



GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER



Newsletter 2/2017

Liebe Mitglieder,

ein erfolgreiches Jahr 2016 liegt hinter uns. Seit 2016 sind wir eine ordentliche Fachgruppe Chemie und Energie in der GDCh.

Im Oktober haben wir die erste Fachgruppentagung an der Universität Jena abgehalten. V.M. Schmidt liefert uns einen kurzen Ergebnisbericht.

Gemäß unserem Anliegen Akademia und Industrie zu Energiethemen zusammen zu führen, wollen wir in den Newslettern in loser Folge Statements aus der Industrie zum Thema Energie sowie Arbeitsgruppen aus unserem Forschungsbereich vorstellen. Den Anfang aus der Industrie macht Dr. Jens Hannes von RWE zur Rolle der Braunkohle im Kontext der Energiewende.

Bereits zum zweiten Mal stellt sich eine Arbeitsgruppe vor, diesmal die unseres Vorstandskollegen P. Adelhelm aus Jena.

In diesem Jahr ist die Fachgruppe wieder auf dem Wissenschaftsforum der GDCh in Berlin vertreten und organisiert eine eigene Vortragsession und eine gemeinsame mit der Fachgruppe Elektrochemie. Wir freuen uns auf Ihre aktive Teilnahme.

Mit freundlichen Grüßen,
Manfred Waidhas im Namen seiner Vorstandskollegen

Jahrestagung der Fachgruppe Chemie und Energie in Jena (06.-07.10.2016)

Am 06. und 07. Oktober 2016 fand in den Räumen der Friedrich-Schiller-Universität Jena die 1. Jahrestagung der Fachgruppe „Chemie und Energie“ der GDCh statt.

Das Motto der Fachgruppentagung

„Chemische Technologien und Prozesse für die Energiewende: Akademia trifft Industrie“

veranlasste ca. 70 TeilnehmerInnen von Universitäten, Hochschulen, aus Forschungsinstituten und Industrie sich über neue Trends und Entwicklungen zum Thema zu informieren und die insgesamt 18 Vorträge und 21 Poster intensiv zu diskutieren.

Die Umfrage „Was kann die Chemie zur Energiewende beitragen?“, die schon zur Gründung der Fachgruppe führte, wie der FG-Vorsitzende M. Waidhas (Siemens AG, Erlangen) treffend formulierte, wurde in vier Schwerpunktblöcken (chemische Speicher, industrielle Nutzung von CO₂, elektrochemische Speicher, Wasserstoffherzeugung) beleuchtet. Die vier Hauptvorträge waren:

1. **J. Janek** (Uni Gießen und KIT Karlsruhe): *Chemische Herausforderungen auf dem Weg zu leistungsfähigeren Batterien*
2. **A. Bode** (BASF SE, Ludwigshafen): *Methanpyrolyse und CO₂-Aktivierungstechnologien mit Anwendungspotential*
3. **M. Antonietti** (MPI Potsdam): *Organische Festkörper für die metallfreie Katalyse*
4. **R. Schoof** (Uniper SE, Düsseldorf): *Energieversorger als Rohstofflieferanten für den Chemiesektor*

Die Hauptvorträge wurden von jeweils vier Vorträgen von Vertretern aus Grundlagen- und Materialforschung, Chemischer Industrie und Energieversorgung begleitet. Die 21 Poster flankierten mit neuesten Forschungsergebnissen die Tagungspausen.

Folgende Aspekte standen dabei im Fokus:

- die Energiewende kann nicht nur aus der Stromwende bestehen; sie geht nicht ohne Chemie
- die Herausforderung der zeitlichen und räumlichen Stromfluktuationen (Stromüberschüsse aus Erneuerbaren Energien, Probleme bei „Dunkelflaute“) müssen beherrscht werden
- Zukunftsthemen zur Nutzung von Stromspitzen und Energiespeicherung mittels Stromspeicherung (Batterien) und Speicherung durch chemische Synthesen (*power-to-gas*, *power-to-liquid*)
- Elektromobilität (mit Brennstoffzellen? - oder doch mit Batterien) und die parallele Entwicklung emissionsarmer Kraftstoffe

Die vorgestellten Forschungsergebnisse befassten sich mit neuen bioanorganischen Ansätzen und Elektrokatalysatoren für die Wasserstoffentwicklung. Verbindungen zwischen (Bio)-Katalyse und Elektrochemie wurden aufgezeigt, Verfahren in Bezug auf Verfügbarkeit der Rohstoffe, Wirtschaftlichkeit, politische Akzeptanz und breites Anwendungsspektrum dargestellt.

Die noch junge Fachgruppe hat mit dieser Tagung gezeigt, dass sie mit ihrem Schwerpunkt die Herausforderungen der Zeit angegangen ist. Man kann gespannt auf die nächste FG-Tagung sein, die in diesem Jahr im Rahmen des GDCh-Wissenschaftsforums in Berlin stattfinden wird.



Tagungsteilnehmer der 1. Jahrestagung Chemie und Energie in Jena diskutieren in den Pausen die Vorträge und die Posterpräsentationen

(Photo: Mustafa Göktas)

Prof. Dr. Volkmar M. Schmidt
Hochschule Mannheim

Industrie im Zeitalter der Energiewende

Die Rolle der Braunkohle im Kontext der Energiewende

Dr. Jens Hannes
RWE Power AG
Research and Development
Head of Center of Competence Fuels

Unsere Energieversorgung basiert auf den drei Säulen „Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit“. Es ist allerdings zu beobachten, dass sich der Fokus energiepolitischer Debatten mehr und mehr in Richtung Klimaschutz verschiebt, an vielen Stellen recht einseitig zu Lasten der Energiewirtschaft. Die erneuerbaren Energien sind in den vergangenen Jahren in großem Umfang ausgebaut worden und dies soll, wie es der Ausbaupfad des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG) vorsieht, auch so fortgesetzt werden.

Der Schwerpunkt des Zubaus erneuerbarer Energien liegt dabei auf witterungsabhängigen Wind- und PV-Anlagen, so dass die Schwankungsbreite des Stromangebotes weiter zunehmen wird. Es gibt Stunden, an denen die Einspeisung nahe Null liegt und die Versorgung anderweitig abgesichert sein muss. Ein Beispiel: Am 24. Januar 2017 um 7:00h lag die Stromnachfrage bei 70 GW. Die installierte Leistung der Regenerativen (PV, Wind, Wasser) betrug zwar 89,5 GW, geleistet wurde aus diesen Quellen nur 2,1 GW, also 3% des Strombedarfs. Dies

zeigt, dass neben der regenerativen Erzeugung auf jeden Fall auch andere – insbesondere konventionelle – Erzeugungskapazität vorgehalten werden muss.

Zu dieser Schieflage in der Erzeugung kommen noch - mit dem Ausbau seeseitiger und küstennaher Windkraft - Transportengpässe im Stromnetz von Nord nach Süd hinzu, so dass auch nicht immer aller erzeugbarer Strom nutzbar gemacht werden kann.

Es dürfen aber, selbst wenn der Klimaschutz hohe Bedeutung hat, die anderen beiden Säulen nicht außer Acht gelassen werden. Als Industrieland muss Deutschland die Versorgungssicherheit und Bezahlbarkeit von Strom sicherstellen und wird daher noch lange konventionelle Stromerzeugung brauchen. Dies gilt umso mehr als der Strombedarf in Deutschland angesichts der zunehmenden Elektrifizierung von Verkehr, Wärmeversorgung und Industrieprozessen, trotz vielfältiger Effizienzmaßnahmen, wie auch im Klimaschutzplan 2050 prognostiziert, langfristig deutlich steigen dürfte.

Ohne konventionelle Partner für Wind und PV wie die Braunkohle, wird auch in Zukunft keine sichere und bezahlbare Energieversorgung möglich sein. Im November 2016 wurde der Klimaschutzplan 2050 vom Bundeskabinett beschlossen und darin die bereits im Energiekonzept 2010 festgeschriebenen CO₂-Minderungsziele für das Jahr 2050 bestätigt. Es kommen jedoch noch spezifische Minderungsziele bis 2030 für alle Sektoren hinzu, wobei die Energiewirtschaft überproportional mit einem Minderungssatz von ca. 61 bis 62% belastet wird. Die strukturellen und sozialen Folgen der sektoralen Ziele müssen allerdings bis 2018 unter der Federführung des Bundeswirtschaftsministeriums noch bewertet werden. Zudem ist zu beachten, dass nationale Klimaschutzziele global ohne Wirkung bleiben,

wenn sich im Rahmen des Emissionshandels die Emissionen lediglich ins Ausland verlagern.

Der Europäische Emissionshandel bietet einen Rahmen innerhalb dessen sich Klimaschutzziele so kosteneffizient wie möglich erreichen lassen. Die jährlich sinkende, EU-weit einheitliche Emissionsobergrenze sorgt dafür, dass Klimaschutzziele sicher erreicht werden.

Bei RWE gibt es einen klaren Fahrplan für das Rheinische Braunkohlenrevier, der im Einklang mit diesen europäischen, aber auch den nationalen Klimaschutzziele steht. Dazu gehört, dass im Rahmen der Sicherheitsbereitschaft fünf Kraftwerksblöcke für jeweils vier Jahre in die Sicherheitsbereitschaft überführt und anschließend dauerhaft stillgelegt werden. Um 2030 geht dann mit der Auskohlung des Tagebaus Inden das Kraftwerk Weisweiler vom Netz. Parallel dazu wird die Stromerzeugung aus Braunkohle mit dem weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien zurückgehen, bis in der Mitte des Jahrhunderts bei Auskohlung von Garzweiler und Hambach nur noch die modernen BoA-Blöcke am Netz sind.

Durch die mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien einhergehende geringere Auslastung der konventionellen Stromerzeugung muss diese mehr und mehr Regelungs- und Besicherungsaufgaben für die schwankende Einspeisung von Wind- und PV-Anlagen erfüllen. Die hierfür erforderliche gesicherte Kapazität wird sich im derzeitigen Marktmodell („energy only“) nach Einschätzung vieler Experten auf die Dauer nicht finanzieren lassen. Deshalb bleibt die Diskussion über den Kapazitätsmarkt wichtig.

Neben notwendiger Anpassung des Marktdesigns gilt es zudem, die Stromerzeugung flexibler zu gestalten und um weitere Wertschöpfung zu ergänzen. Dies lenkt den Fokus neben der

Stromerzeugung auf die alternative Nutzung von Braunkohle.

Hierbei spielt unter anderem die die Strom- und Wärmeerzeugung in dezentralen Anlagen, wie sie z.B. an Verbundstandorten der chemischen Industrie üblich ist, eine wichtige Rolle. Gerade hier können insbesondere Kraft-Wärme-Kopplungspotentiale voll ausgeschöpft werden.

Auch die Braunkohle leistet dazu einen Beitrag, nämlich durch die Veredlung von aktuell immerhin rund 15% der in NRW jährlich geförderten Braunkohlemenge. Im Wesentlichen werden Produkte für den industriellen und privaten Wärmemarkt hergestellt; hierzu zählen insbesondere Braunkohlenstaub, Braunkohlenbriketts und Wirbelschichtbraunkohle.

Darüber hinaus kann die stoffliche Nutzung der Braunkohle ein wichtiges Element der „Sektorenkopplung“ sein, also dem schrittweisen Zusammenwachsen der verschiedenen Sektoren der Energieversorgung (Wärme, Verkehr, Strom) auf der Grundlage von Elektrizität.

Zu nennen sind hier beispielsweise die Umwandlung von Braunkohle in synthetisches Erdgas oder zu Treibstoffen (CtL = *Coal to Liquids*; CtG = *Coal to Gas*) oder in Rohöl substituierende Rohstoffe für die chemische Industrie. Hier würden sich zwei Modelle anbieten, zum einen eine Kohlevergasung an einem Chemiestandort mit unmittelbarer Bereitstellung von Synthesegas oder ersten Syntheseprodukten, wie z.B. Olefine. Die andere Möglichkeit wäre eine Vergasung mit Synthese an einem Kraftwerksstandort, um transportable höherwertige Vorprodukte

wie Naphtha, Mitteldestillat und Wachs zu erzeugen.

Stoffliche Nutzung ist auch in Kopplung mit der Stromerzeugung möglich, so dass in Zeiten niedrigen Strombedarfs die Energie in CtL/CtG-Produkten chemisch gespeichert werden kann. Die auch „Polygeneration“ genannte Kombination von stofflicher und energetischer Nutzung der Braunkohle zur Optimierung des Gesamtsystems würde unmittelbar zu den unter dem Stichwort „Sektorkopplung“ zusammengefassten Plänen der Politik beitragen.

Die räumliche Nähe des Braunkohlereviere zu den Chemiestandorten in Nordrhein-Westfalen bietet Potential für Synergien und mögliche Zusammenarbeit.

Dies hatte schon die Enquete Kommission zur „Zukunft der Chemischen Industrie in NRW“ herausgearbeitet. Unter der Vielzahl von Vorschlägen werden hier die Wiederbelebung alternativer Kohlenutzung durch entsprechende Versuchsanlagen sowie der weitere Aufbau von wissenschaftlichem Know-how in NRW ange-regt. RWE ist bereits in ein Forschungsprojekt involviert, das die Kette von der Kohlevergasung, über die Gasaufbereitung, bis hin zur Kohlenwasserstoff-Synthese untersucht.

Die Braunkohle leistet einen wesentlichen Beitrag zur Stabilisierung der Energiewende und weist, als einer der wenigen wirtschaftlich zugänglichen Bodenschätze Deutschlands das Potential auf, neben der Strom- und Wärmeerzeugung auch als heimischer Rohstofflieferant für die chemische Industrie zu fungieren.



Dr. Jens Hannes

studierte Maschinenbau/Verfahrenstechnik an der RWTH Aachen und promovierte an der TU Delft. Der Einstieg bei der RWE erfolgte 1997,

zuerst in der internen Forschung und Entwicklung im Bereich Erzeugung, seit 2000 dann wurde Dr. Hannes mit Entwicklung und Abwicklung von Projekten betraut (u.a. Neubau des GuD-Kraftwerkes in Antwerpen, Gaskraftwerk in Tarragona). Seit 2015 ist er im Bereich F&E verantwortlich für Brennstoffe (Gewinnung, Nutzung und Umwandlung).

Eine Arbeitsgruppe stellt sich vor



Im Zentrum der Forschungsaktivitäten der AG Adelhelm steht die Grundlagenforschung an Materialien für die Energiespeicherung und – wandlung

Philipp Adelhelm (geb. 1978 in Waiblingen) studierte Werkstoffwissenschaften an der Universität Stuttgart sowie dem Max-Planck-Institut für Metallforschung. Von 2005 bis 2007 arbeitete er am Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam (Prof. Antonietti, Prof. Smarsly) auf dem Forschungsgebiet

Prof. Philipp Adelhelm

Materialforschung/Elektrochemie am Institut für Technische Chemie und Umweltchemie (ITUC) Friedrich-Schiller-Universität Jena

"poröse Kohlenstoff-materialien" (siehe Abb. 1) und wurde dort an der Universität in physikalischer Chemie promoviert. Es folgten zwei Jahre als Postdoktorand an der Universität Utrecht (Group of Inorganic Chemistry and Catalysis, Profs. de Jongh und de Jong,) mit Arbeiten zur Wasserstoffspeicherung in nanostrukturierten Metallhydriden. Ende 2009 schloss er sich als Nachwuchsgruppenleiter der Arbeitsgruppe von Prof. Janek am Physikalisch-Chemischen Institut der Justus-Liebig-Universität Gießen an und

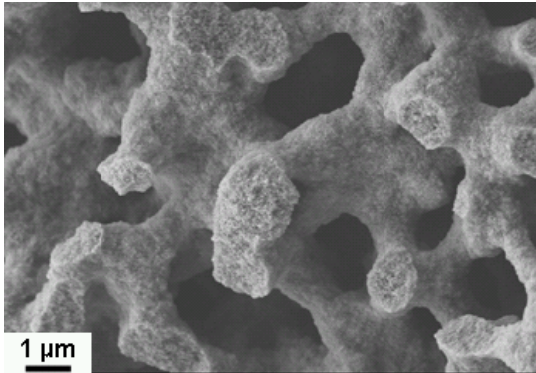


Abbildung 1 Modellmaterialien spielen eine wichtige Rolle für Untersuchungen zur Aufklärung von Reaktionsmechanismen sowie deren Optimierung. Die Abbildung zeigt eine REM-Aufnahme eines hierarchisch porösen Kohlenstoffmaterials. Neben Makroporen enthält die Struktur auch definierte Mesoporen. ^[1]

forschte an Materialien für elektrochemische Energiespeicher. Seit April 2015 ist er Professor am Institut für Technische Chemie und Umweltchemie an der Friedrich-Schiller-Universität Jena.

Der Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten in den letzten Jahren lag auf vergleichenden Untersuchungen zu Lithiumionen- und Natriumionenbatterien sowie auf alternativen Zellkonzepten für elektrochemische Energiespeicher mit hoher Energiedichte. Das Funktionsprinzip einer Lithiumionenbatterie und die Übertragung des Konzepts auf eine Natriumionenbatterie sind in Abbildung 2 skizziert. Über Natriumionenbatterien ist vergleichsweise wenig bekannt. Die Diskussion zur Verfügbarkeit und Versorgung von seltenen Elementen wie Lithium oder Cobalt führte aufgrund der großen Häufigkeit von Natrium in den letzten 5 Jahren weltweit zu einem starken Anstieg der Forschungsanstrengungen.

Wissenschaftlich besonders interessant ist die Frage, welchen Einfluss die Ionengröße auf die Elektrodenreaktionen sowie die Elektrolyteigenschaften hat. Hier kommt es zu einigen

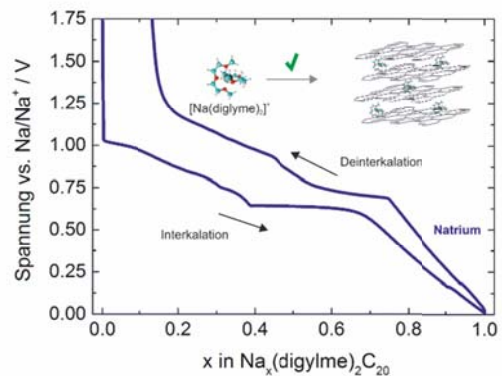
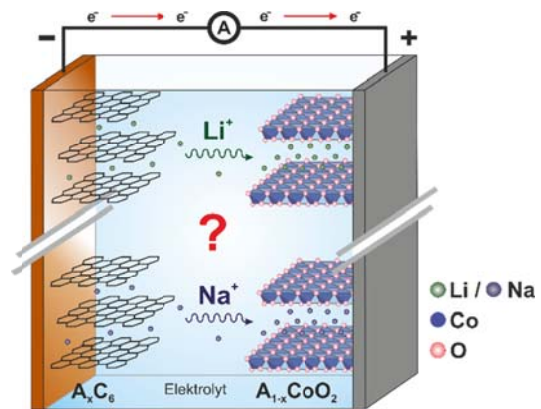


Abbildung 2 *Oben:* Konzept einer Lithiumionenbatterie bestehend aus zwei Schichtstrukturen, in die sich Lithiumionen reversibel einlagern („interkalieren“) lassen. In den meisten Fällen dienen Graphit als negative Elektrode und Schichtoxide wie LiCoO_2 als positive Elektrode. Welche Folgen der Austausch von Li^+ durch Na^+ im Zellverhalten mit sich bringt, ist Gegenstand aktueller Untersuchungen der AG Adelhelm. *Unten:* Die Einlagerung von Na^+ in Graphit gelingt nur durch Kointerkalation der Solvathülle bei Nutzung bestimmter Lösungsmittel. Die Reaktion ist überraschend reversibel (> 1000 Zyklen).

Überraschungen. ^[2] So konnte zum Beispiel gezeigt werden, dass in Natrium/Sauerstoff-Batterien nicht das wie von Li/O_2 -Batterien bekannte Peroxid, sondern ein Superoxid (NaO_2) entsteht. Der Entlade-/Ladevorgang verläuft dabei überraschend effizient. ^[3]

Besonders kurios ist das Verhalten von Graphit. Obwohl Graphit in nahezu allen kommerziellen Lithiumionenbatterien Einsatz findet, lässt sich

das Material nur durch einen Trick auch für die Speicherung von Natriumionen nutzen. Die Einlagerung der Natriumionen in die Graphitstruktur gelingt dabei durch Kointerkalation von Lösungsmittelmolekülen. Oder anders formuliert: Im Gegensatz zu normalen Interkalationsreaktionen, bei denen ein Ion seine Solvathülle bei der Einlagerung abstreift, wird diese bei der Kointerkalation mit in die Graphitstruktur eingelagert. Entgegen der Erwartung, dass dieser Mechanismus zu einer Exfolierung der Graphitstruktur führt, ist die Reaktion hochreversibel.^[4] Weitere aktuelle Arbeitsgebiete sind die Nutzung von Schwefel in Metall/Schwefel-Batterien^[5], Konversions-materialien^[6], Legierungen, Kohlenstoff-kompositmaterialien^[7] und Feststoffbatterien.

[1]a P. Adelhelm, Y.-S. Hu, L. Chuenchom, M. Antonietti, B. M. Smarsly, J. Maier, *Advanced Materials* **2007**, *19*, 4012-+; b Y.-S. Hu, P. Adelhelm, B. M. Smarsly, S. Hore, M. Antonietti, J. Maier, *Advanced Functional Materials* **2007**, *17*, 1873-1878; c S. Wenzel, T. Hara, J. Janek, P. Adelhelm, *Energy & Environmental Science* **2011**, *4*, 3342-3345.

[2]a P. Adelhelm, P. Hartmann, C. L. Bender, M. Busche, C. Eufinger, J. Janek, *Beilstein Journal of Nanotechnology* **2015**, *6*, 1016-1055; b P. Adelhelm, *Nachrichten aus der Chemie* **2014**, *62*, 1163-1168.

[3] P. Hartmann, C. L. Bender, M. Vracar, A. K. Duerr, A. Garsuch, J. Janek, P. Adelhelm, *Nature Materials* **2013**, *12*, 228-232.

[4]a B. Jache, J. O. Binder, T. Abe, P. Adelhelm, *Physical Chemistry Chemical Physics* **2016**, *18*, 14299-14316; b B. Jache, P. Adelhelm, *Angewandte Chemie-International Edition* **2014**, *53*, 10169-10173.

[5] S. Wenzel, H. Metelmann, C. Raiss, A. K. Duerr, J. Janek, P. Adelhelm, *Journal of Power Sources* **2013**, *243*, 758-765.

[6]a F. Klein, R. Pinedo, P. Hering, A. Polity, J. Janek, P. Adelhelm, *Journal of Physical Chemistry C* **2016**, *120*, 1400-1414; b F. Klein, B. Jache, A. Bhide, P. Adelhelm, *Physical Chemistry Chemical Physics* **2013**, *15*, 15876-15887.

[7] C. Raiss, K. Peppler, J. Janek, P. Adelhelm, *Carbon* **2014**, *79*, 245-255.

Kontakt:

Prof. Dr. Philipp Adelhelm
Friedrich-Schiller-Universität Jena
Institut für Technische Chemie und Umweltchemie (ITUC)
Center for Energy and Environmental Chemistry (CEEC Jena)
Philosophenweg 7a, 07743 Jena, Germany
E-Mail: philipp.adelhelm@uni-jena.de
www.publicationlist.org/p.adelhelm

Termine

10.-14. September, Berlin



GDCh-Wissenschaftsforum und Chemiefest unter dem Motto "Chemie bewegt"

Der Glanzpunkt im Jubiläumsjahr wird das GDCh-Wissenschaftsforum Chemie sein, mit seinem vieldeutigen Motto „Chemie bewegt“. Seien Sie dabei, bewegen Sie mit! Alle Details zum Wissenschaftsforum finden Sie unter www.wifo2017.de

Die European Chemical Sciences (EuChemS) als die europäische Dachorganisation der chemischen Gesellschaften hat ihren Jahresbericht 2016 veröffentlicht (www.euchems.eu/wp-content/uploads/2017/03/170331-EUCHEMS-yearbook-2016.pdf).

In 2018 finden Tagungen statt, bei denen die EuChemS bzw. unsere Energie-Fachgruppe beteiligt sind:

- 26.-30. August 2018: EuChemS-Chemistry Congress in Liverpool (www.euchems.eu/events-overview/euchems-chemistry-congresses/)
- Mai 2018: Energy Science & Technology, Karlsruhe

Mitglieder der Fachgruppe können bei beiden Tagungen mitwirken und Redner vorschlagen.

Übrigens

- Besuchen Sie unsere Homepage mit aktuellen Termine <https://www.gdch.de/netzwerk-strukturen/fachstrukturen/chemie-und-energie.html>
- Der Newsletter befindet sich auch auf unserer Homepage

Impressum

Der Newsletter wurde zusammengestellt von:

Prof. Dr. Volkmar M. Schmidt
Institut für Chemische Verfahrenstechnik
Hochschule Mannheim
Paul-Wittsack-Straße 10
68163 Mannheim
v.m.schmidt@hs-mannheim.de