire with an IPP methyltransferase from *Streptomyces monomycini*« sowie Postern zu zahlreichen Projekten des DFI präsentiert.

Neues Rasterelektronenmikroskop in Betrieb genommen

Das DFI hat seine Rasterelektronenmikroskopie-Ausstattung modernisiert: Im Sommer 2019 wurden zwei neue Geräte der Firma Hitachi für Routineuntersuchungen und Spezialanwendungen im Bereich Hochtemperaturwerkstoffe angeschafft. Das DFI baut damit seine technischen Kapazitäten im Rahmen des DECHEMA-Korrosionszentrums weiter aus. Das SU5000 mit Schottky-Feldemission dient zur Aufnahme hochauflösender Bilder (auch mit STEM-Detektor) sowie für EDX- und EBSD-Analysen. Letztere sowie eine Hochtemperaturkammer für in-situ-Messungen bei bis zu 800° C werden voraussichtlich ab Dezember 2019 verfügbar sein, sodass Anfang 2020 der Nutzerbetrieb routinemäßig aufgenommen werden kann. Das FlexSEM, ein mobiles Gerät mit Wolframkathode, läuft bereits im Routinebetrieb. Neben Bildaufnahmen im Hoch- und Niedrigvakuum bietet es auch die Möglichkeit von EDX-Analysen.

SU5000 Rasterelektronenmikroskop

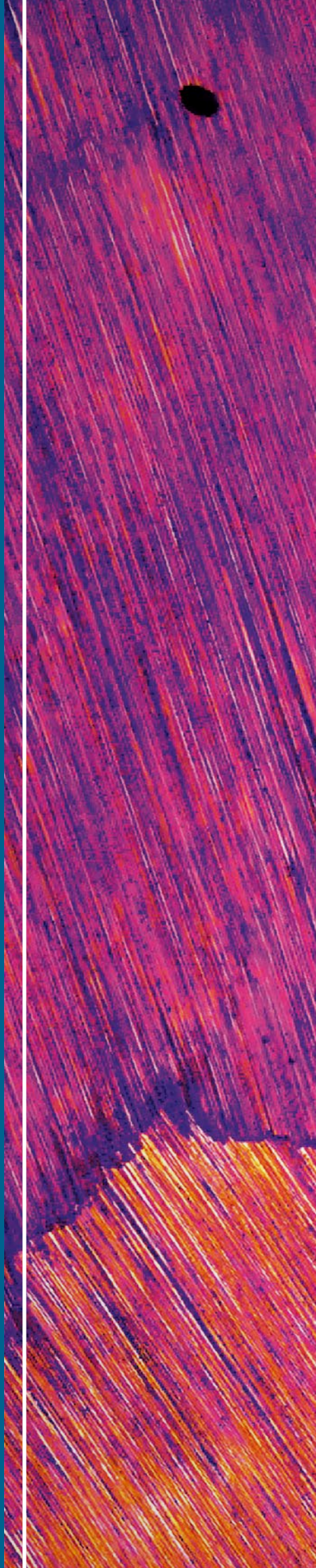
Gordon Research Conference »High Temperature Corrosion« mit DFI-Hochtemperatur-Experten

Mit drei Wissenschaftlern beteiligte sich das DECHEMA-Forschungsinstitut vom 21. bis 26. Juli 2019 an der Gordon Research Conference »High Temperature Corrosion« in New London (USA). Die zweijährig stattfindende Konferenz gilt als eines der wichtigsten Treffen internationaler Forscher im Bereich der Hochtemperaturkorrosion. Auf der Konferenz referierte PD Dr.-Ing. Mathias Galetz über neueste Erkenntnisse zum Schadensmechanismus »Metal Dusting«, der insbesondere für die Industrie hochrelevant ist. Im Vorfeld der Konferenz präsentierten die Doktoranden Tobias Meißner und Lukas Mengis ihre Forschungen zum Thema »Biomassemitverbrennung« und »Hochtemperaturverspödung von Titanalumindwerkstoffen« im Rahmen des Gordon Research Seminars.

Greenlight Innovation neuer DFI-Stifter – Gamry Instruments baut sein Engagement aus

Greenlight Innovation (Burnaby, Kanada) hat dem DFI Einbauten zu einem Flow-Batterie-Teststand gestiftet. Der Teststand wurde im Rahmen des vom BMWi geförderten Verbundprojektes »DegraBat« angeschafft und von Greenlight Innovation mit einem Mehrkanal-Mess-System sowie zusätzlichen Tanks ausgerüstet. Mit dieser gestifteten Zusatzausstattung kann der Ladungszustand der Flow-Batterien online mit verschiedenen elektrochemischen und physikalischen Messmethoden verfolgt werden. Der bisherige Bronze-Stifter Gamry Instruments (Warminster, USA) ist mit der Stiftung eines weiteren Potentiostaten zum Silber-Stifter des Instituts aufgestiegen.

Dr. Thomas Lutz, Vertreter des Greenlight European Sales Office (links), freut sich mit DFI-Institutsleiter Prof. Dr. Jens Schrader über die neue Stifterplakette.

DECHEMA
FORSCHUNGSINSTITUT

www.dechema-dfi.de