

## Technik gemeinsam gestalten

Frühzeitige Einbindung der Öffentlichkeit am Beispiel der Künstlichen Fotosynthese

Bearbeitet von  
acatech

1. Auflage 2016. Broschüren im Ordner. 60 S.

ISBN 978 3 8316 4496 4

Format (B x L): 26 x 19,5 cm

Gewicht: 169 g

[Weitere Fachgebiete > Technik > Energietechnik, Elektrotechnik > Solarenergie, Photovoltaik](#)

schnell und portofrei erhältlich bei

The logo for beck-shop.de features the text 'beck-shop.de' in a bold, red, sans-serif font. Above the 'i' in 'shop' are three red dots of increasing size. Below the main text, the words 'DIE FACHBUCHHANDLUNG' are written in a smaller, red, all-caps, sans-serif font.

**beck-shop.de**  
DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung [beck-shop.de](http://beck-shop.de) ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.



## > Technik gemeinsam gestalten

Frühzeitige Einbindung der Öffentlichkeit  
am Beispiel der Künstlichen Fotosynthese

acatech (Hrsg.)

**acatech IMPULS**  
Februar 2016

**Herausgeber:**

acatech – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN, 2016

Geschäftsstelle  
Karolinenplatz 4  
80333 München

Hauptstadtbüro  
Pariser Platz 4a  
10117 Berlin

Brüssel-Büro  
Rue d'Egmont/Egmontstraat 13  
1000 Brüssel  
Belgien

T +49 (0) 89 / 5 20 30 90  
F +49 (0) 89 / 5 20 30 99

T +49 (0) 30 / 2 06 30 96 0  
F +49 (0) 30 / 2 06 30 96 11

T +32 (0) 2 / 2 13 81 80  
F +32 (0) 2 / 2 13 81 89

E-Mail: [info@acatech.de](mailto:info@acatech.de)  
Internet: [www.acatech.de](http://www.acatech.de)

**Empfohlene Zitierweise:**

acatech (Hrsg.): *Technik gemeinsam gestalten. Frühzeitige Einbindung der Öffentlichkeit am Beispiel der Künstlichen Fotosynthese* (acatech IMPULS), München: Herbert Utz Verlag 2016.

ISSN: 2195-1829 / ISBN: 978-3-8316-4496-4

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Copyright © Herbert Utz Verlag GmbH • 2016

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Koordination: Dr. Marc-Denis Weitzel

Redaktion: Linda Treugut

Layout-Konzeption: acatech

Konvertierung und Satz: Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse und Informationssysteme IAIS, Sankt Augustin

Gedruckt auf säurefreiem Papier

Printed in EC

Herbert Utz Verlag GmbH, München

T +49 (0) 89 / 27 77 91 00

Internet: [www.utzverlag.de](http://www.utzverlag.de)

Die Originalfassung der Publikation ist verfügbar auf [www.utzverlag.de](http://www.utzverlag.de)

#### **> DIE REIHE acatech IMPULS**

In dieser acatech Reihe erscheinen Analysen und Denkanstöße zu Grundfragen der Technikwissenschaften sowie der wissenschaftsbasierten Politik und Gesellschaftsberatung. Die Impulse werden von acatech Mitgliedern und weiteren Experten erarbeitet und vom acatech Präsidium autorisiert und herausgegeben.

Alle bisher erschienenen acatech Publikationen stehen unter [www.acatech.de/publikationen](http://www.acatech.de/publikationen) zur Verfügung.

# INHALT

<b>KURZFASSUNG</b>	<b>7</b>
<b>PROJEKT</b>	<b>9</b>
<b>1 EINLEITUNG</b>	<b>11</b>
<b>2 FRÜHZEITIGE EINBINDUNG DER ÖFFENTLICHKEIT: DISKUSSIONSSTAND, BEISPIELE, ZIELE</b>	<b>13</b>
2.1 Bessere Technik durch frühzeitige Einbindung der Öffentlichkeit? Vision und Herausforderungen	16
2.2 Herausforderungen einer frühzeitigen Einbindung	17
<b>3 VORAUSDENKEN, ERSTELLEN UND BEWERTEN VON TECHNIKZUKÜNFTEN</b>	<b>21</b>
<b>4 KÜNSTLICHE FOTOSYNTHESE: HERAUSFORDERUNG, VISION UND FORSCHUNGSAKTIVITÄTEN</b>	<b>25</b>
4.1 Herausforderung und Vision	25
4.2 Forschungsaktivitäten	26
<b>5 PROJEKTMETHODIK UND -VERLAUF</b>	<b>31</b>
<b>6 VORAUSDENKEN UND ERSTELLEN VON TECHNIKZUKÜNFTEN DER KÜNSTLICHEN FOTOSYNTHESE (PROJEKT TEIL 1)</b>	<b>33</b>
6.1 Workshop zur Erhebung des Forschungsstandes	33
6.2 Auswahl, Konkretisierung und Formulierung von Technikzukünften	33
6.3 Drei Darstellungen von Technikzukünften der Künstlichen Fotosynthese	34
<b>7 DISKUSSION UND BEWERTUNG VON TECHNIKZUKÜNFTEN (PROJEKT TEIL 2)</b>	<b>41</b>
7.1 Science & Technology Café	41
7.2 Konzeption weiterer Dialogveranstaltungen	41
7.3 Comic-Workshop	42
7.4 Science Café München	45
7.5 Science Café Tegernsee	47
7.6 Studierenden-Workshop	48
7.7 Ergebnisse der Dialogveranstaltungen	49
<b>8 FAZIT</b>	<b>51</b>
<b>LITERATUR</b>	<b>53</b>
<b>ANHANG: WORKSHOP-PROGRAMME</b>	<b>57</b>

## KURZFASSUNG

Wie sieht die Energieversorgung der Zukunft aus? Können wir auf knappe fossile Energieträger verzichten? Lassen sich Erneuerbare Energien effizient speichern? Auf die Fragen zum zukünftigen Energiesystem sind innovative Antworten gefragt. Die Künstliche Fotosynthese ist eine visionäre Technologie, die zum Energiemix einen wichtigen Beitrag leisten könnte. Nach dem Vorbild der Pflanzen nutzt die Künstliche Fotosynthese Sonnenlicht, um aus den Rohstoffen Wasser und  $\text{CO}_2$  energiereiche Kohlenwasserstoffe herzustellen. Diese können als Energieträger direkt energetisch genutzt werden, etwa als Treibstoffe. Oder sie werden als Chemierohstoffe in nutzbare Chemikalien umgewandelt. Hierbei geht die Künstliche Fotosynthese nicht den Umweg über Biomasse, die anschließend weiter umgewandelt oder schlicht verbrannt wird. Ein anderer Ansatz der Künstlichen Fotosynthese besteht darin, aus Sonnenenergie Elektrizität beispielsweise durch Fotovoltaik zu erzeugen und zur Elektrolyse von Wasser einzusetzen. Es entsteht energiereicher Wasserstoff. Beide Ansätze bieten zahlreiche Chancen für eine nachhaltige Energiewende: Sonnenlicht ist eine unerschöpfliche Ressource und überall auf der Welt kostenlos verfügbar. Die Sonnenenergie lässt sich effizient in chemischen Verbindungen speichern. Da die Treibstoffe aus bereits vorhandenem  $\text{CO}_2$  erzeugt werden, entstehen bei ihrer Verbrennung keine neuen Emissionen.

Die Technologie befindet sich noch in einem sehr frühen Entwicklungsstadium und die technischen Realisierungsmöglichkeiten sind allenfalls in Ansätzen erkennbar. Zum jetzigen Zeitpunkt lassen sich weder ihre Chancen noch Grenzen genau benennen. Der mögliche Einsatz von Gentechnik oder Schwermetall-Katalysatoren könnte Kontroversen zur Folge haben. Für Wissenschaft und Wirtschaft wäre es von Vorteil, so früh wie möglich von den Vorbehalten in der Bevölkerung sowie den Bedingungen der Akzeptanz zu erfahren. Die Öffentlichkeit sollte also frühzeitig in die Entwicklung der Künstlichen Fotosynthese eingebunden werden. Gleichzeitig können Bürgerinnen und Bürger zu

einem frühen Zeitpunkt die Technologie und ihren Einsatz mitgestalten, anstatt sie später nur zu nutzen oder als Betroffene zu erleben.

Die Akzeptanz von Technik hängt von Vertrauen ab. Doch den Menschen fehlen oftmals noch die Gelegenheiten, ihre Wünsche und Bedenken sowie Vorstellungen von der Zukunft kundzutun. Dabei sollten Wissenschaft, Wirtschaft und Politik die Hoffnungen, Befürchtungen und Bewertungen der verschiedenen gesellschaftlichen Akteure berücksichtigen und ernst nehmen. Das Expertenwissen muss um die Laienwahrnehmung, um gesellschaftliche Werte und Visionen ergänzt werden. Nur so können sachlich adäquate und moralisch gerechtfertigte Entscheidungen für die Zukunft getroffen werden. Partizipation oder Citizen Science sind wichtige Schlagworte für den Technik-Dialog mit Bürgerinnen und Bürgern. Ein Patentrezept für die geforderte Einbindung der Öffentlichkeit gibt es dabei nicht.

Erste Erfahrungen sammelte acatech in diesem Projekt „Künstliche Fotosynthese – Entwicklung von Technikzukünften“. Dabei traten Wissenschaftler und Kommunikationsexperten mit Teilen der Öffentlichkeit in einen Dialog über Ideen, Wertvorstellungen und Sorgen zum Innovationsfeld Künstliche Fotosynthese.

Um die Künstliche Fotosynthese in ihrem frühen Forschungsstadium für interessierte Bürgerinnen und Bürger verständlich zu machen, entwarf die Projektgruppe unterschiedliche Technikzukünfte als Diskussionsgrundlage für Dialogveranstaltungen. Diese Methode der Technikkommunikation übersetzt Forschungsergebnisse in Geschichten, die beschreiben, wohin die Reise gehen könnte und wie eine mögliche Zukunft aussehen kann, beispielsweise mit Künstlicher Fotosynthese. Sie beschreiben sowohl die Gesellschaft als auch die Technik und können unterschiedlicher Gestalt sein, zum Beispiel wissenschaftliche Vorausschauen, literarische oder filmische Science Fiction-Szenarien oder Berichte in den Massenmedien. Die

Technikzukünfte zur Künstlichen Fotosynthese, welche die Projektgruppe für den Dialog mit der Öffentlichkeit entwarf, drehen sich um Mikroalgen und Wasserlinsen, die als grüne Zellfabriken energiereiche Stoffe produzieren. Oder um Nanokügelchen, die in einem elektrokatalytischen Prozess aus Wasser und CO<sub>2</sub>-haltigen Industrieabgasen energiereiches Methangas herstellen. Eine weitere Technikzukunft beschreibt transparente organische Solarzellen, die als Baumaterialien aus Gebäudefassaden ein Kraftwerk zur Stromproduktion machen. Auf verschiedenen Dialogveranstaltungen stellte acatech diese Technikzukünfte in Form von Zukunftsgeschichten interessierten Laien, Studierenden sowie Schülerinnen und Schülern vor und diskutierte sie mit ihnen. Die Formate reichten von Science-Cafés über ein Seminar bis hin zum Comic-Workshop, bei dem die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ihre Vorstellungen in Zeichnungen visualisierten.

Die Projektgruppe lernte die Ideen und Kritikpunkte der Teilnehmer kennen und erfuhr, welche Aspekte der Künstlichen Fotosynthese diese als Chancen und welche als Risiken wahrnehmen. Viele befürchteten, dass die gentechnisch veränderten Organismen freigesetzt werden könnten, etwa bei Unfällen. Kritische Fragen betrafen den Wirkungsgrad und die Wirtschaftlichkeit der Künstlichen Fotosynthese. Auch der Wasser- und Energieverbrauch sowie der Einsatz von Dünger wurden skeptisch betrachtet. Als Chance bewerteten die Teilnehmer die Verwendung von Industrieabgasen. Die organische Fotovoltaik inspirierte viele zu originellen Anwendungsideen.

Der Ansatz der Technikzukünfte hat sich in den Dialogformaten bewährt. Die Geschichten eröffneten den Teilnehmerinnen und Teilnehmern einen Zugang zur Künstlichen Fotosynthese, machten die Technologie für Laien verständlich und dienten als Ausgangspunkt für die Diskussionen. Dabei stießen die Veranstalter auch auf ein Dilemma: Einerseits ist eine Einbindung der Bürgerinnen und Bürger besonders zu einem frühen Zeitpunkt der Technikentwicklung zur Künstlichen Fotosynthese sinnvoll, wenn es noch Gestaltungsspielraum gibt. Andererseits ist die Künstliche Fotosynthese in diesem Entwicklungsstadium noch relativ unbekannt, wird medial kaum kontrovers dargestellt und besitzt nur geringe Relevanz für das Leben der Teilnehmer. Bei komplexen visionären Themen wie der Künstlichen Fotosynthese muss das Interesse der Teilnehmer also erst geweckt werden, zum Beispiel über Technikzukünfte. Die Art der Darstellung des Themas, ob als Comic, in einer Ausstellung, in den Massenmedien oder verpackt in eine Geschichte, lenkt dabei freilich die Diskussion und beeinflusst Wahrnehmung und Bewertung.

### Fazit

- Eine frühzeitige Einbindung der Öffentlichkeit in Technikgestaltung ist heute unverzichtbar.
- Die Diskussion anhand von Technikzukünften hat sich bewährt.
- Allgemeine Herausforderungen der Wissenschaftskommunikation sind zu beachten.
- Neue Formate sind zu entdecken und zu testen.
- Die Rolle der Medien ist zu untersuchen.
- Die frühzeitige Einbindung der Öffentlichkeit auf weitere Technikfelder ist angezeigt.

# PROJEKT

## > PROJEKTL EITUNG

- Prof. Dr. Armin Grunwald, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Prof. Dr. rer. nat. habil. Alfred Pühler, Universität Bielefeld

## > KONZEPTION UND FEDERFÜHRENDER AUTOR

Dr. Marc-Denis Weitze, acatech Geschäftsstelle/Technische Universität München

## > PROJEKTGRUPPE

- Prof. Dr. rer. nat. habil. Frank Behrendt, Technische Universität Berlin/acatech
- Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang M. Heckl, Deutsches Museum/Technische Universität München/acatech
- Prof. em. Dr. rer. nat. Dr. h. c. Hartwig Höcker, RWTH Aachen/acatech
- Prof. Dr. Dr. h. c. Wolfgang Lubitz, Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion
- Prof. Dr. rer. nat. habil. Bernd Müller-Röber, Universität Potsdam/acatech
- Prof. Dr. Dr. h. c. Bernhard Rieger, Technische Universität München/acatech
- Prof. Dr. Thomas Scheper, Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Universität Hannover/acatech
- Prof. Dr. rer. nat. Eicke Weber, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE/acatech

## > WEITERE BETEILIGTE

Prof. Dr. Huub de Groot (TU Eindhoven), Prof. Dr. Olaf Kruse (Universität Bielefeld), Dr. Uli Würfel (Fraunhofer-Institut Solare Energiesysteme), Dr. Maximilian Fleischer (Siemens AG),

Dr. Günter Schmid (Siemens AG), Dr. Jens Busse (Evonik Industries AG), Dr. Sascha Hoch (Evonik Industries AG) haben an der Ausformulierung einzelner Technikzukünfte mitgewirkt.

An einzelnen Dialogveranstaltungen waren beteiligt: Wolfgang Goede (München, Wissenschaftsjournalist) als Story Teller, Philipp Schrögel (Karlsruhe, Wissenschaftskommunikator) als Leiter des Comic-Workshops, Dr. Rüdiger Goldschmidt (Stuttgart, Sozialwissenschaftler) als Leiter des Science Cafés Tegernsee sowie Dr. Stephan Schleissing (Institut Technik – Theologie – Naturwissenschaften an der LMU München) als Kooperationspartner beim Studierenden-Workshop. Laura Bittner hat im Rahmen ihrer Bachelorarbeit (TU Berlin) an der Vorbereitung und Auswertung der Dialogveranstaltungen mitgewirkt.

Dr. Achim Eberspächer, Simon Märkl und Lars Tebelmann (acatech Geschäftsstelle) haben an der Textredaktion mitgewirkt.

Wir danken den Kooperationspartnern und Teilnehmern der Workshops und der Dialogveranstaltungen.

## > REVIEWER

- Prof. Dr. Ortwin Renn (Universität Stuttgart, Review-Leiter)
- Prof. Dr. Matthias Beller, Leibniz-Institut für Katalyse an der Universität Rostock e. V.
- Prof. Dr. Thomas Bley (Technische Universität Dresden)
- Prof. Dr. Dietram A. Scheufele (University of Wisconsin-Madison, USA)
- Dr. Steffi Ober (Vereinigung Deutscher Wissenschaftler VDW e. V.)

acatech dankt allen externen Fachgutachtern. Die Inhalte des vorliegenden Impulses liegen in der alleinigen Verantwortung von acatech.



## > PROJEKTVERLAUF

Projektlaufzeit: 10/2013 – 12/2015

Dieser acatech IMPULS wurde im Dezember 2015 durch das acatech Präsidium syndiziert.

## > FINANZIERUNG

Teil 1 des Projekts (Vorausdenken und Erstellen von Technikzukünften der Künstlichen Fotosynthese) wurde durch die Philip Morris Stiftung finanziell unterstützt. acatech dankt darüber hinaus dem acatech Förderverein für seine Unterstützung.

#### **> acatech – DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN**

acatech vertritt die deutschen Technikwissenschaften im In und Ausland in selbstbestimmter, unabhängiger und gemeinwohlorientierter Weise. Als Arbeitsakademie berät acatech Politik und Gesellschaft in technikwissenschaftlichen und technologiepolitischen Zukunftsfragen. Darüber hinaus hat es sich acatech zum Ziel gesetzt, den Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zu unterstützen und den technikwissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern. Zu den Mitgliedern der Akademie zählen herausragende Wissenschaftler aus Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen. acatech finanziert sich durch eine institutionelle Förderung von Bund und Ländern sowie durch Spenden und projektbezogene Drittmittel. Um den Diskurs über technischen Fortschritt in Deutschland zu fördern und das Potenzial zukunftsweisender Technologien für Wirtschaft und Gesellschaft darzustellen, veranstaltet acatech Symposien, Foren, Podiumsdiskussionen und Workshops. Mit Studien, Empfehlungen und Stellungnahmen wendet sich acatech an die Öffentlichkeit. acatech besteht aus drei Organen: Die Mitglieder der Akademie sind in der Mitgliederversammlung organisiert; das Präsidium, das von den Mitgliedern und Senatoren der Akademie bestimmt wird, lenkt die Arbeit; ein Senat mit namhaften Persönlichkeiten vor allem aus der Industrie, aus der Wissenschaft und aus der Politik berät acatech in Fragen der strategischen Ausrichtung und sorgt für den Austausch mit der Wirtschaft und anderen Wissenschaftsorganisationen in Deutschland. Die Geschäftsstelle von acatech befindet sich in München; zudem ist acatech mit einem Hauptstadtbüro in Berlin und einem Büro in Brüssel vertreten.

Weitere Informationen unter [www.acatech.de](http://www.acatech.de)