


# NaWuReT-Workshop: Forschung in der Reaktionstechnik für und mit der Gesellschaft

Marion Börnhorst<sup>1</sup>, Jens Friedland<sup>2,\*</sup>, Bjarne Kreitz<sup>3</sup>, Emanuele Moioli<sup>4</sup> und Gregor Wehinger<sup>3</sup>

DOI: 10.1002/cite.202100017

 This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Im vorliegenden Artikel werden die Ergebnisse des NaWuReT-Workshops (Nachwuchs Reaktionstechnik) aus dem Dezember 2020 zum Thema „Machen wir relevante Wissenschaft?“ vorgestellt. Nach Einführungs- und Übersichtsvorträgen wurden die Themen „(Un)überwindbare Hürden für Citizen Scientists in der Reaktionstechnik?“ und „Circular Economy in der Reaktionstechnik mit/für die Gesellschaft?“ diskutiert und vielfältige Ideen und Anregungen aus der Diskussion abgeleitet.

**Schlagwörter:** Citizen Science, Kreislaufwirtschaft, Nachhaltige Entwicklung, Tolerante Prozesse

*Eingegangen:* 27. März 2021; *akzeptiert:* 22. April 2021

## NaWuReT Workshop: Research in Reaction Engineering for and with Society

In this article, the results of the NaWuReT (Early Career Reaction Engineers) workshop on the topic “Are we doing relevant science?” are presented. The topics “(In)surmountable hurdles for Citizen Scientists in reaction engineering?” and “Circular Economy in reaction engineering with/for society?” were discussed. Therefrom, a variety of ideas and suggestions were extracted.

**Keywords:** Circular economy, Citizen science, Sustainable development, Tolerant processes

Der fachliche Austausch über Zukunftsthemen ist für die Weiterentwicklung des Fachgebiets der Reaktionstechnik in Forschung und Lehre ein wichtiges Anliegen des Nachwuchs-Reaktionstechnik (NaWuReT). Diese Gruppe des wissenschaftlichen Nachwuchses gibt es seit über 10 Jahren und ist ein fester Bestandteil der ProcessNet-Fachgruppe Reaktionstechnik. Die Möglichkeiten zum Austausch waren im vergangenen „Corona-Jahr 2020“ allerdings beschränkt: Die übliche Exkursion im Sommer musste, nach anfänglicher Hoffnung, schlussendlich abgesagt werden. Auch die Möglichkeiten zum Austausch bei der Jahrestagung Reaktionstechnik in Würzburg, das zentrale jährliche Event der Community, konnte nicht genutzt werden, da auch diese nicht stattfand. Dabei entfiel auch der obligatorische Kaminabend zur Jahrestagung, der immer eine hohe Anziehungskraft für den Nachwuchs darstellt.

### Machen wir relevante Wissenschaft?

Das Ziel des NaWuReT ist die Vernetzung und Förderung des Nachwuchses aus Akademia und Industrie und so wollten wir auch digital die Möglichkeit zum Austausch und zur Vertiefung aktueller Themen anbieten. Im Workshop woll-

ten wir über Zukunftsthemen im gesellschaftlichen Kontext und die damit verbundene Weiterentwicklung des Fachgebiets der Reaktionstechnik informieren, nachdenken und diskutieren. Zwar ist der gesellschaftliche Kontext in der Reaktionstechnik häufig unterrepräsentiert, bei genauer Betrachtung der aktuellen gesellschaftlichen Fragestellungen erkennen wir jedoch, dass die Reaktionstechnik Antworten

<sup>1</sup>Dr.-Ing. Marion Börnhorst  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technische Chemie und Polymerchemie, Engesserstraße 20, 76131 Karlsruhe, Deutschland.

<sup>2</sup>Dr.-Ing. Jens Friedland  
jens.friedland@uni-ulm.de  
Universität Ulm, Institut für Chemieingenieurwesen, Albert-Einstein-Allee 11, 89081 Ulm, Deutschland.

<sup>3</sup>Bjarne Kreitz, Prof. Dr.-Ing. Gregor Wehinger  
Technische Universität Clausthal, Institut für Chemische und Elektrochemische Verfahrenstechnik, Leibnizstraße 17, 38678 Clausthal-Zellerfeld, Deutschland.

<sup>4</sup>Dr. Emanuele Moioli  
Paul Scherrer Institute (PSI), Thermochemical Processes group, Energy and Environment Division, Forschungsstrasse 111, 5232 Villigen, Schweiz.

auf dringende Fragen gibt und Impulse für gesellschaftliche Innovationen generieren kann. Aber wie kommen die Antworten und die Impulse an der richtigen Stelle an?

„Machen wir relevante Wissenschaft?“ lautete der Titel des NaWuReT-Workshops, der am 10. Dezember 2020 virtuell stattfand (Abb. 1). Für die Impulsvorträge zu Beginn der Veranstaltung konnten renommierte Fachleute gewonnen werden, die jeweils einen besonderen Schwerpunkt der Relevanz von Wissenschaft im gesellschaftlichen Kontext erörterten.

## Wie finden wissenschaftliche Erkenntnisse ihren Weg in die Gesellschaft?

Zum Beginn zeigten Angelika Frederking und Stephan Richter vom Institut für Innovation und Technik (iit) Möglichkeiten zur Zusammenarbeit von WissenschaftlerInnen und BürgerInnen (Laien) auf, was als Citizen Science bezeichnet wird. Solche kooperativen Projekte wurden zuerst in den USA und in Großbritannien durchgeführt. Beispielsweise wurde in den USA, durch die Audubon Gesellschaft, bereits 1989 mit 225 Freiwilligen Regenproben im ganzen Land gesammelt, um das Phänomen des sauren Regens zu untersuchen [1]. Seit 2010 steigen die Aktivitäten der Citizen Science weltweit stark an. Während 2010 weniger als 100 Fachaufsätze mit dem Stichwort „Citizen Science“ publiziert wurden, hat sich die jährliche Zahl der Publikationen bis heute mehr als verzehnfacht (Analyse mittels Web of Science v.5.34, Jahre 2000–2020, Abb. 2). Wesentliche Forschungsfelder sind im Bereich der Biologie, Agrar- und Umweltwissenschaften, die jeweils einen hohen Anteil aller Publikationen ausmachen. Hingegen zeigen die Ingenieurwissenschaften einen sehr geringen Anteil von nur ca. 4% (Web of Science v.5.34: „Citizen Science“). Die Zusammenarbeit zwischen den BürgerInnen und WissenschaftlerInnen kann hierbei mit unterschiedlichen Anteilen der Teilhabe am wissenschaftlichen Prozess erfolgen. Die tatsächliche BürgerInnen-Beteiligung steigt von der Kooperation (z. B. Bereitstellung von Rechnerkapazitäten) oder

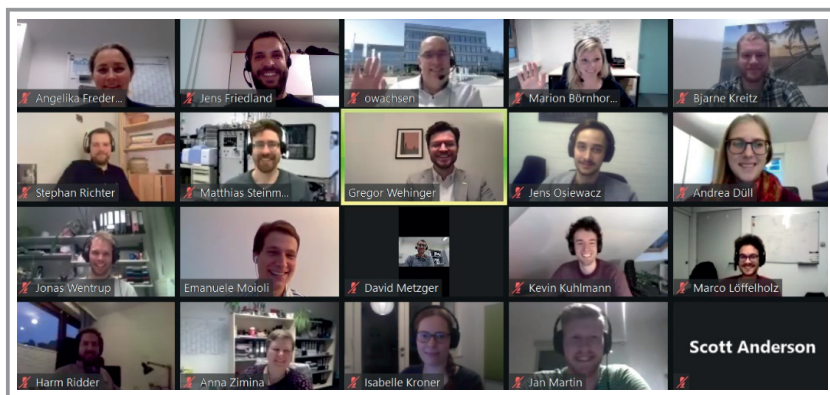


Abbildung 1. Workshopteilnehmende freuen sich über den virtuellen Austausch beim NaWuReT-Workshop.

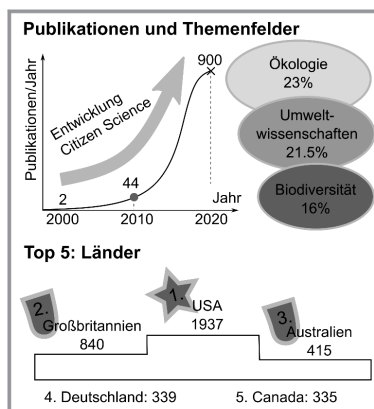


Abbildung 2. Citizen Science ist auf dem Vormarsch. Noch liegen die Aktivitäten nur selten im Ingenieur-Bereich. Großbritannien und die USA sind Spitzenreiter bei der Gesamtzahl der Publikation von wissenschaftlichen Artikeln zum Thema (Analyse mittels Web of Science).

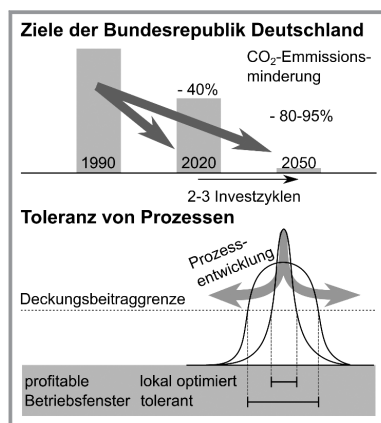
Kollaboration (Hilfe bei der Datenerhebung) über die Co-Produktion (teilweise Auswertung der Daten) bis zum Co-Design (Beteiligung auf Augenhöhe) stark an [2].

Einen Einblick in die praktische Zusammenarbeit von Wissenschaft und BürgerInnen gab im Anschluss Matthias Steinmaßl von der Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörper-Technologien (EMFT), der selbst Erfahrungen mit Citizen Science sammeln konnte. In dem vorgestellten Projekt entwickelten die EMFT und Citizen Scientists in Co-Produktion ein Messgerät zur Bestimmung des Nitratgehalts in Böden [3]. Hr. Steinmaßl stellte hierbei insbesondere die Herausforderungen bei der Zusammenarbeit zwischen den WissenschaftlerInnen und den BürgerInnen in den Mittelpunkt und empfahl mögliche Lösungsansätze [4]. Schwierigkeiten in solchen Projekten treten häufig durch unterschiedliche Vorstellungen hinsichtlich des Ablaufs und der Zielsetzungen auf. Hier ist es wichtig, einen guten Konsens zu finden, da eine Abweichung zwischen den wissenschaftlichen Projektzielen und dem Projektziel der BürgerInnen zu Motivationsproblemen führen kann. In einem Citizen-Science-Projekt ist es also wichtig,

ein konkretes Ziel anzusteuern, was von beiden Seiten als relevant angesehen wird. Auch die Verwertung der entstandenen Daten und des entwickelten Messgeräts beschäftigte die Teilnehmenden und als wichtige Stütze zur vertrauensvollen Zusammenarbeit nannte der Wissenschaftler die Möglichkeiten zur Lizenzierung unter Open Source.

Im dritten Vortrag stellte Dr. Olaf Wachsen von Clariant die Herausforderungen in der Prozesstechnik von Morgen heraus. Aus der Gesellschaft wird schon lange ein nachhaltiger Umgang mit natürlichen Ressourcen gefordert, was auch in Absichtserklärungen und

Verträgen auf internationaler und europäischer Ebene berücksichtigt wurde. Allerdings wird die Zeit knapp, wenn beispielsweise Europa bis 2050 eine CO<sub>2</sub>-neutrale Industrie aufbauen möchte (Abb. 3). Einig sind sich die Beteiligten, dass dies nur mit einer radikalen Umstellung von Produktion und Technik, möglich sein wird. Hier sind Reaktions-technikerInnen gefragt, welche die gesellschaftliche Forderung und vertraglich zugesicherten Ziele in die Praxis umsetzen können. Dafür ist die Kreislaufwirtschaft (Circular Economy) ein wichtiger Baustein [5]. Allerdings müssen die Prozesse der Zukunft sehr wahrscheinlich vollkommen anders ausgelegt werden, damit das Recycling von Stoffströmen energieeffizient durchgeführt werden kann und dies trotz wechselnder Einsatzstoffe und Betriebsbedingungen in den Prozessen. Die Prozesse sollten also weniger stark punktuell optimiert, sondern vielmehr tolerant über einen breiten Betriebsbereich und für unterschiedliche Feedzusammensetzungen sein. Es ist durchaus denkbar, dass vollkommen neue Verknüpfungen in Stoffkreisläufen und in der Wertschöpfungskette erzeugt werden müssen, damit die komplette Umstellung auf eine Kreislaufwirtschaft gelingen kann. Die Verabschiedung von Erdölderivaten ist jedoch unumgänglich [6].



**Abbildung 3.** Circular Economy im Kontext der Energiewende mit ambitionierten Zielen bei der Emissionsminderung [7]. Die flexible Prozessgestaltung bildet einen Schwerpunkt bei der Prozessentwicklung.

Nach den drei Impulsen wurde den Teilnehmenden die Möglichkeit gegeben, die Diskussion in zwei Workshopgruppen zu vertiefen: „(Un)überwindbare Hürden für Citizen Scientists in der Reaktionstechnik?“ und „Circular Economy in der Reaktionstechnik mit/für die Gesellschaft?“.

## Wie beteiligt sich die Gesellschaft an meiner Wissenschaft?

Schnell war sich der Nachwuchs in der Reaktionstechnik einig, dass es einige Möglichkeiten gibt, Citizen Science auch in der Reaktionstechnik umzusetzen. Natürlich gibt es

Möglichkeiten der Kooperation, da auch in der Reaktionstechnik Rechenkapazität für Simulationen benötigt wird, die die BürgerInnen zur Verfügung stellen können. Aber auch da, wo im täglichen Leben Stoffströme beeinflusst werden oder Stoffumwandlungsprozesse stattfinden, kann die Zusammenarbeit durchgeführt werden. Ein großes Hindernis bei diesen Teiligungsprojekten ist häufig die notwendige Sicherheit. So wurde relativ schnell klar, dass es in einem solchen Projekt wahrscheinlich einfacher ist, die Abgase eines Autos oder einer heimischen Verbrennungsanlage (Kaminofen) zu untersuchen, als eine Power-to-X-Anlage im Keller eines Hauses zu betreiben. Aber auch diese kritischeren Vorhaben schienen den NachwuchswissenschaftlerInnen mit guten Rahmenbedingungen durchaus möglich. Im Hinblick auf nachhaltige Gestaltung von Stoffkreisläufen wurde auch über eine Kooperation zur verbesserten Mülltrennung diskutiert. Insbesondere Scoring-Systeme, bei denen Citizen Scientists durch effizientere Trennung von Recyclingströmen einen Beitrag zur Circular Economy leisten, erschienen vielversprechend.

## Sind Änderung der Forschungsförderung notwendig?

Die Kreislaufwirtschaft erfordert aber nicht nur ein gesellschaftliches Umdenken, auch Wissenschaft und Forschung sowie die Entwicklung in Unternehmen steht vor großen Herausforderungen. Deshalb wurde von den Teilnehmenden eine Änderung der Denkweise und Förderstruktur diskutiert, bei der das Denken in den geförderten Projekten breiter angelegt sein soll, um somit tatsächlich tolerante Prozesse wissenschaftlich zu untersuchen. Insbesondere bei risikobehafteter Forschung, die sich zwangsläufig aus einer radikalen Umgestaltung der Prozessketten ergibt, fehlt nach Ansicht des Nachwuchses die Unterstützung zur Förderung. Dabei ist dem Nachwuchs durchaus auch die Relevanz des Fortschritts bewusst (kein „blue skies research“), der aber möglicherweise breiter/interdisziplinärer aufgestellt sein sollte, so dass die Entwicklung, durch eine möglichst vollständige Abdeckung der Forschungsfelder, erreicht wird. Gleichzeitig sollte den einzelnen Forschenden auch die Kommunikation von Fehlschlägen erleichtert werden, um die wissenschaftliche Freiheit auch erfolgreich leben zu können. Nur durch eine breite wissenschaftliche Untersuchung können Synergien bei der Verknüpfung von Stoffströmen zum Wohl und im Sinne der Gesellschaft untersucht werden. Gerade in der aktuellen Corona-Pandemie zeigt sich zudem, dass die Kommunikation wissenschaftlicher Erkenntnisse mit der Gesellschaft wichtiger denn je ist.

Der NaWuReT bedankt sich bei der ProcessNet-Fachgruppe Reaktionstechnik für die finanzielle Unterstützung und lädt den interessierten Nachwuchs ein, sich in der NaWuReT zu engagieren. Der NaWuReT dankt allen Vortragenden ganz herzlich und den Workshop-Teilnehmenden für die engagierten Diskussionen. Open Access Veröffentlichung ermöglicht und organisiert durch Projekt DEAL.

## Vortragende

- Angelika Frederking und Stephan Richter: Institut für Innovation und Technik (iit), ([www.iit-berlin.de](http://www.iit-berlin.de)),
- Matthias Steinmaßl: Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT ([www.emft.fraunhofer.de](http://www.emft.fraunhofer.de)),
- Olaf Wachsen: Clariant – Group Technology & Innovation ([www.clariant.com](http://www.clariant.com)).

Informationen zur NaWuReT sind auf der Website zu finden:  
[https://processnet.org/processnet\\_de\\_nawuret-p-3172.html](https://processnet.org/processnet_de_nawuret-p-3172.html)

## Literatur

- [1] D. Bolze, J. Beyea, *Environ. Sci. Technol.* **1989**, 23 (6), 645–646. DOI: <https://doi.org/10.1021/es00064a603>
- [2] C. C. Conrad, K. G. Hilchey, *Environ. Monit. Assess.* **2011**, 176 (1), 273–291. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1582-5>
- [3] [www.emft.fraunhofer.de/de/ueber-uns/veranstaltungen/nitratmesskit-elektrochemische-sensorik.html](http://www.emft.fraunhofer.de/de/ueber-uns/veranstaltungen/nitratmesskit-elektrochemische-sensorik.html) (Zugriff 25. März 2021)
- [4] T. Klages, U. Kaiser, K. T. Möbius, P. Weiss, *Good-Practice-Leitfaden für Co-Creation-Projekte*, München **2020**. [http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn\\_nbn\\_de\\_0011-n-6185781.pdf](http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-6185781.pdf)
- [5] Y. Geng, J. Sarkis, R. Bleischwitz, *Nature* **2019**, 565 (7738), 153–155. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-019-00017-z>
- [6] Y. Kalmykova, M. Sadagopan, L. Rosado, *Resour., Conserv. Recycl.* **2018**, 135, 190–201. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.034>
- [7] *Klimaschutzplan 2050*, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Bonn **2016**.