

tec4u

Aachen 2020

Aufbruch in die grüne Zukunft

Deutschlands Ingenieure
als Wegbereiter des
ökologischen Fortschritts



CLUSTER ACADEMY

Raise your Digital Capabilities



BESUCHEN SIE UNS

Mehr Informationen unter
cluster-academy.de



Digitalisierung & Strategie



Informationstechnologien & -management

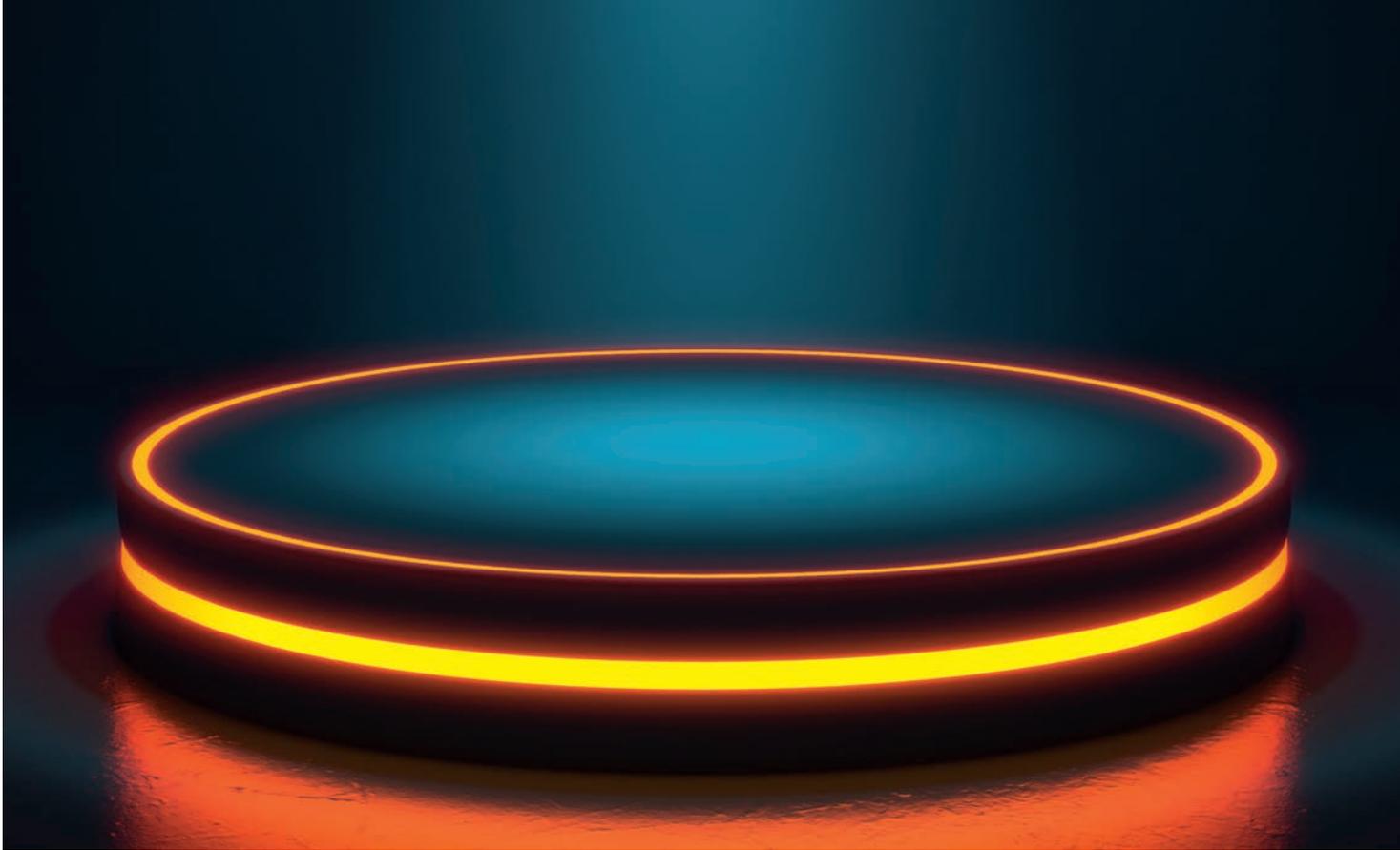


Produktion & Logistik



Service & Instandhaltung





Klima und Umwelt werden in den nächsten Jahrzehnten die wichtigsten politischen und gesellschaftlichen Entscheidungen dominieren. Viele sprechen heute bereits von einem „kompletten Umbau“ unserer Lebensweise und der zugehörigen Wirtschaftsstrukturen. Zeitlich immer weiter vorverlegte Zieldaten für das Erreichen von „Klimaneutralität“ werden verkündet. Die offensichtliche Unbekümmertheit, mit der dies geschieht, birgt die große Gefahr, dass Hybris die Rationalität begräbt. Die saloppe Ankündigung des grünen Ex-Ministers Trittin, die Energiewende werde den deutschen Verbraucher nur den Preis einer Eiskugel kosten, bleibt als warnendes Beispiel für diese Fehleinschätzung in Erinnerung.

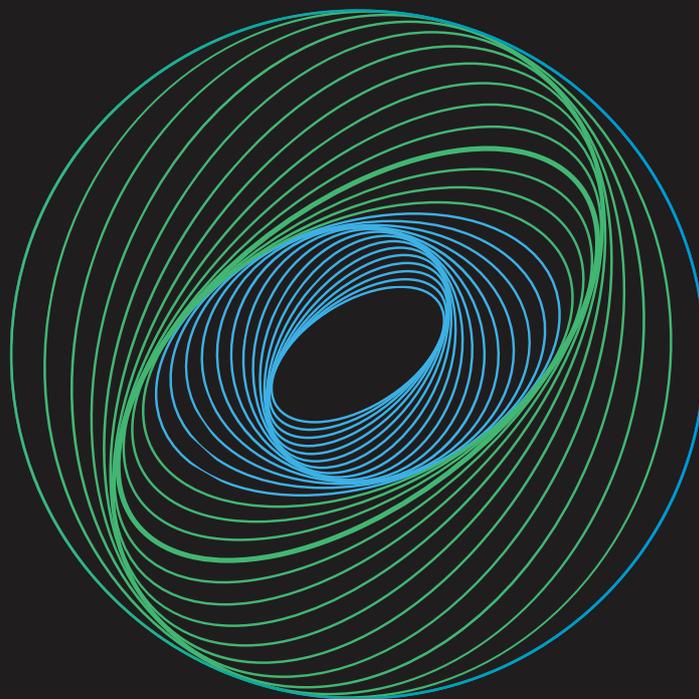
Das Jahrhundert- thema

Ein Totalumbau eines Kontinents ist Terra Incognita in der Menschheitsgeschichte, ein Prozess, in dessen Verlauf mit gewaltigen Rückschlägen gerechnet werden muss – zumal der Anteil der Planwirtschaft an der ökonomischen Entwicklung zwangsläufig steigen muss und dies nach bisherigen Erfahrungen zu einer Bedrohung für den Wohlstand führen wird. Um den ehemaligen US-Verteidigungsminister Rumsfeld zu paraphrasieren: Wir müssen uns nicht nur um das bekannte Unbekannte kümmern, sondern uns auf viel unbekanntes Unbekanntes einstellen.

Den Ingenieuren kommt in dieser Situation eine besondere Verantwortung zu. Sie könnten zur Stimme der Rationalität werden, indem sie ein klares Bild davon entwerfen, was nicht nur theoretisch machbar, sondern auch ökonomisch tragfähig ist. Dazu gehört allerdings die Fähigkeit, nicht nur in technischen, sondern auch in wirtschaftlichen Kategorien zu denken. Nur wenn es gelingt, zielführende Lösungen zu entwickeln, die nicht gleichzeitig den Wohlstand in Gefahr bringen, der erst die Entwicklung und Implementierung dieser Lösungen ermöglicht, kann das große Vorhaben gelingen.

In diesem Heft bieten wir einen facettenreichen Überblick über die verschiedensten Aspekte der Zukunftsthemen Umwelt- und Klimaschutz, von allgemeinen Erkenntnissen bis hin zu ersten aussichtsreichen Lösungsansätzen. Wir wünschen Ihnen eine spannende und bereichernde Lektüre.

Dr. Hans-Dieter Radecke



2020

Vereinsteil

- Vorstände **7**
- Einladung zur JMV **8**
- Jubilare **9**
- Verstorbene **10**
- Geburtstagswünsche **11**
- Neuzugänge **12**
- Förderer **15**
- Arbeitskreise **16**
- Jahresbericht **17**

- | | | | |
|-----------|---|-----------|--|
| 24 | Ärmel hoch, die Zukunft wartet nicht! | 50 | Effiziente und nutzerzentrierte Wärmeversorgung von Quartieren |
| 32 | Vom Rohstoff zum Endprodukt und zurück | 54 | Bioökonomie – eine Herausforderung für die Textilindustrie |
| 34 | Vision Kreislaufökonomie | 59 | LNG für den Schwerlastverkehr |
| 38 | Zirkuläre Wertschöpfung – wie aus Theorie Praxis wird | 64 | UNICARagil: Automatisierte Fahrzeuge für die Mobilität der Zukunft |
| 41 | Warum kompliziert, wenn's auch einfach geht? | 68 | Rückenwind für die Windkraft |
| 44 | Unsere Ressourcen sind endlich. Wirklich? | 72 | „Die Politik kann und soll nicht alles richten.“ |
| 48 | Der Rebound-Effekt: Störendes Phänomen bei der Steigerung der Effizienz | | |

Aufbruch in die grüne Zukunft

75

Smart Commercial Building - wie sich Gebäude und Facility Management neu erfinden

78

„Ingenieure retten die Erde“

80

„Der Mensch im Mittelpunkt aller Politik“

84

Klimaschutzstandort Nordrhein-Westfalen



Das VDI-Technikmagazin tec4u

ist Nachfolger von tec2 und twv (Mitteilungen Technisch Wissenschaftlicher Vereine Aachen) des VDI Aachener BV.
163. Jahrgang, Jahresausgabe 2020

Herausgeber:

VDI Aachener Bezirksverein e. V.
Campus-Boulevard 57, 52074 Aachen
Telefon (Geschäftsstelle): +49 (0) 241 47705650
E-Mail: bv-aachen@vdi.de
Web: www.vdi.de/aachen

Verantwortlich i. S. d. P.:

Prof. Dr.-Ing. Volker Stich

Redaktion:

Dr. Hans-Dieter Radecke (Chefredakteur)
Denkmanufactur GmbH
44137 Dortmund, Wißstraße 7

Auflage:

3.800 Exemplare
tec4u wird den Mitgliedern des Bezirksvereins Aachen postalisch zugestellt, die Kosten hierfür sind im Mitgliedsbeitrag enthalten.

VDI

Aachener Bezirksverein



Prof. Dr.-Ing. Volker Stich

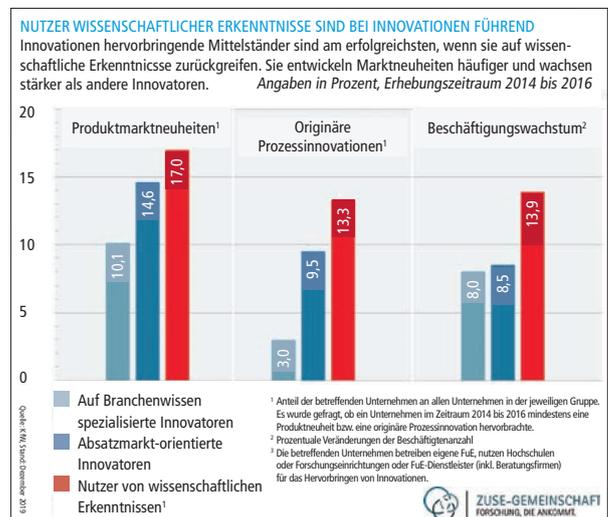
Liebe Leserinnen und Leser,

Ende November hat das Europaparlament den Klimanotstand ausgerufen und nicht erst seit Greta Thunberg und der letzten Weltklimakonferenz ist klar, dass wir uns anstrengen müssen, unseren ökologischen Fußabdruck zu reduzieren. Ökologie und Klimaschutz gehören zu den drängendsten Aufgaben unserer Zeit. Forderungen an die Politik zu stellen ist wichtig, wird aber alleine kaum ausreichen. Die Frage, die sich stellt, lautet nicht zuletzt: „Wie kann ich zum nachhaltigen Umgang mit Ressourcen beitragen, ich persönlich, vor allem aber ich als Ingenieur“. Schon Henry Ford reklamierte: „Besorgt mir Ingenieure, die noch nicht gelernt haben, was nicht geht.“ Wichtiger denn je ist heute, was geht: Dazu zählen wissenschaftliche Errungenschaften rund um neue Materialien, Recycling, Vermeidung von Materialeinsatz, Verpackung und Plastik, Energie- und Ressourcenschonung bei der Fertigung und vieles mehr. Hier hat Grundlagen ebenso wie angewandte Forschung zu enormen Effizienzsteigerungen geführt.

Auch im Bereich der Gebäudeautomation verbessert sich durch die verfügbaren IT-gestützten Lösungen seit Jahren die Klimabilanz von Immobilien. Die neuesten Entwicklungen gehen noch weiter und nehmen sogar die Fläche als Ressource ins Visier: Intelligente Gewerbeimmobilien mit neuen Nutzungs- und Betreibermodellen sind hier das Stichwort. Die Weiterentwicklung von Energietechnik führt zu Effizienzsteigerungen, der Förderung und breiten Nutzung regenerativer Energien und zu CO₂-Vermeidung. An Möglichkeiten zur Energiespeicherung wird nicht zuletzt im Kontext von E-Mobilität konti-

nuerlich geforscht. Vor allem ist die Digitalisierung ein vielversprechendes Instrument für mehr Nachhaltigkeit. Mit neuen Technologien und intelligenten Datennutzungskonzepten bietet sie in fast allen Lebensbereichen großes Potenzial für Effizienzsteigerungen und Ressourceneinsparungen, was sich letzten Endes positiv auf unsere Klimabilanz auswirkt. Um genau diese Themen geht es auch im vorliegenden Heft. Die Beiträge zeigen deutlich, wie wichtig die deutsche Ingenieurskunst auch in Zukunft ist, um Innovationen, ja im Extremfall auch sogenannte Disruptionen hervorzubringen. Vielleicht hat sich die Art der Entwicklung geändert. Um schnell Lösungen an den Markt zu bringen, ist die klassische Wasserfallmethode heute nicht mehr immer die richtige Wahl. Vielmehr geht es darum, zunächst schnell neue Prototypen zu entwickeln und diese in die praktische Anwendung zu überführen, um sie anschließend anhand von Kundenanforderungen marktgerecht weiterzuentwickeln: das sogenannte Minimum Viable Product. Das ist es, womit sich die anwendungsorientierte Forschung mithilfe der heute verfügbaren Daten beschäftigt, um ein Produkt zu „erfinden“, das den komplexen Kundenanforderungen entspricht. Damit das funktioniert, muss die Politik den Weg ebnen und die Unternehmen eine Transformation durchlaufen: Denn nur in enger Zusammenarbeit zwischen Forschung und Industrie entstehen Lösungen zur nachhaltigen Steigerung der Wertschöpfungsketten, die helfen, Ressourcen zu optimieren und so einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Die Wirtschaft profitiert dabei von wissenschaftlicher Expertise, die mit den Anforderungen des Marktes und des Klimaschutzes verknüpft werden. Dies belegt auch eine Untersuchung der Zuse-Gemeinschaft zum Zusammenhang zwischen innovativen Unternehmen und Wissenschaft (siehe Grafik). Innovationen hervorbringende Firmen sind demnach am erfolgreichsten, wenn sie wissenschaftliche Erkenntnisse nutzen, interpretieren und in der Praxis umsetzen. Lassen Sie sich von der neuen tec4u inspirieren und bleiben Sie neugierig

Ihr Professor Dr.-Ing. Volker Stich



Vorstand



Aachener Bezirksverein

VDI Aachener Bezirksverein e.V.

Campus-Boulevard 57
52074 Aachen

im Cluster-Smart-Logistik-Gebäude,
1. Etage
auf dem RWTH Aachen Campus Melaten

Geschäftsführer:
Dr. Ulrich Michaelis



Telefon (Geschäftsstelle): +49 (0) 241/477 05 650
Fax (Geschäftsstelle): +49 (0) 241/477 05 651
E-Mail: ulrich.michaelis@vdi-aachen.de
Web: www.vdi.de/aachen

Öffnungszeiten der Geschäftsstelle:
Mitarbeiter Rolf Scheiffert
Dienstag und Donnerstag, je 11 bis 14 Uhr



Vorsitzender:
Prof. Dr.-Ing. Volker Stich

1.vorsitzender@vdi-aachen.de



Stellvertretender Vorsitzender:
Prof. Dr.-Ing. Tobias Meisen

2.vorsitzender@vdi-aachen.de



Schatzmeister:
Dr.-Ing. Thomas Thiele

schatzmeister@vdi-aachen.de



Schriftführer:
Dr.-Ing. Christian Büscher

schriftfuehrer@vdi-aachen.de



Öffentlichkeitsarbeit:
N. N. (kommissarisch Birgit Merx M.A.)

oeffentlichkeitsarbeit@vdi-aachen.de

Veranstaltungen:
N. N.



Veranstaltungen
und Termine
Ihrer Bezirksvereine
im Internet:
[www.vdi.de/
veranstaltungen](http://www.vdi.de/veranstaltungen)
Aachener BV:


EINLADUNG zur Jahresmitgliederversammlung des VDI Aachener BV

Montag, 05. Oktober 2020

17.30 Uhr, Zugang 17.00 Uhr

Ort: Geschäftsstelle, Campus-Boulevard 57, 52074 Aachen, aber **ausschließlich virtuelle Teilnahme online im Internet** wegen der anhaltenden Corona-Beschränkungen und auf Basis von Art. 2 § 5 Gesetz zur Abmilderung der Folgen der COVID-19-Pandemie im Zivil-, Insolvenz- und Strafverfahrensrecht

Vertraut-Machen mit der Technik

Tagesordnung

1. Begrüßung und Aktivenehrung
2. Bericht des Vorsitzenden
3. Bericht des Schatzmeisters
4. Bericht der Kassenprüfer
5. Genehmigung des Jahresabschlusses
6. Entlastung des Vorstands
7. Anträge (falls gestellt)
8. Vorstandswahlen
9. Verschiedenes

Pause nach dem offiziellen Teil

Virtueller Mitglieder-Dialog „VDI Aachen bis 2025“ -
Offene Diskussion über die Zukunft des Bezirksvereins

Die Jubilarehrung und der vorgesehene „Markt der Kreise“ müssen leider verschoben werden.

Diese Ankündigung gilt als offizielle persönliche Einladung an alle Mitglieder. Anträge zur Mitgliederversammlung sind bis zum 18. September 2020 bei der Geschäftsstelle einzureichen.

Bitte melden Sie sich zur Veranstaltung **spätestens bis zum 28. September 2020 nur online** über unsere Homepage www.vdi.de/aachen unter Veranstaltungen (Link als QR-Code) unter Angabe Ihrer Mitgliedsnummer an. Sie erhalten dann nähere Informationen und Ihre persönlichen Zugangsdaten rechtzeitig vor der Mitgliederversammlung.



Wir freuen uns auf Ihre virtuelle Teilnahme über elektronische Kommunikation!



Mitgliederseiten des Aachener BV

Jubilare des VDI Aachener BV 2020

(Falls Sie unter die hier genannten Personengruppen fallen und eine Veröffentlichung künftig nicht wünschen, so teilen Sie uns dies bitte schriftlich oder per Email mit. Wir werden diesen Wunsch dann berücksichtigen.)

25 Jahre Mitglied

Dipl.-Phys. Wassilios Aswestopoulos
Dipl.-Ing. (FH) Andre Becker
Dipl.-Ing. Hans Beckers
Dipl.-Ing. Arne Berger
Dipl.-Ing. Jörg Bischoff
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Bleck
Dipl.-Ing. Oliver Brockhaus
Dr.-Ing. Maik Broda
Dipl.-Ing. Eckhard Buchholtz
Dipl.-Ing. (FH) Raimund Buhl
Dipl.-Ing. Robert Daniels
Dr.-Ing. Ingo Elsen
Dr.-Ing. Udo Enste
Dr.-Ing. Günter Rudolf Feyerl
Dipl.-Ing. Detlev Fiedler
Dipl.-Ing. Kurt-Udo Fröse
Dr.-Ing. Peter Guntermann
Dipl.-Ing. (FH) Bernd Hahne
Dipl.-Ing. Winand Hanelt
Prof. Dr.-Ing. Horst Heinrichs
Dipl.-Ing. Erik Hepp
Dipl.-Phys. Univ. Robert Hubert
Hermann
Dipl.-Ing. Andreas Hesse
Dr.-Ing. Hansjörg Hoppe
Dipl.-Ing. Ingeborg Horn
Dr.-Ing. Sabine Julia Jakobs
Dipl.-Ing. (FH) Joachim Joisten
Dipl.-Ing. Norbert Juchmann
Dipl.-Ing. (FH) Leif Kallenrode
Dr.-Ing. Jan Mauriz Kaub
Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke
Dipl.-Ing. Christoph Krantz
Dipl.-Ing. Hans-Herbert Leidel
Dipl.-Ing. (FH) Edgar Lembicz
Dipl.-Ing. Bernhard Maihofer
Dipl.-Ing. (FH) Guido Moss
Dipl.-Ing. Uwe Oettershagen
Ph.D. Steven Ribeiro-Ayeh
Dr.-Ing. Matthias Ritter

Dipl.-Ing. Hermann-Josef Roos
Dipl.-Ing. (FH) Herold Schankula
Dipl.-Ing. (FH) Karl-Heinrich Schmitz
Thomas Schönen
Dipl.-Ing. Klaus Schönhoff
Ruth Schröder
Dr. Konrad Sell
Prof. Dr.-Ing. Otmar Siebertz
Dipl.-Ing. (FH) Udo Vogel
Martin Voss
Prof. Dr.-Ing. Michael Wahle
Dipl.-Ing. (FH) Mark Weber
Dipl.-Ing. Ralf Weber
Dipl.-Ing. (FH) Roland Wigro
Dipl.-Ing. Univ. Andre Winkens
Dipl.-Ing. Udo Winkens
Dipl.-Ing. Thomas Wintgens
Dirk Zimmer

40 Jahre Mitglied

Dipl.-Ing. Christian Anderson
Dipl.-Ing. Rainer Decker
Karl-Heinz Dietrich
Dipl.-Ing. Herbert Gerards
Dr.-Ing. Karl-Wilhelm Hirsch
Dipl.-Ing. Werner Hoogen
Dipl.-Ing. Karl Imbusch
Ulrich Jarolimek
Dr.-Ing. Walter Kimmelman
Dipl.-Ing. Dieter Kornienko
Dr.-Ing. Michael Maqua
Dr.-Ing. Ulrich Matthe
Dipl.-Ing. Peter Niessen
Architekt Walter Ortman
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Pitt
Dr. Thomas Rochlitz
Dr.-Ing. Thomas Schacht
Dr. rer. nat. Hubertus Schlerkman
Dipl.-Ing. (FH) Bruno Scory
Ing. Manfred Siemons
Dipl.-Ing. Walter Simon

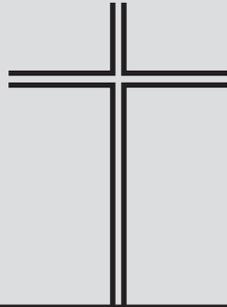
Dipl.-Ing. Franz Josef Taxhet
Dipl.-Ing. Stefan Vannahme
Dipl.-Ing. Heiner Voigt
Dipl.-Ing. Hermann-Josef von Wirth
Dipl.-Ing. Karl Wuebbeke

50 Jahre Mitglied

Dipl.-Ing. H. H. Bernstein
Dipl.-Ing. Wilhelm Claessen
Ferd. Schmetz GmbH
Ing. (grad.) Udo Flink
Dipl.-Ing. Ludwig Geerkens
Dipl.-Ing. Kurt Grupe
Dipl.-Ing. Horst Leutenberg
Ing. (grad.) Willi Lücke
Ing. (grad.) Josef Peiffer
Ing. (grad.) Manfred Schley
Dipl.-Ing. Hermann-Joseph Schmitz
Ing. Peter van Remundt

60 Jahre Mitglied

Dipl.-Ing. Hugo Bohn
Ing. Hans Borgmann
Ing. Jochen Hohlfeld
Dipl.-Ing. Hermann Kröckel
Dipl.-Ing. Dieter Michels
Dipl.-Ing. August Rahn
Dipl.-Ing. Klaus D. Schmidt
Dipl.-Ing. Hans Schreinemachers
Dipl.-Ing. Paul Seifert
Dipl.-Ing. (FH) Lothar Spelten
Dipl.-Ing. Gottlieb Wilhelm Trocha
Ing. Guenter Winkhold



Unsere 2019 verstorbenen Mitglieder

Der Aachener Bezirksverein im VDI ehrt ihr Andenken.

Dipl.-Ing. Hans Brandt
nach 45-jähriger Mitgliedschaft

Dipl.-Ing. Günther Lubisch
nach 67-jähriger Mitgliedschaft

Dr.-Ing. Hans-Georg Horn
nach 5-jähriger Mitgliedschaft

Ing. (grad.) Erwin Adler
nach 49-jähriger Mitgliedschaft

Ing. Herbert Josef Walter
nach 66-jähriger Mitgliedschaft

Dipl.-Ing. Hans-Josef Dreßen
nach 35-jähriger Mitgliedschaft

Dr.-Ing. Ulrich Rohs
nach 31-jähriger Mitgliedschaft

Dipl.-Ing. Rolf Venohr
nach 61-jähriger Mitgliedschaft

Ing. Hans Butz
nach 66-jähriger Mitgliedschaft



Besondere Geburtstage begehen in diesem Jahr:

Januar

Prof. Erich Lugscheider
Dr.-Ing. Werner Bick
Prof. Dr.-Ing. Michael Hahne
Ing. (grad.) Hans Dieter Rick
Dipl.-Ing. Jürgen Daams
Dipl.-Ing. Günter Nießen
Dipl.-Ing. Friedrich Wagner
Dipl.-Ing. Jürgen Koll
Ing. (grad.) Johann Holz
Dipl.-Ing. Dieter Juchem
Dipl.-Ing. Christoph Schäber
Dipl.-Ing. Robert Windeck
Dipl.-Ing. Norbert Behler
Dipl.-Ing. Thomas Sommer
Dipl.-Ing. Wilfried Mlaker

Februar

Dipl.-Ing. Jörg Heetkamp
Dr.-Ing. Siegfried Graf
Dipl.-Ing. Rolf Venohr
Dr.-Ing. Wolf C. Hofmann
Rolf Kesper
Dr. rer. nat. Hans-Henrich Altfeld
Dipl.-Ing. Ingeborg Horn
B.Sc. Raimund Pörtner
Ing. Pieter de Vriendt
Dr.-Ing. Manfred Ziemann
Dipl.-Phys. Gabriela Binasch
Prof. Dr.-Ing. Ludger Knepper
Dr.-Ing. Karl Koch
Prof. Dr.-Ing. Klaus Henning
Dipl.-Ing. Wilfried Meuser

März

Prof. Dr. Gisela Engeln-Müllges
Dr.-Ing. S. Bernhard Gand
Dipl.-Ing. Martin Pieper
Prof. Dr. Ghaleb Natour
Dipl.-Ing. Erwin Anskeit
Dipl.-Ing. Hermann-Joseph Schmitz
Dr.-Ing. Michael Twickler
Hans-Jochen Schaffrath
Dipl.-Ing. Hans Behrens
Lothar Jacobskoetter
Dr.-Ing. Peter Guntermann
Dr.-Ing. Ludger Wienand
Prof. Dr.-Ing. Friedrich Eichhorn

April

Dipl.-Ing. (FH) Axel Conrads
Dipl.-Ing. Bernhard Krott
Prof. Dr.-Ing. Alois Boes
Dipl.-Ing. Dieter Vroemen
Dipl.-Ing. Christian Harting
Dipl.-Ing. Edgard Vossen
Architekt Walter Ortmanns
Dipl.-Ing. Stefan Eggerath

Mai

Dipl.-Ing. Stefan Bünger
Dipl.-Ing. Ulrich Patalla
Dipl.-Ing. Franz Jansen
Günter Josat
Dr.-Ing. Claus Riehle
Dipl.-Ing. (FH) Bernard Rzepka
Dipl.-Ing. Manfred Mathar
Dr.-Ing. Walter Kimmelman
Ing. (grad.) Willi Lücker
Dr.-Ing. Hans-Ernst Klütsch
Dipl.-Ing. Norbert Plasczyk
Dr. Stephan Elles
Dr.-Ing. Thomas Schacht
Dipl.-Ing. Albert Bruns
Dr. rer. nat. Wilhelm Nießen
Dr. Jens Faust
Dr. Manfred Roth
Dipl.-Ing. Jacques H. M. Rooij
Jippe Ruiten
Heinz-Leo Seemann
Dipl.-Ing. Helmut Dantz

Juni

Dipl.-Ing. Norbert Kunz
Dr.-Ing. Joachim Kowalewski
Dipl.-Ing. Rudolf-Josef Printz
Dr.-Ing. Rainer Busch
Dr.-Ing. Georg Tetzlaff
Kaspar Bausch
Dr.-Ing. Walter Papst
Dr.-Ing. Rudolf Kleinholz
Dipl.-Ing. (FH) Jutta Naumann
Ing. (grad.) Friedrich Lückge
Dipl.-Ing. Jürgen Wittling
Dipl.-Ing. Ernst-W Zollikofer
Dr.-Ing. Ulrich Müller
Dipl.-Ing. Stephan Reckers

Juli

Dr.-Ing. Roland Hennig
Dipl.-Ing. Ton Kleinegris
Dipl.-Ing. Hermann-Josef Niessen
Ing. (grad.) Erich Sigwarth
Prof. Dr.-Ing. Paul Beiss
Dipl.-Ing. Horst Weyer
Dr.-Ing. Christian Potuschnik
Aarnout-Jan van den Ende
Prof. Dr.-Ing. Franz Pischinger
Ing. (grad.) Joachim Michen
Bernhard Walke
Dipl.-Ing. Karl Heinz Dreher
M.A. Ingrid Isenhardt
Dipl.-Ing. Dieter Taimer

August

Dipl.-Ing. Winfried Zöllner
Dipl.-Ing. Thomas Keckstein
Dipl.-Ing. Ulrich Bruenken
Dipl.-Ing. Axel Spering
Dr.-Ing. Joachim Gauchel
Dipl.-Ing. Wilhelm Mausbach
Gottfried W. Haesemann
Dr. Robert von der Gracht
Dipl.-Ing. Matthias Moritz
Dipl.-Ing. Cord-Henning Matthies
Ing. Arno Graf
Dipl.-Wirt.Ing. Peter Markus
Dipl.-Ing. Hubert Linscheidt
Dipl.-Ing. Leonardus Smits
Dr.-Ing. Hans-Willi Keßler
Dipl.-Ing. Michael Wiefelspütt-
Ostlender
Dipl.-Ing. Franz Mesch
Dipl.-Ing. Klaus Wilmes
Frowin Joseph Bräuning
Dipl.-Ing. Hartmut Leistner

September

Prof. Albrecht Thiele
Prof. Dr.-Ing. Hans Dieter Horst
Dr.-Ing. Manfred Schaffrath
Dipl.-Ing. Dieter Althoff
Dipl.-Ing. Jörg Feustel-Büchl
Dipl.-Ing. Claudia Carduck
Dipl.-Phys. Dieter Wagner
Dipl.-Ing. Ralf Ostarek
Dipl.-Ing. Stefan Vannahme
Dipl.-Ing. Reinhard Opitz
Dipl.-Ing. Dietmar Ernst
Gisela Schon
Dipl.-Ing. Winand Hanelt
Dipl.-Ing. Günther Diefenthal
Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Eckelt
Stefanie Maurer
Prof. Dr.-Ing. Burkhard Corves
Dipl.-Ing. Harald Udelhoven
Dr. Klaus Witt

Oktober

Dipl.-Ing. Bernhard Wenge
Dipl.-Ing. Jörg Eiserloh
Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke
Ing. Alfons Moch
Udo Malchus
Dipl.-Ing. Friedhelm Schnitzler
Dipl.-Ing. Volker Pahl
Dipl.-Ing. Karlheinz Brambach
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Adrian Weiler
Ing. Theo Cadée
Ing. (grad.) Hans Jörg Kampffmeyer
Dr.-Ing. Karl-Wilhelm Hirsch
Ing. Peter Leerintveld
Dipl.-Ing. Bernd Dederichs

November

Dipl.-Ing. (FH) Harald Johr
Dipl.-Ing. Otto Theilen
Dipl.-Ing. Paskal Laskaris
Prof. Dr.-Ing. Heinz Peek
Dipl.-Ing. Dieter Schmelzeisen
Dipl.-Ing. Willi Boeckmann
Dipl.-Ing. Johannes Kamps
Dipl.-Ing. Wilhelm Specht
Prof. Dr.-Ing. Reinhold Pitt
Dipl.-Ing. Jürgen Ogrzewalla

Dezember

Dipl.-Ing. Adolf Hast
Dipl.-Ing. Theo Quetsch
Dr.-Ing. Andreas Scholz
Ing. (grad.) Engelbert Rittmeier
Dipl.-Ing. Andreas Kusnierz
Dipl.-Ing. Rudolf Schaffrath
Prof. Dr.-Ing. Georg Menges
Dipl.-Ing. Herm.-Josef Knappe
Ing. Gerard Drieskens
Dr.-Ing. Hans Paul Drescher
Dipl.-Ing. Bodo Vonderbank
Dipl.-Ing. Alfred Kistemann
Dipl.-Ing. Karl Wuebbeke
Dipl.-Ing. Georg Karbach
Dr.-Ing. Hermann Speckhahn
Dipl.-Ing. Reinhard Ihle



Yazeed Abdelrahim	Ann-Malou Brandenburg	Teut Haase	MBA Christian Kepczynski
Fatih Acar	Felix Braun	M.Sc. Max Hackelbörger	Laurens Keuker
M.Sc. Philipp Ackermann	Stefan Buhs	Nurbek Halikulov	Mourad Kharrat
Dr.-Ing. (SU) Salahadein Ahmed	Samuel Burger	Marie Kristin Hamelmann	Jay Khatanhal
Dr. Haitham Al Fatli	Daniel Buschmann	Georg Hammer	Samuel Kieling
Yumna Al-Ali	Lucas Caye	Ali Hamoutou	Dr.-Ing. Lars Kiewidt
Mohamed Al-khatib	Marcel Cazemier	Georg Hartmann	Dipl.-Ing. Markus Kipp
Dipl.-Ing. Süleyman Arslan	Niclas Conen	Anna Katharina Hartz	Linus Kirchhoff
Sahil Aswani	Sofia D'Augello	B.Sc. Felix Heins	Stoyko Kirkov
Oliver Azar	Tom Daes	Florian Heinz	Colin Klein
Youssef Sabry Emsak	Thammanoon Dechakhun	Johanna Helm	Jens Klimke
Azbawy	Thiago Deeke Vlek	Yannik Hembach	Steffen Klöss
Naveen Krishna Baru	Siegfried Dekker	Dr.-Ing. Henning Hermerschmidt	Marco Kloos
Maximilian Basler	Niklas Delahaye	Fabian Herold	Laurenz Kluge
Matthias Bausch	Duyal Demir	Lena Heßler	Jonas Klußmann
M.Sc. Alva Bechlenberg	Dr.-Ing. Malte Döntgen	Elisabeth Hirt	Dipl.-Ing. Michael Köster
Jan-Patric Becker	Markus Dunkel	Tim Höhs	M.Sc. Martin Kohse
Linda Beckmann	M.Sc. Simon Eiden	Niklas Hörnschemeyer	Dipl.-Ing. Ewald Koppe
M.Sc. Konstantin Behr	Dipl.-Ing. (FH) Mustapha El Hussein	Negin Hosseini	Natalia Kotova
Marcel Beier	Linus Erbschauser	Daniel Houben	M.Sc. Marian Kozlowski
Karim Bekri	Gerrit Fachinger	Benjamin Hüttner	Dipl.-Ing. Roland Kreies
Reis Belreoglu	Dominik Foerges	Daniel Huhn	M.Eng. Imanuel Kriesten
Karl Bendler	Jan Furmanek-Kuzmenkov	Wolfgang Huster	Daniel Kuhlen
Prof. Dr. Julia Bendul	Guillem Garcia	Leonard Hysky	Viviekanatha Kumar
M.Sc. Julius Berges	Manuella Ghaly Guirgues	Christopher Jagdfeld	Lukas Laarmann
Lucca Block	Ali Gharib	Felix Jansen	Markus Lacks
Julian Bock	Florian Giez	Lennart Jansen	Lukas Leib
Sebastian Bösche	Caspar Gottschalk	Tianyi Jin	Jan Leideman
Paul Gottfried Bösler	Maurice Gottschalk	Till Joeressen	Ing.(FH) Dirk-Olaf Leimann
Joshua Bolten	Yannick Grimm	Charukeshi Joglekar	Moritz Lennartz
Georg Bone	Dominik Groth	Bastian Jülich	Roxana Ley
Claus Bertram Bonerz	Nicole Grubert	Aman Kapur	Wan Li
	Helen Haake	Andrius Kauschke	Luisa Liebrecht
	Moritz Haas	Joshua Kenski	Louisa Lohn
			Lars Lowinski

Wieder kann sich unser Verein über zahlreiche Neumitglieder freuen.
Wir heißen die nachfolgend aufgeführten Personen im VDI Aachener BV herzlich willkommen.



David Lozano Arjona	Dipl.-Ing. Angela Polyzoides	David Schnermann
Manuel Lück	Dominik Johannes Pridöhl	Martin Schniedermeier
Marvin Lüdecke	Johannes Prinz	Marc Andre Schnittcher
Ben Lütkehoff	Wojuech Przedlacki	Dipl.-Ing. Friedhelm
Dr.-Ing. Nils Luft	Philippus Putra	Schnitzler
Lukasz Maj	MSCE Simon Quast	Matthias Schröder
Sudheer Managoli	Richard Raapke	Ricarda Schröder
Ventsislav Manavski	M.Sc. Stefan Rauscher	Rabea Schruft
Chiranjiv Marathe	Zeynep Reciouï	Victoria Schulz
Abdul Masalkhi	Hanna Reichel	Caspar Schwarz
David May	Max Reichel	Florian Schwiers
Louis Meinerding	Alexander Reidel	Clemens Schwöbel
Dennis Merö	Kai Reuter	Raphael Seidenberg
Dipl.-Ing. Oliver Möller	Joel Rickard	Dipl.-Wirt.Ing.(FH) Anne
Frederik Möltgen	Sebastian Riehm	Semisch
Dipl.-Ing. Michael Moll	Adam Rifaie	Sven Sessbrügger
Dipl.-Ing. Thorsten Moß	Dipl.-Ing. (FH) Dominik	Marina Micheal Alfred Shehata
Magomed Murtazaliyes	Röß	Maximilian Sieben
Mithun Nagesh Shet	B.Eng. Thomas	Janis Simons
Amitesh Neogi	Rommerskirchen	Noah Singer
Lara Neumann	David Rossmann	M.Sc.Christopher Smolka
Fabrice Nganhou Fogue	Leon Rothkranz	Florian Spahn
Lukas Nießen	Wilhelm Ruhl	Alexander Specht
Niklas Nolzen	Anass Sabori	Kjel Steinig
Lars Osterkamp	Christoph Sauerbier	Johannes Stollenwerk
Sarah Otto	Omar Saynek	Patrick Stolz
Kevin Papieriez	M.Sc. Viktoria Scheff	Raphael Stoppok
M.Sc. Gerwin Pasch	Sven Scheres	Dipl.-Ing. Per Olaf Ström
B.Eng.Manuel Pennazzato	Simon Schinzer	Eike Stührenberg
Martin Perau	Rainer Schlömer	Jan Henning Südfeld
Philipp Picard	Felix Schmidt	Siegfried Suthau
M.Sc. Simon Pieske	Gereon Schmidt	Badih Tabet
Max Christoph Pilgrim	Constanze Schmitz	Christoph Tietz
Tobias Piperek	Stephan Schmitz	Abdul Kader Tizini
Maximilian Pötters	Kai Schneider	Jessica Ulmer



Fabian Uth

Daniel Van Mosnenck

Dipl.-Ing. Dirk Vößing

Dipl.-Ing. (FH) Vincent Vogt

Ben Vollbrecht

Tim Vosmer

Philipp Wagner

Markus Waldmann

Fiona Walman

Yizhi Wang

Kai Wangerow

Felix Wehrmann

Dipl.-Ing. Klaus Weiß

Maurice Werhand

Paul Westerfeld

Gerrit Weuthen

Paul Weyer

Catherine Weynand

M.Sc. Tim Wicke

Tim Wiechert

Nils Wiegels

Leon Winkler

Dr.-Ing. Tilman Wippenbeck

Ansgar Wittkemper

B.Sc. Friederike Wüsteney

Richard Wulf

Emircan Yazici

Stephan Zimmer

Aron Zingler

Kevin Zhang

Zuo Yun Zheng

Haochen ZUO



Fördermitglieder

Die Arbeit des Aachener BV wird finanziell und ideell von namhaften Unternehmen aus der Region unterstützt. Dafür bedanken wir uns herzlich bei:



conap GmbH, Herzogenrath

www.conap.biz



K.TEX - Knein Technische Textilien GmbH, Herzogenrath

www.ktex-gmbh.de



Ferd. SCHMETZ GmbH, Herzogenrath

www.schmetz.com



STAWAG Stadtwerke Aachen Aktiengesellschaft, Aachen

www.stawag.de



TH. WITT Kältemaschinenfabrik GmbH, Aachen

www.th-witt.de



Abbildung 1: Begrüßung im VDI (Quelle: VDI CP)



Abbildung 2: Logo für entsprechende Fördermitglieder (Quelle: VDI)



Abbildung 3: Betriebsbesichtigung mit dem Ingenieur Nachwuchs (Quelle: VDI CP)

Fördermitgliedschaft

Unsere fördernden Partner sind eine tragende Säule unseres gemeinnützigen technisch-wissenschaftlichen Engagements vor Ort in der Region. Die Fördermitglieder des Aachener Bezirksvereins genießen viele Vorteile, z. B.

- Teilhabe an Europas bedeutendstem Ingenieurnetzwerk
- Bezug der „VDI Nachrichten“ und verbilligte VDI-Publikationen
- Regionale Präsenz als Unterstützer des VDI Aachen
- Integration in das vielfältige lokale VDI-Netzwerk
- Einladungen zu hochkarätigen Veranstaltungen vor Ort
- Bei Interesse Mitwirkung an geeigneten Vereinsaktivitäten
- Kontakt zu über 3.000 erfahrenen und werdenden Ingenieuren
- Präsentationsmöglichkeiten bei jungen Techniktalenten
- Mögliche steuerliche Absetzbarkeit des Beitrags als Spende
- Je nach Mitgliedschaft nutzbares spezielles VDI-Förderer-Logo

Wir freuen uns sehr, wenn Sie sich für eine Fördermitgliedschaft im VDI Aachener Bezirksverein interessieren. Unser Geschäftsführer informiert und berät Sie gerne.



Der VDI Aachener Bezirksverein unterstützt vierzehn Arbeitskreise. Wir bedanken uns bei allen für ihren Einsatz in 2019 und freuen uns auf eine erfolgreiche Zusammenarbeit ab 2020 in neuen Strukturen.

ENERGIETECHNIK

Prof. Dr.-Ing. habil. Manfred C. Wirsum
ak-energietechnik@vdi-aachen.de

FAHRZEUG- & VERKEHRSTECHNIK

Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ak-verkehrstechnik@vdi-aachen.de

FRAUEN IM INGENIEURBERUF

Dipl.-Ing. (FH) Anja Holli
fib-aachen@vdi.de

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ

Patentanwalt Dr.-Ing. Klaus Castell
ak-rechtsschutz@vdi-aachen.de

INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT

Dr.-Ing. Bernd Ohlmeier
ak-international@vdi-aachen.de

JUGEND & TECHNIK

Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. Günther Wiesner
ak-jutec-aachen@vdi.de

PRODUKT- & PROZESSGESTALTUNG

Prof. Dr.-Ing. Burkhard Corves
ak-gpp@vdi-aachen.de

QUALITÄTSMANAGEMENT

Dipl.-Ing. Stephan Schmacker
ak-qualitaetsmanagement@vdi-aachen.de

STUDENTEN & JUNGINGENIEURE

Dennis Merö und Lucca Block
suj-aachen@vdi.de

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG & FACILITY-MANAGEMENT

Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller
ak-tga@vdi-aachen.de

TEXTILTECHNIK

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Thomas Gries
ak-textil@vdi-aachen.de

VERFAHRENSTECHNIK & CHEMIEINGENIEURWESEN

Prof. Dr.-Ing. Andreas Jupke
ak-avt@vdi-aachen.de

philTec

Ann-Kristin Winkens M. Sc.
ak-philtec@vdi-aachen.de

VDIni

Dr.-Ing. Christian Büscher
aachen@vdini-club.de



www.vdi.de/ueber-uns/vorort/bezirksvereine/aachener-bezirksverein/veranstaltungen

VDIni-Club

Für unseren jüngeren Nachwuchs gibt es viele interessante und spannende Angebote im Raum Aachen und in zahlreichen anderen Regionen. Gerne auch für Ihre Kinder oder Enkel



Jahresbericht 2019

Das 163. Geschäftsjahr des VDI Aachener BV war geprägt von Kontinuität im Vorstand und zwei Wechseln in der Geschäftsführung des Vereins. Zudem sind hervorzuheben zahlreiche interessante Veranstaltungen, der Beginn einer strategischen Neuausrichtung der Vereinsaktivitäten und der Umzug der Geschäftsstelle. Hinsichtlich der Wechsel in der Geschäftsführung konnten wir mit Herrn Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing Ulrich Michaelis einen erfahrenen Nachfolger ab September 2019 als nebenberuflichen angestellten Geschäftsführer gewinnen. Im Hauptberuf ist er Management- und Personalberater. Wir freuen uns über die bisherige und auf die weitere Zusammenarbeit. Er trat die Nachfolge von Frau Dr.-Ing. Alexia Fenollar Solvay an, die von Januar bis August die Geschäfte des Aachener BV leitete und über eine Unternehmensberatung für ihn tätig war. Wir danken ihr für ihre Arbeit für den Bezirksverein.

Die Mitgliederzeitschrift tec4u des Aachener BV erscheint hiermit zum vierten Mal und berichtet neben vielfältigen Artikeln zu einem aktuellen Themenbereich über das Vereinseben im zurückliegenden Jahr. Alle laufenden Informationen zum Verein und zu seinen Veranstaltungen können seiner Homepage und seinem regelmäßigen Newsletter entnommen werden. Zudem steht Herr Rolf Scheiffert, langjähriger Mitarbeiter der Geschäftsstelle, dort zweimal wöchentlich, normal dienstags und donnerstags, je von 11 bis 14 Uhr, für eine persönliche und telefonische Betreuung der Mitglieder zur Verfügung.

Mitgliederversammlung

Die ordentliche Jahreshauptversammlung fand am 22. März 2019 im Digital Capability Center an der Vaalser Straße statt, einer textilen Lernfabrik zur Befähigung für moderne digitale Lösungen. Nach einem Empfang sowie der Eröffnung und Begrüßung durch den Vorsitzenden, Herrn Prof. Dr.-Ing. Volker Stich, plus ersten Regularien wurden die Jubilare des

Vereins geehrt. Nach Urkunde, Glückwunsch und Dank an jeweils mehrere Mitglieder mit 25-, 40- und 50-jähriger VDI-Zugehörigkeit wurde Herrn Prof. Dr.-Ing. Willi Hallmann zu 60 Jahren und Herrn Dipl.-Ing. Willi Boeckmann zu 65 Jahren Vereinsmitgliedchaft besonders gratuliert und ihnen für ihre sehr lange Verbundenheit mit dem VDI gedankt. Anschließend berichtete der Vorsitzende über die Tätigkeiten des Vorstands und der Arbeitskreise sowie die sonstigen Aktivitäten des Vereins. Dabei ging er auf die aktuelle Zeitschrift tec4u und auch auf bundesweite VDI-Aktionen wie die VDI-Fokushemen ein und gab er einen Ausblick auf die Vorhaben im laufenden Jahr wie die kommende Naumburg-Reise. Am Ende dankte er im Namen des Vorstands allen für den VDI Aachener BV aktiven, insbesondere dem Beirat, den Arbeitskreisleitenden, dem Geschäftsstellen-Team sowie den Vorstandskollegen, für ihr vielfältiges ehrenamtliches Engagement für den Bezirksverein und ihren Partnern für ihr entsprechendes Verständnis und Zutun.

Nach dem Bericht des Vorsitzenden stellte der Schatzmeister, Herr Dr.-Ing. Thomas Thiele, die Finanzsituation anhand der Zahlen für die Geschäftsstelle, das allgemeine Vereinsleben und die Arbeitskreise mit einem leicht negativen Jahresergebnis (ohne Abschreibungen) vor. Ergänzend wurde der Haushaltsplan für das laufende Jahr mit vergleichbaren Finanzgrößen präsentiert. Im Anschluss berichteten die Kassenprüfer, Frau Dr.-Ing. Sigrid Hegels und Herr Prof. Dr.-Ing. Hubertus Murrenhoff, von ihrer Kassenprüfung, die keine Beanstandungen ergab, und empfahlen die Entlastung des Vorstandes, die dann bei Enthaltung der Vorstandsmitglieder erfolgte. Bei Wahlen stand nur die Neuwahl der Kassenprüfer an, bei der die einzigen Kandidaten Prof. Dr.-Ing. Hubertus Murrenhoff und Wanja Reichert, M. Sc. aus dem Kreis der Studenten und Jungingenieure gewählt wurden. Der offizielle Teil der Versammlung endete ohne Fragen mit dem Dank an die fördernden Mitglieder und der traditionellen Sparschweinsammlung für die VDI Ingenieurhilfe.

Beim Festvortrag zum Thema „Digitalization – To be or not to be“ ging Herr Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Thomas Gries, Inhaber des Lehrstuhls für Textilmaschinenbau und Direktor des Instituts für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen University, auf die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung anhand praktischer Beispiele ein. Mit Führungen durch das Digital Capability Center und einem geselligen Beisammensein klang die Veranstaltung aus



Abbildung 1: Ehrung von Jubilaren im Rahmen der Mitgliederversammlung (Quelle: VDI Aachen)

Abbildung 2: Festvortrag von Prof. Gries nach der offiziellen Mitgliederversammlung (Quelle: VDI Aachen)

Arbeitskreise

Wesentliche Träger der Vereinsaktivitäten sind die Arbeitskreise mit den von ihnen durchgeführten Veranstaltungen wie z. B. Vortragsabende, Besichtigungen und Gesprächskreise. Sie sind eine fachliche und persönliche Bereicherung für viele Mitglieder und Interessierte. Dabei ergeben sich zahlreiche Angebote aus der guten Zusammenarbeit mit der RWTH und der FH Aachen. Einige, z. B. bei Exkursionen, reichen über den Aachener Raum hinaus auch bis ins Ausland wie bei den Euregio-Kontakten. Der Vorstand dankt stellvertretend für alle Mitglieder den Arbeitskreis erantwortlichen und -mitwirkenden für ihr Engagement und ihren Einsatz für den Aachener BV und freut sich auf eine weiterhin gute Zusammenarbeit. Eine Liste aller Arbeitskreise mit deren Leitenden und Kontaktdaten befindet sich in dieser Ausgabe.

Arbeitskreis Frauen im Ingenieurberuf (FIB)

Der Kreis der Ingenieurinnen im VDI Aachen führte in 2019, meist in Kooperation mit anderen Organisationen, mehrere Veranstaltungen durch, z. B. zwei unter dem Titel „Wenn’s passt“ zum Recruiting von Frauen sowie zu deren Berufsorientierung und Karriereentwicklung unter „Töchter 4.0 – Ausblick auf die Arbeitswelt von morgen“ und „Hier lang – gut vernetzt geht’s leichter!“. Bereits zum dritten Mal fand die erfolgreiche Veranstaltung „Kopfkino – Vorbildfrauen berichten über ihre nicht immer geraden Karrierewege“ statt.

Arbeitskreis Internationale Zusammenarbeit

Der Arbeitskreis ist integriert in den Dreiländer-Ingenieur-Kontakt (DIK), eine Vereinigung von zahlreichen Ingenieurorganisationen aus Belgien, Deutschland und den Niederlanden in der Euregio-Region. Sie veranstalteten 5 internationale Treffen und eine ganztägige Tagung zur Energiewende.

Arbeitskreis Qualitätsmanagement

In Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Qualität (DGQ) wurden 5 Vortragseranstaltungen realisiert, z. B. zu Apps für das Qualitätsmanagement in KMU und zur Messung der Qualität von Mobilfunknetzen. Zunehmend beschäftigt sich der Arbeitskreis auch allgemein mit Managementsystemen, was dann z. B. auch den Arbeits- und Umweltschutz betreffen kann.

Arbeitskreis Studenten und Jungingenieure (SuJ)

Durch die bedeutenden technischen Fakultäten der RWTH Aachen und die großen technischen Fachbereiche der FH Aachen sind die studentischen und Berufseinsteiger-Aktivitäten ein wichtiger Schwerpunkt im Vereinsleben des Aachener BV. Sie werden sehr engagiert und eigenständig von einem Team junger VDI-Mitglieder organisiert. So veranstaltete SuJ Aachen im Januar das SuJ-Westdeutschlandtreffen. Schon traditionell ist die Aachener Vorbereitung der Exkursion zur Hannover Messe für SuJ-Mitglieder aus mehreren NRW-Bezirksvereinen. Sehr interessant und spannend waren eine Nachtführung am Köln-Bonner Flughafen sowie Besichtigungen des FIR mit Industrie-4.0-Demonstrationsfabrik und des e.GO-Produktionswerks. SuJ-Stammtische, Teilnahmen am Bundeskongress, Aktiventreffen und Exkursionen, z. B. nach Wien,



Abbildung 3: Teilnehmer an der Mitgliederversammlung im Digital Capability Center (Quelle: VDI Aachen)



Abbildungen 4 und 5: Impressionen vom SuJ-Westdeutschlandtreffen in Aachen (Quelle: SuJ Aachen)



Abbildungen 6 und 7: SuJ-Treffen und -Event auf der Hannover Messe (Quelle: SuJ Aachen)



Abbildung 8: SuJ-Nachtführung am Flughafen Köln-Bonn (Quelle: SuJ Aachen)



Abbildung 9 und 10: SuJ-Besichtigung der Industrie-4.0-Demonstrationsfabrik (Quelle: VDI Aachen)



Abbildung 11: Regelmäßiger SuJ-Stammtisch in Aachens Szeneviertel (Quelle: SuJ Aachen)



Abbildung 12: Der VDI-Club in der Aachener Tuchfabrik (Quelle: VDI-Club Aachen)

rundeten die Aktivitäten ab. Der Herbst gehörte den Erstsemestern mit Ersti-Rallye und -Kochworkshop. Zum ersten Mal wurde bei Aachener Federführung und Unterstützung eine bundesweite einwöchige SuJ-Skifreizeit im März 2020 organisiert, die leider wegen Corona ausfiel.

Arbeitskreis Textiltechnik

Der Aachener VDI-Arbeitskreis Textiltechnik nahm im November 2019 mit 7 Studierenden an der Aachen-Dresden-Denkendorf Textile Conference (ADDITC) in Dresden teil, einer international führenden Tagung im Textilbereich mit rund 600 Teilnehmern, breitem Technologiespektrum und besonderem Fokus auf industrielle Relevanz.

Arbeitskreis VDI-Club

Der VDI-Club richtet sich an den jüngsten Nachwuchs und hat das Ziel, ihm kindergerecht Technik nahezubringen. Für je ca. 10 Kinder und ihre Begleitungen wurden 5 Exkursionen organisiert, z. B. in ein Papiermuseum und in eine historische Textilfabrik.

Die obigen Beispiele sind nur ein Teil der Highlights im Rahmen der Arbeitskreisaktivitäten und können nur eine unvollständige Auflistung sein. Einladungen und Berichte zu einzelnen Veranstaltungen werden über das Internet bereitgestellt sowohl auf der Homepage als auch im Newsletter. Auch geben die Geschäftsstelle und die Arbeitskreisleiter gerne Auskunft. Wir möchten die Mitglieder ermuntern, die Informationsmöglichkeiten und die vielfältigen Veranstaltungsangebote rege zu nutzen. Bei Interesse an einer aktiven Mitwirkung in einem Arbeitskreis, über das wir uns sehr freuen würden, steht Ihnen die Geschäftsführung gerne für einen unverbindlichen Austausch über die Möglichkeiten zur Verfügung.

Naumburg-Reise

Vom 22. bis 25. August 2019 verbrachten im 12. Jahr der beiderseitigen Besuche neun Aachener Teilnehmer interessante und schöne Tage bei der Bezirksgruppe Naumburg des Halleschen BVs. Am Anreisetag wurde gemeinsam das Werk Kölleda des Fahrzeugmotorenherstellers MDC Power besichtigt und sich abends im Steakhaus zum Austausch getroffen. Freitags standen eine Exkursion zum FEV Dauerlaufprüfzentrum Brehna, wo Verbrenner-, Hybrid und Elektroantriebe vieler Hersteller langfristig getestet werden,

und eine Führung durch das Bauhausgebäude und die Meisterhäuser in Dessau auf dem Programm. Abends begrüßte der Hallesche Bezirksverein die Aachener Gäste im Rahmen eines gemeinsamen Weinabends. Der Samstag gehörte mehr der Freizeit und wurde auf dem Drehorgelfestival, Töpfermarkt und Weinfest in Naumburg verbracht. Am Sonntag konnten vor der Rückfahrt noch das neue Bauhausmuseum Weimar besucht und die dortige historische Stadtmitte mit ihren schönen Parkanlagen besichtigt werden. Es war wieder eine gelungene Zeit mit unseren Naumburger VDI-Partnern. Aufgrund der stetig sinkenden Teilnehmerzahlen wird jedoch schon länger über eine Neugestaltung der Kooperation nachgedacht.



Abbildungen 13 und 14: Impressionen von der Exkursion nach Naumburg (Quelle: Dieter Gödicke)

Strategische Neuausrichtung

Im Herbst 2019 begannen die Gremien des Vereins seine Neuausrichtung mit dem Ziel der „4 a des Aachener BV“: einem aktuellen, aktiven, attraktiven und anregenden Bezirksverein.

- Aktuell – modern am Puls der Zeit
- Aktiv – ein reges und interessantes Vereinsleben
- Attraktiv – positiv spürbar für Ist- und Soll-Mitglieder
- Anregend – impulsgebend nach innen und außen.

Als Voraussetzung dafür werden klare Strukturen, effiziente Prozesse und wirkungsvolle Werkzeuge angesehen. Entsprechend wurden Anforderungen an die Vorstandsstruktur und -arbeit definiert:

- Der Vorstand muss handlungsfähig und entsprechend besetzt sein.
- Die Vorstandsbesetzung sollte die Breite des Mitgliederspektrums widerspiegeln.
- Die Vorstandsstruktur mit den verschiedenen Ressorts muss an der Strategie und den Zielen des Vereins ausgerichtet sein.
- Die Vorstandsaufgaben, -verantwortlichkeiten, -vertretungen, -arbeit und mehr sind in einer Geschäftsordnung zu definieren.

Zusätzlich wurden Anforderungen an die Arbeitskreise und Netzwerke als wesentliche Träger der Vereinsaktivitäten festgelegt:

- Trennung von Arbeitskreisen (fachbezogen) und Netzwerken (fachübergreifend), insgesamt „Kreise“ genannt
- Mindestens 4 erklärte Aktive je Kreis
- Leitung der Kreise mit Reserve, z. B. Stellvertreter, Führungsduo
- Mindestens 2 Arbeitskreis/Netzwerk-eigene Aktivitäten/Veranstaltungen pro Jahr
- Nur Aktivitäten mit VDI-Bezug (VDI „drauf und/oder drin“) werden unterstützt, gefördert und gezählt.

Ausgehend von obigen Zielen und Anforderungen wurden die neuen Strukturen des Aachener BV erarbeitet, im einzelnen zielgerechte Vorstandsressorts, Arbeitskreise und Netzwerke bestimmt sowie mit Prioritäten versehen und ihr derzeitiger Stand ermittelt. Sie sind in Tabelle 1 dargestellt.

Dabei wurden neben den satzungsgemäßen Vorstandsposten Ressorts gebildet, die bei ehrenamtlicher Arbeitsteilung eine positive Mitgliederentwicklung, eine gute und moderne Information nach innen und außen sowie attraktive Vereinsaktivitäten ermöglichen sollen. Die Zuordnungen der Mitglieder zu den VDI-Fachangestellten zeigen die Potentiale, anhand derer die zukünftigen Arbeitskreise definiert wurden. Die angestrebten Netzwerke ergeben sich aus wichtigen Mitgliedergruppen, übergreifenden Themen und Nachwuchsbereichen. Daneben gibt es weitere Aktivitäten, z.B. die Ingenieurhilfe. Die obigen Zielsetzungen, Anforderungen und neuen Strukturen wurden in der Vorstandssitzung am 17. September 2019 einstimmig beschlossen, von der erweiterten Vorstandssitzung einschließlich Beirat am 19. Dezember 2019 bestätigt und inzwischen vom Hauptverein positiv beurteilt. Sie werden nun sukzessive umgesetzt, wobei ihre volle Realisierung mehrere Jahre dauern wird.

Umzug der Geschäftsstelle

Veränderungen im Technologiezentrum am Europaplatz und der Wunsch, hochschulnäher zu agieren, haben zu der Entscheidung geführt, die Geschäftsstelle zu verlegen. Nach Prüfung mehrerer Objekte ist die Wahl auf einen größeren Raum plus Lagerraum im Cluster-Smart-Logistik-Gebäude am Campus-Boulevard 57 auf dem RWTH Aachen Campus Melaten gefallen. Dorthin ist die Geschäftsstelle zum Jahreswechsel 2019/2020 bei weitestgehend ähnlichen Raumkosten umgezogen und liegt jetzt im Innovationsmittelpunkt der RWTH und auch günstiger zu den technischen Bereichen der FH Aachen.

Mitgliederzahlen

Die Zahl aller persönlichen Mitglieder lag am Jahresende 2019 bei 3.332. Davon waren 1.307 Studenten und Jungingenieure. Hinzu kommen 5 fördernde Mitglieder. Leider ist der Bestand an persönlichen Mitgliedern gegenüber dem Ende des Vorjahres erneut um 5,0 % gesunken. Diesem Trend soll mit den neuen Strukturen und Aktivitäten entgegengewirkt werden.

Finanzübersicht

Das letzte Drittel des Jahres war zunächst gekennzeichnet von einer Nachbereitung der Jahre 2018 und 2019 sowie einer Neustrukturierung der Buchhaltungskonten. Das erste schlägt sich auch in den Finanzzahlen für das Jahr 2019 nieder. So ergibt eine wegen aufgedeckter

Leistungsdefizite nicht bezahlte Forderung an den Verein (offene Ausgabe) bei noch nicht gestellten Rechnungen des Vereins (offene Einnahmen) ein höheres Jahresergebnis von (vorläufig) 16.455,84 Euro. Bei fiktiver Berücksichtigung dieser offenen Posten (kursiv in Tabelle 2) wird ein leicht positives Ergebnis ermittelt, welches auch angestrebt wird. Die neue Kontenstruktur ab 2019 ermöglicht eine größere Transparenz und Aussagekraft der Finanzzahlen und eine Ergebnisermittlung je Arbeitskreis/-Netzwerk-Aktivität.

Die Position zur tec4u enthält bereits einen Teil der Kosten dieser Magazinausgabe. Detaillierter gehen wir in der Mitgliederversammlung auf die einzelnen Größen ein. Zudem können die genauen, aufgeschlüsselten Werte je Einzelposition über die Geschäftsstelle des VDI Aachener Bezirksvereins erfragt oder die Unterlagen während deren Öffnungszeiten eingesehen werden.

Ausblick

Im Jahr 2019 wurde vom gesamten VDI beschlossen, für die Jugendlichen der VDI Zukunftspiloten und die Kinder der VDI-ni-Clubs eine Jungmitgliedschaft einzuführen, so dass es ab Anfang 2020 im Aachener BV neben den erwachsenen Mitgliedern zusätzlich 140 Jungmitglieder gibt. Als Zeichen und Impulsgeber für mehr, bessere und neue Aktivitäten im Aachener BV sollte auch die Mitgliederversammlung, geplant für den 24. April 2020, in einer anderen Form durchgeführt werden. Nach der offiziellen Jahreshauptversammlung möchten Vorstand und Geschäftsführung mit möglichst vielen Teilnehmern in einen „Mitglieder-Dialog“ eintreten und mit ihnen gemeinsam über die Zukunft des VDI Aachen bis 2025 diskutieren. Auch anschließend sollten die anwesenden Mitglieder aktiv werden und sich auf dem „Markt der Kreise“ an den Treffpunkten der einzelnen Arbeitskreise und Netzwerke mit Gleichinteressierten treffen und austauschen. So sollte die Veranstaltung bei guten Gesprächen und Kontakten sowie leiblicher Versorgung gesellig ausklingen. Aufgrund der Corona-Krise musste die Mitgliederversammlung jedoch auf den 05. Oktober 2020 verschoben werden und findet stattdessen in reduzierter Form online im Internet statt mit anschließendem virtuellem Mitglieder-Dialog, aber ohne Jubilarehrung und Markt der Kreise. Diese werden nachgeholt.

Gez. Der Vorstand des VDI Aachener BV



Abbildung 15: Der neue Standort des VDI Aachen im Eckbüro auf der 1. Etage (Quelle: VDI Aachen)

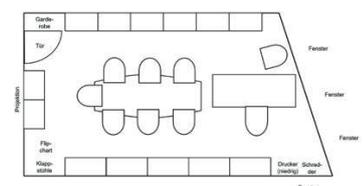


Abbildung 16: Plan des neuen Geschäftsstellenbüros (Quelle: VDI Aachen)

Vorstandsressorts	Priorität	Status	Arbeitskreise (fachbezogen)	Priorität*	Status	Netzwerke (fachunabhängig)	Priorität	Status
Vorsitzender	fest	Satzung, besetzt	Bauen und Gebäudetechnik (größer)	A 356	umbenannt, besetzt	Frauen im Ingenieurberuf (FIB)	A	bleibt, besetzt
Stellvertretender Vorsitzender	fest	Satzung, besetzt	Energie und Umwelt (größer)	A 610	umbenannt, besetzt	Ingenieursenioren	A	neu, N.N.
Schatzmeister	fest	Satzung, besetzt	Fahrzeug- und Verkehrstechnik	A 661	bleibt, besetzt	Selbständige Ingenieure	B	neu, N.N.
Schriftführer	fest	Satzung, besetzt	Materials Engineering/Textiltechnik (größer)	A 369	umbenannt, besetzt	Studenten und Jungingenieure (SuJ)	A	bleibt, besetzt
Mitglieder und Kontakte (pers. und Förder-Mitgl., Spender u. a.)	A	umbenannt, N.N.	Messen-Automatisieren-Transformieren (mit VDE)	A 386	neu, N.N.	Gewerblicher Rechtsschutz	A	bleibt, besetzt
Öffentlichkeitsarbeit (Publikationen, tec4u u. a.)	A	bleibt, besetzt	Mikroelektronik, Mikrosystem- u. Feinwerktechnik (mit VDE)	C 130	neu, z.Zt. nicht	Internationales Ingenieurwesen (DIK)	A	umbenannt, besetzt
Neue Medien (Internet, Xing, LinkedIn u. a.; ggf. aus SuJ)	A	neu, N.N.	Produkt- und Prozessgestaltung	A 636	bleibt, besetzt	Management und Technik (Zielgruppe: Führungskräfte u. ä.)	A	neu, N.N.
Veranstaltungen/(ggf.) Sprecher der Kreise (nicht mehr GF)	fest	Satzung, N.N.	Produktion und Logistik	A 352	neu, N.N.	Philosophie und Technik (PhilTec)	B	umbenannt, besetzt
NICHT im Vorstand: Geschäftsführer	A	bleibt, besetzt	Technologies of Life Sciences	B 234	neu, N.N.	Qualität und Managementsysteme	A	jetzt NW, besetzt
NICHT im Vorstand: Geschäftsstellenmitarbeiter	A	bleibt, besetzt	Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen	A 292	bleibt, besetzt	Technikgeschichte (ggf. mit Ingenieursenioren)	C	neu, z.Zt. nicht
Weitere Aktivitäten	Priorität	Status	Weitere Aktivitäten (Forts.)	Priorität	Status	VDI-Zukunftspiloten (bisher: Jugend und Technik)	B	klären, besetzt
Ingenieurhilfe e. V.	A	bleibt, N.N.	Ost-West-Dialog/Naumburg	B	bleibt, N.N.	VDIni-Club	A	bleibt, besetzt

Stand: 22.01.20; Basis: Vorstandsbeschlüsse am 17.09.19; Personen: je m/w/d
* Zahl = Mitglieder je VDI-Fachzuordnung (Stand: 12.09.19)

Tabelle 1: Die neuen Strukturen des Aachener BV (Quelle: VDI Aachen)

Vorläufige Einnahmen/Ausgaben-Rechnung (in €)	Jahr 2019		Einnahmen		Ausgaben	
			Details	Summen	Details	Summen
Einnahmen				108.514,49		
Beitragsanteile HV Düsseldorf			105.173,68			
Fördermitgliedsbeiträge			1.640,81			
Zuschüsse (u. a.)			1.170,00			
Ausgaben						88.299,35
Geschäftsstelle						35.830,54
Personalkosten (offene Ausg. 19.831)					15.661,00	
Reisekosten					321,70	
Raumkosten					10.913,93	
Verwaltungskosten (inkl. Umzug Teil 2019)					5.198,61	
Dienstleistungskosten					3.735,30	
Allgemeine Vereinsaktivitäten						35.194,40
Mitgliederinformationen (vor allem tec4u)					29.821,50	
Mitglieder- und Vorstandsversammlungen					4.622,66	
Gegebene Spenden und Zuwendungen (u. a.)					750,24	
Arbeitskreise, Netzwerke, Weitere Aktivitäten (effektiv, minus *)						17.274,41
Ausgaben allgemein					11.401,65	
Einnahmen Sonderveranstaltungen * (offene Einn. 4.873)			3.613,66			
Ausgaben Sonderveranstaltungen					9.486,42	
Vermögensverwaltung (z. B. Zinsen, Kontokosten)					0,99	188,01
Sonstige Geschäftsbetriebe (z. B. Anzeigenverkauf tec4u) (offene Einn. 5.000)					0,00	
Abschreibungen (zeitanteilig)						3.042,28
Gesamt Jahr 2019				108.514,49	↘	↙
Vorläufiges Ergebnis (mit offenen Ausg. u. Einn. 6.498)						91.529,64
						16.455,84

Tabelle 2: Vorläufige Ergebnisrechnung für das Jahr 2019 (auf Basis Steuerberater-Buchungen, Quelle: VDI Aachen)

Die Industrie- wende





Ärmel hoch, die Zukunft wartet nicht!

Der Startschuss für eine von Umwelt- und Klimaschutz geprägte Zukunft stellt die Ingenieure vor ganz neue Herausforderungen. Nicht nur kreative neue Ideen sind gefragt – solche hatte Deutschland schon immer. Parallel zur gewünschten Funktionalität sind marktgerechte Anwendbarkeit und eine beschleunigte Anpassung an die Bedingungen des internationalen Wettbewerbsumfelds und dessen hohes Digitalisierungsniveau erfolgsentscheidend für die Erhaltung unseres Wohlstands. Reines funktionsbezogenes Ingenieurwissen allein wird nicht mehr ausreichen.

Rudolf Diesel war ein Genie, ein Ingenieursgenie. Herausragende Fähigkeiten auf theoretischer (Physik, Chemie, Mathematik) als auch praktischer Ebene (Experimentierfreudigkeit, Lösungsorientierung, praktische Intelligenz) machten ihn zu einem der ganz großen unter den zahllosen Erfindern des ausgehenden 19. Jahrhunderts - einer Zeit explosionsartigen technischen Fortschritts auf allen Ebenen der Technologie. Schon als Jugendlicher hatte er konkrete Ideen zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit der damaligen Antriebstechnologien. Die Dampfmaschine, deren Wirkungsgrad Mitte des damaligen Jahrhunderts wohl meist zwischen 10 und 20 Prozent lag, war Diesel bei Weitem zu ineffizient. Doch anstatt diese Technologie optimieren zu wollen, ging er einen völlig eigenständigen Weg: Mithilfe einer Abfolge von Gasverdichtungs- und -expansionsprozessen suchte er Lösungen, die sich dem optimalen Effizienzgrad des Carnotschen Kreisprozesses annähern sollten.

Unzählige Experimente, theoretische Anpassungen und Analysen unterschiedlicher Betriebsstoffe bahnten den Weg zu einer tatsächlichen Realisierung seiner Ideen. Heraus kam der legendäre Dieselmotor, der bald seinen weltweiten Siegeszug im Dienst der Fortbewegung, Energiegewinnung und des Betriebs von Maschinen aller Art antreten sollte.

Was trieb Diesel letztlich zu dieser ungeheuren individuellen Kraftanstrengung? Einerseits sicher die Faszination der Maschine, vor allem in Form von Schiffen und Eisenbahnen. Doch wenn man den Biografen (darunter auch seinem Sohn Eugen) glauben darf, war es ihm ein ausgeprägtes Anliegen, die Menschheit nicht nur technisch, sondern auch sozial voranzubringen. Sein Motor sollte sich soweit in seinen Dimensionen verkleinern lassen, dass er nicht nur in den Werkshallen der Großunternehmen zum Einsatz kommen konnte, sondern auch im beengten Raum kleiner Handwerksbetriebe. So sollten die vielen Kleinunternehmen gegenüber der Großindustrie wettbewerbsfähig werden. Und auch den modernen

Individualverkehr sah der Erfinder bereits heraufziehen.

Vom individuellen Tüftler zum globalen Teamplayer mit gesellschaftlichem Auftrag

Was hat uns Rudolf Diesel heute noch zu sagen? Sein Werk scheint ja das Ergebnis einer idealen Verbindung aus Selbstverwirklichungsstreben und Gemeinwohlorientierung zu sein. Was vor allem auffällt: Antrieb und Energie für die Schaffung einer technologischen Glanztat kommen aus dem Menschen Rudolf Diesel selbst. Es bestand kein äußerer Zwang, diesen Weg zu gehen, und es fehlte auch ein familiärer Vorbildfaktor. Nicht einmal eine offensichtliche Notwendigkeit bestand, denn auf dem Gebiet der Dampfmaschine gab es noch einen enormen Entwicklungsspielraum. Der Gipfel der Dampfmaschinentechnologie war erst Mitte des 20. Jahrhunderts mit der Einführung von Superlokomotiven vom Typ Big Boy erreicht.

Gegenwärtig befinden sich Ingenieure in einem ganz anderen Umfeld. Zwar wurde die digitalisierte Zivilisation letztlich wieder von „Bastlern“ geschaffen, die eigene Ideen mit gesellschaftlichen Ambitionen verbanden (Bill Gates wollte einen Computer in jedem Haushalt ermöglichen). Doch ist es heute in erster Linie äußerer (gesellschaftlicher) Druck, der die Tätigkeit von Ingenieuren bestimmt. Die großen Themen unserer Zeit wie Umweltschutz oder Nachhaltigkeit geben die Richtung vor, manchmal in einem Ausmaß, das zeigt: wirklich ergebnisoffen kann Forschung und Entwicklung heute nicht mehr sein.

Wer sich weltweit umsieht, kann sich des Eindrucks kaum erwehren, dass die Rigorosität dieser Entwicklung nirgends so ausgeprägt ist wie in Deutschland. Dies mag zum einen an ideologischer Einseitigkeit liegen, wird aber bestärkt von der allzu bekannten Ängstlichkeit der Deutschen. Die öffentliche Diskussion in unserem Land hat eine große Zahl an Alternativlosigkeiten geschaffen, die zu Denk- und Hand-



Rudolf Diesel

lungsverboten auch im Ingenieurbereich führen: Ausstieg aus der Erforschung von Gen- und Nukleartechnologie, Nachhaltigkeitsvorbehalte bei allen technologischen Vorhaben, effektive Undurchführbarkeit von Großprojekten, Abkopplung der geförderten Technologien von ihrer marktwirtschaftlichen Tragfähigkeit – dies und anderes mehr schränkt das Themenspektrum für die Kreativität der Erfinder (von denen es in Deutschland immer weniger gibt) zunehmend ein.

Seit Bestehen der Bundesrepublik sind es weitgehend große gesellschaftliche Aufgaben, die dem Ingenieurwesen die Richtung vorgeben: Wiederaufbau nach der Katastrophe des zweiten Weltkriegs, Verteidigung des demokratischen Westens gegen kommunistische Weltoberungsambitionen und nach dem Zusammenbruch des Kommunismus Umwelt- und Klimaschutzziele. Dabei geht es nicht darum zu beurteilen, ob alle diese Aufgaben in Ausrichtung und Ausmaß objektiv notwendig oder richtig waren und sind. Tatsache bleibt, dass sie in einem großen gesellschaftlichen Konsens zum jeweiligen Zeitpunkt als von herausragender Bedeutung gesehen wurden und werden.

Umwelt- und Klimaschutz – dies also sind die Leitplanken, an denen sich die deutschen Ingenieure in den nächsten Jahren und Jahrzehnten orientieren müssen. Damit ist automatisch eine ganze Reihe von Themen vorgegeben, die nach praktischen Lösungen verlangen. Beispiele hierfür sind Energie- und Rohstoffeffizienz, Energiespeichertechnologien, Alternativen zu allen Motoren und Maschinen, die derzeit noch fossile Energieträger als Antrieb verwenden, Ersatz für Materialien, welche selten sind oder bei deren Gewinnung hohe Umweltschäden entstehen, Reduzierung der Verwendung von schädlichen Materialien wie beispielsweise Plastik, Vermeidung von Abfall und Müll etwa durch alternative Verpackungen und so weiter.

Gefordert ist nichts weniger als die komplette Überarbeitung unserer Wertschöpfungsnetzwerke. Wo lassen sich Energie und Material einsparen? Wie lassen sich Prozesse effizienter gestalten? Wie und mit welchen Ersatzenergieträgern vermeidet man den Einsatz fossiler Brennstoffe? Dies sind nur einige der grundsätzlichen Fragen, die an die Konzeption der bisherigen Produktions-, Transport- und Verarbeitungsabläufe zu stellen sind. Welche Antworten sich hierbei abzeichnen und welche Rolle dabei der Ingenieursstandort Deutschland spielen kann, darum wird es auf den folgenden Seiten gehen.

Über Umwelt und Klima hinaus

Die Kreativität deutscher Ingenieure ist also auf ganz bestimmte gesellschaftlich geforderte Aufgaben gerichtet. Dies bietet zunächst einmal eine Garantie dafür, dass intelligente Lösungen allgemein akzeptiert werden und auch hohe persönliche Befriedigung versprechen. Der Konsens sorgt für ein Signal zum Aufbruch in ein neues Technologiezeitalter, das in erster Linie die Rücksicht auf die Belange von Umwelt und Klima als Rahmenbedingung enthält.

Es geht aber noch um viel mehr. Schließlich verlangt die Mehrheit der Bevölkerung, dass dabei unser hart erarbeiteter Wohlstand nicht gefährdet wird. Dabei geht es nicht um den SUV in der Garage, sondern um die großen sozialen Errungenschaften, die unser aller Leben sicherer und lebenswerter gemacht haben. Gesundheit, Bildung, innere und äußere Sicherheit – auf diesen Gebieten haben wir uns längst an ein Niveau gewöhnt, von dem aus wir nicht mehr zurückwollen –, sondern das wir wenn möglich noch steigern wollen.

Zwar gibt es eine kleine und wachsende Strömung, die eine Gesellschaft ohne Wachstum anstrebt und beispielsweise den Rückbau der Verkehrsinfrastruktur fordert. Wie allerdings eine „Post-Wachstumsgesellschaft“ die gleichzeitig erhobenen Forderungen nach Wachstum auf den Gebieten Altenpflege, soziale Sicherung, Umweltschutz, Gesundheitsversorgung oder Bildungsniveau erfüllen soll, ist nicht wirklich überzeugend zu beantworten. Gerade bei den immer weiter steigenden Ansprüchen auf den Gebieten Soziales, Umwelt und Klima ist jeder Fortschritt aller Wahrscheinlichkeit nach von einem wachsenden Wohlstandsniveau abhängig.

Aus dem gesellschaftlichen Konsens zur Erhaltung des Wohlstands ergeben sich zusätzliche Anforderungen an die Lösungen, die Ingenieure für die Bewältigung der umwelt- und klimapolitischen Zielsetzungen entwickeln. Sie müssen nicht nur hinsichtlich der Vorgaben „funktionieren“, sondern sie müssen darüber hinaus wirtschaftlich sein. Eine wirklich zukunftsfähige Technologie sollte demnach von sich aus marktfähig sein, anstatt auf die marktfremde Durchsetzung mittels Gesetzen oder staatlichen Subventionen zu setzen.

Das bedeutet eine möglichst enge Verflechtung von Technologie und Geschäftsmodell anzustreben. Experten fordern daher ganz unverblümt, „es diesmal richtig zu machen“. Gemeint ist damit, dass deutsche Erfindungen anders als in früheren Fällen (von der Rechenmaschine über die Solarzelle bis zum MP3-Format) diesmal auch dort zum Wohlstand beitragen sollen, wo sie entstanden sind: in Deutschland. Ingenieure sind somit aufgefordert, nicht nur funktional zu denken, sondern Vermarktungsgesichtspunkte von Anfang an (schon bei Design und Entwicklung) mit zu berücksichtigen. Dass der wirtschaftliche Erfolg von Ingenieursideen aus Deutschland in Asien eingefahren wird, darf nicht zur Dauereinrichtung werden, wenn wir unseren Wohlstand – und damit die Grundlage für weitergehenden Umweltschutz – erhalten wollen.

Das Ende des Perfektionismus

Zahlreiche internationale und nationale Fachleute mahnen auch ein Umdenken bei den traditionellen deutschen Ingenieurstugenden an. Der weltweit geschätzte Perfektionismus in Verbindung mit dem Bestreben, eine bereits vorhandene Technologie immer weiter zu optimieren, erweist sich in einer schnelllebigen Zeit mit disruptiven Entwicklungen und grenzenloser Digitalisierung als Hindernis. „Die deutsche Industrie ist gut darin, Dinge immer weiter zu verfeinern“, schreibt beispielsweise Sebastian Matthes in der Huffington Post. „Zu verbessern, was für andere längst perfekt ist. Keine Frage, auch das ist eine Leistung. Doch Technologiesprünge überleben Unternehmen damit nicht. Es hilft nichts, immer größere Segel zu bauen, wenn andere schon auf Schiffe mit Verbrennungsmotor setzen ... Schon bald werden wir in vernetzten Städten leben, unsere Wohnungen über Smartphones steuern, Möbel ausdrucken und unsere Energie aus (hoffentlich) saubereren Quellen beziehen. Es steht zu befürchten, dass deutsche Unternehmen in zu wenigen dieser Felder eine wahrnehmbare Rolle spielen werden.“

Der Publizist Sascha Lobo sieht ebenso die ehemalige Tugend der Deutschen als größtes Hindernis für die von digitaler Vernetzung getragene disruptive Innovationszukunft. „Das alte Deutschland ... war ein Hardware-orientiertes Ingenieursland ... Es war ein Land der Perfektion, mehr noch: ein Land, in dem das Funktionieren nichts weniger als eine Religion ist ... Aber genau die Grundwerte des Funktionierdeutschlands, die Eigenschaften, die das Land reich gemacht haben, sind zugleich das größte Hindernis auf dem Weg in eine erfolgreiche digital vernetzte Ökonomie.“ Diese hinderlichen Ex-Tugenden seien neben der Fixierung auf die Verbesserung von Bestehendem, einer sicherheitsorientierten, die virtuelle Realität ablehnenden Bodenständigkeit und einer veränderungsresistenten Beharrlichkeit vor allem das Festhalten an hierarchischen Strukturen und der unverwüsthliche Perfektionismus. Kann denn perfektes Funktionieren schädlich sein? In der digitalen Welt sehr wohl,

so Lobo: „Die Spaltmaßfixierung offenbart ... das unerbittliche Wesen der Perfektion: die Abwesenheit einer Fehlerkultur. Das wirkt katastrophal in einer Zeit, in der sich Gesellschaft und Technologie so schnell wandeln. Denn dann sind digitale Experimente notwendig, um die ökonomische Zukunft ausloten zu können. Aber Experimente sind sinnlos, wenn sie wegen Perfektionismus nicht scheitern dürfen, wenn man nicht von Beginn an ein mögliches Versagen einkalkuliert, lässt sich daraus nichts lernen. In der digital vernetzten Wirtschaft ... ist der herkömmliche deutsche Perfektionismus Gift – obwohl er jahrzehntelang Erfolg brachte.“ Den „notwendigen Wandel vom Hardware-Deutschland mit Funktionierfetisch zum vernetzten Software-Deutschland im Ausprobiermodus“ drohe das Land zu verschlafen. „Und das deutsche Digitaldilemma besteht darin, dass die früheren Stärken drohen, sich in Schwächen zu verwandeln. Nicht durch eigenes Versagen, sondern schlicht durch die Veränderung der Welt.“

Das klingt schroff, aber im digitalen Zeitalter, das Umwelt- und Klimatechnologie ebenso lückenlos durchdringt wie Kommunikations- und Verkehrstechnologie, sollten diese Warnungen nicht ungehört verhallen.

Vielleicht können Deutschlands Ingenieure aber unter dem Schutz einer gesellschaftlich getragenen Aufgabe eine Vorbildfunktion hinsichtlich eines weiteren Merkmals der deutschen Gesellschaft einnehmen: der Risikoscheu, die sich oft radikalen Durchbrüchen entgegenstellt.

Das als German Angst weltweit bekannte Charakteristikum der deutschen Gesellschaft scheint, kristallisiert vor allem als Angst vor Veränderung, eine herausragende Rolle als Bremsen des Fortschritts zu spielen. Der Wirtschaftswissenschaftler Brian Stoffel charakterisiert dies so: „Angst vor Veränderungen bewirkt, dass die Gegenwart als die beste aller möglichen Welten wahrgenommen wird. Jede Auslenkung aus dem Gleichgewicht birgt die Gefahr



des Absturzes ins Ungewisse. Und das Ungewisse ist beängstigend. Das beste Gegenmittel dafür ist Kontrolle, also muss ein starker Staat geschaffen werden, der plant, steuert und allen Bürgern ihren Status quo sichert. Auf dieser Basis neigt man in Deutschland auch zu Ideologien, die bei der Besitzstandswahrung helfen, und lehnt Kapitalismus und Globalisierung ab, weil sie kaum planbar sind und plötzliche Herausforderungen mit sich bringen können. Alles, was nicht von vornherein in seinen Auswirkungen plan- und kontrollierbar erscheint, also alles, was in irgendeiner Form Risiken mit sich bringt, wird schnell abgelehnt. Daher stehen die Deutschen disruptiven Entwicklungen voller Angst gegenüber und merken nicht, dass das größte Risiko für die Zukunft ihres Landes nicht im technologischen Fortschritt, sondern im Stillstand liegt.“

Mut zur Veränderung, disruptives Denken statt inkrementelle Verbesserung – diese neuen Tugenden müssen das Kennzeichen deutscher Ingenieurskunst werden. Es sind die Ingenieure, die uns Deutschen bei der geforderten Transformation den Weg weisen können. Wohl selten gab es eine Zeit, in der das gesellschaftliche Wohl so eng mit den Fähigkeiten dieses Berufsstands verknüpft war.

All diese Gesichtspunkte wirken zunächst wie eine schwere Last, die auf den Schultern der deutschen Ingenieure ruht. Es geht aber in Wahrheit um einen entschlossenen und mutigen Aufbruch in eine Zukunft, die heute noch nicht unbeschränkt planbar ist. Unterwegs wird es sicher zahlreiche Kurskorrekturen geben, die von allen Beteiligten Kreativität und Agilität erfordern. Die Herausforderungen sind ein Ansporn, das Gewicht, das der Ingenieursbranche zukommt, optimistisch in die Waagschale zu werfen. Die gesellschaftliche Unterstützung ist den Ingenieuren sicher. Zeit, die Ärmel hochzukrempeln.

Ideen oder Ordnungsstaat

Wo feste Ziele vorgegeben sind, kann es nur noch um den Weg zu ihrem Erreichen gehen. So verhält es sich auch mit den in Deutschland und Europa

festgelegten CO₂-Zielen. Langfristig wird demnach eine CO₂-freie Gesellschaft angestrebt. Schrittweise sollen die EU-internen Treibhausgas-Emissionen bis 2050 im Vergleich zu 1990 um 80 bis 95 Prozent reduziert werden, und zwar bereits bis 2030 um mindestens 40 Prozent. Die Nutzung erneuerbarer Energien wird auf 30 Prozent des gesamten Endenergieverbrauches gesteigert und die Energieeffizienz nach diesen Plänen um 32,5 Prozent im Vergleich zu einer Entwicklung ohne weitere Effizienzanstrengungen erhöht.

Inwieweit und mit welchen Mitteln diese Ziele zu erreichen sind, ist momentan noch unklar. Fest steht aber: Aufgrund des hohen öffentlichen Drucks ist mit ihrer Aufweichung kaum zu rechnen. Das bedeutet: Es gibt einen Wettlauf zwischen Technologie und staatlicher Regulierung. Je mehr technologische Verbesserungen zur Reduzierung der Emissionen beitragen können, desto weniger drastisch werden dirigistische Maßnahmen ausfallen, die in die individuelle Freiheit eingreifen.

Dass es zu erheblichen Freiheitseinbußen kommen wird, ist wohl kaum zu vermeiden. Schon jetzt wächst der Druck, alle CO₂-produzierenden Aktivitäten zu verringern. „Flugscham“, ein Begriff, der vor wenigen Jahren noch gar nicht existierte, ist zu einem geflügelten Wort geworden. Besitzer von SUV und anderen hochmotorisierten Fahrzeugen geraten ins Fadenkreuz von Aktivisten. Fahrrad- und Bahnfahrer hingegen können sich öffentlichen Beifalls sicher sein.

Technologie als Mittel gegen drohende Rationierungen

Doch steht zu erwarten, dass die Bereitschaft der Menschen, individuelle Freiheiten aufzugeben, nicht unbegrenzt ist. Um ihnen möglichst viele Wege offen zu halten, liegt es letztlich am technischen Fortschritt, die Erreichung der Klimaziele unter Beibehaltung eines möglichst weitgehenden Freiheitsniveaus zu ermöglichen.

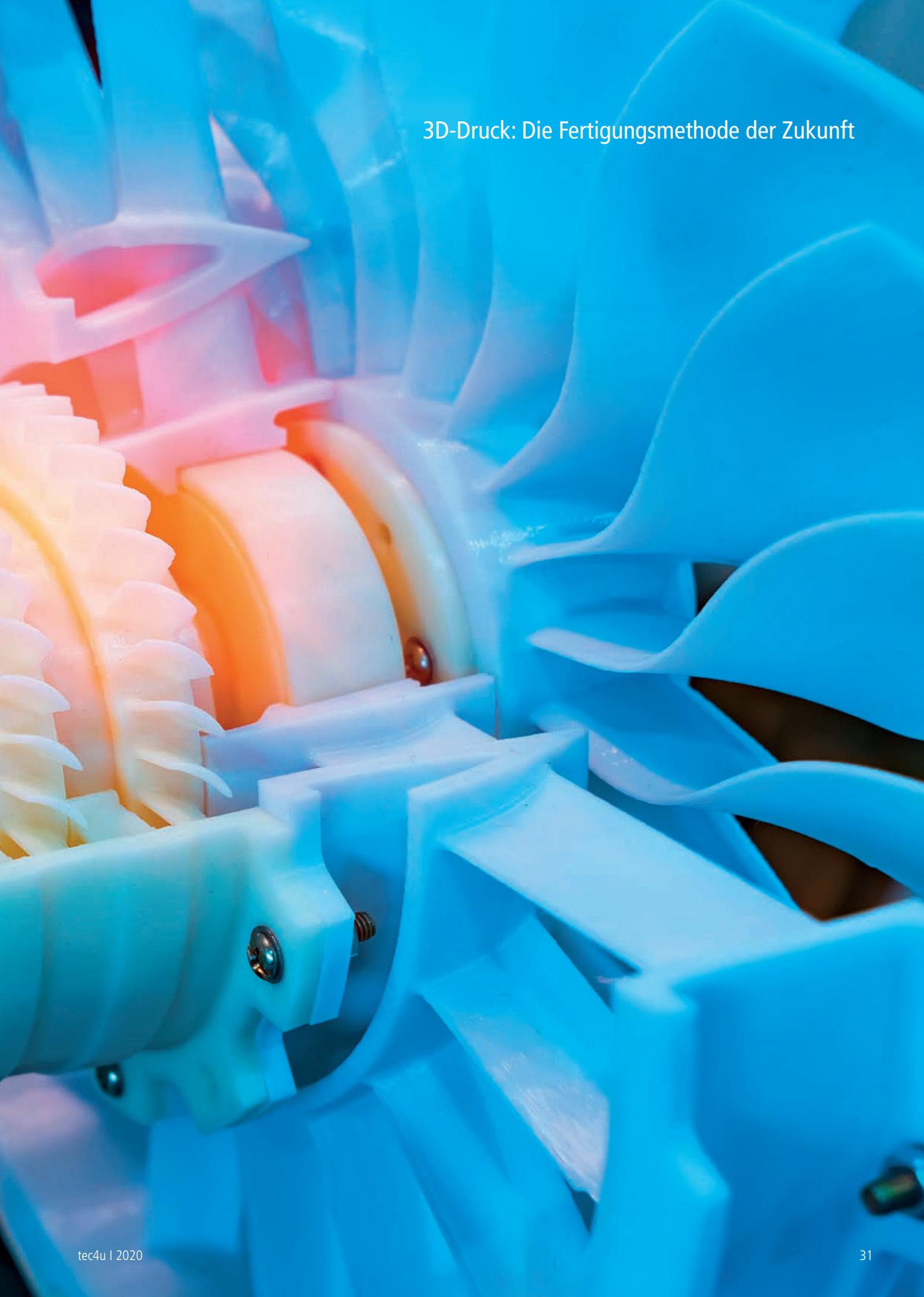
Auf einen kurzen Nenner gebracht: Je erfolgreicher unsere Ingenieure bei der CO₂-Verminderung sind, desto mehr Spielraum für die freie Entfaltung der Menschen bleibt am Ende übrig. Beispielsweise sind Flugzeuge mit Elektroantrieb oder einer anderen CO₂-armen Antriebsart ein besseres Mittel gegen die Emissionen des Flugverkehrs als rigorose Flugverbote. Ein anderes Beispiel: Rohstoffe aus dem Asteroidenbergbau im Weltall können der Rohstoffknappheit auf der Erde entgegenwirken, wenn auch erst in einigen Jahrzehnten.

Letztlich wird es darum gehen, technologische Verfahren zu entwickeln, die uns vor dem Schreckgespenst der Rationierung bewahren. Die obrigkeitstaatliche Zuteilung von Flugerlaubnissen, Nutzungsquoten für bestimmte Rohstoffe sowie CO₂-Kontingenten sollte schließlich nur das allerletzte Mittel zur Erreichung der Klimaziele sein. Es ist also die Kreativität der Ingenieure, die über die Qualität unserer freiheitlichen Lebensart in der Zukunft entscheiden. Dies sollte ein Grund zum Optimismus, nicht zur Resignation sein.

Der Umbau der Wert- schöpfung



3D-Druck: Die Fertigungsmethode der Zukunft



Vom Rohstoff zum Endprodukt und zurück

Nachhaltigkeit und Umweltschutz sind dabei, zum selbstverständlichen Kriterium aller Wertschöpfungsentscheidungen zu werden.

Als die Menschen der Oldowan-Kultur im heutigen Tansania vor rund drei Millionen Jahren damit begannen, scharfkantige Geröllstücke mit anderen Steinen zu bearbeiten, um daraus noch schärfere und wirksamere Schnittflächen zu erzeugen, brachten sie unbewusst eine Entwicklung in Gang, deren Prinzip auch im 21. Jahrhundert unverändert Gültigkeit hat: Menschen entnehmen der Natur Rohstoffe, bearbeiten sie, verarbeiten sie zu Gebrauchsgegenständen und geben sie nach Ende der Nutzung der Natur zurück.

Auf diesem Weg werden materielle Werte erschaffen und zwar quasi „aus dem Nichts“: Ohne dass Menschen die Gegenstände beurteilen und ihren Nutzen abwägen, hat der Terminus Wert in der Natur keinerlei Bedeutung. „Wertschöpfung“ ist somit ein Begriff, der in seinem ursprünglichsten Sinn ein Phänomen bezeichnet, das erst mit dem Menschen in die Welt gekommen ist.

Heute ist Wertschöpfung das Ergebnis eines komplexen Zusammenwirkens von unterschiedlichsten „Stakeholdern“, die jeweils einen eigenen unverzichtbaren Anteil an der Erzeugung von Produkten und Dienstleistungen beitragen. Es handelt sich dabei um die inzwischen unermesslich verfeinerte Ausfächerung eines weiteren für den Homo Sapiens charakteristischen gesellschaftlichen Merkmals: der Arbeitsteilung.

Vom reinen Überleben zur Steigerung der Lebensqualität

Die Jäger einer benachbarten Sippe waren beeindruckt: Die neuesten Steinwerkzeuge, die sie bei den Nachbarn fanden, eigneten sich besser zum Zerlegen von getöteten Tieren als alles, was ihnen bisher zur Verfügung stand. Sie schlugen deshalb einen Tauschhandel vor: zwei gefangene Tiere gegen zwei Faustkeile aus der Werkstatt der Nachbarn. Diese ließen sich darauf ein, und die Grundlage für die Marktwirtschaft war gelegt. Die Fabrikanten der Steinwerkzeuge sahen sich veranlasst, ihre Produkte immer weiter zu verbessern, um bei der nächsten Begegnung mit den Jägern einen noch höheren Gegenwert einfordern zu können. Diese wiederum vergrößerten ihre Anstrengungen auf der Jagd, um sich weitere Steinwerkzeuge leisten zu können

– wozu ihnen die verbesserten Faustkeile eine große Hilfe waren.

Weitere Sippen erkannten die Vorteile dieses Spiels und begannen ihrerseits mit der Herstellung von Steinwerkzeugen für alle möglichen Zwecke – der Wettbewerb war geboren. Mehr und/oder bessere Steinprodukte sicherten eine verbesserte Versorgung mit Wild. Wer die Preise senken konnte oder für denselben Preis ein besseres Produkt bot, der machte das Geschäft. Wettbewerb sorgte damit für Preisbegrenzungen und Qualitätssteigerung.

Schon hier lassen sich die Anfänge der Merkmale heutiger Wertschöpfungsprozesse erkennen. Weniger Arbeits- und Materialeinsatz zahlte sich aus: Mit weniger Mühe den gleichen Gewinn zu erzielen, stellte nicht nur eine Erleichterung für die Erzeuger dar, sondern auch einen Wettbewerbsvorteil auf dem neu entstandenen Markt. Ressourceneffizienz ist also eine natürliche Folge des freien Marktes, nicht eine bloße Forderung der Befürworter des Ökologismus. Sie ist sowohl ein ökologisches als auch ein ökonomisches Element profitabler Wertschöpfung.

Vom Tauschhandel zur Wertschöpfungskette

Das stark vereinfachte Beispiel der Entstehung von Arbeitsteilung und Markt dient nur der Veranschaulichung von Prozessen, die heute in schier unüberschaubar komplexer Form die Wirtschaft bestimmen. Aus eindimensionalen Händlerbeziehungen sind vielschichtige Wechselbeziehungen zahlreicher Player geworden. Die unterschiedlichen Facetten dieses Zusammenspiels bildet das, was wir heute als Wertschöpfungskette bezeichnen – in den Worten des Schöpfers dieses Begriffs, Michael E. Porter, die „Ansammlung von Tätigkeiten, durch die ein Produkt entworfen, hergestellt, vertrieben, ausgeliefert und unterstützt wird“. Die ökologische und ökonomische Forderung nach sparsamem Verbrauch von Ressourcen erstreckt sich damit auf das gesamte Wertschöpfungsspektrum. Dieses beginnt bei den Rohstoffen, die entweder aus natürlichen Lagerstätten mittels Bergbau gewonnen oder durch landwirtschaftlichen Anbau erzeugt werden. In den daran anschließenden Wertschöpfungsstufen folgen die Weiterverarbeitung und Veredelung der Rohstoffe, die Erzeugung von Produkten aller Art, die Einschleusung in den Zwischenhandel und Handel sowie die Nutzung durch Verbraucher aller Art. Lange Zeit ruhte fast die gesamte Aufmerksamkeit auf dieser Prozesskette. Die Rückführung der Rohstoffe in die



Wertschöpfungskette spielte eine geringe Rolle, weil genügend Mengen davon leicht zugänglich waren. Erst mit der Verknappung der Rohstoffe im Zuge der Massenproduktion gewann die Wiederverwertung der verwendeten Grundmaterialien an Bedeutung.

Von der Wertschöpfungskette zum Wertschöpfungskreislauf

Heute steht die Wiederverwendung (Recycling) – neben dem Thema sichere Entsorgung – als selbstverständlicher Prozessschritt am Ende (und gleichzeitig an einem neuen Anfang) der Wertschöpfung. Verbrauchte Produkte liefern Rohstoffe für neue Produkte. Die Wertschöpfungskette hat sich zu einem Wertschöpfungskreislauf erweitert, der sich über den gesamten Lebenszyklus der gefertigten Güter erstreckt.

Die Erkenntnis, dass Umweltgesichtspunkte nicht mehr nur punktuell – etwa hinsichtlich der Verringerung des Ausschusses während der Herstellungsphase – in die Betrachtung der Wertschöpfung eingebracht werden können, hat zu einer ganzheitlichen Sicht auf den Rohstoffkreislauf geführt. Die Auswirkungen der Produktion auf Umwelt und Ressourcen müssen demgemäß bereits bei der Designphase von Gütern, bei der Entwicklung von Produkten und Lösungen sowie der Grundlagenforschung (beispielsweise Materialforschung) mit berücksichtigt werden. Sie werden inzwischen immer mehr zu Absatzkriterien gegenüber dem Verbraucher und damit neben Qualität und Preis zu einem weiteren Verkaufsargument. Für Ingenieure tut sich hier ein wichtiges Betätigungsfeld auf, dessen Bedeutung in der Zukunft noch weiter wachsen wird.

Vision Kreislauf- ökonomie

Was mit der Abfallverwertung begonnen hat, erweitert sich zu einem umfassenden neuen Innovationsansatz: Design, Entwicklung, Produktion, Nutzung und Wiederverwertung der Ressourcen werden in ein ganzheitliches System eines nachhaltigeren zirkulären Wertschöpfungsnetzwerks integriert. Ressourcenschonung und Wohlstandserhaltung sollen hierbei Hand in Hand gehen.

Denken ist der Ausgangspunkt aller unserer Pläne und Handlungen. Wie wir denken, drückt allem, was wir schaffen und produzieren, seinen Stempel auf. Und ein besonders ausgeprägtes Merkmal unseres Denkens ist seine Linearität: Es strukturiert die Erfahrungen in Ketten von kausalen Wirkungszusammenhängen: Ursache – Wirkung, vorher – nachher. Das überträgt sich auf Prozesse, die wir für Entwicklung und Produktion unserer Güter konzipieren und realisieren. Überall geht es darum, mit A zu beginnen und über die Stadien B, C und so weiter zum angestrebten Ziel zu gelangen.

Entsprechend kompliziert erscheint unserem Denken ein Vorgang, der nach einem Prozessschritt über einen bestimmten Weg zu einem früheren Schritt zurückführt – das Kennzeichen einer „Rückbezüglichkeit“, die einen linearen Prozess aufricht und innerhalb der Kette neue Strukturen mit neuen Ursache-Wirkungs-Verknüpfungen erzeugt. Statt einer Kette ergibt sich so eine Kreislaufstruktur, bei der unterschiedliche Prozesse miteinander verknüpft sind und fortgeschrittene Stadien wieder auf frühere zurückgeführt werden. Auf die Wertschöpfungsprozesse übertragen bedeutet dies nichts anderes als dass eine lineare Kette von Entwicklungs-, Produktions- und Nutzungsprozessen in ein Netz aus Kreisläufen übergeht.

Kreisläufe für die Optimierung des Ressourcenverbrauchs

Das lineare Denken hat zur Linearwirtschaft geführt, zu dem, was wir abschätzig als „Wegwerfgesellschaft“ bezeichnen: Erzeugte Produkte werden nach Gebrauch weggeworfen, ihre Materialien immer noch zu erheblichen Teilen nicht in den Stoffkreislauf zurückgeführt. Rohstoffmangel und Umweltbelastung sind die Folge. Ein allgemeines Umdenken in Richtung zirkuläre Prozesse soll dies ändern.

Insbesondere die Materialflüsse in einem Wertschöpfungsprozess werden durch das Konzept der Kreisläufe völlig neu strukturiert. Unser Denken findet zirkuläre Prozesse komplex und sucht von sich aus eher nach einer linearen Lösung. Solange die Versorgung mit Rohstoffen, Arbeitskräften und Maschinen uneingeschränkt gesichert ist, besteht wenig Veranlassung zum Umdenken. Tritt jedoch an entscheidender Stelle Knappheit ein, so wird der Zwang beispielsweise zur Wiederverwertung von Materialien so groß, dass eine zirkuläre Produktionsstrategie plötzlich attraktiv erscheint. Der Blick der Ingenieure wendet sich dann den unzähligen Beispielen für Kreisläufe zu, die uns in der Natur begegnen, beispielsweise der Kreislauf des Wassers oder die Verwertung von organischem Material.

Das bekannteste Beispiel für einen Ressourcenkreislauf ist das Recycling. Verbrauchte Rohstoffe werden dem Produktionsprozess wieder neu zugeführt. Doch betrachtet man die Wirtschaftsabläufe ganzheitlich, so zeigt sich, dass eine an Ressourcenschonung ausgerichtete Wertschöpfungsstrategie weit über die Produktion hinausgehend in Kreisläufen denken muss. Maschinen und Arbeitskräfte gehören ebenso mit ins Bild wie begleitende Dienstleistungen: Alles soll mit möglichst geringem Wertverlust möglichst lange nutzbar sein. Diese Erkenntnis liegt den Begriffen „zirkuläre Wertschöpfung“ und „zirkuläre Wirtschaft“ (Circular Economy) zugrunde. Mit diesem Konzept sollen alle Wertschöpfungselemente wie Rohstoffe, Energie, Entwicklung und Design von Produkten sowie Fertigung und Konsum in Kreisläufen miteinander verzahnt werden. Ziel ist eine Ökonomie, bei der der Wert von Produkten,



Materialien und Ressourcen so lange wie möglich im Wirtschaftskreislauf erhalten bleibt und die Erzeugung von Abfall und Ausschuss aller Art minimiert wird. Ressourcen, Materialien und Energie der beteiligten Prozesse werden so eingesetzt, dass sie im Kreislauf der Wertschöpfung den maximal erzielbaren Nutzen bringen.

Mehr als Recycling

Aber ist das Ganze denn nicht nur eine akademisch aufgeladene Umschreibung des guten alten Recyclings? Schließlich ist das Verfahren, Rohstoffe nicht einfach zu verschwenden, sondern wiederzuverwenden, seit Jahrzehnten eine Selbstverständlichkeit.

Dieser Gedanke der quantitativen Rohstoffeffizienz greift jedoch vor dem Hintergrund der Aufgabe, unsere Ressourcen optimal zu verwenden, erheblich zu kurz. Recycling selbst ist ja kein automatisch umweltfreundlicher oder nachhaltiger Prozess: Eine ganze Industrie ist darum herum entstanden, Rohstoffe einzusammeln, mit schweren Fahrzeugen (die entwickelt, produziert und gewartet werden müssen, fossile Brennstoffe verbrauchen und anschließend selbst entsorgt werden müssen) zu Verwertungsanlagen zu bringen und dort in komplexen Prozessen (die selbst Rohstoffe verbrauchen und mit steigenden Effizienzanforderungen immer teurer werden) zur Wiederverwertung aufzubereiten. Da Recycling niemals 100 Prozent der Rohstoffe zurückgewinnen kann, ist es eine grundsätzliche Forderung des Nachhaltigkeitsgedankens, den Rohstoffeinsatz insgesamt zu minimieren. Eine reine Konzentration auf die Wiedergewinnung des Verbrauchten macht bestenfalls den Fertigungsprozess zu einem Rohstoffkreislauf, ohne aber die vorgelagerten Wertschöpfungsprozesse Design und Entwicklung mit einzu beziehen, die über die Art und Menge der verwendeten Rohstoffe entscheiden.

Das Konzept der zirkulären Wertschöpfung geht somit weit über den reinen Effizienzgedanken hinaus und verfolgt einen wesentlich weitergehenden Innovationsansatz. Mit Blick auf das angestrebte Ziel müssen Produkte und Dienstleistungen völlig neu gedacht, konzipiert und realisiert werden. Recycling wird dabei zu einem Stoffkreislauf innerhalb verschiedener anderer Kreisläufe, die alle auf einem von Anfang der Wertschöpfung an auf zirkuläre Prozesse ausgerichteten Denken beruhen. Dieses beginnt bereits beim Produktdesign und erweitert sich dann auf die Auswahl der Rohstoffe (beispielsweise Werk- und Inhaltsstoffe), die Fertigungsprozesse, die Nutzungsoptionen und die Wiedergewinnung der Ressourcen. Alle Phasen müssen als Teil eines Geflechts verstanden werden, das einem großen Kreislaufsystem entspricht. Unser Denken in linearen Abläufen muss umerzogen werden, damit es die Wertschöpfung ganzheitlich verstehen und konzipieren kann.

Neues Denken ist gefragt

Während der reine Effizienzgedanke das Recycling in den Mittelpunkt stellt, geht es bei der zirkulären Ökonomie darum, alle Wertschöpfungsbereiche schon ab der Produktidee vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Wirtschaft zu

bewerten. Das bedeutet beispielsweise, sich von Anfang an Gedanken über die Bedingungen und Folgen des späteren Materialeinsatzes zu machen, also Fragen zu stellen wie: Welche Auswirkungen haben das Endprodukt (durch seinen Konsum oder seine Verwendung) und der Material- und Energieeinsatz bei seiner Herstellung auf Mensch und Umwelt? Wie können Effizienz und Effektivität des Wertschöpfungszyklus optimiert werden? Wo gibt es noch nicht geschlossene Stoffkreisläufe und wie lassen sie sich schließen? Wie lässt sich die Nutzungsdauer von Produkten verlängern? Welche Geschäftsmodelle (Leasing, Sharing etc.) und Verwendungsoptionen können eine nachhaltigere Nutzung der Produkte unterstützen? Welche Dienstleistungen helfen dabei, weniger der betreffenden Produkte zu verwenden, dafür ihre Einsatzdauer optimal zu gestalten?

Der Trend zur Plattformökonomie lässt sich als ein Element dieser Strategie nutzen. Statt allen Nutzern ein eigenes Produkt zur Verfügung zu stellen, das nur zeitweise genutzt wird und den Rest der Zeit unbenutzt herumsteht, ermöglicht sie den Erwerb von Leistung als Service, also die bedarfsgerechte Lieferung der gewünschten Funktion eines Produkts. Autonome Fahrzeuge, die per App gerufen werden und den jeweils gewünschten Transport schnell und sicher realisieren, sind ein Beispiel dafür, wie die Anzahl der zu fertigenden Produkte (und damit der Ressourcenverbrauch) verringert werden kann, ohne dass die Befriedigung der Wünsche und Bedürfnisse darunter zu leiden hat.

Alternative Businessmodelle und Dienstleistungen sowie neue technologische Verfahren reduzieren den Materialverbrauch signifikant – eine Entwicklung, die als Dematerialisierung bezeichnet wird. Sharing, Plattformökonomie und Technologiesprünge verkleinern den Rohstoffberg, den unsere Produktion verschlingt, erheblich. Um die gleiche Menge an Daten zu speichern, benötigen moderne Speichermedien wie Sticks nur einen Bruchteil des Materials der zahlreichen Bandspeicher früherer Jahre – und durch Speichern in der Cloud wird durch Verwendung von Hochleistungsspeichern der Materialbedarf weiter reduziert.

Im Mittelpunkt des Entwicklungs- und Designprozesses stehen in einer zirkulären Ökonomie die Nutzungsanforderungen der geplanten Produkte. Da dabei trotz aller Bemühungen der Einsatz von umweltbelasteten Materialien nicht zu vermeiden ist, fordert das Konzept Lösungen, bei denen diese Stoffe in sicheren technischen Kreislaufprozessen gebunden werden, sodass sie weder die Lebensverhältnisse (und die Gesundheit) der Menschen noch die Umwelt beeinträchtigen können.

Alternative Wertschöpfungsnetze und -strategien

Um die Anforderungen der zirkulären Wirtschaft zu erfüllen, ist eine engere Verflechtung der unterschiedlichen Teilnehmer am Wertschöpfungsprozess als bisher unerlässlich. Designer, Hersteller, Zulieferer und Kunden verschmelzen dabei zu einer Einheit, die ihre Bedürfnisse wechselseitig abstimmen und nach der gemeinsamen Innovationsphilosophie ausrichten. Die Entwicklung geht inzwischen bereits aus anderen Gründen in diese Richtung: Design, Entwicklung, Produktion, Zulieferung, Logistik und Endkunde schließen sich über das Internet zusammen, wobei der Kunde über das Produkt mitentscheidet und Fertigung und Logistik nach dem Industrie-4.0-Konzept eine Einheit bilden. So intensivieren sich die Beziehungen zwischen Unternehmen und Kunden, Produkte und Dienstleistungen können schneller und enger den Bedürfnissen angepasst werden, und die Innovation lässt sich beschleunigen und mit den Anforderungen einer Kreislaufökonomie abstimmen.

Auf welche Weise durch das Kreislaufprinzip in der Wertschöpfung tatsächlich Wert erzeugt wird, fasst eine Analyse der Friedrich-Ebert-Stiftung („Intelligente Industrie durch zirkuläre Wertschöpfung“) so zusammen:

- Intelligente Produkte: Je weniger ein Produkt verändert werden muss, um wieder genutzt werden zu können, desto geringer sind die Kosten in Form von Arbeit, Energie, Material;
- Verzicht auf Zusatzstoffe: Verwendung von Materialien, die noch nicht kontaminiert sind oder denen Zusatzstoffe hinzugefügt werden, um damit die Wiederverwertung auf einem gleichbleibend hohen Qualitätsniveau zu ermöglichen und somit letztlich die Materialproduktivität zu erhöhen;



Quelle: Netzwerk Zirkuläre Wertschöpfung NRW

LINEAR ECONOMY



CIRCULAR ECONOMY



- Verlängerung des Lebenszyklus: Produkte durch Reparatur, Umnutzung oder einen kompletten Wiederaufbau so lange wie möglich in der Wertschöpfung zirkulieren lassen und so Material, Energie und Arbeit einsparen, die durch die Herstellung eines neuen Produktes anfallen würden;
- Kaskaden-Nutzung: Produkte im Verlauf der Wertschöpfungskette auf verschiedene Arten wiederverwerten und so das Zuführen neuer Ressourcen in die Wirtschaft soweit als möglich vermeiden.

Zum allgemeinen volkswirtschaftlichen Nutzen stellt das Papier darüber hinaus fest: „Ziel der zirkulären Wertschöpfung ist eine Reduzierung der Ressourcenverschwendung und damit eine Verringerung der Abhängigkeit von importierten Primärrohstoffen und ihren volatilen Preisen und Verfügbarkeiten. Zugleich sollen aber produktseitig Zusatznutzen und ökonomische Qualität (effektiver Ressourceneinsatz, Optimierung der Kostenstruktur etc.) verbessert werden.“

Damit könnte das seit Jahren angestrebte Ziel erreicht werden, Wirtschaftswachstum zu erzielen, ohne der Erde ständig neue Rohstoffe zu entziehen. Wachstum und Ressourcenverbrauch lassen sich so mehr und mehr entkoppeln, Ökologie und Ökonomie gehen Hand in Hand.

Die zirkuläre Wertschöpfung eröffnet einen Weg, nachhaltiger zu wirtschaften, ohne dabei in die Falle des Verbieters, Rationierens und Verzichtens zu tappen, die traditionelle ökologische Konzepte in der breiten Öffentlichkeit unattraktiv machen. Ein intelligenter Umbau des Wirtschaftens ohne Akzeptanz bei den Bürgern ist ein Unterfangen, bei dem entweder die Demokratie auf der Strecke bleibt oder die Lebensumstände der Menschen für permanente Unzufriedenheit sorgen. Eine Verminderung der materiellen Lebensqualität ließe sich wohl schwer durchsetzen und ist auch alles andere als wünschenswert. Das Umdenken aus der linearen Ketten- in Richtung Kreislaufphilosophie wird stattdessen zu intelligenteren Produkten und befriedigenderen Lebens- und Umweltbedingungen führen.

Zirkuläre Wert- schöpfung – wie aus Theorie Praxis wird



Quelle: Kompetenznetzwerk :metabolon

Die Basis für das Konzept der Kreislaufökonomie ist die ganzheitliche Betrachtung aller Wertschöpfungsprozesse, von der Produktidee bis zur Wiederverwendung oder Entsorgung. Sie führt auf eine dynamische Verflechtung aller Teilphasen und -abläufe, sodass verschiedene Stoffkreisläufe die Rohstoffe so lange wie möglich im Verwendungszyklus halten. In der Praxis erfordert dies ein Ausmaß an Koordination der Akteure, welches derzeit nur sehr selten gegeben ist. Erste Schritte auf dem Weg zu dieser Vision werden derzeit in Nordrhein-Westfalen unternommen.

„Zirkuläre Wertschöpfung“ – ein sehr akademischer Begriff für eine Kreislaufökonomie. Doch obwohl das Konzept leicht begreifbar ist, so steckt der Teufel im Umsetzungsdetail. Zahlreiche Stakeholder und Player müssen zusammenspielen, um eine optimale Wiederverwendung und Verwertung der Ressourcen zu gewährleisten.

Vom Designer über den Entwickler und Produzenten bis hin zum Nutzer und Wiederverwerter müssen alle Parteien an einem Strang ziehen und sich in ein Netzwerk aus Kreislaufprozessen einbinden lassen.

Grundsätzlich lässt sich ein solcher Kreislaufprozess nicht einfach nach Plan implementieren. Es fehlen viel zu viele Erfahrungswerte, und die Zusammenarbeit innerhalb einer Kreislaufzelle muss sich auch erst einspielen, bisher unabhängige Akteure (wie Forschung, Produktion, Handel, Logistik, Verbraucher und Entsorgungs- beziehungsweise Abfallwirtschaft) müssen sich plötzlich untereinander abstimmen. Schon rein logisch bietet es sich daher an, mit einigen überschaubaren Testprojekten zu beginnen und in konkreten Situationen Erfahrungen und Wissen aufzubauen.

Pionierarbeit in NRW

In Nordrhein-Westfalen wurde mit dieser Zielsetzung ein „Netzwerk für zirkuläre Wertschöpfung NRW“ ins Leben gerufen, das unter der Leitung des Bergischen Abfallwirtschaftsverbandes (BAV) – einschließlich seiner Mitglieder aus dem Oberbergischen und Rheinisch-Bergischen Kreis – steht und Partner aus Forschung und Verbänden in ein gemeinsames Forschungsprojekt integriert. Koordiniert wird das Projekt durch das Kompetenzzentrum :metabolon, einer Ko-

operation der Technischen Hochschule Köln und des BAV, die innovative Verfahren zur stofflichen und energetischen Verwertung von Rest- und Abfallstoffen untersucht, wobei das übergeordnete Ziel das Schließen von Stoffkreisläufen ist – eine der zentralen Herausforderungen der zirkulären Wertschöpfung. Entscheidend für den praktischen Nutzen des Vorhabens ist die Einbindung von Partnern entlang der gesamten Wertschöpfungskette, die ihre speziellen Erfahrungen sowie die mit ihrem jeweiligen Segment verbundenen Anforderungen einbringen. Die wissenschaftliche Leitung liegt in den Händen dreier Forschungsinstitute mit Forschungsschwerpunkten in allen Sektoren der Sekundärrohstoffwirtschaft: Institut für Infrastruktur, Wasser, Ressourcen und Umwelt (IWARU) der FH Münster (Thema Stoffliche Verwertung), Lehr- und Forschungsinstitut der Energierohstoffe (TEER) an der RWTH Aachen (Thermische Behandlung) und Lehrstuhl für Operations Management (OM), ebenfalls an der RWTH Aachen (Logistik und Prozessanalyse).

Primäres Ziel von :metabolon ist es, Wissen im Umfeld der zirkulären Wertschöpfung sowie Ressourcenschonung und Umwelttechnologie allgemein (insbesondere auf den Sektoren Sammlung und Verwertung) zusammenzuführen und an die vielen beteiligten Akteure der Wertschöpfung weiterzugeben. Zunächst geht es dabei darum, innovative Lösungen zu finden, mit denen sich Stoffströme über längere Zeiträume als bisher im Produktzyklus halten lassen, sodass der Bedarf an Primärrohstoffen sinkt.

Wenn auch neue technologische Verfahren und Prozesse die größte öffentliche Aufmerksamkeit erregen, so geht das Konzept des Netzwerks Zirkuläre Wertschöpfung doch weit über die Technik hinaus und umfasst sowohl ökologische und ökonomische als auch politische und soziologische Gesichtspunkte und Abhängigkeiten. Das mag im ersten Augenblick weit hergeholt erscheinen. Dr. Yvonne Hilgers, Projektmanagerin beim Kompetenzzentrum :metabolon, erklärt, warum die Integration so vieler unterschiedlicher Kompetenzen ganz entscheidend zum Gelingen der Implementierung einer zirkulären Wertschöpfung beiträgt: „Die Technologie steht in diesem Zusammenhang selbstverständlich im Vordergrund der Forschung. Doch die daraus resultierenden Lösungen – von denen es in der Hochschullandschaft eine schnell wachsende Anzahl gibt – lassen sich nicht einfach gewis-

sermaßen im luftleeren Raum in die Praxis umsetzen. Ihre konkrete Anwendung scheitert oft an Faktoren, die nichts mit der technologischen Seite des Ganzen zu tun haben. So muss beispielsweise eine ökologische Bewertung zeigen, dass eine Lösung nicht einen umweltrelevanten Vorteil durch einen Nachteil an anderer Stelle gleich wieder ganz oder teilweise entwertet.

Und selbstverständlich gilt es, die wirtschaftliche Seite im Blick zu behalten, denn beteiligte Unternehmen (meist aus dem Mittelstand) müssen ja nach wie vor ökonomisch erfolgreich arbeiten. Sie sehen sich manchmal auch Hemmnissen im Verwaltungsbereich gegenüber, die durch Einbeziehung staatlicher Stellen abgebaut werden müssen. Umgekehrt sind politische Vorgaben nicht selten notwendig, um die Unternehmen dazu zu ermuntern, neue Wege zu gehen. Und nicht zuletzt hängt der Erfolg bei der Umsetzung von Konzepten der zirkulären Wertschöpfung ganz entscheidend von der Akzeptanz der Technologien und Prozesse beim Nutzer und Verbraucher ab. Was hilft das beste technologische Verfahren, wenn die Unterstützung der Gesellschaft fehlt? Hier stellt sich die Aufgabe (nicht nur für unser Kompetenzzentrum), durch Vermittlung von Wissen das Bewusstsein für die Thematik bei den Menschen zu wecken und durch Aufklärung eine möglichst hohe Akzeptanz sicherzustellen.“

Aus Sicht der wissenschaftlichen Forschung begrüßt Prof. Dr. Grit Walther, Leiterin des Lehrstuhls für Operations Management (OM) an der RWTH Aachen, den Transparenz- und Koordinationseffekt des Netzwerks: „Eine Grundvoraussetzung für eine aktive Rolle der Forschung bei der Realisierung von Konzepten einer zirkulären Wertschöpfung ist, dass die Kompetenzen, die ja bereits seit einiger Zeit an zahlreichen Hochschulen unabhängig voneinander entwickelt werden, kommuniziert und gebündelt werden. Der Austausch der Institute untereinander war bisher nicht zufriedenstellend, weshalb das Netzwerk Zirkuläre Wertschöpfung NRW durch seine Moderation eines Informationsaustauschs eine wichtige Funktion übernommen hat. Damit lassen sich zunächst einmal alle wesentlichen Player in den unterschiedlichen Stoffströmen identifizieren, an einen Tisch bringen und zu einem systematischen Wissenstransfer ermutigen. Das lässt sich nicht von Anfang an für alle Stoffströme realisieren, aber einige wichtige

Teilektoren wie Klärschlamm, Bauschutt oder Recyclingbeton dienen derzeit als Pionierprojekte zur Verifizierung des Netzwerkkonzepts.“

Konkret manifestiert sich diese erweiterte Sicht auf die Wertschöpfungsprozesse auch in der Einsetzung eines Projektbeirats. Er schließt neben den Projektträgern (Hochschulen und BAV) auch Vertreter der Abfallwirtschaft ein, wodurch ein intensiver Austausch von Wissen und Know-how zwischen wissenschaftlicher Forschung auf der einen und der Wirtschaftspraxis auf der anderen Seite gefördert wird. Wissenschaftliche Erkenntnisse lassen sich so in der Praxis erproben und bei Bedarf modifizieren und die Anwendungsebene kann von den theoretischen Konzepten profitieren. Die Verbindung zu den zuständigen NRW-Landesministerien wiederum sorgt dafür, dass die politische und Verwaltungsebene die erarbeiteten Ergebnisse direkt auf ihre administrative Einbettung hin prüfen können.

Wissenstransfer am Runden Tisch

Als erweiterte Plattform für den Know-how-Transfer hat das Projektteam von :metabolon vor zwei Jahren gemeinsam mit den NRW-Landesministerien für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz sowie Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie den Runden Tisch Zirkuläre Wertschöpfung NRW (www.zirkulaere-wertschoepfung-nrw.de) ins Leben gerufen, der dazu dienen soll, eine gemeinsame Strategie der Zirkulären Wertschöpfung für Nordrhein-Westfalen zu entwerfen. An diesem zweimal jährlich stattfindenden Treffen sind wichtige Player im Umfeld des Themas Kreislaufwirtschaft vereint, neben den bereits genannten Akteuren unter anderen auch die Effizienz-Agentur NRW, das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, das Kompetenznetzwerk Umweltwirtschaft NRW, das Wuppertal Institut (Bereiche Kreislaufwirtschaft und Ressourcen) sowie der VDI Landesverband NRW und die VDI Technologiezentrum GmbH. Dr. Yvonne Hilgers bewertet die Bedeutung des Runden Tisches, der inzwischen durch einen zweiten ergänzt wurde, so: „In der derzeitigen Phase des Umdenkens, Neufindens und in der Initiierung hierzu korrespondierender Projektideen befindet sich NRW damit in einer vielversprechenden Ausgangssituation, auf die aufgebaut werden kann und die wertvolle Impulse im Hinblick auf die Umsetzung zirkulärer Strukturen erwarten lässt.“

Letztendlich wollen die Verantwortlichen „eine zukunftsfähige gemeinsame Strategie für zirkuläre Wertschöpfung in NRW entwickeln und gemeinsam mit allen Akteuren bearbeiten“. Bisher wurden dabei bereits einzelne Insellösungen geschaffen, die ausgewertet und zu umfassenderen Konzeptionen weiterentwickelt werden können. Zwei Jahre nach Implementierung des Netzwerks bewertet Prof. Dr. Grit Walther die bisherigen Erfahrungen durchweg positiv: „Hinsichtlich Transparenz und Vernetzung der Akteure haben wir tatsächlich einen großen Sprung nach vorne gemacht. Nach einer gründlichen Bestandsaufnahme der Kompetenzen sind wir nun bereits auf einem guten Weg zur Erstellung einer zukunftsweisenden Technologie-Roadmap.“

Am Ende könnten die Aktivitäten des Netzwerks in NRW wesentlich zu einer nationalen Implementierung von Prozessen der Kreislaufwirtschaft beitragen.

Warum kompliziert, wenn's auch einfach geht?

Soziale und Nachhaltigkeitsgesichtspunkte sprechen dafür, dass frugale Innovation einen stark wachsenden Markt erschließen wird.

Das Smartphone mit Hunderten von Funktionen, mit dem die Großmutter nur telefonieren und notfalls Textnachrichten verschicken will; die Waschmaschine, von deren Dutzenden von Programmen ein Student gerade einmal drei benutzen wird; der mit allen digitalen Entertainment- und Assistenzsystemen ausgestattete Kleinwagen, der allenfalls zwei Personen durch den Dschungel des indischen Großstadtverkehrs zur Arbeitsstätte und zurück bringen soll – dies alles sind Beispiele für technische Systeme, die für den konkreten Bestimmungszweck hoffnungslos mit Funktionalität überladen sind. Dies sind nur wenige Beispiele für eine Technologiephilosophie, die eine Maximierung des Funktions- und/oder Serviceumfangs in den Mittelpunkt des Produktdesigns stellt und die typisch ist für die Denkweise des 20. Jahrhunderts: je mehr von allem, desto beeindruckter der Kunde, also desto besser.

Umdenken im Innovationsestablishment

Die Diskussion um Nachhaltigkeit hat in den letzten Jahrzehnten zu einem Nachdenken über Sinn und Unsinn hoch gezüchteter Verbraucherprodukte geführt. Statt dem Kunden technikbegeistert vorzuführen, wie viele Funktionen ein Gerät hat, geht es heute schon sehr häufig darum, zunächst den tatsächlichen Bedarf oder Wunsch des Kunden zu erfragen, bevor ein Gerät entworfen und entwickelt wird. Dabei steht gar nicht ausschließlich die Einsparung von Ressourcen im Mittelpunkt, sondern die Absicht, dem Verbraucher eine für seine Situation optimierte – und aufgrund des meist geringeren Funktionsumfangs kostengünstigere – Lösung anzubieten, wobei allerdings keine Qualitätsabstriche gemacht werden sollen.

Eine der vor diesem Hintergrund neu entstandenen Innovationsansätze ist die „frugale Innovation“, wobei sich frugal (schlank, genügsam) auf einen gegenüber

maximal hoch gezüchteten und damit hochpreisigen Produkten eingeschränkten Funktionsumfang mit samt einfacher Bedienung und kundenfreundlicher Wartung bezieht.

Frugale Innovation konzentriert sich auf vereinfachte Funktionalität und verwendet möglichst leicht zu erwerbende, einfache und kostengünstige Komponenten, die sich möglichst exakt den Wünschen und regionalen Gegebenheiten des Kunden anpassen lassen. Insbesondere in Schwellenländern kann damit sichergestellt werden, dass Materialien verwendet werden, die in der betreffenden Gegend leicht (über bestehende lokale Liefer- und Wertschöpfungsketten) zu bekommen sind.

Frugal und profitabel

Dass frugale Innovation quasi eine Art karitative Veranstaltung für ärmere Länder oder Bevölkerungsschichten und daher vom ökonomischen Standpunkt eines Unternehmens eher uninteressant sei, ist ein großes Missverständnis. Zwar ist der Marktpreis für frugale Produkte und Lösungen niedriger als der traditioneller Produkte. Dafür bedienen sie ganz bestimmte Marktsegmente optimal, die entweder aus einem enorm großen Kundenkreis (beispielsweise in Ländern wie Indien) bestehen, sodass die Masse den Profit einbringt, oder sich aus Menschen zusammensetzen, die auf diese Art von Lösungen umsteigen wollen. In vielen Fällen finden sich auch Wege, das Produktportfolio „nach unten“ zu ergänzen, indem Funktionen aus Gütern des hochpreisigen Segments den reduzierten Anforderungen frugaler Produkte angepasst werden.

Inzwischen gibt es weltweit viele Unternehmen, darunter Großkonzerne wie Ikea, Bosch oder Siemens, die frugal entwickelte Produkte in Branchen wie Autos und Nutzfahrzeuge, Möbel, Weißwaren oder Medizintechnik anbieten. Doch es geht nicht nur um Produkte. Vielleicht noch zukunftsweisender für Schwellenländer sind frugale Geschäftsmodelle, etwa Apps und Internetdienste, die den Menschen neue Services (beispielsweise für medizinische Versorgung) ermöglichen oder die Entwicklung eigener frugaler Lösungen erleichtern.

Im Fokus der Ingenieure – Schwerpunkte der Zukunfts- technologie





Unsere Ressourcen sind endlich. Wirklich?

Wie viele Ressourcen uns zur Verfügung stehen, ist weniger eine Frage der unveränderlichen Vorräte an bestimmten Rohstoffen, sondern der menschlichen Kreativität und Innovationsfähigkeit.

Earth Day – der Tag, an dem die Menschheit im jeweiligen Jahr alle nachhaltig nutzbaren Ressourcen verbraucht hat (bei Berücksichtigung von Recycling etc.) – erfreut sich jedes Jahr großer medialer Aufmerksamkeit. Der Tag ist stets Anlass, vor dem endgültigen Aus unserer Rohstoffe zu warnen, der immer kurz bevorsteht.

Zunächst scheint der Gedanke völlig logisch, dass ein Stoff, beispielsweise Kupfer, Eisen oder Erdöl, nur in endlicher Menge auf der Erde vorhanden ist und die Menschheit daher dafür sorgen muss, dass sie deren Verbrauch mit den bekannten Vorräten in ein Nachhaltigkeitsgleichgewicht bringt. Wenn wir in 100 Jahren kein Kupfer mehr haben, keine fossilen Brennstoffe mehr

verfügbar sind und die meisten anderen Metalle verbraucht wurden, dann steht die Zivilisation vor dem Aus – so lautet die Botschaft am Earth Day. Wir treiben also Raubbau an den Ressourcen, wenn wir auch am Tag nach dem Earth Day weiterproduzieren als gäbe es keine Grenzen.

In der Tat sind die Ressourcen aller verwendeten Rohstoffe auf der Erde endlich. Das bedeutet automatisch, dass der Mensch seinen Verbrauch am bekannten Bestand messen und auf möglichst nachhaltige Verwendung achten sollte. Ein Maß dafür, wie das Verhältnis von vorhandenem Rohstoff und dessen Verbrauch aussieht, ist dessen Preis auf einem freien Markt. Je weniger von einer Ressource vorhanden ist, desto höher ihr Preis. Ist ein Rohstoff verbraucht, würde kein noch so hoher Eurobetrag sie mehr verfügbar machen.

Ein wichtiger Gesichtspunkt dabei ist, dass wir immer nur einen Teil der vorhandenen Rohstoffe erschließen können. Und hier liegt ein weit verbreitetes

Missverständnis, welches dazu führt, dass viele den Prognosen zum Ende der Verfügbarkeit eines Stoffes eine allzu hohe Bedeutung beimessen: Jede Prognose beruht auf der Berechnung des Vorrats an aktuell erschlossenen Lagerstätten. Diese aber sind das Ergebnis wirtschaftlicher Überlegungen der Unternehmen und Organisationen, die mit dem Ausbeuten der Lagerstätten verbunden sind. Da die genaue Erschließung und Vermessung von Rohstoffvorräten hohe technische und finanzielle Aufwendungen erfordert, besteht nie ein Interesse daran, die Gesamtvorräte zu ermitteln. Wirtschaftlich sind in der Regel nur Berechnungen der verfügbaren Vorräte für einen gewissen Zeitraum, für den die Absatzperspektiven eine gewinnbringende Förderung versprechen – und das sind nicht viel mehr als 20 Jahre.

Ein Rohstoffkonzern wird also nur so viele Lagerstätten eines Stoffes erschließen, wie nötig sind, die Nachfrage für einen solchen Zeitraum zu decken. Dies erklärt, warum seit den 1970er-Jahren die Prognosen für das Ende der Verfügbarkeit eines Rohstoffs – die ja auch den Earth-Day-Berechnungen zugrunde liegen – so oft um die 30 Jahre herum zu liegen kommen. Die erste Veröffentlichung der Club-of-Rome-Warnungen („Die Grenzen des Wachstums“, 1972) sah die meisten Rohstoffe vor dem Jahr 2000 am Ende. Dies ist in etwa die Zeitspanne, für die die Prospektoren damals die Ergiebigkeit der Lagerstätten taxiert hatten. Das Ende der Zivilisation auszurufen, ist aufgrund dieser Berechnungsgrundlage selbstverständlich verfrüht, und der Hohn, der wegen viel zu pessimistischer Vorhersagen heute oft über den Club of Rome ausgegossen wird, beruht auf dem Missverständnis, dass damals Informationen über die Gesamtvorräte an Ressourcen als Basis verwendet wurden.

Die Rohstoffvorräte der Erde: endlich, aber gewaltig

Wie steht es aber tatsächlich um die Ressourcen für unsere wichtigsten Rohstoffe? Um davon eine gewisse Vorstellung zu bekommen, muss man sich die Größe der Erde vor Augen halten. In der Umweltdiskussion kann man bisweilen den Eindruck bekommen, dass es sich bei unserem Planeten um einen zerbrechlichen Kleinkörper handelt, dem wir großen und brutalen Menschen ans Eingemachte gehen. Dabei ist es umgekehrt: Selbst die Menschheit mit fast acht Milliarden Mitgliedern ist für den Planeten nicht viel mehr als eine Ameisenkolonie. Ein kurzer Blick auf die wahren Verhältnisse: Die Masse der Erde beträgt 6 Trilliarden ($6 \cdot 10^{21}$) Tonnen, die Masse tierischen Lebens auf dem Land mehrere Milliarden Tonnen, wobei mit 400 Millionen Tonnen eben soviel Gewicht auf Ameisen entfallen wie auf uns Menschen!

Für die Rohstoffproblematik entscheidend ist die rund 35 Kilometer dünne Erdkruste. Selbst ihre Masse ist unvorstellbar: Allein der auf Deutschland entfallende Teil misst 28 Billionen ($2,8 \cdot 10^{16}$) Tonnen. Errechnet man den Masseanteil der verschiedenen Elemente, so wird schnell deutlich, dass selbst bei steigendem Verbrauch alle Ressourcen überreichlich vorhanden sind. Rechnet man mit den für die Erdkruste ermittelten Durchschnittsanteilen, so würden allein 1,3 Billionen Tonnen Eisen und 2,2 Billionen Tonnen Aluminium im deutschen Boden zu finden sein, allerdings meist nicht in wirtschaftlich ausbeutbarer Form. Dennoch macht diese Überlegung

deutlich, welche Mengen an Rohstoffen die Erde bereithält. Selbst von den viel besprochenen „Seltene Erden“ sind in der Erdkruste nach Schätzungen Lagerstätten vorhanden, die den Umfang des Abbaus im Jahr 2015 noch für 1.000 Jahre gestatten würden.

Der Verbrauch des Menschen an Rohstoffen wird also weniger durch das Angebot der Erdkruste zum Problem (dieses ist schier unerschöpflich), sondern durch die Grenzen unserer Technologie. Wir kommen schlicht nicht an alle Vorräte heran (einmal davon abgesehen, dass die Ausbeutung in manchen Fällen mit schweren Verwüstungen der Umwelt verbunden ist). Trotz des gewaltigen Masseanteils an der Erdkruste sind die tatsächlich nutzbaren Mengen wesentlich begrenzter – aber größer als die derzeit als gesichert geltenden Vorräte. Den Ingenieuren wird daher künftig vermehrt die Aufgabe zukommen, mit neuen Verfahren weitere Rohstoffquellen zu erschließen.

Die einzige unendliche Ressource: der menschliche Geist

An diesem Punkt wird sichtbar, welche Ressource die – angesichts des kaum erschöpfbaren Rohstoffangebots der Erde – alles Entscheidende ist: die menschliche Kreativität. Sie ist die einzige unendliche Ressource, die es gibt. Bisher haben es die Menschen immer geschafft, die Knappheit traditionell verwendeter Materialien mithilfe neuer zu überwinden. Wurde Pech und Wachs knapp oder unzulänglich, beleuchtete man Straßen mit Lampen aus Tran. Schon damals gab es Warner, die auf die Endlichkeit dieser Ressource hinwiesen, denn der Walbestand ging zurück. Petroleum wurde als im Überfluss vorhandener Ersatzrohstoff entdeckt und sorgte für eine zuverlässige Helligkeit in den Städten, bis die Elektrizität (gewonnen mithilfe fossiler Stoffe, Wind und Wasser) ihre Rolle übernahm.

Dies gilt nicht nur für die Gewinnung von Rohstoffen, sondern auch für den Umgang mit Umweltbelastungen. Ende des 19. Jahrhunderts gab es mehrere Studien, die einen ungefähren Zeitpunkt dafür prognostizierten, zu dem der Pferdemit bei konstantem Verkehrswachstum in den überlasteten Straßen der Großstädte auf eine Höhe angestiegen sein würde, die gar kein Durchkommen mehr gestattet. So wurde für London für das Jahr 1912 vorhergesagt, dass die Bewohner in 60 Zentimeter Mist waten müssten. Der Ausweg aus dieser Misere bestand nicht in Fahrverboten oder Wachstumsstopp, sondern in Innovation: Der Mensch erfand das Automobil.



Tatsache ist: Der Innovationsgeist der Ingenieure hat es uns ermöglicht, uns aus jeder Verknappung und Umweltbelastung „herauszuerfinden“. Ausnahmslos erwiesen sich bisher alle misanthropischen Vorhersagen über das Ende des Wohlstands und Wachstums als zu pessimistisch. Als Beispiel dafür kann die Geschichte von Peak Oil dienen, also der Warnung vor der Erschöpfung der Erdölvorräte.

Erstaunlicherweise reichen die ersten Warnungen vor dem Ende der Erdölvorräte schon in die ersten Jahrzehnte der Nutzung des fossilen Rohstoffs zurück. Bereits 1874 warnten US-Geologen vor dem Ende der Erdölversorgung, wenn der Rohstoff weiter als Brennstoff für die Beleuchtung der schnell wachsenden Städte genutzt würde. Gerade einmal vier Jahre werde es dauern, bis die damals bekannten Lagerstätten in den USA komplett verbraucht wären. Vier Jahre später war von dieser Warnung nichts mehr übrig, denn die Prospektoren hatten inzwischen riesige neue Erdölfelder erschlossen.

Doch die Ressourcenpessimisten lernten daraus bis heute nichts. Immer wieder wurden auf der Basis bekannter Lagerstätten düstere Peak-Oil-Prognosen erstellt. So zu Anfang des 20. Jahrhunderts, besonders in den 1920er-Jahren, wo der Siegeszug des Automobils als Massenverkehrsmittel die Versorgungssicherheit in Frage zu stellen schien. Immer dann, wenn neue Verbrauchssegmente auftauchten, rechnete man das Wachstum hoch und verglich mit den aktuell bekannten Reserven. So auch in den 1950er-Jahren, als der massenhafte Einsatz von Autos, Diesellokomotiven und Flugzeugen den Bedarf an Erdöl rasant nach oben trieb. Für die USA prophezeiten die Geologen 1956 Peak Oil für 1973. Im Jahr 1974 ergaben die Projektionen das Ende aller förderbaren Ölvorräte im Jahr 1995, in guter Übereinstimmung mit den Prognosen des Club of Rome. Als Beispiel eine Aussage des Ökonomen Kenneth Watt aus dem Jahr 1974: „Wenn der gegenwärtige Trend anhält, werden wir Rohöl in einem solchen Ausmaß verbrauchen..., dass es im Jahr 2000 keines mehr gibt. Dann fahren Sie zur nächsten Tankstelle und sagen: ‚Bitte volltanken‘, und der Tankwart sagt: ‚Tut mir Leid, es ist nichts mehr da.‘“ Zur selben Zeit präsentierte ein anderer Wissenschaftler

in der Zeitschrift Scientific American eine Grafik, die darstellte, dass die Lagerstätten für Blei, Zink, Zinn, Gold und Silber noch vor 1990 erschöpft sein würden, die für Kupfer kurz nach dem Jahr 2000.

Innovation statt Rationierung

Jedes Mal erwiesen sich die Vorhersagen als falsch, der Abgesang auf Öl und Erdgas als verfrüht. Für eine völlig neue Situation sorgte dann in den 2000er-Jahren der Innovationsgeist amerikanischer Ingenieure, die mittels Fracking und Horizontalbohrung reiche, bisher unerschließbare Öl- und Gasfelder zugänglich machten. Nach derzeitigem Stand würden bei konstantem Bedarf allein die Öl- und Erdgasvorräte der USA für mehrere Jahrhunderte reichen. Absehbar ist jedoch ein weltweit abnehmender Bedarf an fossilen Brennstoffen – durch Nutzung alternativer Energieträger und verbesserte Energieeffizienz. Peak Oil ist also abgesagt und durch Peak Demand ersetzt. Die Ängste vor einem Ende des Rohstoffs Öl haben sich als unbegründet erwiesen.

Das Beispiel Erdöl/Erdgas zeigt das generelle Muster der Ressourcenproblematik: Ein bestimmter Rohstoff X wird entdeckt, genutzt, erweckt bei hohem Wachstum des Verbrauchs Besorgnis hinsichtlich der Verfügbarkeit – und bevor noch Peak-X erreicht ist, wenden sich die Menschen anderen Rohstoffen zu. Ressourcen werden nie bis zum letzten Gramm oder Tropfen ausgebeutet, sondern vorher durch andere ersetzt (etwa Metalle durch Kunststoffe, Kunststoffe durch nachwachsende Materialien wie Holz).

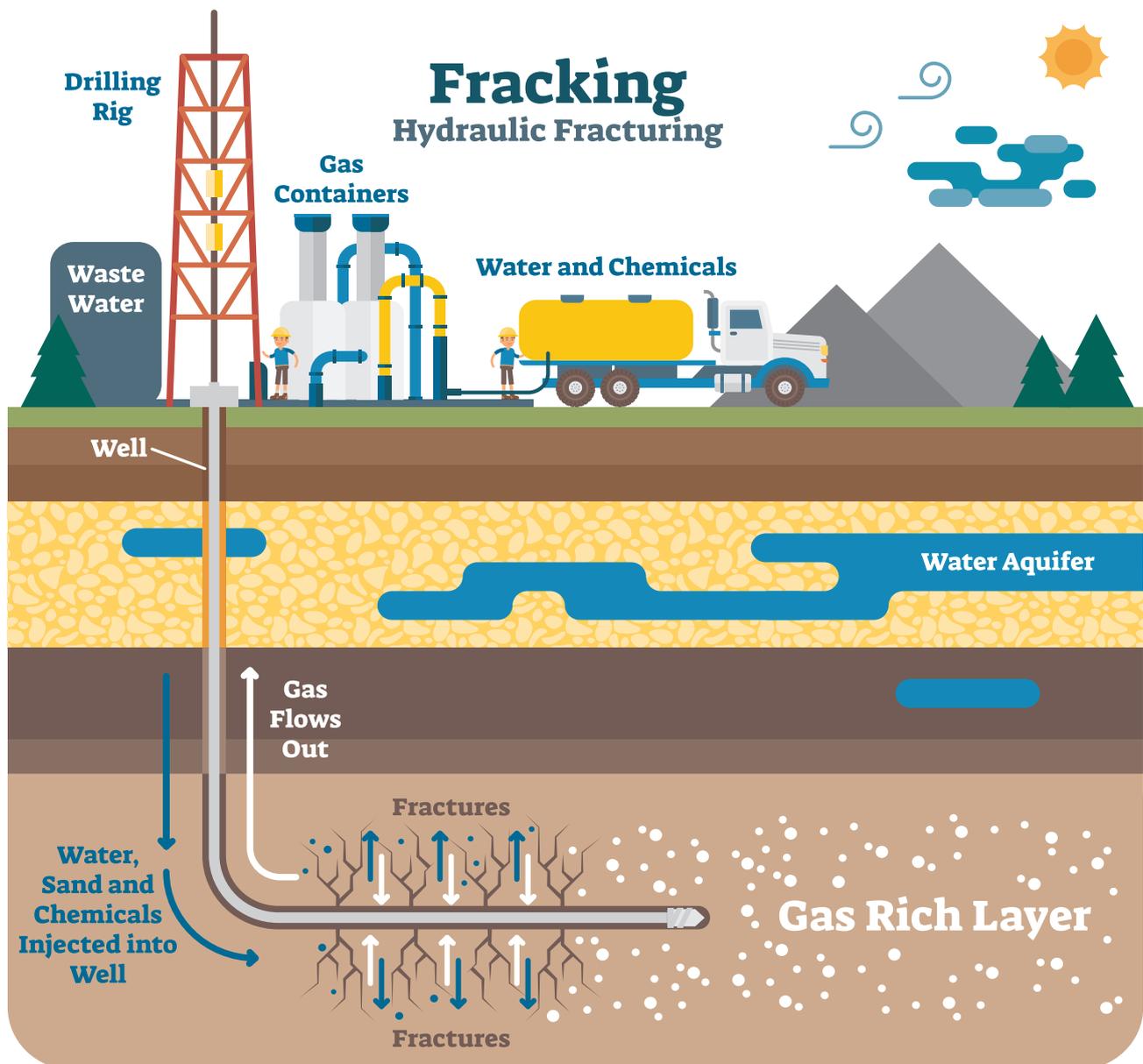
Julian Simon, Wirtschaftswissenschaftler an der Universität von Maryland, schloss 1980 mit dem Katastrophenpropheten Paul Ehrlich, der ein „Großes Aussterben“ zwischen 1980 und 1989 ankündigte, bei dem weltweit aufgrund von Nahrungs- und Ressourcenmangel vier Milliarden Menschen sterben würden, eine Wette ab. Gegenstand waren die Rohstoffpreise: Steuerte die Menschheit auf eine Ressourcenkrise zu, wäre zu erwarten, dass die Marktpreise explodieren würden. Simon wettete dagegen: Die Preise einer Liste wichtiger Rohstoffe würden 1990 unter denen von 1980 liegen. Er gewann die Wette.

In der Tat zeigt ein Index der Preisentwicklung aller Rohstoffe, dass inflationsbereinigt (und von kurzfristigen Anstiegsphasen abgesehen) in den letzten hundert Jahren ein klarer Abwärtstrend zu beobachten ist.

Aber gibt es nicht tatsächlich eine Grenze, ab der wir schlicht alle Rohstoffe der Erde aufgebraucht haben? „Na und?“, antwortet der Astrophysiker Neil

Degrasse Tyson. „Wir leben in einem Universum unendlicher Ressourcen. Das Sonnensystem enthält unzählige Asteroiden und Monde der großen Planeten, die praktisch unerschöpfliche Mengen an allen nur vorstellbaren Rohstoffen (einschließlich Wasser) bieten. Es ist nur eine Sache von Geld, Wille und Mut, diese Schätze zu heben.“ In der Tat gibt es bereits zahlreiche Unternehmen, die sich mit diesem Thema befassen und konkrete Projekte zum Asteroidenbergbau entwickeln.

Die Ingenieure sind es also, die den Schlüssel zur Zukunft unseres Wohlstands in den Händen halten. Die Ressource Kreativität hat das Zeug, alle Ressourcenengpässe zu meistern. Nicht Rationierung, sondern Innovation ist der Ausweg aus der oft postulierten Rohstoffkrise.



Der Rebound-Effekt: Störendes Phänomen bei der Steigerung der Effizienz

Sparsamere Autos fahren und trotzdem mehr Sprit konsumieren – wie kann das sein?

Von Malte Giesenow



In den letzten Jahrzehnten gab es große Fortschritte bei der technischen Entwicklung im Hinblick auf Energieeffizienz. So verbrauchen Autos heute deutlich weniger Benzin, unsere Häuser sind zunehmend besser isoliert und im Vergleich zu 1990 benötigen Flugzeuge circa 40 Prozent weniger Kerosin pro Passagier (vgl. Flugrevue 2015). Trotz dieser Fortschritte in Prozent verbrauchten die Deutschen im Jahr 2015 mehr Kraftstoffe als zehn Jahre zuvor (vgl. Umweltbundesamt 2018).

In der Energieökonomik spricht man vom Rebound-Effekt, wenn erhöhte Effizienz nicht im selben Maße zu absoluten Einsparungen von Energie führt. Dieser Effekt kann in allen Bereichen des Lebens auftreten und wird häufig vernachlässigt, wenn abgeschätzt wird, wie stark moderne Technologien zu sinkendem Energieverbrauch führen sollen.

In der Literatur wird meistens zwischen direktem und indirektem Rebound-Effekt sowie dem makroökonomischem Rebound-Effekt unterschieden (vgl. Madlener/Alcott 2011: 4).

Der direkte Rebound-Effekt lässt sich am folgenden Beispiel erklären: Eine Studentin ersetzt ihre Glühlampen durch sparsame LED-Birnen, um Energie zu sparen. Weil sie es als angenehmer empfindet und durch die moderne Technologie schließ-

lich weniger Strom verbraucht wird, entscheidet sie sich direkt mehrere neue Lampen zu installieren und diese abends nicht immer auszuschalten. Statt der erwarteten 80 Prozent Einsparung durch die effizientere Technologie spart sie am Ende nur 50 Prozent Strom ein.

Der absolute Rebound-Effekt liegt in der Regel allerdings noch höher als der direkte Rebound-Effekt allein, denn die absolute Energieeinsparung wird außerdem durch den indirekten Rebound-Effekt reduziert: Hat die Studentin es geschafft, weniger Strom zu verbrauchen, bleibt am Ende des Jahres mehr Geld übrig für andere Dinge – zum Beispiel für eine Flugreise nach Spanien. Dieser Urlaub führt zu Energieverbrauch im Sinne von Kerosinverbrauch (vgl. Madlener/Alcott 2011: 8). Wie stark der Rebound ausgeprägt ist, hängt von vielen Faktoren ab und ist nicht selten schwierig

zu quantifizieren. Der indirekte Rebound-Effekt tritt besonders stark auf, wenn ungesättigte Bedürfnisse bestehen. Dies könnte zum Beispiel der Wunsch nach einem Fernseher, einer größeren Wohnung oder einem eigenen Auto sein. Neben einkommensschwachen Gruppen, wie der Studentin in Deutschland, haben insbesondere Bürger in Entwicklungs- und Schwellenländern viele ungesättigte Bedürfnisse – man kann daher davon ausgehen, dass zusätzlich verfügbares Einkommen in diesen Ländern zum großen Teil in Konsumgüter fließt, die direkt oder indirekt zu erhöhtem Energieverbrauch führen (vgl. Madlener/Alcott 2011: 43).

Zuletzt gibt es den makroökonomischen Rebound-Effekt, da eine reduzierte Nachfrage zu niedrigeren Preisen führt. Würden alle Deutschen Strom sparen, könnten die Strompreise, gemäß der Theorie von Nachfrage und Angebot, sinken und aufgrund des niedrigeren Preises würde wieder mehr davon konsumiert (vgl. Madlener/Alcott 2011: 20).

Aus den genannten Beispielen wird offensichtlich, dass steigende Effizienz weniger zu einem absolut sinkenden Verbrauch beiträgt, als zu einem verbesserten Lebensstandard. Die Studentin aus dem genannten Beispiel hat möglicherweise am Ende wenig Energie eingespart, allerdings ist es in ihrer Wohnung heller und gemütlicher und nicht zuletzt hat sie sich durch ihren Urlaub für das kommende Semester erholt.

Also was kann aus der Erkenntnis gewonnen werden, dass eine Effizienzsteigerung nicht zu gleichwertiger Energieeinsparung führt?

Zunächst ist es wichtig, den Rebound-Effekt beim Abschätzen zum Effekt von Maßnahmen zur Steigerung von Energieeffizienz oder bei der CO₂-Reduktion zu berücksichtigen. Selbst renommierte Studien, wie der Stern-Report, sowie Berichte der Internationalen Energie-Agentur oder der Vereinten Nationen berücksichtigen den Rebound-Effekt nur unzureichend oder überhaupt nicht. Daher sind beispielsweise Klimaschutzmaßnahmen oft weniger effektiv als erhofft (vgl. Madlener/Alcott 2011: 8).

Um den Energie- und Ressourcenverbrauch und dadurch verursachte Emissionen insgesamt zu senken, sind, zusätzlich zu Effizienzsteigerungen, andere Maßnahmen erforderlich. Man kann beispielsweise die Steuern eines Produkts soweit erhöhen, dass der Preis trotz Effizienzsteigerung nicht sinkt. Die EEG-Umlage

– eine Verbraucherabgabe zur Förderung von Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen – weist diesen Effekt zum Beispiel beim Strom auf. Durch die dadurch steigenden Strompreise muss die bereits erwähnte Studentin tatsächlich Energie einsparen, damit ihre Lebenshaltungskosten konstant bleiben. Bewusst eingesetzt werden solche Maßnahmen beispielsweise außerdem bei der Besteuerung von Benzin, wo die sogenannte Ökosteuer eine Lenkungswirkung erzielen soll. Außerdem kann ein Strukturwandel in Richtung Dienstleistungssektor helfen, den Ressourcenverbrauch nachhaltig zu reduzieren – genauso wie der Einsatz erneuerbarer Energien. Die zweifellos effektivste Maßnahme ist jedoch Suffizienz, also der Verzicht auf Konsum. Dass eine nachhaltige Entwicklung mit Wohlstandsverlusten einhergehen kann, wird in der politischen Debatte allerdings nur selten offen ausgesprochen.

Eine der wichtigsten aktuellen Fragen auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung lautet daher: Lassen sich Ressourcenverbrauch und Wirtschaftswachstum voneinander entkoppeln? Der Rebound-Effekt trägt jedenfalls seinen Anteil dazu bei, dass daran gezweifelt werden kann.

Literatur

Flugrevue (Hg.) (2015): Deutsche Airlines verbrauchen 3,64 Liter pro Passagier und 100 Kilometer. In: Flugrevue, 29.07.2015. Online verfügbar unter: <https://www.flugrevue.de/zivilluftfahrt/airlines/deutsche-airlines-verbrauchen-364-liter-pro-passagier-und-100-kilometer/639698> [Zugriff: 10.06.2018].

Madlener, R./Alcott, B. (2011): Herausforderungen für eine Technisch-Ökonomische Entkopplung von Naturverbrauch und Wirtschaftswachstum. Unter besonderer Berücksichtigung der Systematisierung von Rebound-Effekten und Problemverschiebungen. Berlin: Enquete-Kommission „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität“ des Deutschen Bundestages (Hg.).

Umweltbundesamt (Hg.) (2018): Endenergieverbrauch und Energieeffizienz des Verkehrs. In: Umweltbundesamt, 14.05.2018. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/endenergieverbrauch-energieeffizienz-des-verkehrs#textpart-1> [Zugriff: 10.06.2018].

Weiterführende Literatur

Santarius, T. (2012): Der Rebound-Effekt. Über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizienz. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH (Hg.).

Dieser Beitrag ist mit freundlicher Genehmigung der Ausgabe 6 des Studierendenmagazins Philou. an der RWTH Aachen University entnommen.



Effiziente und nutzer-zentrierte Wärmeversorgung von Quartieren durch Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln

Von Christian Vering¹, Rita Streblow¹, Markus Nürenberg¹ und Dirk Müller¹*

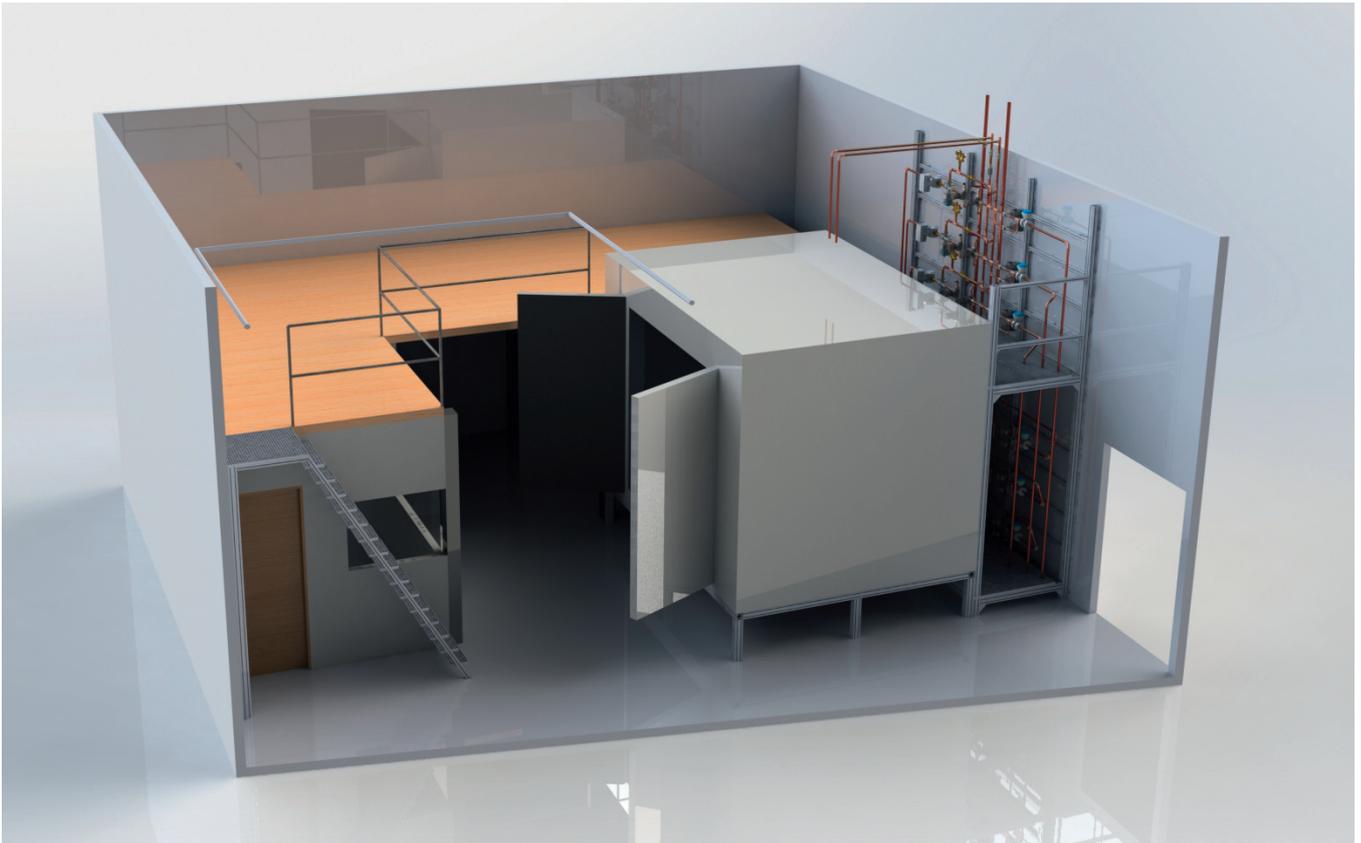
Zur Erreichung der EU-Klimaziele 2050 im Gebäudesektor ist eine erhebliche Reduktion der Treibhausgasemissionen notwendig. In diesem Prozess wird der Wärmepumpe eine Schlüsselrolle zugesprochen. Zur Bereitstellung von Wärme können zum einen direkte Emissionen im Vergleich zu konventionellen Technologien wie Gaskesseln oder Ölheizungen gesenkt werden. Zum anderen erlaubt die Elektrifizierung der Wärmebereitstellung durch die Wärmepumpe die Integration von Stromerzeugern mit regenerativen Energiequellen in die Wärmeversorgung. Dadurch kann überschüssige Elektrizität in Wärmespeichern ökonomisch günstiger als in Batteriespeichern vorgehalten werden und die Effizienz der Energieversorgung steigt. Durch erhöhte Sensibilität für Nutzerkomfort steigt gleichzeitig vermehrt der Kühlbedarf in Gebäuden, sodass in Zukunft Technologien eingesetzt werden müssen, die sowohl heizen als auch kühlen können.

Wärmepumpen können sowohl im Heiz- als auch im Kühlbetrieb arbeiten. Dafür ist neben den Hauptkomponenten einer Wärmepumpe (Verdichter, Kondensator, Expansionsventil, Verdampfer) ein Arbeitsfluid, ein sogenanntes Kältemittel, erforderlich. Konventionelle Kältemittel sind aktuell synthetische Fluide, die hohe Erderwärmungspotenziale (engl. Global Warming Potential, kurz GWP) aufweisen. Für eine nachhaltige Wärmeversorgung von Gebäuden mit Wärmepumpen wurden internationale Regularien (Montrealer-Protokoll, Kyoto-Protokoll) und nationale (F-Gas-Verordnung) verfasst, die eine systematische Reduktion von Kältemitteln mit hohem GWP in den nächsten Jahren vorgibt. Daher müssen in Wärmepumpen langfristig alternative Kältemittel mit niedrigem GWP eingesetzt werden.

Die Potenziale und Eignung neuer Kältemittel zum Einsatz in Wärmepumpen werden in der Literatur vermehrt mithilfe simulativer Studien diskutiert und nachgewiesen. Ein großes Potenzial zur Nachrüstung von Wärmepumpen im Gebäudebestand zeigt dabei insbesondere die Luft-Wasser-Wärmepumpe (LWWP). LWWP nutzen im Vergleich zu Erdwärmepumpen (EWP), die Wärme aus dem Erdreich oder Grundwasser beziehen, Umgebungsluft als Energiequelle. Zum Bezug von Wärme aus dem Erdreich sind genehmigungspflichtige Bohrungen vorzusehen. Sowohl im Stadtquartier als auch in Wasserschutzgebieten können fehlende Genehmigungen allerdings eine Nachrüstung verhindern. LWWP hingegen kommen ohne zusätzliche Bohrungen aus und vereinfachen eine Nachrüstung damit erheblich. Damit ist die LWWP eine vielversprechende Technologie zur Bereitstellung von Wärme und Kälte für Gebäude und Stadtquartiere. Großskalige, experimentelle Nachweise der Potenziale, die in simulativen Studien identifiziert werden, fehlen bisher allerdings.

Im Rahmen des aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) geförderten Infrastrukturprojekts „Urban Energy Lab 4.0“ erforschen fünf Lehrstühle der RWTH Aachen (Lehrstuhl für Energieeffizientes Bauen, Institute for Automation of Complex Power Systems, Institute for Power Generation and Storage Systems, Center for Wind Power Drives und der Lehrstuhl für Gebäude- und Raumklimatechnik), wie die Energieversorgung für die Stadt der Zukunft aufgebaut sein kann, um sowohl maximale Energieeffizienz als auch maximalen Nutzerkomfort innerhalb der Stadt vorzusehen. Hierbei handelt es sich um ein Demonstrationsprojekt, das neben simulativen Untersuchungen zur Potenzialabschätzung vielversprechender Konzepte insbesondere experimentelle Nachweise zur Absicherung der Erkenntnisse vorsieht.

Das Urban Energy Lab 4.0 (UEL) umfasst fünf Teilprojekte, die in Experimenten eine Verbindung von Nutzerinteraktion, Gebäude und Anlagentechnik mit dem Stromnetz umsetzen. Damit ist das UEL eine einmalige und hoch vernetzte Infrastruktur für die Konzeption und Analyse neuer Energieversorgungs-konzepte. Die Forschungsinfrastruktur ist ein flexibles Versuchsfeld für kontrollierbare Experimente von der Versorgung eines Raumes bis zur energetischen Betrachtung eines Stadtquartiers. Ziele des Teilprojekts Helena im UEL sind die Entwicklung dynamischer Simulationsmodelle zur Identifizierung potenzieller Kältemittel in



Darstellung des Kältemittellabors im Teilprojekt Helena des Urban Energy Lab 4.0.

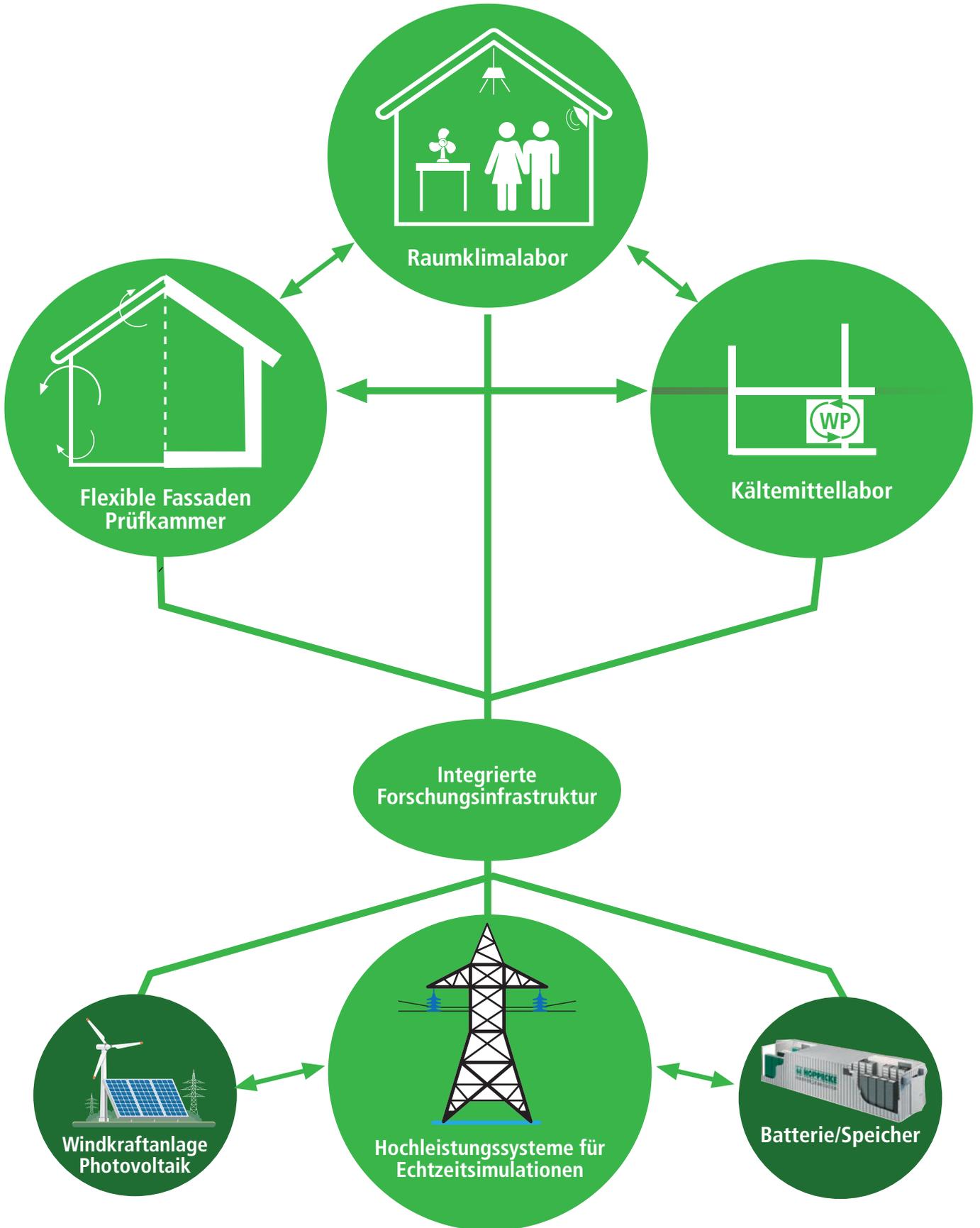
Wärmepumpen und Kältemaschinen sowie der Aufbau eines Kältemittellabors zur Verifizierung der Eignung im Hardware-in-the-Loop-Verfahren.

Im Vergleich zu Gaskesseln, deren Effizienz nahezu unabhängig von Last und Temperatur ist, reagiert die Wärmepumpeneffizienz temperatur- und lastabhängig äußerst sensibel. Deshalb ist eine sorgfältige Auslegung von Wärmepumpen notwendig, um einen effizienten Betrieb sicherzustellen. Eine Wärmepumpe ist thermodynamisch ein linksläufiger Kreisprozess und besteht aus den vier oben genannten Hauptkomponenten. Im Verdampfer nimmt das Kältemittel Wärme bei Umgebungstemperatur auf. Das Druck- und damit gleichzeitig das Temperaturniveau des Kältemittels wird im Verdichter durch die Kompression des Fluids auf Brauchwärmeniveau erhöht. Auf diesem Niveau kann im Kondensator die Nutzwärme abgeführt werden. Zur Schließung des Kreislaufprozesses wird in einem Expansionsventil der Druck des Kältemittels auf den Verdampferdruck entspannt. Sämtliche Komponenten sind durch Rohrleitungen miteinander verbunden.

Zur Auslegung der Wärmepumpe zählt nun sowohl die Wahl des Kältemittels als auch die Dimensionierung der Komponenten und Rohrdurchmesser. Verschiedene Kältemittel weisen im Allgemeinen unterschiedliche Fluideigenschaften auf. Daher ist ein einfacher Austausch konventioneller Kältemittel mit hohem GWP gegen alternative Kältemittel mit niedrigem GWP per se zwar möglich, aber nicht notwendigerweise effizient. Die Eignung eines Kältemittels für einen Anwendungsfall muss aus diesem Grund separat überprüft werden.

Eine Überprüfung im Einzelfall ist unter stationären Randbedingungen wenig komplex, weshalb viele Studien zum stationären Austausch existieren. Die Wärmepumpe unterliegt durch den Bezug von Umweltwärme und der Bereitstellung von zeitvarianten Heiz- und Trinkwarmwasseranforderungen sowie möglichem Kühlbedarf jedoch einer hohen Systemdynamik. Dadurch sind stationäre Betrachtungen häufig unzureichend und können ineffiziente Handlungsempfehlungen geben. Gleichzeitig erfolgt die normative Auslegung und Bewertung bisher statisch, sodass Potenzialabschätzungen ebenfalls unzuverlässig sind. Auslegungs- und Bewertungsverfahren müssen unter Berücksichtigung dynamischer, realitätsnaher Randbedingungen entwickelt werden, um die Zuverlässigkeit der Prognosen zu gewährleisten.

Zur Entwicklung eines Auslegungsverfahrens werden im Teilprojekt Helena dynamische Simulationsmodelle verwendet. Diese bilden nicht lineare Wechselwirkungen der Komponenten mit dem Kältemittel unter zeitvarianten Randbedingungen ab und erlauben damit eine Beurteilung der Potenziale für realitätsnahe Betriebsrandbedingungen. Vielversprechende Kältemittel können danach im Hardware-in-the-Loop-Verfahren abgeprüft werden. Durch die Emulation der Umgebung werden Wärmepumpensysteme eben-



Konzept der integrierten Forschungsinfrastruktur Urban Energy Lab 4.0.

falls unter realitätsnahen Bedingungen geprüft. Das Verfahren erlaubt dabei durch die Skalierung auf den Labormaßstab die Wiederholung von Versuchen, was beispielsweise in Feldtests nicht möglich ist.

Erste Potenzialabschätzungen zeigen, dass insbesondere Kohlenwasserstoffe sowohl ökonomisch als auch ökologisch vielversprechende Kältemittel für Anwendungen im Gebäudesektor darstellen. Kohlenwasserstoffe sind jedoch leicht entzündlich und daher der Sicherheitsklasse A3 zugeordnet. Aus diesem Grund wird das Kältemittellabor im Teilprojekt Helena nach DIN EN 378 für höchste Sicherheitsanforderungen ausgelegt. Zusätzliche normative Anforderungen werden zusätzlich erfüllt, die Risiken im Betrieb auf ein Minimum reduzieren.

Dazu wird ein Teil der Versuchshalle des Lehrstuhls für Gebäude- und Raumklimotechnik vollständig umgebaut. In Abbildung 1 ist der Hallenteil dargestellt. Er hat eine Grundfläche von 9,50 x 9,50 m² und eine Höhe von 5,50 m. Zur Freihaltung von Fluchtwegen wird eine Zwischenebene zu Lagerzwecken eingezogen. Unterhalb der Lagerebene wird eine räumlich getrennte Schaltwarte zur Überwachung von Versuchen vorgesehen. Zur Integration des Hardware-in-the-Loop-Verfahrens muss eine Umweltsimulation durchgeführt werden können. Für LWWP wird daher eine Klimakammer mit Doppelflügeltür vorgesehen. Die Versorgung der Klimakammer stellt ein speziell entwickelter Hydraulikprüfstand sicher.

Der Hydraulikprüfstand dient zusätzlich zur Emulation von realitätsnahen, gebäudeseitigen Betriebsbedingungen. In einer energetischen Gebäudesimulation werden Wärmeverluste von Gebäuden über die Gebäudehülle für Tagesverläufe bestimmt. Die Kopplung mit einer Hydrauliksimulation erlaubt die Berechnung eines äquivalenten Heizwasservolumenstroms bei entsprechender Vorlauftemperatur. Diese beiden Größen kann der Hydraulikprüfstand dynamisch einstellen. Damit wird die Wärmepumpe unter dynamischen Betriebsbedingungen getestet. Die Verwendung unterschiedlicher Modelle ermöglicht dabei einen schnellen und reproduzierbaren Austausch von Gebäuden und Hydraulikkreisläufen. Die Modelle werden frei zugänglich entwickelt und in der institutseigenen Modelica Bibliothek „AixLib“ zu Verfügung gestellt.

Sowohl das Labor als auch die Hardware-in-the-Loop-Versuche zur Potenzialverifizierung von Kältemitteln

werden aus einer Cloudplattform überwacht, was einen komplett automatisierten Betrieb auch über mehrere Versuchstage erlaubt. Diese Plattform ist zusätzlich mit den übrigen Teilprojekten gekoppelt, was für die einmalige Vernetzung der Infrastruktur sorgt.

Neben der Anlagentechnik werden auch das Gebäude und Nutzer als weitere wichtige Kernelemente des Energiesystems als reale Hardware mit Fassadenprüfstand und Raumklimalabor in die Prüfstandinfrastruktur integriert. Diese werden anschließend über das Echtzeitsimulationslabor miteinander vernetzt und in emulierte Umgebungen mittels Hardware-in-the-Loop-Verfahren gesetzt (Vgl. Abbildung 2). So kann das urbane Energiesystem mit all seinen Wechselwirkungen auf Labormaßstab skaliert werden. Über kontrollierbare Systemveränderungen können Abhängigkeiten herausgearbeitet und Handlungsempfehlungen für die Stadt der Zukunft abgeleitet werden.

Die Abhängigkeiten zwischen dem Nutzer und dem Energiesystem bestehend aus Gebäude und Anlagentechnik basieren auf Empfinden, Erwartung, Akzeptanz, physiologischer, psychologischer und verhaltensbedingter Adaptation. Daraus resultieren Handlungen innerhalb der Gebäudeumgebung, die die Funktion und Performance der technischen Gebäudeausrüstung beeinflussen. Diese Interaktion wird in verfügbaren Simulationsumgebungen nur unzulänglich beschrieben. In der Planungspraxis wird Nutzerverhalten in der Regel über einfache Zeitreihen für Wärmeeintrag durch Menschen und Geräte, Frischluftzufuhr und Beleuchtung sowie über (außenklimaabhängige) Sollwerte für zum Beispiel die Öffnung von Fenstern oder die Klimatisierungs- und Lüftungsfunktion der Anlagentechnik abgebildet. Notwendig sind dagegen erkenntnisbasierte verlässliche Algorithmen für die Systemkonzeptionierung sowie die Steuerung und Regelung anlagentechnischer Komponenten, für die das Nutzerverhalten und der Nutzerkomfort eine zentrale Rolle spielen.

Für die detaillierte Untersuchung von Wechselbeziehungen zwischen Energiesystem und Nutzer wird deshalb ein hochflexibles Raumklimalabor aufgebaut. Der Klimaprüfstand stellt ein multisensoriell ausgestattetes großformatiges Labor zur gleichzeitigen Betrachtung thermischer, raumlufttechnischer, akustischer, haptischer und lichttechnischer Effekte von Innenräumen dar. Es beinhaltet die technische Infrastruktur zur interaktiven Steuerung und Regelung in Echtzeit. Die Klimatisierung des Raumes kann über einen sehr weiten Temperatur- und Feuchtebereich mit kurzen Reaktionszeiten erfolgen. Entsprechend des Hardware-in-the-Loop-Verfahrens des Urban Energy Lab 4.0 kann auch in diesem Teilbereich flexibel zwischen simulierten und hardwaretechnisch verbauten Elementen variiert werden.

Für die Wechselwirkung mit dem Gebäude wird ein Fassadenprüfstand bestehend aus einer Innen- und Außenkammer aufgebaut, der es ermöglicht, die ganzheitliche Untersuchung bauphysikalischer und solar optischer Eigenschaften multifunktionaler Fassadensysteme mit Anbindung an gebäudetechnische Systeme über einen weiten klimatischen Einflussbereich zu untersuchen.

Wir bedanken uns für die Förderung des Urban Energy Lab 4.0 aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE).

¹ Lehrstuhl für Gebäude- und Raumklimotechnik, RWTH Aachen, Mathieustraße 10, 52074 Aachen, Deutschland

* Korrespondenzautor

Bioökonomie – eine Herausforderung für die Textilindustrie

Von Simon Kammler¹,
Sascha Schriever¹ und Thomas Gries¹

Unter Bioökonomie wird eine moderne und nachhaltige Form des Wirtschaftens verstanden, die sich über alle industriellen und wirtschaftlichen Sektoren erstreckt. Hierbei werden erneuerbare Ressourcen zur Herstellung von Produkten und zur Bereitstellung von Dienstleistungen unter Anwendung innovativer biologischer und technologischer Kenntnisse und Verfahren genutzt.

Zur Bioökonomie zählen alle Branchen, die biologische Ressourcen produzieren, be- und verarbeiten oder in irgendeiner Form nutzen. Beispiele hierfür sind Land- und Forstwirtschaft, die Energiewirtschaft, Fischerei und Aquakulturen, Chemie und Pharmazie, Nahrungsmittelindustrie sowie die industrielle Biotechnologie und Textilindustrie. Angesichts der wachsenden Weltbevölkerung und knapper Ressourcen bietet die wissensbasierte Bioökonomie einen Ansatz, um die Welt ausreichend und gesund zu ernähren und mit hochwertigen Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen zu versorgen. Die Bioökonomie strebt einen Strukturwandel weg vom Erdöl, hin zu einer stärker biobasierten Industrie an und ist damit ein Teil der „Green Economy“, einer ressourceneffizienten, umweltverträglichen und sozialen Wirtschaft. Ziel der Bioökonomie ist es, die Herausforderungen und Probleme des 21. Jahrhunderts ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltig zu meistern.

Die Abhängigkeit von Erdöl

Kunststoffe bilden die Basis für Produkte in allen Lebensbereichen. Eines der zentralen Probleme bei der Herstellung von Kunststoffen ist die hohe Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen wie Rohöl, dem elementaren Bestandteil der Kunststoffproduktion. Der Abbau von Rohöl geht in den entsprechenden Abbaugebieten in der Regel mit umfassenden Umweltzerstörungen einher (z. B. Verseuchung von Grundwasser durch Fracking und die Zerstörung von Ackerflächen). Der Abbau führt letztendlich auch zu

erheblichen sozialen Problemen. Nicht zuletzt ergeben sich durch die Nutzung von Rohöl auch ökonomische Risiken, da mit der Endlichkeit dieser Ressource stets – wie bereits in der Vergangenheit gesehen – ein enormer Preisanstieg einhergehen kann. Die damit verbundenen Diskussionen sind durch den in 2014 stark gefallen Ölpreis zwar temporär zurückgegangen, dennoch hat sich an der Tatsache der Endlichkeit und den damit einhergehenden Preisrisiken nichts geändert [Bpb16]. Hinzu kommen die ökonomischen und politischen Risiken, die aus der Abhängigkeit von den Förderländern (z.B. Saudi-Arabien, Russland, Irak, Iran) entstehen.

Vor diesem Hintergrund besteht ein großes gesellschaftliches Interesse, bei der Herstellung von Kunststoffen über konkurrenzfähige Alternativen zum Rohöl nachzudenken. Nachwachsende Rohstoffe, wie Mais oder Weizen können eine Alternative darstellen. Obwohl diese Alternativen auf den ersten Blick nachhaltig erscheinen, gehen auch mit ihnen weitreichende Probleme einher. Der Anbau dieser Rohstoffe beansprucht große Flächen und steht damit in direkter Konkurrenz mit dem Anbau von Nahrungs- und Futtermitteln. Darüber hinaus werden diese nachwachsenden Rohstoffe zumeist in Monokulturen angebaut. Dies kann für natürliche Ökosysteme und deren Biodiversität bereits mittelfristig Probleme in großem Ausmaß bringen. Zudem zeigt der Dürresommer 2019 wie stark die Landwirtschaft von Wettereinflüssen abhängig ist. Bisherige – vermeintlich umweltfreundliche – Alternativen zum Rohöl stellen also aus sozialer und ökologischer Sicht keine nachhaltige Lösung des Rohölproblems bei der Herstellung von Kunststoffen dar. Hieraus ergibt sich der Anspruch, Alternativen zum Rohöl zu entwickeln, die sozial, ökologisch und ökonomisch nachhaltig sind. Solche Alternativen sind aus unternehmerischer und gesellschaftlicher Sicht hochgradig erstrebenswert.

Wie kann die Textilindustrie den Wandel hin zu einer Bioökonomie adressieren?

Aus globaler Perspektive betrachtet, stellt die Textilindustrie einen bedeutenden Wirtschaftsfaktor dar und erstreckt sich über unterschiedlichste Anwendungsfelder, die von technologischen Zwischenprodukten bis hin zu Konsumgütern für Endverbraucher reichen. Die Textil- und Bekleidungsindustrie ist der drittgrößte Wirtschaftszweig weltweit und hinter der Nahrungsmittelindustrie die zweitgrößte Konsumbranche in Deutschland. Weltweit werden jährlich rund 100 Mio. t Fasern produziert. Hiervon sind nur knapp ein Drittel Naturfasern. Zwei Drittel der jährlichen Faserproduktion wird durch Chemiefasern gebildet, wovon nur ca. 10 % aus bio-basierten Materialien wie zum Beispiel Cellulose bestehen. Es wird also deutlich, dass die Textilindustrie, als großer und bedeutender Wirtschaftszweig, derzeit in erheblichem Maße von Rohöl abhängig ist und somit großes Potenzial für den Wandel hin zu einer Bioökonomie gegeben ist. Die Bioökonomie soll deshalb neue innovative Ansätze, Methoden und Prozesse zur Herstellung von Polymeren auf Basis nachwachsender Rohstoffe, sogenannte Biopolymere, schaffen. Darüber hinaus ist es das Ziel, diese Biopolymere für die Textilindustrie zugänglich zu machen und neue, innovative Produkte für eine nachhaltige Bioökonomie zu entwickeln, damit ein langfristiger Einsatz der Biopolymere gewährleistet werden kann. Die generierten Erkenntnisse aus der Textilindustrie können auch außerhalb, z.B. in der Kunststoffindustrie und assoziierten Branchen, Anwendung finden.

Welche Hürden behindern den Weg zu einer textilen Bioökonomie?

Trotz des enormen Potenzials als umweltfreundliche Ressource stehen die Entwicklung und das Marktwachstum von Biopolymeren vor mehreren Herausforderungen. Bis zu 1,04 ha Land und 6.428 m³ Wasser werden beispielsweise zur Herstellung von einer Tonne Polymilchsäure (PLA) benötigt [IfBB17]. Folglich stellt die Produktion dieses und anderer Polymere aus Biomasse einen hohen Verbrauch von natürlichen Ressourcen dar. Zusätzlich steht die Verwendung von Biomasse in der Polymerproduktion in Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelindustrie. Generell können Biopolymere in drei verschiedene Generationen eingeteilt werden. Die erste Generation wird von „natürlichen“ Polymeren gebildet, wie z.B. Zellulose oder Lignin. Die zweite Generation sind synthetische Polymere wie PLA, die aus nachwachsenden Rohstoffen wie Mais und Weizen als Ausgangsmaterial synthetisiert

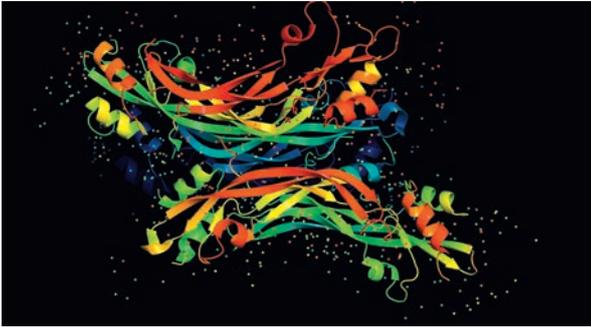
werden (Konkurrenz zu Nahrungsmitteln möglich, s.o.). Biopolymere der dritten Generation sind solche, die aus Abfall-Biomasse und Reststoffen gewonnen bzw. synthetisiert werden, wie z.B. Pflanzenreste aus der Lebensmittelindustrie. Diese liefern eine ideale Lösung, um den Verbrauch von natürlichen Ressourcen zu reduzieren bzw. nicht weiter zu erhöhen und gleichzeitig die Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion zu vermeiden.

Neben der Konkurrenzsituation zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion gibt es weitere Hürden, die speziell für die Textilindustrie zu nehmen sind. Als Erstes zu nennen sind der hohe Kostendruck und die hohen Qualitätsansprüche die sich über die gesamte textile Wertschöpfungskette erstrecken. Die textile Wertschöpfungskette ist zusätzlich fragmentiert und wird durch heterogene Akteure gestaltet. Flankiert wird die textile Wertschöpfungskette durch eine nicht weniger komplexe Kette an Zulieferern. Aufgrund der hohen Komplexität und großen Anzahl an Akteuren ist die Implementierung bzw. Nutzung neuer biobasierter Materialien, wie Biopolymeren, ebenso komplex und bringt große Herausforderungen mit sich. Zu beantwortende Fragestellungen sind unter anderem, wie kann der Mehrpreis für Biopolymere gerechtfertigt und über die textile Wertschöpfungskette verteilt werden? Oder zahlt der Endkonsument diesen Mehrpreis? Zum anderen stellt sich die Frage, ob bzw. wie die hohen Anforderungen an Qualität und Performance durch Biopolymere adressiert werden können.

Neben den Hürden, welche die textile Wertschöpfungskette mit sich bringt, muss auch das Bewusstsein für eine Bioökonomie sowohl in der Gesellschaft als auch in der Industrie geschaffen werden. Dies stellt einen entscheidenden Erfolgsfaktor für die gesamtgesellschaftliche Transformation hin zu einer Bioökonomie dar.

Ansätze für den Wandel hin zur Bioökonomie

Mit der ganzheitlichen Erschließung neuer Anwendungsfelder für Biopolymere in der Textilindustrie sollen deren Produktionskapazitäten erhöht und Biopolymeren der Durchbruch in textilen Anwendungen ermöglicht werden. Gerade aus ökonomischer Sicht können Biopolymere derzeit noch nicht mit petrochemisch hergestellten Polymeren konkurrieren. Im Vergleich liegen die Kosten für Polyester bei ca. 1 bis 2 Euro/kg, wohingegen die Kosten für PLA, einem kommerziell erhältlichen Biopolymer, derzeit deutlich über 3 Euro/kg liegen. Dieser Preisunterschied ist maßgeblich auf die geringeren Produktionsmengen des Biopolymers zurückzuführen. Gerade in preissensitiven Branchen, wie beispielsweise der Automobilzulieferindustrie, verhindern die genannten technologischen und vor allem wirtschaftlichen Gründe bisher den Einsatz nachhaltiger und biobasierter Textilprodukte. Demgegenüber steht die Mode- und Bekleidungsbranche, die vor allem markengetrieben ist. Hier spielen neben technischen Anforderungen und Qualitäten auch die Marke und der Transport der Markenbedeutung eine große Rolle. Das Kundensegment, das besonderen Wert auf Nachhaltigkeit und Verantwortlichkeit für die genutzten Produkte legt, wächst stetig an. Die Herstellung von Produkten aus nachhaltigen



Rohstoffen oder durch eine nachvollziehbare und nachhaltige Produktion liefert neben dem eigentlichen Produktnutzen einen emotionalen Zusatznutzen, der insgesamt auch mit einer erhöhten Zahlungsbereitschaft einhergehen kann. Deshalb ist die Mode- und Bekleidungsbranche besonders gut geeignet, um einen gesellschaftlichen Wandel zur Bioökonomie zu forcieren.

Zur Umsetzung einer Bioökonomie müssen drei wesentliche Stimuli gesetzt werden, um einen Durchbruch am Markt zu erreichen:

- Erzielung eines Zusatznutzens beim Konsumenten durch Adressierung der Nachhaltigkeit in der Produktion und Rohstoffauswahl (Wertsteigerung)
- Entwicklung von Biopolymeren und Herstellungsprozessen mit geeigneten Eigenschaftsprofilen für Anwendungen in Bekleidung und technischen Textilien
- Entwicklung neuer Verfahren und Prozessoptimierung der textilen Fertigung zur Generierung geringerer Produktionskosten (Skaleneffekte).

Industrie und Forschung muss es also gelingen, die Nutzung von Biopolymeren im Markt zu etablieren und dadurch die Abhängigkeit von Rohölprodukten zur Textilherstellung deutlich zu verringern. Hierdurch wird direkt ein großer Beitrag zu einer nachhaltigen Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen geleistet. Der Weg dahin besteht in der sukzessiven Erhöhung des Anteils an nachhaltigen biobasierten Polymeren sowie Betriebs- und Hilfsstoffen über die ganze textile Wertschöpfungskette. Hierzu müssen Industrie und Forschung Entwicklungsziele definieren und gemeinsam in den Dialog mit der Gesellschaft treten. Am Beispiel zweier konkreter Forschungsprojekte lässt sich der Stand der Technik auf diesem Sektor demonstrieren.

Bio4Self - Biobased self-functionalised self-reinforced composite materials based on high performance PLA fibres

Die Nachfrage nach leichten Verbundwerkstoffen steigt kontinuierlich. Darüber hinaus ist auch die Nachfrage nach dem Ersatz fossiler Materialien durch biobasierte Alternativen gestiegen. Daher wurde im Projekt Bio4Self ein selbstverstärkender Polymerverbund (SRPC) entwickelt. SRPCs bieten eine hohe Steifigkeit und hohe Schlagzähigkeit bei geringem Gewicht. In der Regel werden thermoplastische Matrixflächen durch Fasern aus dem gleichen Polymer verstärkt. Die Verwendung des gleichen Polymers ermöglicht eine ausgezeichnete Faser-Matrix-Haftung SRPCs sind viel einfacher zu recyceln, da die Verstärkungsfasern nicht von der Matrix getrennt werden müssen. Im Rahmen des Projekts wurden zwei Arten von Polylactid mit unterschiedlichen Schmelztemperaturen zu Multifilamentgarne schmelzgesponnen. Anschließend wurden diese beiden Multifilamentgarne vermischt. Die Materialeigenschaften können auf Wunsch durch Kombination verschiedener Faserhältnisse angepasst werden. Die gemischten Garne werden zu einem Textil verwebt. Diese Textilien werden gestapelt und anschließend zu einem Verbund verdichtet. Nur das Polymer mit niedriger Schmelztemperatur wird während des Konsolidierungsprozesses geschmolzen. Die Fasern mit der hohen Schmelztemperatur bleiben intakt und dienen als Verstärkungsphase des selbstverstärkten Polymerverbundes.

Dieses Projekt wurde aus dem siebten Rahmenprogramm H2020 der Europäischen Union im Rahmen der Finanzhilfvereinbarung Nr. 685614 finanziert.

Kontakt: Thomas Köhler, M.Sc., +49 241 80 24747,
thomas.koehler@ita.rwth-aachen.de



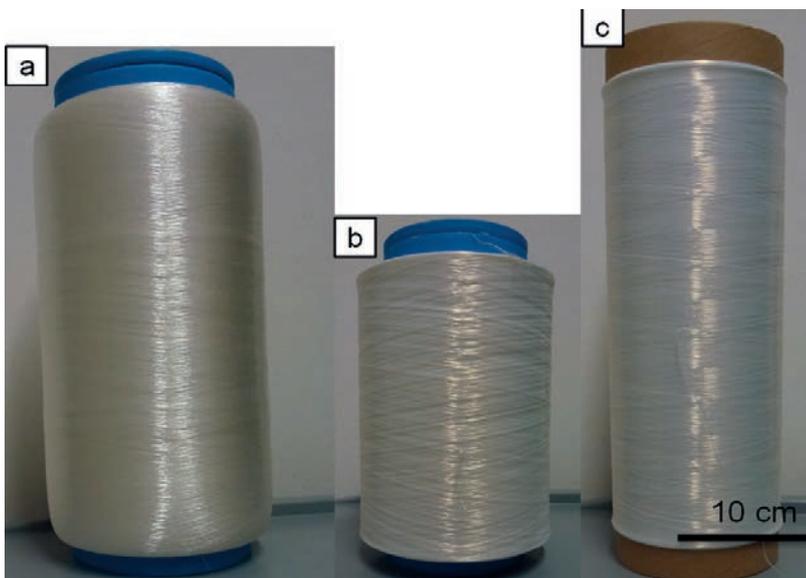
Im industriellen Maßstab hergestelltes Hybridgarngewebe und daraus hergestellter Verbundwerkstoff (Hersteller: COMFIL, Foto: ITA).

CroCO₂PETs – vernetzbare CO₂-haltige Polyetherpolyole

Die vielfältigen Aspekte und Methoden der „Carbon Capture and Utilization“ gewinnen aufgrund des zunehmenden Bewusstseins für den Klimaschutz nicht nur in der Forschung, sondern auch in der Industrie und bei Stakeholdern an Bedeutung. Ein großes Potenzial sieht man in der Textilindustrie, wo die Entwicklung und Nutzung nachhaltiger Rohstoffe mit möglichst geringem CO₂-Fußabdruck zunehmend an Bedeutung gewinnt. Als drittgrößte Konsumgüterindustrie weltweit bietet die Textilbranche vielfältige Möglichkeiten, nachhaltige Rohstoffe einzusetzen. Das Projekt „Vernetzbare CO₂-haltige Polyetherpolyole (CroCO₂PETs)“ war ein großer Meilenstein bei der Verwendung von thermoplastischem Polyurethan auf Kohlendioxidbasis in elastischen Textilien. Die Covestro Deutschland AG, Leverkusen, hat Polyole mit Kohlendioxid als Rohstoff entwickelt und diese Polyole erfolgreich bei der Synthese von thermoplastischem Polyurethan eingesetzt. Am Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University wurde ein Schmelzspinnverfahren entwickelt, bei dem dieses thermoplastische Polyurethan auf Kohlendioxidbasis erfolgreich im technischen Maßstab eingesetzt wurde. Es konnte eine Wickelgeschwindigkeit von 3000 m/min erreicht werden, die bisher höchste Wickelgeschwindigkeit in einem Polyurethan-Spinnprozess. Die Filamente wurden auf ihre technische Leistungsfähigkeit hin bewertet und Textildemonstratoren erfolgreich hergestellt.

Durch die gemeinsamen Forschungsarbeiten der Covestro Deutschland AG und des Instituts für Textiltechnik der RWTH Aachen konnte das Potenzial von kohlendioxidbasierten Polymeren in der Textilindustrie gezeigt werden.

Kontakt: Dr.-Ing. Pavan Manvi, +49 241 80 27436,
pavan.manvi@ita.rwth-aachen.de



Spulen von am ITA hergestellten elastischen Filamenten aus thermoplastischem Polyurethan auf Kohlendioxidbasis.

Literatur:

[Bpb16]

Bundeszentrale für politische Bildung (2016): Peak Oil. Beispiele für prognostizierte Förderverläufe mit Peak Oil, Produktion in Milliarden Tonnen, weltweit 1970 bis 2100. Zugriff am 23.08.2018. Verfügbar unter: www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/globalisierung/52761/peak-oil

[GTM17]

Gesamtverband der deutschen Textil- und Modeindustrie e.V. (Hrsg.) (2017): Mit jeder Faser intelligent. Die deutsche Textil- und Modeindustrie in Zahlen. Verfügbar unter: https://www.verband-textil-bekleidung.de/fileadmin/Daten/Rundschreiben-Wirtschaft/RS-2017-Wirtschaftspolitik/zahlen2017_web.pdf

[Sch10]

Schmidt, E. (2010): Nachhaltigkeit und Globalisierung am Beispiel Textilien. Zugriff am 28.08.2018. Verfügbar unter: www.verbraucherzentrale-bundesverband.de (Hrsg.).

[UBA14]

Umweltbundesamt (Hrsg.) (2014): Textilindustrie in Deutschland. Zugriff am 10.08.2018. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaftskonsum/industrieverbraucher/textilindustrie>

[IWTO10]

International Wool Textile Organisation (Hrsg.) (2010): Wolle. Für eine sichere und gesunde Umwelt. [Broschüre]

[IfBB17]

Institute for Bioplastics and Biocomposites (2017): Biopolymers. Facts and statistics. Retrieved August 28, 2018, from hannover.de/files/IfBB/downloads/faltblaetter_broschueren/Biopolymers-Facts-Statistics_2017.pdf

¹ Institut für Textiltechnik (ITA), RWTH Aachen



LNG für den Schwer- lastverkehr

Im Energiemix für den Verkehrsbereich nimmt Flüssigerdgas (LNG) einen wichtigen Platz ein. In jüngster Zeit ist der Energieträger auch für den Schwerlastverkehr im Gespräch. Über Voraussetzungen und Perspektiven des Einsatzes von LNG im Fernverkehr sprach tec4u mit Sven Neumann, Unternehmensberater und Gründer der Initiative LNG roundtable.com.

tec4u: Herr Neumann, Flüssigerdgas ist längst als reichweitenstarke und umweltschonende Alternative zum Dieselantrieb bekannt. Dennoch scheint es, dass LNG zumindest in Deutschland nicht so recht aus den Startlöchern kommt. Woran liegt das eigentlich?

Sven Neumann: Das hängt sicher damit zusammen, dass die Politik hierzulande sich sehr schnell – um nicht zu sagen: zu schnell – auf die Elektromobilität als Alternative zu den traditionellen Energieträgern festgelegt hat. Realistisch betrachtet ist der Elektroantrieb keine wirtschaftliche Technologie für den Schwerlastverkehr. Für die Kurzstreckenlogistik: ja, aber auf langen Strecken ist der Diesel nach wie vor unschlagbar. Um ihm eine umweltschonendere Alternative gegenüberzustellen, sind LNG und Wasserstoff zukunftsweisende Antriebstechnologien mit hohem Potenzial. Durch die starke Konzentration von Förderungsmaßnahmen und Verkehrsplanung auf die E-Mobilität sind sie jedoch ins Hintertreffen geraten. Allerdings ist auch zu berücksichtigen, dass wir hier quasi bei null beginnen müssen: Es gibt keine adäquate Infrastruktur für LNG. Es ist kein ausreichendes Netz an öffentlichen LNG-Tankstellen vorhanden, und



die vorhandenen liegen für die Logistikindustrie an den falschen Standorten. Der Ausbau des Tankstellennetzes erfolgt nicht schnell genug und bremst somit den Absatz von LNG-Lkw. Es ist wichtig, auch offiziell die Gleichstellung von LNG mit anderen alternativen Antrieben zu vollziehen.

tec4u: Welche Bedeutung kommt Ihrer Ansicht nach dem Flüssigerdgas im Reigen der umweltschonenden Antriebsenergien für den Schwerlastverkehr zu?

Sven Neumann: Ich sehe LNG als wichtige Brückentechnologie. Letztlich sind wir wohl auf dem Weg zum Wasserstoff-Lkw. Aber bis dieser flächendeckend im Einsatz ist, wird es noch dauern, und die Politik will kurzfristig zu Ersatztreibstoffen für den Diesel kommen, die wirtschaftlich sind. Um Fahrverbote zu vermeiden, müssen Lösungen her, die sich schnell umsetzen lassen. Und da bietet sich LNG an, weil wir Produktion, Transport und Lagerung technisch gut im Griff haben. Es hapert nur am Tankstellennetz.

tec4u: Wir werden also erst eine LNG-Phase sehen, die dann vom Wasserstoff-Lkw abgelöst wird?

Sven Neumann: Ja. Aber das gegenwärtige Flüssigerdgas wird von Bio-LNG verdrängt werden, bevor das Wasserstoffzeitalter beginnen kann. Bio-LNG hat dieselben Verbrennungseigenschaften wie LNG, ist aber erneuerbar und somit dem auf komplexe Fördertechnologie angewiesenen Erdgas aus Umweltgesichtspunkten vorzuziehen. Biomethan lässt sich großtechnisch genauso verflüssigen wie Erdgas. Und es kann dieselbe Tankstelleninfrastruktur nutzen – wenn wir eine aufgebaut haben.

tec4u: Um eine solche Infrastruktur aufzubauen, haben Sie eine eigene Initiative gegründet. Wollen Sie die Politik ausbremsen?

Sven Neumann: Keineswegs. Es ist einfach so, dass die Zeit drängt und die Möglichkeiten für die LNG-Einführung bereits gegeben sind. Statt auf Richtlinien und Gesetzgebung zu warten, kann die Logistikwirtschaft selbst die Initiative ergreifen und nach Wegen suchen, die Technologie zu implementieren. Meine Initiative nennt sich LNG-roundtable.com und bringt die unterschiedlichen Stakeholder des Themas an den

Tisch, also Logistik, Fahrzeughersteller, LNG-Anbieter etc. sowie die öffentliche Verwaltung. Die Politik bleibt also keineswegs außen vor. Ich bin beispielsweise im Austausch mit dem Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen. Erfolgreich kann ein solches Projekt zum Aufbau einer Infrastruktur nur sein, wenn alle beteiligten Player an einem Strang ziehen, und dazu gehört nun einmal auch die Politik auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene.

tec4u: Wie sieht dieses Konzept denn konkret aus?

Sven Neumann: Das Entscheidende an diesem Konzept ist, dass alle Interessenten Teil des Netzwerks werden, an dem sie aktiv und passiv beteiligt sein können. Knotenpunkte der LNG-Infrastruktur sind sogenannte Hof- oder Eigenbedarfstankstellen. Statt also große Tankstellenbetreiber als unabhängige Branche an den Markt zu bringen, starte ich dezentral mit Tankstellen auf dem Unternehmensgelände, wobei Nutzer und Anbieter solcher unternehmenseigenen Tankstellen vor allem Logistikunternehmen mit Lkw-Flotten sind. Jedem LNG-Netz-Interessenten stehen dabei drei Optionen offen. Zum einen kann er eine Eigenbedarfstankstelle errichten und diese ausschließlich selbst nutzen. Oder er stellt eine solche Tankstelle bereit und gibt sie für die Nutzung durch andere Mitglieder des Netzwerks frei. Als dritter Weg bleibt dem Netzwerkmitglied die Möglichkeit, ohne eigene Tankstelle die Versorgungsinfrastruktur des Netzwerks zu nutzen, sprich: die Eigentankstellen der anderen Mitglieder zu benutzen.

Das Konstrukt ist ein über eine Internetplattform per App steuerbares virtuelles Tankstellennetz. Auf der Plattform findet der Interessent die Standorte und alle relevanten Informationen über die Betreiber und kann Tankslots buchen. Eine entsprechende App, in der das Profil eines registrierten Lkw hinterlegt ist, ermittelt die Position eines nutzbaren Standorts, reserviert dort einen Betankungsslot und regelt den Zugang zum Standort der LNG-Tankstelle. Der Disponent wiederum kann über die App bestimmen, wo das Fahrzeug tanken soll.

tec4u: Nehmen wir an, wir seien ein interessiertes Unternehmen und treten Ihrem Netzwerk bei. Welche Voraussetzungen müssen denn erfüllt sein, um eine Eigentankstelle zu errichten und zu betreiben?

Sven Neumann: Grundvoraussetzung ist zunächst einmal das Vorhandensein eines eingezäunten Geländes mit Anschluss an eine öffentliche Straße. Auf dieser Fläche ist dann die Standard-Hardware für eine LNG-Tankstelle zu errichten, also vor allem der Tank und die Zapfanlage, aber auch die Abrechnungsprozesse und eine kontaktlose Zugangskontrolle via App. Die Abrechnung erfolgt über bewährte Dienstleister (DKV/UTA). Ziel muss es sein, eine Anlage zu errichten, die im „Plug & Play“-Verfahren in Betrieb genommen werden kann. Darüber hinaus müssen eine Servicezentrale für Überwachung, Betrieb, Maintenance und Support der Tankstelle verfügbar und die Belieferung von LNG-Tankstellen (Standardverträge für die Abnahme von LNG) garantiert sein.

tec4u: Das klingt zunächst nach einem ziemlich komplexen Projekt.

Sven Neumann: In den Details ist es durchaus komplex, aber jeder Schritt ist gut definiert und sowohl organisatorisch wie technisch sind wir hier auf bekanntem Territorium. Vor allem aber kommt hier der entscheidende Aspekt des LNG-Roundtable zum Tragen: Das Projekt lässt sich mithilfe von erfahrenen Realisierungspartnern aus dem Netzwerk zügig realisieren. Es steht dafür eine fertige Plug-&-Play-Lösung für Aufbau und Betrieb samt Betriebstechnik einer Tankstelle zur Verfügung. Der Roundtable bringt zudem Vertreter der Politik, Visionäre der Logistikindustrie sowie Experten von Versorgungsanbietern und Nutzfahrzeugherstellern zusammen, wodurch sich offene Fragen etwa zum Standort schnell klären lassen. Die Lösung umfasst auch eine Standard-Projektierung für den Aufbau der Tankstelle und Finanzierungsoptionen für Investitionen und bietet standardisierte Prozesse für technischen Support, die Belieferung mit LNG, die Abrechnung mit Tankkarten und die Integration in das virtuelle Tankstellennetz. Die Denkmanufactur als Realisierungspartner organisiert das Netzwerk, unterstützt die Mitglieder bei Genehmigungsverfahren, koordiniert die Projektierung und ermittelt auch die geeigneten Logistikdienstleister für die einzelnen Standorte.

tec4u: Welche Hauptziele verfolgt der LNG-Roundtable?

Sven Neumann: Primär geht es um den schnellen Aufbau eines Netzwerks aus bedarfsgerecht positionierten, rechtlich abgesicherten und funktionierenden LNG-Betriebstankstellen mit einer dauerhaft ansteigenden Anzahl von Nutzern, um dem LNG-Lkw zum breiten Durchbruch zu verhelfen. Das Know-how der Roundtable-Partner sorgt dabei für die Sicherstellung der Auslastung der Standorte und die Realisierung von Skaleneffekten für Betreiber und Nutzer. Im Mittelpunkt stehen immer die Bedürfnisse der Logistikindustrie, also nicht die Errichtung öffentlicher Tankstellen. Zur Verfügung steht ein Full-Service-Angebot für Betreiber und Nutzer der Betriebstankstellen, die damit ihren Beitrag zur Erreichung der CO₂-Ziele leisten. Für LNG-Lieferanten ergeben sich zusätzliche Absatzgebiete und Absatzvolumina. Das Ziel, so könnte man sagen, ist eine Art genossenschaftliche LNG-Infrastruktur für die Logistikindustrie, ein Novum, das durchaus auch als Vorbild für andere Projekte dezentraler Versorgungsstrukturen dienen kann.



Der Weg in eine grüne Zukunft





UNICARagil: Automatisierte Fahrzeuge für die Mobilität der Zukunft

RWTH Aachen leitet einzigartiges Kooperationsprojekt im Bereich automatisiertes Fahren

Von Timo Woopen¹, Miriam Ludwigs² und Alexandru Kampmann³

Automatisiertes und vernetztes Fahren, „Shared Mobility“ und Elektrifizierung beschreiben aktuell die Megatrends im Bereich Mobilität [1]. In den vergangenen Jahren haben sich die Automobilindustrie und auch der Straßenverkehr bereits deutlich verändert und stehen in den nächsten Jahren weiter vor großen Veränderungen. Automatisierte und elektrifizierte Fahrzeuge werden zur Bewältigung der steigenden Anforderungen an die zukünftige Mobilität einen erheblichen Beitrag leisten können. Sie versprechen neben einer Steigerung der Sicherheit auch Möglichkeiten zur Verbesserung der Verkehrseffizienz und des Komforts.

In einem einzigartigen Kooperationsprojekt haben sich acht deutsche Universitäten mit acht Industriepartnern zusammengeschlossen, um einen erheblichen Beitrag zur Verkehrs- und Mobilitätswende beizutragen. In dem vom Bundesministerium für Bildung und For-

schung (BMBF) geförderten Projekt UNICARagil werden dafür disruptive modulare Architekturen für agile automatisierte Fahrzeugkonzepte entwickelt [2]. Projektpartner sind neben der RWTH Aachen University die technischen Universitäten Braunschweig, Darmstadt und München, das Karlsruher Institut für Technologie sowie die Universitäten Ulm, Stuttgart und Passau. Die acht Universitäten werden unterstützt von den Industriepartnern Atlatec GmbH, flyXdrive GmbH, iMAR Navigation GmbH, IPG Automotive GmbH, Schaeffler Technologies AG & Co. KG, VIRES Simulationstechnologie GmbH, Maxion Wheels Germany Holding GmbH und Valeo Schalter und Sensoren GmbH.

In dem vierjährigen Projekt werden seit Februar 2018 neuartige Konzepte entwickelt, die sowohl die Hardware- als auch die Software-Architekturen von automatisierten Fahrzeugen neu denken. Im Projekt werden dafür vier reale Fahrzeugprototypen aufgebaut, welche durch den modularen Aufbau individuell an verschiedene Use Cases angepasst werden können. Sie werden auf Basis einer skalierbaren Fahrplattform aufgebaut und können somit in Länge und Höhe variiert werden. Die vier Use Cases *autoTAXI*, die *autoELF*, das *autoSHUTTLE* und das *autoCARGO* demonstrieren beispielhaft die vielseitigen Anwendungszwecke des Fahrzeugkonzepts.



Abbildung 1: Die UNICARagilFamilie

Das *autoTAXI* ist ein auf Abruf bestellbares Mottotaxi und bietet für jeden Fahrzweck das passende Innenraumkonzept. Die *autoELF* repräsentiert hingegen ein vollständig individualisierbares und bei Bedarf barrierefreies Familienfahrzeug für den privaten Gebrauch. Ein Teil eines neuen, verbesserten öffentlichen Nahverkehrssystems wird vom *autoSHUTTLE* dargestellt, das den öffentlichen Nahverkehr ergänzt. Neben Personenverkehr kann auch der Güterverkehr in der zukünftigen Mobilität automatisiert werden. Das *autoCARGO* wird dafür als vollständig automatisiertes Abhol- und Lieferfahrzeug entwickelt.

Neue Architekturen für automatisierte Fahrzeuge

Die Kernforschungsthemen des Projekts finden sich maßgeblich in der Ableitung und Umsetzung von Architekturen, die rein auf das automatisierte Fahren ausgelegt sind und so keine Altlasten aus klassischen Fahrzeugarchitekturen adaptieren müssen. Die E/E-Architektur nimmt dabei eine Kernposition für die Entwicklung aller weiteren Architekturen ein.

Kernelement der in Abbildung 2 gezeigten Architektur bildet die abstrakte Analogie zur menschlichen Informationsverarbeitung. Sie unterteilt die vier Hauptaufgaben zur Führung automatisierter Fahrzeuge auf vier verschiedene „Organe“. Die Perzeption wird durch die Sinnesorgane – die Sensormodule – realisiert. Diese geben ihre Informationen an die Kognition und Planung – das Großhirn – weiter. Dort werden die Daten verarbeitet und die Fahrtrajektorie geplant. Diese wird anschließend in der fahrdynamischen Regelung – dem Stammhirn – umgesetzt. Die Ansteuerung der Aktuatoren erfolgt schlussendlich auf der untersten Ebene – dem Rückenmark [3].

Im Gegensatz zu klassischen Ansätzen wird so die Anzahl der einzelnen Steuergeräte reduziert, was die Update- und Upgradefähigkeit der funktionalen Komponenten deutlich erleichtert. Konsequenterweise wird in UNICARagil daher auch die Software-Architektur neu gedacht. Dabei wird der aus der IT-Industrie bekannte Ansatz der Dienstorientierung auf automatisierte Fahrzeuge angewendet. Die daraus entstehende Automotive Service-Oriented Software Architecture (ASOA) ist strikt modular aufgebaut und bietet eine für die agile Entwicklung notwendige Flexibilität in der Softwaregestaltung. Dafür besteht die ASOA aus Diensten, die zur Laufzeit dynamisch durch einen Orchestrator so

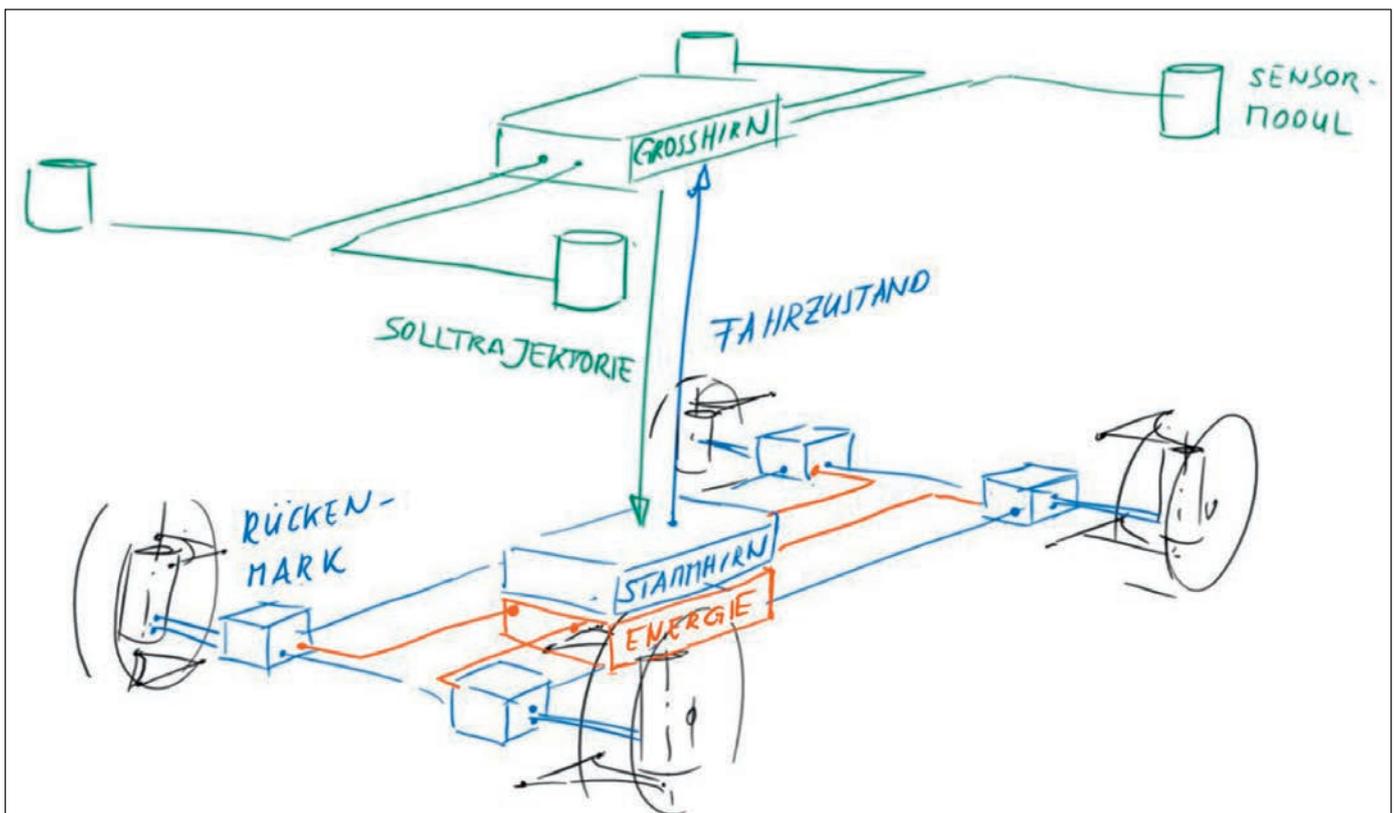


Abbildung 2: E/E-Architektur in UNICARagil

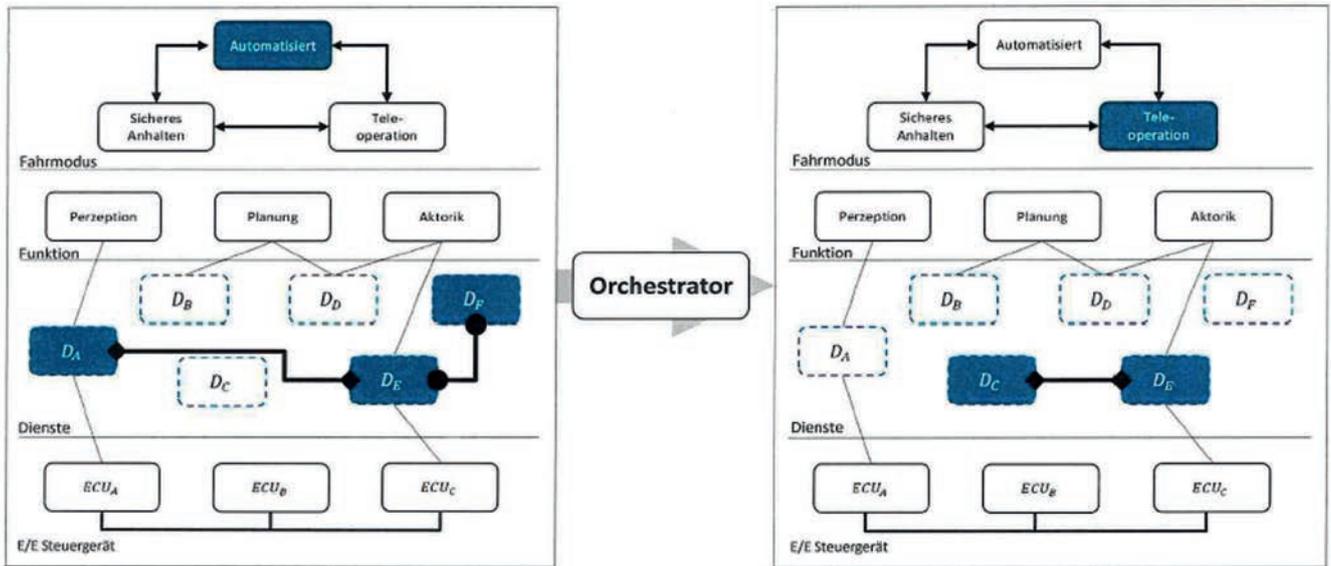


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Dienstarchitektur (angelehnt an [4])

verschaltet und integriert werden, dass aktuell benötigte Funktionen optimal realisiert werden [4]. In Abbildung 3 wird dieses Verhalten schematisch für zwei verschiedene Betriebsmodi dargestellt. Dienste sind dabei eindeutig durch ihre Interfaces, den Anforderungen (*requirements*) und Garantien (*guarantees*), die aus Nutzdaten und Qualitätsdaten bestehen, charakterisiert.

Durch die Übermittlung der Qualitätsdaten trägt die Softwarearchitektur maßgeblich zum integralen Sicherheitskonzept in UNICARagil bei. Dabei überwacht die Selbstwahrnehmung die aktuellen Zustandsgrößen und Eigenschaften des Systems und kann so den automatisierten Fahrzeugbetrieb auf einen Spezifikationsraum beschränken, der mit den aktuellen Fähigkeiten des Fahrzeugs beherrschbar ist. Auf diese Weise kann die Fahraufgabe an Degradationen der Fahrfunktion angepasst werden.

Wo steht das Projekt aktuell?

UNICARagil startete im Februar 2018 und hat bereits mit der offiziellen Kickoff-Veranstaltung am 08.03.2018 für Aufsehen gesorgt. Der Parlamentarische Staatssekretär Thomas Rachel sagte damals: „Der Bedarf an alltags-tauglichen Elektrofahrzeugen ist groß, ob als Taxi oder Lieferfahrzeug. Wir wollen mit der Forschung dafür sorgen, dass Fahrzeuge entwickelt werden, die leistungsfähig, zuverlässig und emissionsfrei funktionieren. Mit UNICARagil starten wir ein in Deutschland einzigartiges Leuchtturmprojekt.“

Nach mittlerweile 23 Projektmonaten nähert sich UNICARagil nun der Hälfte seiner Projektlaufzeit. Daher findet am Dienstag, 24. März 2020 das öffentliche Halbzeitevent an der Technischen Universität in München statt, welches sich an alle Interessierten rund um das Thema automatisiertes Fahren sowie an Presse, Politik, Wirtschaft und Forschung richtet. Wir laden hierzu herzlich ein und freuen uns über zahlreiche interessierte Teilnehmer. Die Anmeldung ist über die Projektwebseite unter [www.unicaragil.de](#) und der Nennung des Anmeldecodes *disruptiv2020* möglich.

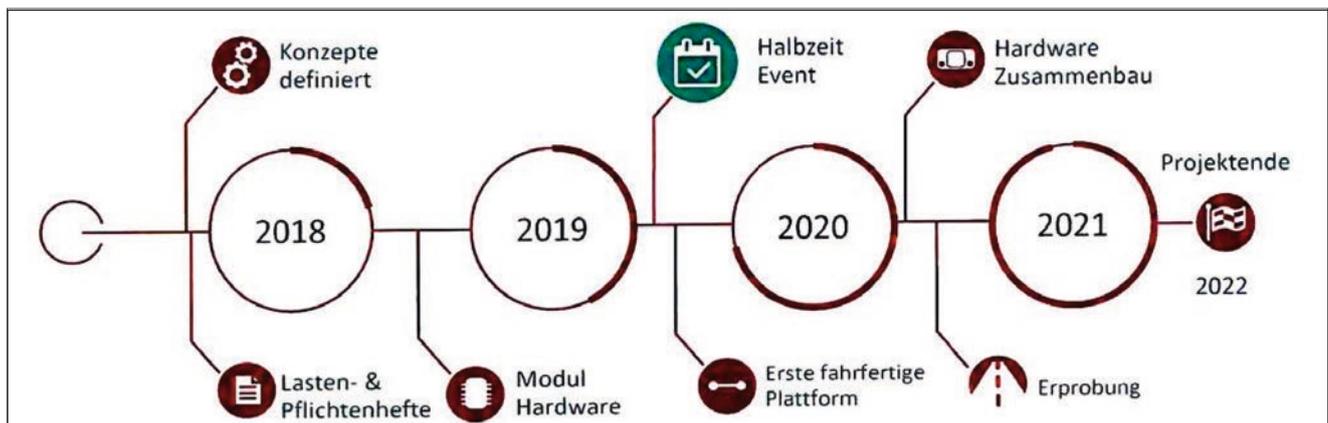


Abbildung 4: Ausblick UNICARagil



Abbildung 5: Fertigstellung der Plattform

Dem Ausblick in Abbildung 4 lässt sich bereits entnehmen, dass zum aktuellen Zeitpunkt die ersten Arbeiten an den tatsächlichen Fahrzeugen beginnen. In den letzten Monaten wurde dafür beim Prototypenbauer Roding an der Fertigstellung der Fahrplattformen gearbeitet.

Im November wurden diese an die Universität Stuttgart ausgeliefert, sodass hier die ersten Integrationen beginnen können. Dort werden zunächst die E/E-Bordnetze integriert, bevor anschließend an der RWTH Aachen University die Dynamikmodule, welche das Fahrzeug als mechatronisch eigenständige Einheit antreiben und lenken, verbaut und in Betrieb genommen werden.

Auch in den Bereichen der Funktions- und Softwareentwicklung wurden bereits deutliche Fortschritte verzeichnet. Die ASOA ist in einer ersten Basisversion auf verschiedenen Steuergeräten der E/E-Architektur lauffähig und wird agil weiterentwickelt. Parallel starten erste Implementierungen von Funktionen und auch die Gestaltung der Innenraumkonzepte wird weiter vorangetrieben.

Weitere Informationen zum Projekt UNICARagil erhalten Sie unter und über die Social-Media-Kanäle.

Danksagung

Die Forschungsarbeiten wurden im Rahmen des Projekts UNICARagil durchgeführt (FKZ16EM00284K). Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Unterstützung des Projekts durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Weiterer Dank gilt allen Mitgliedern des Projektkonsortiums für ihren Beitrag zum Projekt und somit zu dieser Veröffentlichung.

¹ Forschungsbereichsleiter Fahrzeugintelligenz & Automatisiertes Fahren

Projektleiter UNICARagil

Institut für Kraftfahrzeuge – RWTH Aachen University

² Projektbüro UNICARagil

Institut für Kraftfahrzeuge – RWTH Aachen University

³ Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Lehrstuhl Informatik 11 – RWTH Aachen University

Quellen:

[1] Pfeil, F.: *Megatrends und die dritte Revolution der Automobilindustrie: Eine Analyse der Transformation der automobilen Wertschöpfung auf Basis des Diamantmodells*, Research Papers on Marketing Strategy 13/2018, ISBN 978-3-00-059102-0

[2] Woopen, T.; et. al.: *UNICARagil-Disruptive modulare Architektur für agile, autonome Fahrzeugkonzepte*. 27. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik. Aachen, 2018

[3] Keilhoff, D.; et.al.: *UNICARagil – New Architectures for Disruptive Vehicle Concepts*. 19. Internationales Stuttgarter Symposium 2019. Stuttgart, 2019

[4] Kampmann, A.; et. al.: *A Dynamic Service-Oriented Software Architecture for Highly Automated Vehicles*. In 2019 22st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), to appear. IEEE.

Rückenwind für die Windkraft

Von Martin Lenart¹ und Nina Kramer¹

Schon seit dem Altertum für die Energiegewinnung genutzt, sind Windenergieanlagen auch heute ein wichtiger Bestandteil des Energiemarktes. Das unter der Leitung des FIR an der RWTH Aachen laufende Forschungsprojekt ReStroK erschließt neue Potenziale für Windenergieanlagen.

In Deutschland werden rund 16 % der erzeugten Energie aus Windkraftanlagen gewonnen. Das macht einen Anteil von 42 % am Gesamtmarkt für erneuerbare Energien¹ aus. Dennoch stehen gerade die Windkraftanlagen-Betreiber unter einem enormen Wettbewerbsdruck. Im Vergleich zu anderen Energieerzeugungsmethoden ist die Verfügbarkeit von Wind gerade im Onshore-Bereich eine unkalkulierbare Größe. So kommt es häufig zu Abweichungen zwischen ursprünglich geplanten und tatsächlich erzielten Erträgen. Daneben werden die Betriebskosten tendenziell zu niedrig kalkuliert und insbesondere die mit zunehmender Alterung der Windparks steigenden Betriebskosten in der Planungsphase nicht ausreichend berücksichtigt. Bei neueren Anlagen machen die Betriebs- und Instandhaltungskosten bis zu 25 Prozent der Gesamtkosten pro kWh² aus. Die Reduzierung von Betriebskosten mit gleichzeitiger Erhöhung der Verfügbarkeiten sind kritische Erfolgsgrößen für die Betreiber. In dieser Situation schaffen die Sammlung, Verarbeitung und Auswertung von Daten zur Optimierung des Anlagenbetriebs einen enormen Mehrwert für die Windenergieanlagen-Betreiber. Der Besitz von Daten und die Fähigkeit, sie als Entscheidungsgrundlage für die Optimierung von Prozessen zu nutzen, bringt in wettbewerbsintensiven Märkten wie dem Energiesektor entscheidende Kostenvorteile. Das unter Leitung des FIR an der RWTH Aachen initiierte Forschungsprojekt ReStroK verfolgt daher das Ziel, verfügbare Betriebs- und Servicedaten von Onshore-Windenergieanlagen für die Reduzierung von Stromgestehungskosten nutzbar zu machen.

Mehrwert durch Datenauswertung

Ansatzpunkt bei der Reduktion der Betriebskosten und der Stillstandszeit ist eine bessere Kenntnis über den Anlagenzustand. Mithilfe zahlreicher Anlagensensoren erhobene und mit einem Zeitstempel versehene Daten, sogenannte SCADA-Daten (Supervisory Control and Data Acquisition), informieren über

Zustandsgrößen von Komponenten und Umgebungsbedingungen einer Anlage. Abhängig von Standort und Hersteller werden von einer Anlage zwischen 50 und 100 technische Größen erfasst. Dazu gehören unter anderem die Windgeschwindigkeit und -richtung, die Leistung, die Blattwinkel, die Rotordrehzahl und die Außentemperatur. Die gängige Abtastrate, d.h. das Intervall, in dem die technischen Messgrößen übermittelt werden, beträgt zehn Minuten. Bei manchen Anlagen können die Daten auch sekundlich abgetastet werden. Die Abtastfrequenz wird beispielsweise dann erhöht, wenn die Anlage einen Fehler meldet. So können der Schadenshergang und mögliche Ursachen eines Fehlers genauer untersucht und besser identifiziert werden. Für den jährlich übermittelten Betriebsdatensatz bedeutet das eine Erhöhung von 32 MB für die Zehnminutendaten auf 18 GB für die Einsekundendaten.

Der alleinige Besitz dieser Daten stellt allerdings noch keinen Mehrwert dar. Erst mit ihrer Verarbeitung und Auswertung können Optimierungspotenzial erkannt und Maßnahmen definiert werden. Erhobene Daten werden heute auf vielfältige Art und Weise ausgewertet. Aus Mess- und Sensordaten lassen sich weitere Größen ableiten, die Aufschluss über die Aktivitäten einer Anlage geben. So gibt es Zähler für die Einschaltvorgänge und die Betriebsstunden. Stillstandszeiten können getrennt nach Ursachen ermittelt werden, z. B. Stillstand durch Instandhaltungsmaßnahmen, automatisch registrierte äußere Einflüsse wie z. B. Fledermäuse oder direkter Schattenwurf auf nahestehende Gebäude. Schaltet sich die Anlage automatisch ab, führt sie eine Eigendiagnose durch und gibt entsprechende Statusdaten aus. Diese können sich sowohl auf die Anlage als Ganzes als auch einzelne Subsysteme wie den Rotor beziehen.

Kontinuierliche Überwachung ein Plus für die Schadenregulierung

Zur Überwachung von Komponenten wie Getriebe, Generator und Rotorblättern wird das sogenannte Condition-Monitoring betrieben. Ein Condition-Monitoring-System (CMS) besteht aus Soft- und Hardware und wird von den meisten Windenergieanlagen-Herstellern und Drittanbietern zu Verfügung gestellt. Das Konzept des CMS basiert auf der kontinuierlichen Überwachung des Maschinenzustandes und ermöglicht eine schnelle Fehleridentifikation und Reaktion bei Störungen. Insbesondere sind CMS auch die Grundlage für die zustandsorientierte Instandhaltung. Basierend auf der Übermittlung und Darstellung des Betriebszustands können schließlich eine Standortbeurteilung sowie eine Beurteilung der Ausfallzeit erfolgen.

Insbesondere Versicherer für Erstaussfall und Betriebsunterbrechung von Windkraftanlagen interessieren sich für diese Daten, denn sie kommen für Vermögensschäden auf, die durch den Stillstand der Anlage entstehen. Andere Aktivitäten der Datenauswertung setzen auf Machine-Learning-Algorithmen, die auf den ersten Blick nicht erkennbare Zusammenhänge identifizieren. Dafür gibt es nicht DEN Algorithmus, vielmehr bedarf es der Kombination aus mehreren Algorithmen, um aussagekräftige und treffsichere Vorhersagen berechnen zu können.

Daten und Erfahrungswissen für maximalen Nutzen

Allen Auswertungsaktivitäten gemeinsam ist, dass sie letztendlich eine menschliche Aktion erfordern. Der Machine-Learning-Algorithmus ist beispielsweise nur dann erfolgreich, wenn er zuvor mit ausreichend guten Daten versorgt wurde und Regeln für die Analyse eines Datenbestandes und das Erkennen von Mustern aufgestellt wurden. Ein Algorithmus ist letztendlich nichts anderes als ein eindeutig definierter Plan zur Lösung eines Problems.

Ein künstliches System lernt aus Beispielen und kann diese nach Beendigung der Lernphase verallgemeinern. Dazu bauen Algorithmen beim maschinellen Lernen ein statistisches Modell auf, das auf Trainingsdaten beruht. Mithilfe dieses Modells können Störungen erkannt werden, die auch auf Basis der historischen Daten Anomalien dargestellt hätten. Um die Trainingsdaten verwerten zu können, müssen sie in einen Kontext gesetzt und vernetzt werden. *Abbildung 1* macht diesen Zusammenhang deutlich: Daten an sich sind sowohl in strukturierter, also einer bestimmten Systematik folgenden, Form als auch in unstrukturierter Form zunächst einmal wertlos. Eine Tabelle mit Messergebnissen ist ein Beispiel für strukturierte Daten. Unstrukturierte Daten liegen zum Beispiel

vor bei E-Mail-Inhalten, PowerPoint-Präsentationen oder Bildern. Erst durch die Zuordnung einer Bedeutung werden aus Daten Informationen. Diese sind aber nur dann wertvoll und nutzbar, wenn man sie im Kontext mit bereits gemachten Erfahrungen interpretiert.

Auf diese Kombination aus Daten und Erfahrungswissen zielt auch das von EFFRE NRW geförderte Projekt **Reduktion der Stromgestehungskosten (ReStroK)** unter Nutzung von historischen und aktuellen Betriebs- und Service-daten von Onshore-Windenergieanlagen. Betriebs- und Anlagendaten werden mit dem Erfahrungswissen der Service-Techniker in Verbindung gebracht. In der Praxis kann dies beispielsweise so aussehen, dass ein Service-Techniker während einer Anlagenbegehung eine Auffälligkeit des Generators bemerkt, etwa in Form von starken Geräuschen und Vibration. Durch die Kombination seiner Erfahrung mit Betriebs- und Anlagendaten können Aussagen über besonders anfällige Systembestandteile abgeleitet werden.

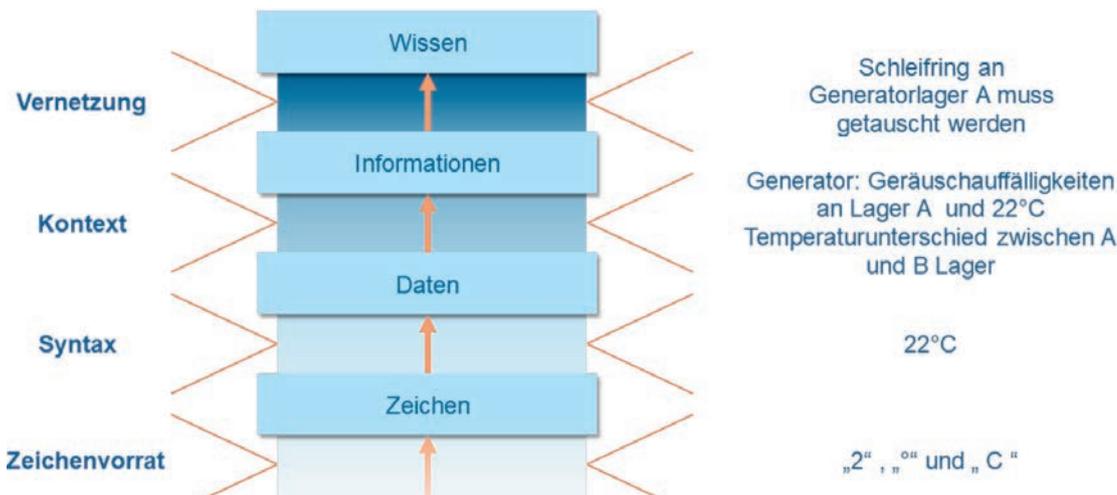
Eine besondere Herausforderung stellt dabei die Heterogenität der Datensätze dar. Serviceberichte liegen in unterschiedlichen Formaten mit verschiedensten Layouts vor, Betriebs- und Anlagendaten werden mithilfe von Software ausgelesen und gespeichert, meist jedoch nicht weiter analysiert. Hauptgrund für die Heterogenität der Daten ist die Vielzahl der am Betrieb und an der Instandhaltung von Windenergieanlagen beteiligten Akteure. Zu diesen zählen Betreiber, OEM, Zulieferer und andere unabhängige Dienstleister.

Effizienzsteigerungen für KMUs aus der Windbranche

Während OEM die Mittel zur Auswertung von Daten haben, fehlt es insbesondere KMUs an Instrumenten zur Ertragsoptimierung. Dabei befinden sich knapp 40 % der 45.400 MW bundesweit installierten Leistung zur Stromerzeugung in Hand der KMU³. Der OEM und die unabhängigen Dienstleister stehen sich bei der umfassenden Instandhaltung der Windenergieanlagen als Wettbewerber gegenüber. Auf entsprechend wenig Gegenliebe treffen existierende Bestrebungen zur Standardisierung des Daten- und Wissensaustauschs, obwohl einheitliche Komponentenbezeichnungen, Ereignisbeschreibungen und datentechnische Protokolle allen beteiligten Akteuren eine verbesserte Kommunikation ermöglichen können.

Auch zwischen den nicht miteinander konkurrierenden Unternehmen steht es um die Genauigkeit, Einheitlichkeit und Vollständigkeit der Lebenslaufakten

Verknüpfung von Daten und Informationen zu Wirkungszusammenhängen





von Windenergieanlagen nicht viel besser. So werden Ereignisse wie Mängel und deren Behebung oft nur verbal beschrieben, was eine automatisierte Auswertung verhindert. Serviceberichte liegen in Papierform vor oder im besten Fall als PDF-Datei. Softwaresysteme werden hauptsächlich zur Dokumentation gegenüber den Anteilseignern genutzt. Eine unternehmensübergreifende Analyse findet also nicht statt. Unternehmensintern haben viele Unternehmen aus der Not heraus Systeme entwickelt, die an die eigenen Bedürfnisse angepasst sind. Sich von diesen historisch gewachsenen Strukturen zu lösen fällt schwer und bringt insbesondere aus Sicht der OEM keine Wettbewerbsvorteile. Vielmehr kostet eine Umstellung Zeit und Geld.

Bleibt festzustellen, dass die Vertreter der Windbranche Standardisierungsversuchen durchaus kritisch gegenüberstehen und das Thema, einmal angesprochen, schnell in eine emotionale Debatte mündet. Oft angeführte Gründe gegen die Standardisierung sind z. B. individuelle Kundenansprüche an Wartungspläne und Serviceberichte, denen standardisierte, statische Systeme nicht gerecht werden können.

Modularer Wartungsplan für Instandhaltungsaktivitäten

Im Projekt ReStroK soll daher auch ein dynamischer, modular aufgebauter Wartungsplan entstehen, der Erkenntnisse von formalisiertem Erfahrungswissen der Servicetechniker nutzt und einfach in bestehende Prozesse eingebunden werden kann. Dazu werden aus der Betrachtung von aggregierten historischen Serviceberichten eines Anlagentyps und dessen formalisierter Beschreibung besonders fehleranfällige Bauteile identifiziert. In Kombination mit SCADA- und CMS-Daten können dann Systematiken in der Fehlerentstehung erkannt und entsprechende Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Durch vordefinierte Warnregeln werden Abweichungen, die beispielsweise auf einen zunehmenden Verschleiß hindeuten, sofort erkannt. So können korrigierende

Maßnahmen durchgeführt werden, bevor es zum Ausfall der Anlage kommt.

Top-down und Bottom-up für die Restlebensdauer

Neben dem Erfahrungswissen der Servicetechniker, welches es zu integrieren gilt, spielt die Restlebensdauer der Anlagen eine besondere Rolle. Windenergieanlagen werden für eine bestimmte Lebensdauer und somit für ein bestimmtes Kollektiv aus Windlasten ausgelegt. Ob dieses Auslegungs-Belastungs-Kollektiv in der vorgesehenen Lebensdauer erreicht wird, hängt von den tatsächlichen Windverhältnissen ab. Die Ermittlung der Restlebensdauer erfolgt sowohl über einen Top-down- als auch über einen Bottom-up-Ansatz. Im Top-down-Ansatz wird das globale auf eine Anlage wirkende Windlastkollektiv mit dem standortspezifischen Auslegungslast-Kollektiv verglichen. Es ist zu beobachten, dass das tatsächlich wirkende Lastkollektiv sich mit der Zeit dem Auslegungslastkollektiv annähert. Eine Übereinstimmung der beiden Lastkollektive würde bedeuten, dass die vorgesehene technische Lebensdauer der Windenergieanlage vollständig verbraucht wurde.

Beim Bottom-up-Ansatz ergibt sich die Anlagen-Restlebensdauer durch die Betrachtung der Restlebensdauer relevanter Einzelkomponenten. Die hierfür notwendigen Daten werden simulativ ermittelt. Dazu werden zunächst aus Betriebsdaten Lastgrößen auf Maschinenelement-Ebene ermittelt. Solche Lastgrößen sind zum Beispiel radiale und axiale Lagerlasten oder Lagertemperaturen. Sie werden zur Berechnung der Restlebensdauer der jeweiligen Komponenten verwendet, die anschließend zu einer Anlagen-Restlebensdauer verrechnet werden. Mit dem Wissen um die Restlebensdauer kann das Lastkollektiv der Windenergieanlagen durch Eingriffe in die Betriebsführung über die Lebensdauer bestmöglich an das Auslegungskollektiv angepasst werden. So erzielt man eine Ertragsmaximierung und verringert gleichzeitig Ausfälle und Reparaturen, die durch Überschreitung der Auslegungslasten auftreten.

Die Ergebnisse des Projektes ReStroK sollen OEM und technische Dienstleister auf intelligente Weise

bei der Instandhaltung und Betriebsführung unterstützen. Betreiber von Windenergieanlagen profitieren mit einer maximalen Anlageneffizienz. Die gesammelten SCADA- und CMS-Daten sowie die vorhandenen Serviceberichte werden erst durch Verknüpfung und Kontextualisierung nutzbar. Es ist also die Kombination von effizienten Algorithmen und dem in der Forschung bisher kaum beachteten menschlichem Erfahrungswissen der Servicetechniker, die Mehrwert erzielt: Im Fall von ReStroK stärken Effizienzsteigerungen in Instandhaltung und Betrieb die Wettbewerbsfähigkeit von Windanlagen und erhöhen deren Wirtschaftlichkeit. Die ReStroK-Projektergebnisse kommen dabei vorrangig KMU aus der Windenergiebranche zugute.

¹ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/uba_hgp_einzahlen_2019_bf.pdf

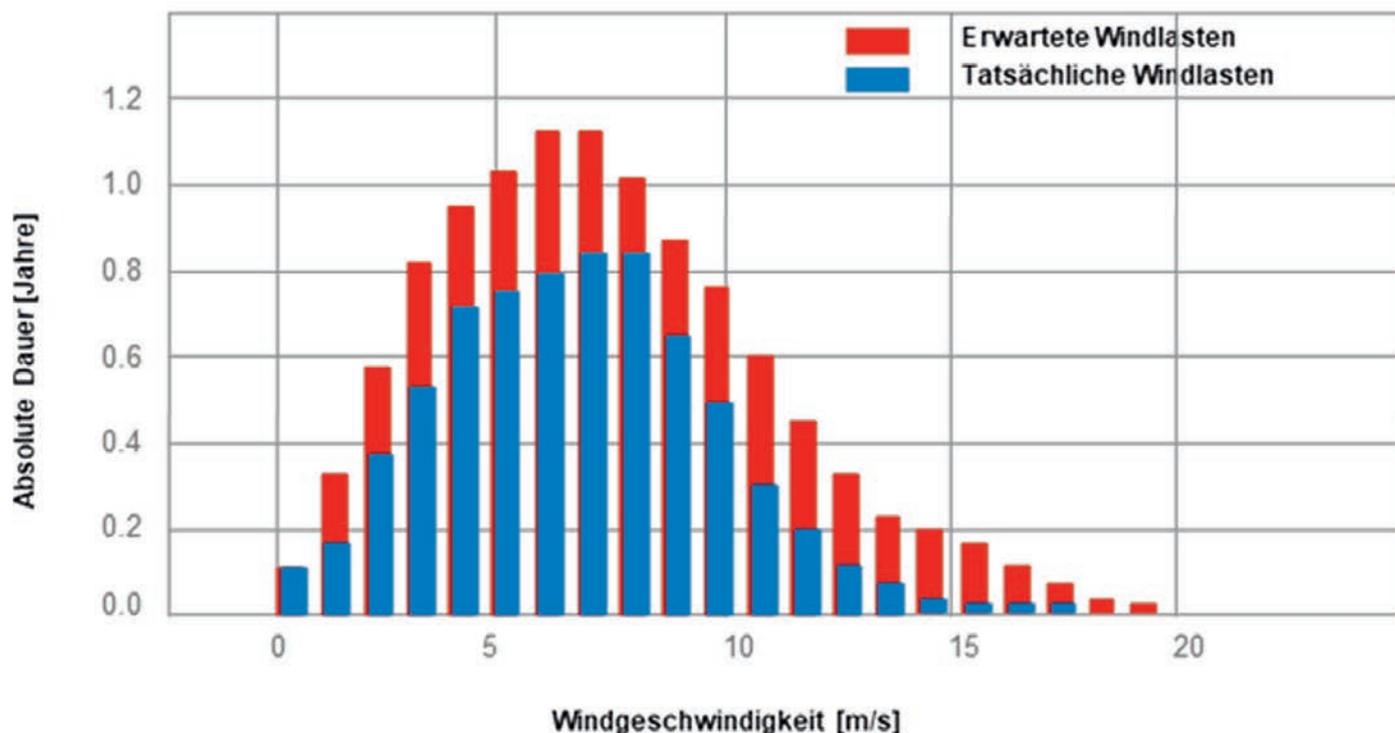
Letzter Zugriff am 27.11.2019

² European Wind Energy Association, 2012: Wind Energy – The Facts: A Guide to the Technology, Economics and Future of Wind Power

³ Bundesverband WindEnergie e.V. (Hrsg.), 2018: Gemeinsam gewinnen – Windenergie vor Ort. Ein Grundlagenpapier zu den Themen Wertschöpfung, Bürgerbeteiligung und Akzeptanz.

*1 Fachgruppe Lean Services im Bereich Dienstleistungsmanagement, FIR e.V. an der RWTH Aachen

Erwartete und tatsächliche Windlasten nach 12,75 Jahren Betrieb



Vergleich von erwartetem (rot) und tatsächlich aufgetretenem (blau) Windlastkollektiv einer WEA

„Die Politik kann und soll nicht alles richten.“



Die Logistikindustrie ist ein Schlüsselfaktor bei der Frage, wie sich die Umwelt- und Klimaschutzziele in der Zukunft erreichen und einhalten lassen. Insbesondere in Deutschland, dem mehrfachen Exportweltmeister, wo die Logistik inzwischen zum drittstärksten Wirtschaftszweig aufgestiegen ist, kommt dem Transportgewerbe bei der Implementierung von nachhaltigen Konzepten, Technologien und Prozessen eine herausragende Bedeutung zu. Im Zuge einer immer schärfer konzipierten „Verkehrswende“ sieht sich die Logistik zahlreichen neuen Regulierungen gegenüber, die die Art verändern, in der Innenstädte beliefert, Güter über lange Strecken transportiert und Pakete zugestellt werden. Weniger CO₂- und Schadstoffausstoß, alternative Antriebe, weniger Fahrten, bessere Arbeitsbedingungen für Fahrer – diese und weitere Anforderungen aus Politik und Gesellschaft kollidieren mit steigenden Ansprüchen an Schnelligkeit und Pünktlichkeit der Auslieferungen und mit einem gesetzlich geschützten quasi grenzenlosen Rückgaberecht von Waren im Onlinehandel. Wie kann die Logistikindustrie angesichts dieser angespannten Situation von sich aus dazu beitragen, dass ihr negativer Einfluss auf Umwelt und Klima abgebaut wird, ohne dass die Unternehmen dabei an Wettbewerbsfähigkeit verlieren? Zu diesem Themenkomplex sprach tec4u mit Patrick Oestreich, Leiter des Bereichs Strategic Sales Europe beim amerikanischen Logistikdienstleister XPO Logistics. Das Unternehmen bietet Transport-, Umschlag- und Lager-services in 30 Staaten an und gehört mit einem Umsatz (2018) von 17,3 Milliarden US-Dollar und über 100.000 Mitarbeitern zu den weltweit größten Vertretern dieser Branche.

tec4u: Herr Oestreich, Sie vertreten ein internationales Logistikunternehmen, das derzeit besonders in Europa wachsen will. Verursachen die immer strenger werdenden Anforderungen in der Umwelt- und Klimaschutzthematik da nicht Unbehagen?

Patrick Oestreich: Definitiv nein. Als Logistiker müssen wir darauf mit kühlem Kopf, Bewusstsein für die Notwendigkeiten und Blick auf die Chancen reagieren. Die Zeit, als die Industrie auf Forderungen nach mehr Umweltschutz nach dem Motto „Nichts hören, nichts sehen“ reagiert hat, sind ja auch lange vorbei, und wer sich auf die Anforderungen klug eingestellt hat, ist damit gut gefahren. Umweltschutz ist nun einmal auch ein Logistikthema, und die Umkehrung gilt auch: Logistik ist ein Umweltthema. Dem wollen wir uns nicht entziehen. Eher sind wir dabei, statt auf die Politik zu warten, selbst auszuloten, wie wir als Logistikunternehmen proaktiv auf diesem Sektor vorangehen können.

tec4u: Sie fürchten also nicht um ihre Produktivität und Profitabilität?

Patrick Oestreich: Keineswegs. Und das hat ganz allgemeine Gründe, die zunächst nichts mit dem einzelnen Unternehmen zu tun haben. Beginnen wir mit der Produktivität. Diese hat immer auch ganz wesentlich mit Effizienz und Effektivität zu tun. Und nicht zufällig verlangen auch alle Maßnahmen im Bereich Umwelt- und Klimaschutz nach maximaler Effizienz beim Einsatz von Ressourcen und Energie. Hier treffen sich also zumindest schon einmal die Zielrichtungen der Interessen von Unternehmen und Umweltschutzstrategen. Und auch die Profitabilität wird dadurch gestützt: Die Anpassung der unterschiedlichsten Unternehmensprozesse an die Anforderungen des Umwelt- und Klimaschutzes wird unter dem Strich langfristig in den meisten Bereichen zu Kostenreduzierungen und/oder Qualitätssteigerungen führen, die gewinnrelevant sind. Dass intelligent umgesetzter Umweltschutz unprofitabel macht, ist ein Ammenmärchen.

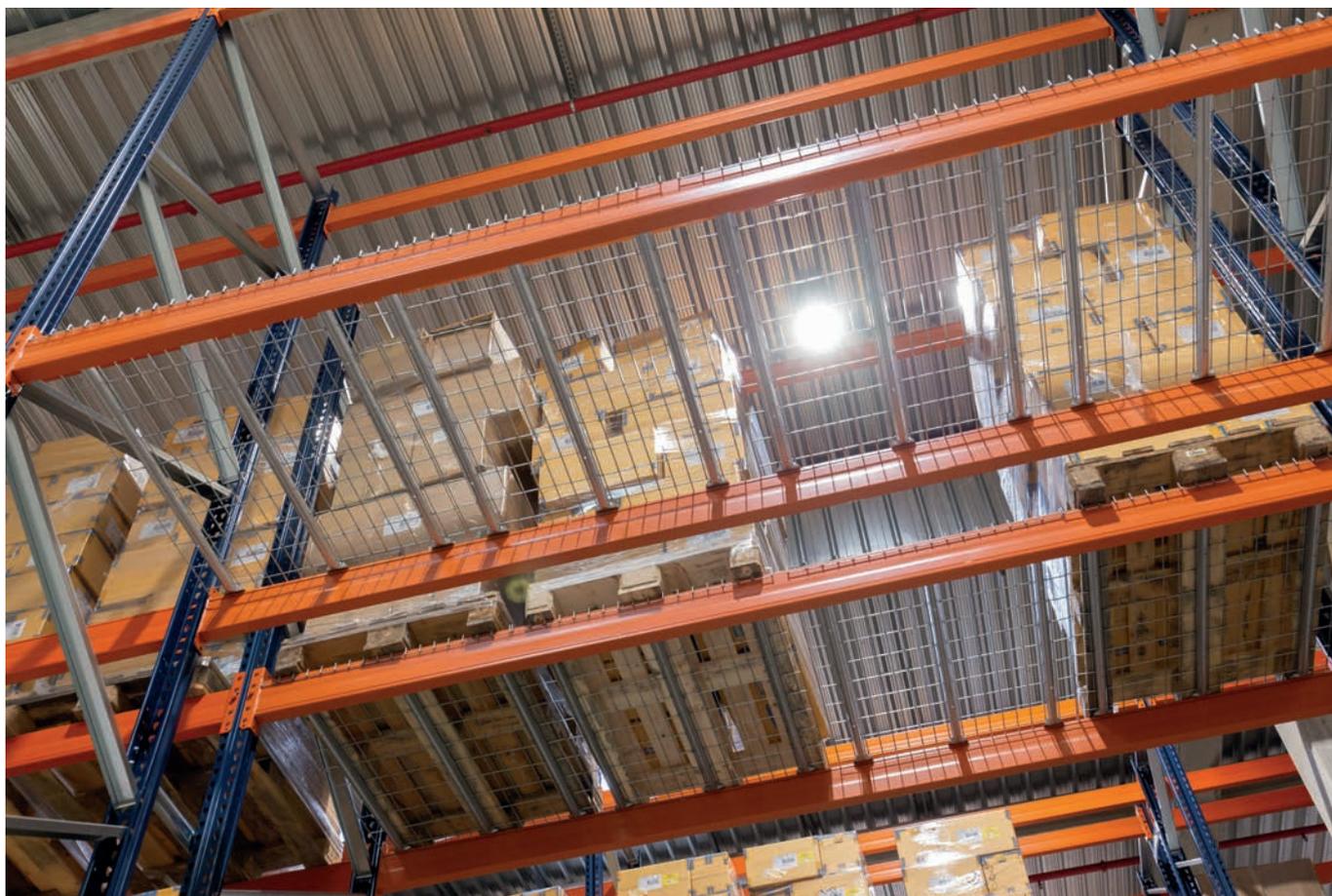
tec4u: Zunächst sind dabei aber meist nicht unerhebliche Investitionen angesagt?

Patrick Oestreich: Zweifellos. Aber diese Investitionen zielen ja auf eine langfristige Betrachtungsweise ab. Wer von Nachhaltigkeit spricht, dann aber nur in Quartalsfristen denkt, der

hat etwas grundsätzlich nicht verstanden. Es geht bei diesem Thema um einen langfristigen Denkhorizont. Dann wird sich in den meisten Fällen zeigen, dass kluge Investitionen sich auf längere Sicht rechnen.

tec4u: Können Sie das an einem Beispiel konkretisieren?

Patrick Oestreich: Die offensichtlichsten Beispiele sind ja diejenigen, die sich um die Investitionen in effizientere Technologien drehen. Da gibt es in vieler Hinsicht enorme Einsparpotenziale, die, wenn man sie klug nutzt, dafür sorgen, dass sich der finanzielle Aufwand mittelfristig in finanziellen Vorteil verwandelt. Um ein Beispiel zu nennen, brauche ich gar nicht weit zu gehen. XPO Logistics selbst ist gerade dabei, die Beleuchtung auf allen fünf Millionen Quadratmetern genutzter Flächen in unseren europäischen Niederlassungen auf intelligente LED-Systeme umzustellen. Entsprechende Sensoren ermitteln dabei die für die Angestellten jeweils optimalen Lichtverhältnisse und passen die Beleuchtung dementsprechend an. Diese Investition rechnet sich finanziell durch die Stromeinsparung schon in einem überschaubaren Zeitraum und verbessert gleichzeitig die Ausleuchtungsqualität an unseren Arbeitsplätzen sowie die Klimabilanz der Unternehmensflächen: Wir schätzen die jährliche CO₂-Einsparung allein durch diese Maßnahme auf 2.200 Tonnen,



vergleichbar mit der CO₂-Absorption von 75.000 Bäumen – ein gutes Beispiel dafür, wie eine Investition Arbeits- und Umweltbedingungen spürbar verbessert und sich durch die Senkung des Energieaufwands selbst gegenfinanziert. Ähnliche umweltrelevante Maßnahmen, die wir in Europa umgesetzt haben, sind die drastische Verringerung der in den Lagern entstehenden Abfälle, die Nutzung alternativer Treibstoffe (Erdgas-Lkw) und die Einführung von Technologien zur Effizienzsteigerung beim Transport.

tec4u: Wo sehen Sie denn generell die Hauptstellschrauben, mit denen die Logistikindustrie von sich aus ihre Nachhaltigkeitsbilanz verbessern kann?

Patrick Oestreich: Am offensichtlichsten ist hierbei natürlich immer die Technologie. Immer schärfere staatliche Regulierungen sorgen dafür, dass Transportmittel umweltfreundlicher werden. Darüber hinaus können Logistikunternehmen aber auch aus eigenem Antrieb intelligente Lösungen ausprobieren oder einführen. Gas- und Elektroantrieb haben in bestimmten Segmenten des Marktes jeweils eigene Vorteile. Reine Elektro-Lkw und Lastenfahrräder beispielsweise sind bekanntermaßen gut für die Belieferung von Innenstädten geeignet. Electric-Highway-Technologien wie die in Erprobung befindlichen Oberleitungstrecken auf Autobahnen könnten eventuell elektrische Fahrzeuge auch auf Langstrecken wirtschaftlich machen. Aber es geht nicht nur um Fahrzeugantriebe, sondern um eine ganzheitliche technologische Überarbeitung aller Elemente der logistischen Supply Chain. Hier kann z.B. ein auf Systemen mit künstlicher Intelligenz basierendes autonom betriebenes Gebäude eine zukunftsweisende Lösung nachhaltiger Lagerung darstellen. Gerade die fortschreitende Automatisierung mithilfe von KI wird in den nächsten Jahren ganz neue Maßstäbe setzen. Wenn etwa autonome Roboter in Lagern und Umschlagzentren viele menschliche Arbeitskräfte ersetzen, entfällt die Notwendigkeit, Ressourcen und Energie verbrauchende Systeme zu installieren, die allein der Sicherheit oder Ergonomie von Menschen am Arbeitsplatz dienen. Auf komplexe Beleuchtungsanlagen kann man dann beispielsweise verzichten, weil Roboter für ihre Arbeit kein Licht benötigen.

tec4u: Und wie sieht es jenseits all der Technologie aus?

Patrick Oestreich: Neben der technologischen Innovation gilt es, sämtliche Prozesse der Logistiksysteme unter Berücksichtigung von ökologischen Gesichtspunkten neu zu denken. Die häufig noch als Inseln gesehenen Elemente der Lieferkette müssen radikal als Ganzheit betrachtet und in wirtschaftliche, aber nachhaltige Lösungen überführt werden. Das bedeutet konkret auch eine Neudefinition der Rollenverteilung unter den Logistikunternehmen. Wer den zersplitterten Verkehr in den Innenstädten und auf der letzten Meile betrachtet, wird schnell zu dem Schluss kommen, dass in diesem

Sektor weiteres Wachstum nicht mehr möglich ist: Jeder neue Player, der in diese Nische vordringen will, verschlimmert eine Situation, die an vielen Orten bereits heute aus der Perspektive der Ökologie und der städtischen Lebensqualität unhaltbar geworden ist. Hier könnten Konzepte der Kooperation helfen, etwa wenn sich verschiedene Unternehmen bestimmte Dienste teilen, sodass nicht zehn Lieferanten ein Quartier bedienen, sondern nur zwei oder drei, die von Güterverteilzentren aus die Innenstädte ansteuern. Jedes einzelne Unternehmen kann so seine speziellen Kompetenzen dort einbringen, wo sie besonders gefragt sind. Im Einzelnen wird dies sicher nicht so einfach gehen wie es klingt, aber mit Kreativität und Intelligenz sollten zumindest einige dieser oder ähnlicher Konzepte realisierbar sein. Ein drittes Betätigungsfeld für die Logistik in Sachen Nachhaltigkeit ist die Überprüfung und Neugestaltung aller Prozesse des Tagesbetriebs. Abläufe, die nicht effizient genug sind, müssen durch nachhaltigere ersetzt werden. Im B2C-Geschäft könnte das beispielsweise bedeuten, weniger Einwegverpackungen zu nutzen. Wer sich unsere heutigen Lieferketten ansieht, wird feststellen, wie viel Abfall und Ausschuss entsteht, der ökologisch nicht mehr vertretbar erscheint. Unser Ziel muss sein, jeden vermeidbaren Ausschuss aus der Wertschöpfungskette zu entfernen.

tec4u: Was erwarten Sie von der Politik, wenn es um die logistischen Facetten der Nachhaltigkeitsstrategie geht?

Patrick Oestreich: Von der Politik sollten wir nicht zu viel erwarten und nicht zu viel verlangen. Die Politik kann und soll nicht alles richten. Die wichtigste Rolle, die ihr zukommt, ist die Schaffung von klaren und verlässlichen Rahmenbedingungen. Hier ist ein zaghaftes und unsicheres Vorgehen ein großes Hindernis für unsere Branche, aber auch für die Wirtschaft als Ganzes. Auf anderen Gebieten ist schlicht ein Weniger an Regulierung segensreich. So sollten vor allem die häufig sehr hohen Eintrittshürden für die Einführung neuer Technologien deutlich gesenkt werden. Wenn wir hier nicht bald zu einer Verbesserung der bestehenden Verhältnisse kommen, werden wir international schnell zurückfallen. Die führende Stellung des Logistikstandorts Deutschland in der Welt wäre dann völlig unnötig verspielt, mit drastischen Folgen für unsere Wirtschaft und unseren Wohlstand. Soweit dürfen wir es nicht kommen lassen.

Smart Commercial Building – wie sich Gebäude und Facility Management neu erfinden

Von Dr.-Ing. Gerhard Gudergan¹
und Alexandra Köther²

Die Immobilienbranche befindet sich im Umbruch – während bisher die energetischen Konzepte, basierend auf der Baukonstruktion, sowie die geografische Lage und die Anbindung an die Infrastruktur maßgeblich den Wert einer Immobilie bestimmten, wird dieser zukünftig über den Digitalisierungsgrad sowie über die immobilienbezogenen Services definiert. Bei der Bemessung des Wertes einer Immobilie wird ein Umdenken einsetzen. Die Digitalisierung der Immobilienwirtschaft birgt große Potenziale, wie zum Beispiel die Steigerung der Gesamtproduktivität der Immobiliennutzung durch mehr Flächenproduktivität sowie die Verbesserung der Nutzungsqualität und -produktivität. Besonders die Nutzer gewerblicher Immobilien können hiervon profitieren. Für Arbeitgeber kann eine attraktive und moderne Arbeitsumgebung in Zeiten des „War for Talents“ zusätzlich einen wesentlichen strategischen Faktor darstellen.

Die Gedankenanstöße der Steigerung von Flächenproduktivität und Steigerung der Nutzenqualität lassen sich auf ganze Quartiere und Städte hochskalieren. Es entstehen Smart-Quartiere und ganze Städte, die höchst effiziente Flächen- und Energiekonzepte aufweisen und – unterstützt durch innovative Mobilitätskonzepte – den Nutzern eine erhöhte Lebens- und Arbeitsqualität bieten.

Flächeneffizienz

Doch warum müssen wir jetzt handeln und möglichst in intelligente Technologien in Gebäude investieren? Ein Grund ist, dass intelligente Gebäude (engl.: Smart Buildings) dazu beitragen, die Effizienz der genutzten Fläche und nicht nur die Energieeffizienz zu erhöhen, um dadurch nachhaltiger mit den Ressourcen umzugehen. Dies wird zum entscheidenden Faktor, da nach einer Studie der vereinigten Nationen im Jahr 2050 fast 70 Prozent der Weltbevölkerung in urbanen Lebensräumen leben werden. Die Herausforderung dabei ist, dass in den meisten Städten

und Regionen [1], der bestehende Immobilienbestand den Großteil der urbanen Fläche bedeckt. Die zunehmende Bevölkerungsdichte muss daher durch vorhandene und neu geplante Immobilien aufgefangen werden. Hierbei müssen sowohl betrieblich genutzte Gebäude als auch Wohngebäude dieser Entwicklung Rechnung tragen und möglichst viele Personen aufnehmen. Gleichzeitig wächst das Bedürfnis der Nutzer, Räume vorzufinden, die mit hoher Aufenthaltsqualität zum Verweilen und Wohlfühlen einladen. Diese beiden sich entgegenstehenden Trends werden noch verstärkt durch die wachsenden Flächenkosten, bestehend aus Eigentums- und Betriebs- sowie Mietkosten, die laut einer Studie des ZIA e. V aktuell bei durchschnittlich 5–20 % der gesamten Unternehmenskosten liegen [2]. Hier leisten Smart Buildings einen signifikanten Beitrag zur Verbesserung der Ressourcennutzung.

Verbesserte Arbeitsbedingungen und Nutzungsqualität: Healthy Building und Gesundheit

Vor allem im geschäftlichen Kontext ist der zweite Grund für die Entwicklung von Smart Buildings jedoch deutlich relevanter. So sind Smart Buildings der Schlüssel für ein gesünderes und zufriedeneres Personal. Dies wiederum hat einen entscheidenden Einfluss auf die Rentabilität der sich im Gebäude befindlichen Unternehmen. Denn durchschnittlich werden 90 % der Unternehmenskosten für Personal aufgewendet [3], wodurch das Personal zur wichtigsten Ressource eines jeden Arbeitgebers wird. Um die gewünschte Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter zu erreichen, ist besonders die physische und psychische Verfassung entscheidend, welche durch die Arbeitsumgebung bestimmt wird. Hier können Technologien von Smart Buildings ansetzen, um die Arbeitsbedingungen massiv zu verbessern: Eine dauerhaft optimale Sauerstoffversorgung, eine an den Biorhythmus angepasste Beleuchtung, die das Wohlbefinden unterstützt und die Leistungsfähigkeit verbessert, eine angenehme Temperierung oder auch digitale Services, die den Arbeitsalltag erleichtern und ein produktiveres Arbeitsverhalten begünstigen, ragen zum physischen und psychischen Wohlbefinden bei. Somit können Smart Buildings die Krankheitstage der Mitarbeiter reduzieren, wie das

Gebäude „The Edge“ in Amsterdam beweist. Besonders gute und anspruchsvolle Arbeitnehmer schätzen zunehmend eine attraktive Arbeitsumgebung, die ein komfortables und modernes Arbeiten ermöglicht. Dies erleichtert wie bereits erwähnt die Personalgewinnung, da vor allem jüngere Generationen verstärkt auf das Image und die Werte des Unternehmens achten und das Gebäude dieses oftmals nach außen trägt.

Wie wird ein Gebäude smart?

Die im Gebäudelebenszyklus und insbesondere in der Nutzungsphase generierten Daten stellen die Basis für den intelligenten Betrieb von Gebäuden und smarter Gebäudeservices dar. Diese Daten laufen auf einer Software-definierten Plattform zusammen, welche den Austausch der Energie-, Nutzer- und Betriebsdaten ermöglicht. Die Plattform dient somit nicht nur als Wissensdatenbank für alle Beteiligten, etwa dem Facility Manager, dem Servicetechniker oder dem Gebäudebetreiber, sondern sie ist auch die Basis für die Nutzung von Technologie des maschinellen Lernens und bildet damit die Voraussetzung für einen wirklich ressourceneffizienten und produktiven Betrieb gemäß der oben dargestellten Ziele. Als Grundlage für eine Informations- und Wissensdatenbank sowie die darauf basierenden Systeme und Services müssen sie Anforderungen an die Konnektivität erfüllen, um mithilfe des Internet of Things einen dynamischen Datenaustausch aller vernetzten Komponenten zu gewährleisten. Die Vernetzung der gebäudetechnischen Komponenten untereinander ermöglicht eine Automation der Anlagentechnik, die die Energieeffizienz und die Produktivität des gesamten Gebäudes maßgeblich erhöht. Die Gebäudeplattform, die stets mit Echtzeitinformationen versorgt wird, ist so in der Lage, den Nutzern smarte Dienstleistungen anzubieten, also datenbasierte Services, die ihre Produktivität verbessern und die Arbeitsorganisation maßgeblich erleichtern [4].

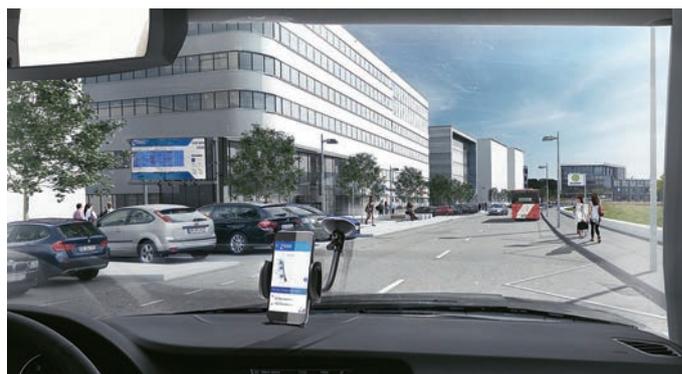
Welche Herausforderungen entstehen bei der Umsetzung von Smart Buildings?

Es beginnt bei den Normen und Richtlinien für die Auslegung von Gebäuden, die auf den bisherigen Erfahrungswerten beruhen und für traditionelle Gebäude ausgelegt sind. Durch die Digitalisierung ergeben sich jedoch neue Rahmenbedingungen, die fortan zu berücksichtigen sind. Es bedarf daher neuer Standards, die die Umstände der Digitalisierung mitbeachten. Eine große Unsicherheit besteht hinsichtlich der Investitionen in digitale Dienstleistungen, da die Mehrwerte und die Amortisationszeit digitaler Services häufig noch unbekannt sind und Referenzprojekte fehlen. Hinzu kommt, dass die digitalen Infrastrukturen, die für die Services benötigt werden, meist noch

nicht den geforderten Sicherheitsansprüchen genügen. Sowohl die Anforderungen an die Gebäudekonstruktion als auch an die zu implementierenden Services sind mit den Stakeholdern im Vorfeld ausführlich zu analysieren. Nur so kann gewährleistet werden, dass die Immobilie den Anforderungen aller Beteiligten gerecht wird. Dabei sind die Anforderungen an eine Immobilie für jede „Persona“, also dem Rollenprofil, individuell. Ein Büro-Mitarbeiter schätzt beispielsweise andere Services am Arbeitsplatz als ein Mitarbeiter im Gesundheitswesen. Ein Facility Manager hat wieder ganz andere Bedürfnisse: Er benötigt Betriebsdaten, Messgrößen, Störungsprotokolle und diese im besten Fall „on demand“ und in Echtzeit. Die Realisierung digitaler Services bedarf neuer Geschäftsmodelle. Ein Mietvertrag beinhaltet möglicherweise nicht länger die klassische Kalt- und Warmmiete, sondern eine Auflistung buchbarer Dienstleistungen. Ebenso wäre ein Membership-Prinzip denkbar, bei dem Mitgliedern je nach Mitgliedschaftsstatus unterschiedliche Dienste zur Verfügung stehen. Eine weitere Möglichkeit besteht in einem „Space as a Service“-Konzept, bei dem die Gebäudeflächen inklusive nutzerorientierter Services in Form einer Dienstleistung angeboten werden; darüber hinaus sind Flatrate-Lösungen denkbar. Um digitale Services gebündelt anbieten zu können, sind Kooperationen mit Drittanbietern notwendig, die die jeweiligen Dienstleistungen realisieren können. Hierdurch wird ein neues Ökosystem rund um die digitale Immobilie entstehen, in dem es sich zukünftig zu positionieren gilt.

Wie sollten wir vorgehen?

Um digitale Gebäude zu errichten und Bestandsimmobilien erfolgreich zu digitalisieren, sollten folgende Schritte unbedingt berücksichtigt werden: Zunächst bedarf es sicherlich eines strukturierten Anforderungsmanagements: Hier sind alle Stakeholder zusammenzuführen, um in Workshops die jeweiligen Bedürfnisse und daraus resultierenden Anforderungen zu identifizieren. Dies geschieht zum Beispiel in Form einer Customer Journey – dieser Begriff stammt aus dem Marketing und beschreibt das typische Kundenverhalten bzw. -vorgehen im Hinblick auf ein Produkt. Im Immobilienkontext bedeutet dies den Tagesablauf eines Gebäudenutzers zu betrachten – begonnen bei der Anreise (siehe Abbildung) bis hin zur Abreise.



Anfahrt auf RWTH Aachen Campus – digital [5]
Bildquelle: Denis Krechting, Metropolitan Cities MC GmbH

Anschließend ist es wichtig, die Anforderungen in Funktionen und insbesondere digitale Services zu übersetzen. Viele Technologien sind prädestiniert für bestimmte Anwendungsfälle und nicht für alle Szenarien geeignet. Daher ist abzuwägen, welche Technologie für welchen Anwendungsfall zum Einsatz kommt und welche Vor- und Nachteile dies birgt.

Zur Umsetzung des Konzepts des Smart Buildings sowie zur Analyse des Gebäudebetriebes werden Daten benötigt. Es sind daher Datensammelpunkte einzurichten, welche die benötigten Daten generieren und an das jeweilige System weiterleiten. Hierbei sollte im Vorfeld festgelegt werden, in welcher Qualität und Frequenz die Daten tatsächlich benötigt werden. Jeder Sensor bedarf einer regelmäßigen Wartung und verbraucht Energie, weshalb nur so viel Sensorik installiert werden sollte, wie tatsächlich benötigt wird.

Möchte man digitale Dienste integrieren, so ist zusätzlich unbedingt auf die IT-Sicherheit zu achten. Zur heutigen Zeit bezieht sich das Thema Diebstahl- und Einbruchschutz nicht ausschließlich auf die materiellen Güter, sondern ganz besonders auf die immateriellen.

Daher baut das Center Smart Commercial Building am Standort auf dem RWTH Aachen Campus eine Smart-Building-Plattform aus, die verschiedenste Komponenten aus dem Bereich der Gebäudetechnik integriert. Damit wird es möglich, die entsprechenden Standards zu entwickeln, mit deren Hilfe eine einfache Integration in neue Gebäude möglich wird.

Mithilfe von Studien und Expertisen werden der Bedarf von Nutzern in funktionierende Geschäftsmodelle und technische Anforderungen übertragen, etwa 2020 mit der Studie Digital Customer-Centric Building. Zudem ist in diesem jungen Arbeitsfeld die Ausbildung von Fach- und Führungskräften essenziell. Daher entwickelt das Center Smart Commercial Building gemeinsam mit der International Academy der RWTH Aachen und den Partnern des Centers ein Weiterbildungsprogramm, den „Digital Real Estate Manager“, der das nötige Wissen, die relevanten Methoden und die wichtigsten technologischen Fähigkeiten für Facility-, Property- und Asset-Manager vermittelt.

Nun heißt es anfangen und ausprobieren. Die modernste Infrastruktur Europas, bei der mit 5G und WiFi-6.0-Technologie die Konnektivität von morgen erleb- und testbar wird, entsteht gerade auf dem RWTH Aachen Campus im Campus Boulevard 55. Hier und mit den Partnern des Centers Smart Commercial Building entsteht die Smart-Building-Plattform, in der Komponenten unterschiedlichster Gewerke und Dienste zusammengeführt werden können. Der Vision, dass ein Smart Building Teil eines Smart Quartiers und einer Smart City ist, trägt das Center über die Verbindung zur Initiative „Metropolitan Cities“ (www.metropolitan-cities.de) in besonderer Weise Rechnung.

Projektentwickler, Immobilieninvestoren, -betreiber, -planer sowie Technologieanbieter und Softwareunternehmen sind herzlich eingeladen, Teil einer gemeinsamen Erfolgsgeschichte zu werden. Das Center Smart Commercial Building geht mit gutem Beispiel mit dem eigenen Gebäude voran und fängt bei sich selbst an. Der Herausforderung einer flexiblen Arbeitsplatzbelegung entgegenet das Center beispielsweise mit der Ausstattung von Leuchtmitteln mit Sensorik, die in der Lage ist, die aktuellen Raum- und Arbeitsplatzbelegungen zu analysieren. So werden Engpässe bei der Suche von eigentlich flexibel wählbaren Arbeitsplätzen vermieden und die Produktivität der eigenen Flächen signifikant gesteigert.

Literaturverzeichnis

- [1] „Bevölkerungsdichte (Einwohner je km² in Deutschland nach Bundesländern zum 31. Dezember 2017“, Statista 2018, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1242/umfrage/bevoelkerungsdichte-in-deutschland-nach-bundeslaendern>
- [2] „Herausforderungen des Corporate Real Estate Managements im Strukturwandel“, Gutachten im Auftrag des Zentraler Immobilien Ausschuss ZIA e.V., 2019
- [3] WGBg. – Health, Wellbeing & Productivity in Offices, September 2014
- [4] Arbeitskreis Smart Service Welt / acatech (Hrs): Smart Service Welt – Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft. Abschlussbericht, Berlin, März 2015
- [5] Center Smart Commercial Building – eigene Darstellung

¹ Center Smart Commercial Building und Metropolitan Cities MC GmbH

² Center Smart Commercial Building,



„Ingenieure retten die Erde“

*Die ökologische Transformation unserer Lebens- und Wirtschaftsverhältnisse erfordert von den Ingenieuren den Mut, technologisches und organisatorisches Neuland zu betreten. Das frühe Ausprobieren fortschrittlicher Konzepte auf diesen Sektoren ist Sinn und Zweck des Vereins „Ingenieure retten die Erde“. Dessen Gründer und Vorsitzender, **Prof. Dr.-Ing. Achim Kampker**, erläutert im folgenden Beitrag Zielsetzung und Perspektiven dieser Initiative.*



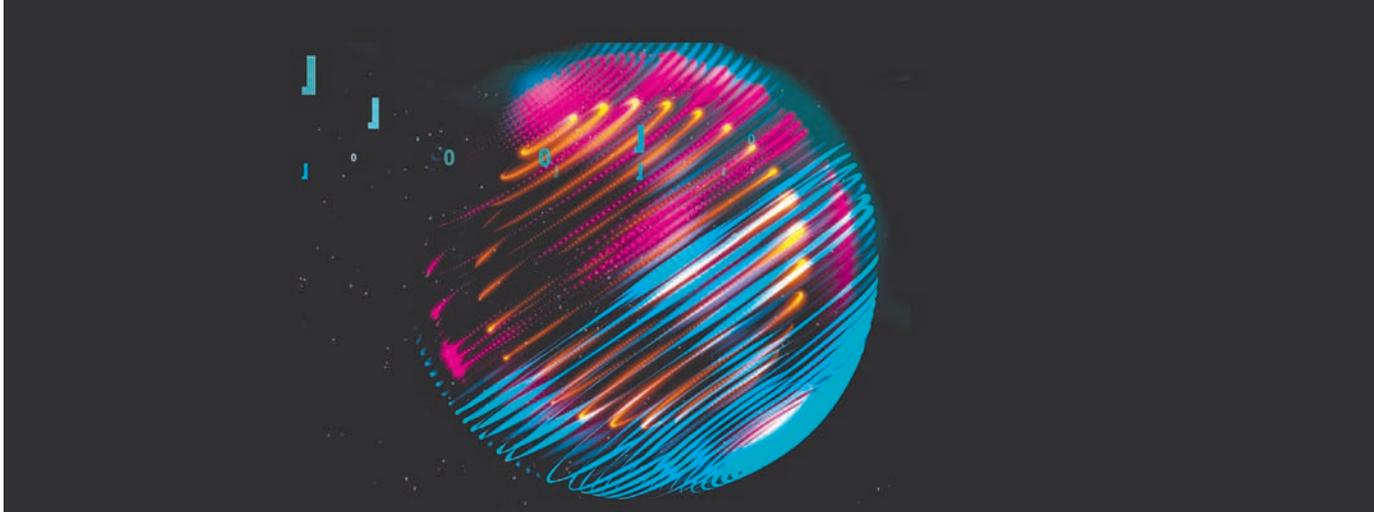
Der Verein Ingenieure retten die Erde hat sich das Ziel gesetzt, nicht nur über die notwendigen Änderungen mit Blick auf die Erderwärmung und sonstige Umweltprobleme zu reden, sondern Taten folgen zu lassen. Ich möchte nicht mit dem Finger auf andere zeigen und sagen: Ihr seid schuld, ihr Konzernmanager oder Politiker. Ich versuche lieber, selbst anzupacken und die Ingenieure zu motivieren. Deshalb habe ich den Verein gegründet. Offen ist er für alle, nicht nur Ingenieure. Kern der Arbeit ist die Erschaffung einer Modellstadt, in der alle benötigten Ressourcen auf dem gleichen geografischen Gebiet produziert werden. Dies betrifft insbesondere Energie, Wasser und Lebensmittel, Mobilität und weitere dazu benötigte Infrastruktur, inklusive der Gebäude und Vegetation. Wir haben verschiedene Bausteine definiert, die dabei helfen, einzelne Bereiche in einer Stadt oder einem Viertel umzubauen. Man stülpt also nicht das ganze Modell über eine Stadt, sondern konstruiert einzelne Bereiche neu.

Der Name „Ingenieure retten die Erde“ mag zwar auf der einen Seite ein Stück weit provokant gewählt erscheinen. Warum nur Ingenieure? Aber es ist eben nicht gemeint „nur Ingenieure“, sondern eine Verpflichtung für uns Ingenieure. Wenn ich meinen Appell an die Ingenieure richte, liegt es daran, dass ich selbst einer bin. Wir können mehr. Doch leider ist es bis heute so, dass wir mehr reden als handeln. Aber uns läuft die Zeit davon. Dennoch will ich eine positive Aufbruchsstimmung erreichen, denn es ist sicher klug, weder in Panik zu verfallen noch eine Anti-Stimmung zu verbreiten. Es ist ja nicht so, dass die von Ingenieuren entwickelte Technik unserer Erde nur Schaden zugefügt hätte. Fest steht aber auch, dass wir Ingenieure – wie viele andere Gruppen auch – bislang unser Potenzial dessen, was wir für die Welt tun können, noch nicht eingelöst haben. Der Vorteil ist, dass wir Ingenieure an vielen Stellen sitzen, an denen wir die Dinge bewegen können. Wenn wir dort unseren Beitrag leisten, bin ich zuversichtlich, dass sich schnell andere anschließen. Mein Eindruck über viele Jahre ist der, dass wir als Ingenieure quasi alles was möglich ist gemacht haben, und das nach dem Motto „höher schneller weiter“. Und jetzt ist es an der Zeit, dass wir das nochmals hinterfragen. Das ist der eine Teil des Vereins, sollten wir nicht den Ingenieuren eine Philosophie geben und überlegen, in welchem Dienst wir als Ingenieure stehen? Ich bin der festen Überzeugung, dass es der Dienst der Nachhaltigkeit sein sollte. So wie Ärzte den ethischen Konsens formulieren, das Leben eines Menschen zu retten, brauchen wir für Ingenieure

ebenfalls eine übergeordnete Philosophie – nämlich den Erhalt der Erde. Darauf sollten wir mit allem, was wir tun, hinarbeiten.

Mobilität

Nehmen Sie das Beispiel Mobilität: Bedeutet es tatsächlich Freiheit, wenn ich in einer großen vollen Stadt ein großes, schweres Auto besitze und dieses benutze, um von A nach B zu kommen? Hier ist es sinnvoll, die Mobilität im urbanen Raum so zu gestalten, dass andere Verkehrsmittel wie das Fahrrad gefördert werden. Das wird der Besitzer eines noch recht neuen Dieselfahrzeugs vielleicht zunächst einmal als Rückschritt betrachten. Lässt er sich aber einmal darauf ein, wird auch er erkennen, dass er mit den ressourcenschonenden Alternativen zum Auto nicht nur gesünder und ökologischer lebt, sondern im Zweifel auch schneller unterwegs ist. Worauf es überall ankommt, ist die Entwicklung von Techniken, die dafür sorgen, dass wir weniger Ressourcen verbrauchen. Das konkrete Gegenbeispiel ist der Rebound-Effekt im Automobilbereich durch den neuen Markttrend SUVs, der dazu führt, dass das durch Ingenieursleistung erzielte Einsparpotenzial von Verbrenner-Fahrzeugen über die letzten Jahre mit dem hohen Gewicht von SUVs komplett zunichte ge-



macht wird. Es gibt diese Geschichte vom Ende des 19. Jahrhunderts, als den Leuten die Pferdekutschen zu langsam wurden. Auf die Frage, was sie sich denn wünschen würden, sagten sie: schnellere Pferde. Auf die Idee, dass es einmal ein Auto geben könnte, kamen sie nicht. So ist das auch heute noch. Bei der Elektromobilität, aber auch bei alternativen Mobilitätsangeboten. Umso wichtiger ist es, Räume zu schaffen, in denen neues Denken gefördert und die Fantasie angeregt wird, um dann neue Dinge auszuprobieren. Mit diesen Ideen mag man dann auch mal danebenliegen, aber ohne das Ausprobieren werden wir nicht auf die Lösungen kommen, die wir heute sehr dringend benötigen.

Ausblick

Mit mehreren Städten und Gemeinden überall in Deutschland verhandeln wir zurzeit über die Umsetzung nachhaltiger Stadtteile, in Baden-Württemberg wird die Innenstadt von Backnang neu und ökologisch geplant. Ein weiteres Projekt konkretisiert sich im Braunkohleland NRW. Bereits im ersten Quartal 2020 werden wir mit unserem RWTH-Spin-Off PEM Motion und diversen Partnern im Gewerbegebiet Avantis mittelfristig ein umfassendes Kompetenzzentrum und Innovationsnetzwerk für

nachhaltige Mobilität und Logistik aufbauen. Dort sind die Bedingungen ideal, ein Humanotop in einem kleinen Rahmen zu realisieren. Für die Mitarbeiter der beteiligten Unternehmen ist ein Mobilitätsmix aus Velocity-Stationen, Ladesäulen für elektrische Fahrzeuge, Pool E-Motorrollern und E-Fahrzeugen, Carsharing und ÖPNV geplant. Autonome Fahrdienste werden folgen. Unseren gesamten Strombedarf werden wir nachhaltig durch eine Photovoltaikanlage erzeugen. Über eine beabsichtigte Kooperation mit der Ökologischen Wissensakademie (ÖWA) in Hamburg und einer Lüneburger Forscherin werden wir hinter dem Gebäude im Gewerbegebiet auf einer Fläche von einem Hektar Größe Landwirtschaftsforschung betreiben und konventionelle Landwirtschaft mit ökologischer vergleichen. Es ist ein langer Weg, den wir alle zu gehen haben, aber das Schöne daran ist, es ist machbar. Wir stehen nicht auf verlorenem Posten, es ist nicht alles verloren. Wir müssen einfach mal anfangen, und das tue ich jetzt.

Prof. Dr.-Ing. Achim Kampker ist Universitätsprofessor an der RWTH Aachen, wo er 2014 den Lehrstuhl Production Engineering of E-Mobility Components (PEM) gründete. Zugleich ist er Gründer und Vorsitzender des Vereins „Ingenieure retten die Erde“ sowie Mitgründer und bis April 2019 Geschäftsführer der StreetScooter GmbH.



„Der Mensch im Mittelpunkt aller Politik“

Die Umwelt- und Klimapolitik führte in den letzten Jahren zu einer stetig wachsenden Lenkungsaktivität der staatlichen Organe. Bedeutet Umweltschutz aber tatsächlich automatisch eine Annäherung an die Planwirtschaft? Wie behalten wir in dieser Situation unsere individuelle und ökonomische Freiheit? Oder müssen wir die Marktwirtschaft opfern? Im Interview mit tec4u plädiert Prof. Dr. Stefan Kooths, Leiter des Prognosezentrums am Institut für Weltwirtschaft in Kiel, für eine Rückbesinnung auf die Erfolge der Marktwirtschaft bei der Bewältigung unserer ökologischen Herausforderungen.

tec4u: Herr Professor Kooths, wenn man sich die politische Reaktion in Deutschland und Europa auf die Klimaproblematik ansieht – zusätzliche Steuern, mehr Regulierungen und eine Wende nach der anderen – müssen wir da nicht um die wirtschaftliche (und damit immer auch allgemein die individuelle) Freiheit fürchten? Macht Ihnen das Sorgen?

Stefan Kooths: Das macht mir in der Tat Sorgen, aber man muss darüber auch nicht verzweifeln. Es stimmt, dass wir eine zunehmende Lenkung und Bürokratisierung vieler Bereiche des Lebens erfahren. Und das wird sich wohl in den nächsten Jahren noch verstärken. Die staatlichen Eingriffe in die individuelle Lebensführung und die Nutzung privaten Eigentums vollziehen sich vor allem über Abgaben und Regulierungen. Beides beschneidet die individuelle Freiheit, beides behindert auch die ökonomische Freiheit, weil es die unternehmerischen Marktteilnehmer zu ganz bestimmten Entscheidungen veranlasst, die sie in ihrem eigenen Interesse und dem ihrer Kunden (deren

Wünsche und Bedürfnisse sie ja mit ihrem Geschäftsmodell befriedigen) so nicht treffen würden. Im schlimmsten Fall kann es ökonomische Aktivität auch gänzlich abwürgen. Der Wettbewerb, also die zentrale Antriebswelle der freien Marktwirtschaft, wird damit ausgehebelt. Das gefährdet den Wohlstand im Land, der ja nicht deshalb wichtig ist, damit die viel gescholtenen Reichen unbedingt ihre Yachten behalten können, sondern weil er die Voraussetzung dafür ist, dass wir die vielen Aufgaben in unserer Gesellschaft meistern können: die Versorgung kranker und alter Menschen, Konsummöglichkeiten für breite Bevölkerungsschichten, eine leistungsfähige Infrastruktur (von Straßen und Schienen über leistungsfähige Stromnetze bis hin zu einer modernen Informations- und Kommunikationslandschaft), ein erstklassiges Bildungssystem und die Gewährleistung von Sicherheit nach Innen und Außen. All das steht auf dem Spiel.

tec4u: Und trotzdem verzweifeln Sie nicht?

Stefan Kooths: Nein, denn mir ist nicht bange, dass die Bürger den Wert der Freiheit auf Dauer verkennen. Hier spielen immer auch politische



Modewellen eine Rolle, die das Mainstream-Pendel zwischen Deregulierung und Interventionismus hin- und herreiben. Oft hilft zwar nur pathologisches Lernen – also aus Schaden klug zu werden –, aber mit zunehmender Bevormundung dürften die unangenehmen Seiten des Nanny-Staates immer deutlicher hervortreten und politische Gegenbewegungen in Gang setzen. Es gibt beispielsweise heute schon Nettoabwanderung von Hochqualifizierten aus Deutschland. Wenn der Umverteilungsstaat den Bogen überspannt, werden noch mehr Menschen mit den Füßen abstimmen und auf diese Weise eine Politikkorrektur herbeiführen. Kluge Politik lässt es gar nicht erst soweit kommen. Und hierzu kann die ökonomische Wissenschaft einen Beitrag leisten, indem sie die Grundlagen unseres Wohlstands immer und immer wieder geduldig erklärt – nicht nur einzelnen Politikern, sondern vor allem auch der breiten Öffentlichkeit.

tec4u: Sind Sie da nicht vielleicht doch etwas zu optimistisch?

Stefan Kooths: Mag sein, aber mein Optimismus gründet sich ja nicht in einem diffusen Glauben an eine liberale Weltordnung. Wenn man das Visier öffnet und längere Zeiträume in den Blick nimmt, haben sich freiheitliche Systeme auf die Dauer durchgesetzt. Wer beobachtet, wie die Menschen konkret reagieren, wenn sie mit Eingriffen in ihre Lebensumstände konfrontiert werden, kann das immer wieder feststellen: Im Abstrakten finden viele Ziele, die sich der Interventionismus auf die Fahnen schreibt, große Zustimmung. Wenn es dann konkret wird und die Menschen erkennen, was das für ihren Alltag bedeutet, kehrt oft Ernüchterung ein. Das gilt derzeit auch für die Klimapolitik.

tec4u: Damit geraten Sie aber jetzt in die Schusslinie jener, die ja gerade dies als eine verwerfliche menschliche Eigenschaft ansehen, die es durch staatliche Lenkung zu neutralisieren gilt: Der Eigennutz des Menschen erhebt sich über die Anforderungen der Natur.

Stefan Kooths: Die Natur als solche hat keine Anforderungen. Natur wird es immer geben, die Frage ist nur, ob sie für die Belange des Menschen

günstig ist oder nicht und inwiefern der Mensch das beeinflussen kann. Es geht in der Klimapolitik darum, den Lebensbedingungen der nächsten Generation Rechnung zu tragen. Es geht also nicht um Mensch gegen Natur, sondern um Gegenwarts- versus Zukunftskonsum. Ein marktwirtschaftliches Vorgehen hat dabei zwei Vorteile: Zum einen werden die Kosten zum Erreichen der politischen Ziele so gering wie möglich gehalten, zum anderen werden die Kosten überhaupt erst transparent. Und nur dann kann eine sinnvolle Debatte im politischen Raum über Emissionsgrenzen geführt werden. Die Bepreisung von CO₂-Emissionen leistet genau das. Alles, was darüber hinausgeht, verschleiert die wahren Kosten der Klimapolitik und treibt sie zudem unnötig in die Höhe. Für eine „koste es, was es wolle“-Politik sehe ich derzeit keine Mehrheiten. Das darf man dann aber nicht der Marktwirtschaft zur Last legen, ebenso wenig, wie man den Überbringer schlechter Nachrichten bestrafen sollte. Wie so oft wird man bei widerstreitenden Interessen das Optimum selten in den Extremen finden.

tec4u: Halten Sie denn Klimaschützer für Extremisten?

Stefan Kooths: Nein. Allein schon deshalb nicht, weil es „die“ Klimaschützer nicht gibt, sondern auch hier die Bandbreite groß ist. Allerdings sollte man mit dem derzeit in Mode kommenden Ausrufen des Klimanotstands vorsichtig sein. Bei einem Notstand werden demokratische Mitwirkungsrechte bewusst eingeschränkt. Wer das Wohl nicht länger im demokratischen Meinungsstreit, sondern in der Führung von Experten sieht – keine neue Idee, wie wir seit Platon wissen –, wandelt auf gefährlichem Grund. Auch müssen sich diejenigen, die einem Banner wie „Burn capitalism, not coal“ hinterherlaufen, fragen lassen, ob sie sich nicht für Ziele instrumentalisieren lassen, die mit Klimaschutz nichts mehr zu tun haben. Denn es gibt extremistische Gruppen, die mit dem Klimaschutz einen Vorwand gefunden haben, um ihrer angestaubten Fundamentalkritik am kapitalistischen System neues Leben einzuhauchen. Denen sollte man nicht auf den Leim gehen. Und auch den Interventionisten nicht, die über die Bepreisung von Umweltgütern hinaus Klimaziele mit Rationierung, Quotierung, Verboten und Geboten zu erreichen suchen. Das sind untaugliche Instrumente aus dem Arsenal der Zentralverwaltungswirtschaft.

tec4u: Sie sind sich also sicher, dass eine freie Wirtschaft besser mit einer gesellschaftlichen Krise fertig wird als eine zentrale Planwirtschaft.

Stefan Kooths: Absolut. Die über eine freiheitlich-marktwirtschaftliche Ordnung freiwerdenden Kräfte sind unschlagbar. Gegen neue Probleme helfen vor allem neue Ideen, die zu neuen Technologien führen. Das gilt in der Emissionsvermeidung in besonderem Maße, bei der ja ein globales Phänomen adressiert werden soll. Interventionismus und Verzichtübungen müssten weltweit über die Regierungen koordiniert werden – dazu wird es aller Voraussicht nicht kommen, weil die Entwicklungs- und Schwellenländer dabei nicht mitmachen. Erst wenn emissionsfreie Energiequellen billiger sind als fossile, braucht man sich um ihre weltweite Verbreitung keinen Kopf mehr zu machen. Und wenn Sie es eine Nummer kleiner haben wollen: Wir haben ja in Deutschland selbst ein hervorragendes Beispiel für den Systemvergleich geliefert (und Korea tut es heute noch).

Die nun wirklich als gesellschaftliche Megakrise anzusehende Situation nach dem Zusammenbruch Deutschlands im zweiten Weltkrieg hat eindeutig die Marktwirtschaft von Ludwig Erhard besser gemeistert als die sozialistische Planwirtschaft des Walter Ulbricht.

tec4u: Woran liegt es denn, dass der Kapitalismus dem Sozialismus überlegen ist?

Stefan Kooths: Das hat viele Gründe, die zusammenwirken. Ganz entscheidend ist dabei die soziale Informationsverarbeitung – was zunächst recht abstrakt klingt. Moderne Gesellschaften sind aber von einer geradezu atemberaubenden Komplexität, die eine enorme Koordinationsleistung der vielen am arbeitsteiligen Prozess mitwirkenden Akteure erfordert. Menschen, die ihre Wünsche und Bedürfnisse befriedigen wollen, tun dies auf ganz individuelle Weise, so dass wir es mit Abermillionen sehr unterschiedlichen Konsumenten zu tun haben. Zugleich verfügen die Menschen über individuelle Fähigkeiten und Wünsche in ihrer Rolle als Arbeitskräfte. Um all diesen Bedürfnissen gerecht zu werden, muss der zentrale Planer ihr Verhalten und ihre Prioritäten einschätzen. Schließlich lässt sich niemals jeder einzelne Wunsch erfüllen. Genau deshalb „wirtschaften“ wir ja: Wir trennen wichtiges von weniger wichtigem und entscheiden dann, wofür knappe Ressourcen eingesetzt werden sollen und wofür nicht. Genau daran scheitern staatliche Planbürokratien regelmäßig, weil sie die relevanten Informationen über die Präferenzen der Menschen nicht kennen. (Zudem haben die Akteure im Staatsapparat immer auch eigene Interessen, sie sind daher nicht automatisch Diener des „Gemeinwohls“.) In der freien Marktwirtschaft kommt die Befriedigung der Bedürfnisse durch die vielen Einzelentscheidungen der Individuen zustande. Die Prioritäten der Menschen müssen nicht an den runden Tischen der Kommandowirtschaft erraten werden, sondern sie werden direkt ablesbar an den Preissignalen am freien Markt. Je mehr ein Verbraucher für ein Gut zu bezahlen bereit ist, desto höher ist der Stellenwert, den er dem Gut beimisst. So beeinflusst der Einzelne über seine Entscheidungen die Bedürfnisbefriedigung für alle. Je größer zudem die Zahl der Wahlmöglichkeiten, desto feiner das Raster für die Möglichkeiten zur Erfüllung der Wünsche des Einzelnen. Der Planbürokratie fehlen die Informationen der Relativpreissignale. Dort kennt man nur Verrechnungspreise, die die Informationen, auf die es ankommt, gerade nicht aus dem sozialen Gefüge extrahieren können und daher inhaltsleer sind. Leider gibt es auch in grundsätzlich marktwirtschaftlichen Ländern immer wieder Rückfälle

in Form von staatlichen Eingriffen in das Preissystem, denken Sie etwa an Mindestlöhne und Mietpreisdeckel. Hier beginnt sich die Preisinformation, die den Verbraucherwunsch quantifiziert, bereits zu verwischen. Aus welchen Gründen auch immer Preise künstlich beeinflusst werden – solche dirigistischen Maßnahmen zerstören die Aussagekraft der Preise über die Prioritäten der Menschen.

tec4u: Ihre Kritiker würden wohl fragen: Aber ist das Marktgeschehen mit den Millionen von Teilnehmern nicht einfach nur chaotisch? Und erfordert nicht eine zielgerichtete Politik eine gewisse Steuerung?

Stefan Kooths: Das kommt darauf an, was unter „gewisse“ gemeint ist und wer am Ende steuert. Es ist ein Missverständnis, dass das Marktgeschehen chaotisch ist. Es handelt sich um eine sich selbst steuernde Kooperation von Millionen Akteuren, die hoch komplex ist und vom Einzelnen auch gar nicht bewusst wahrgenommen wird. Jeder individuelle Akteur beeinflusst mit seinen Entscheidungen das Marktgeschehen, aber als einer von Millionen anderer Akteure. Im Ergebnis findet der Konsument im Supermarkt Produkte, die in ihrer Qualität, Stückelung, Verpackung und so weiter seinen Wünschen umso mehr entsprechen, je variantenreicher das Angebot ist. Dass Sie heute in einem Supermarkt meist genau die Milchpackung bekommen, die Sie wünschen (Verpackungsart, Inhaltmenge, Haltbarkeitsfrist, Fettgehalt etc.), ist das Ergebnis einer abstrakten Marktregeln gehorchenden, komplexen, aber eben nicht chaotischen Kooperation von Mitspielern, die über ihr Kauf- und Produktionsverhalten den Preis bestimmen und damit eine Information über ihre Prioritäten in den Markt geben. Das Milchregal ist jedenfalls kein Hort des Chaos.

tec4u: Nun wird ja aber argumentiert, dass angesichts der Umweltprobleme der Einzelne nicht mehr einfach so nach Lust und Laune seine Entscheidungen treffen dürfe, sondern staatliche Organisationen die Umweltziele durch zentrale Lenkungsmaßnahmen durchsetzen sollten.

Stefan Kooths: Es kommt dabei auf den Grad der Lenkung an. Märkte beruhen auf Eigentumsrechten. Daher kann man bestimmte natürliche Ressourcen auch am besten dadurch sparsam bewirtschaften, indem man sie mit Eigentumsrechten – z. B. Emissionszertifikaten – zum Gegenstand marktwirtschaftlicher Dispositionen macht. Aber wenn wir unsere freie Gesellschaft erhalten wollen, müssen wir auch die ökonomische Freiheit erhalten. Und wir sind dann wieder bei der Frage angelangt, die wir schon beantwortet haben: Welche Wirtschaftsform wird den Bedürfnissen der Menschen (und Umweltschutz wird meiner Einschätzung nach von fast allen Menschen als Bedürfnis hoher Priorität eingestuft) am besten gerecht? Ich glaube nicht, dass wir dem Umweltschutz einen Dienst erweisen, wenn wir ihn über die Köpfe der Betroffenen hinweg verordnen. Gegen den Willen der Menschen werden wir keine nachhaltige Gesellschaft aufbauen. Der Markt ist auch hier das erfolgreichere Instrument zur Erfüllung der Wünsche der Einzelnen. Wenn Sie das Niveau an Umweltbewahrung und -schonung (übrigens auch der Ressourcenschonung) in den marktwirtschaftlich verfassten Ländern mit dem der zentralplanerisch strukturierten vergleichen, haben Sie diesbezüglich keine Fragen mehr, das ist buchstäblich mit Händen zu greifen.

tec4u: Wie sollen wir dann die Bürger in die Umweltpolitik mit einbeziehen, ohne sie unter das Joch der zentralen Planung zu zwingen?

Stefan Kooths: Das A und O ist ehrliche und offene Information. Die Willensbildung muss vom Verbraucher getragen werden, und er hat am Ende die Entscheidungsgewalt. Es darf keine unredliche Beeinflussung geben, die auf staats- oder parteiorientierten Ideologien beruht. Die Menschen müssen sich informieren können, auf dieser Basis ihre Prioritäten setzen und anschließend mit ihren Entscheidungen den Weg der Befriedigung auch der Umweltbedürfnisse weisen. Im politischen Raum entscheiden die Bürger dann z. B. über die Gesamtmenge an Emissionen, über ihren konkreten Lebensstil entscheiden sie aber weiterhin selbst – nur halt unter dann geänderten Preissignalen, in die nun auch die Märkte für Umweltgüter einfließen.

tec4u: Wenn die Menschen nun aber partout nicht einsehen wollen, dass diese oder jene Maßnahme notwendig ist?

Stefan Kooths: Wenn Sie Millionen Menschen nicht von der Notwendigkeit einer Maßnahme überzeugen können, liegt da nicht der Gedanke nahe, dass sie so notwendig dann doch auch wieder nicht sein kann? Im Mittelpunkt aller Politik muss der individuelle Mensch stehen. Und wenn Sie den nicht überzeugen, liegen Sie eben neben den Prioritäten und werden vom Markt abgestraft. Es sei denn, Sie wollen eine Kommandowirtschaft. Die Geschichte hat aber gezeigt, dass die Menschen diese auf die Dauer nicht ertragen.

Prof. Dr. Stefan Kooths (50) leitet das Prognosezentrum am Institut für Weltwirtschaft in Kiel, lehrt Entrepreneurial Economics an der University of Applied Sciences Europe in Berlin und ist Vorsitzender der Hayek-Gesellschaft.

Klimaschutzstandort Nordrhein-Westfalen

Nordrhein-Westfalen hat sich in den letzten Jahren zu einem der wichtigsten Zentren von Forschung und Praxis unterschiedlichster Aspekte des Klimaschutzes in Deutschland entwickelt. Prof. Dr. Andreas Pinkwart, Minister für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie in der nordrhein-westfälischen Landesregierung, äußerte sich gegenüber tec4u zu den weiteren Perspektiven und Handlungsoptionen auf diesem Gebiet.

tec4u: Herr Minister Pinkwart, auf welchen Feldern des Klimaschutzes sehen Sie kurz- und mittelfristig den größten Bedarf an Innovation?

Andreas Pinkwart: Klimaschutz ist ein zentrales Innovationsfeld: Hier sehe ich etwa bei der Industrie einen großen Bedarf an innovativen Ansätzen, um bis 2050 weitgehend klimaneutral produzieren zu können. Die Industrie hat schon vieles erreicht und seit 1990 ihren Treibhausgasausstoß um über 40 Prozent gesenkt. Um das Ziel einer weitgehenden Klimaneutralität bis 2050 zu erreichen, sind noch tiefgreifende Innovations-sprünge notwendig. Als Landesregierung unterstützen wir diese Entwicklung nach Kräften. Mit der Initiative IN4climate.NRW arbeiten wir gemeinsam mit der Industrie und der Wissenschaft daran, die benötigten innovativen Ansätze zu entwickeln und vor allem auch in die Anwendung zu bringen. Dies versuchen wir beim kürzlich gestarteten Spitzencluster Industrielle Innovationen, kurz: SPIN. Das Cluster bietet Unternehmen aus dem traditionell industriell geprägten Ruhrgebiet eine Plattform, um die Entwicklung von Technologien, Verfahren und Produkten voranzutreiben.

Innovationen spielen aber auch in anderen Feldern eine wichtige Rolle, etwa beim Energienetz der Zukunft. Die smarte und klimafreundliche Energieversorgung von Quartieren wird immer mehr zur Realität. Ziel ist, Städte durch die intelligente Verbindung der

Sektoren Strom, Wärme und Mobilität zu Energieproduzenten zu entwickeln. Solche urbanen Energielösungen sind ein entscheidender Baustein zur Umsetzung der Energiewende.

Außerdem würde ich noch ein drittes Feld nennen: Die Weiterentwicklung alternativer Antriebe. Hier gilt es, die Batterietechnologie für reine E-Fahrzeuge und die dazugehörige Ladeinfrastruktur, Brennstoffzellenantriebe sowie das Potenzial synthetischer Kraftstoffe schnell weiterzuentwickeln, damit wir die Emissionen im Verkehr nachhaltig senken können. Nordrhein-Westfalen spielt in diesem Prozess eine wichtige Rolle, etwa durch die Forschungsfertigung Batteriezelle in Münster oder die vielen Unternehmen der Zulieferindustrie.

tec4u: Welche Ansätze dazu gibt es derzeit im Umfeld der Forschungsorganisationen in NRW?

Andreas Pinkwart: Wir verfügen in Nordrhein-Westfalen über eine exzellente Forschungslandschaft, die wichtige Impulse für die Entwicklung von klimafreundlichen Technologien und Produkten setzt. Bleiben wir bei der neuen Batteriezellenforschungsfabrik, die der Bund mit 500 Millionen Euro fördert. Hier arbeiten die besten Wissenschaftler des Landes an der Erforschung und Entwicklung von leistungsfähigeren Batterien und der Verbesserung der Recyclingfähigkeit. Ein weiteres Forschungsfeld ist der Wasserstoff. Am Forschungszentrum in Jülich wird erforscht, wie dieser unter Einsatz von erneuerbar erzeugtem Strom effizient und zeitlich flexibel produziert werden kann. Wichtig ist dabei auch immer, dass es schnell zur Umsetzung solcher Visionen kommt. Lange Investitionszeiträume und Entscheidungswege dürfen nicht verhindern, dass wir mit einer ausgefeilten neuen Technologie arbeiten können. Hier versuchen wir vielversprechenden Pilotvorhaben den nötigen Rückenwind oder in Reallaboren den notwendigen Freiraum für diese Innovationen zu geben.



Bildrechte: (© MWIDE NRW/ F. Wiedemeyer).

tec4u: Welche zusätzlichen Maßnahmen plant die Landesregierung, um auf den für Klimaschutz entscheidenden Forschungssektoren die Innovation zu fördern?

Andreas Pinkwart: Die Landesregierung unterstützt eine Reihe von Initiativen, um die Erforschung von Technologien zu unterstützen, die einen verbesserten Umwelt- und Klimaschutz zum Ziel haben. So unterstützen wir, wie eben schon erwähnt, mit IN4climate.NRW und SPIN zwei Initiativen, die die Modernisierung und Transformation der Industrie in Richtung Klimaneutralität bis 2050 in den Fokus genommen haben; das Land Nordrhein-Westfalen investiert hier 16 bzw. 15 Millionen Euro. Zu den erwähnten 500 Millionen Euro Bundesmitteln für die Batterieforschung in Münster gibt auch das Land noch mal 200 Millionen Euro dazu. Mit der technologieoffenen Energieforschungsoffensive.NRW soll das Energieland Nordrhein-Westfalen zudem gemeinsam mit Wissenschaft und Wirtschaft als führender Forschungsstandort in den Bereichen Energie und Klimaschutz gefestigt werden. Ziel der Energieforschungsoffensive.NRW ist es, innovative Produkte, Technologien und Dienstleistungen für das auf Erneuerbaren Energien basierende Energiesystem der Zukunft und eine sichere und bezahlbare Energieversorgung zu erforschen und zu entwickeln.

tec4u: Wo liegen die Schwerpunkte bei der Implementierung einer zukunftsfähigen Klimaschutzpolitik im Bundesland NRW?

Andreas Pinkwart: Die Landesregierung steht zu den Klimaschutzzielen, die 2015 in Paris verabschiedet worden sind, und wir werden unseren Teil beitragen. Deshalb verstärken wir unsere Anstrengungen erheblich. So haben wir allein im Wirtschaftsministerium die Haushaltsmittel für den Klimaschutz von 24,2 Millionen Euro im Jahre 2017 auf 128,3 Millionen Euro im Jahr 2020 verfünffacht. Diese Mittel stellen wir in erster Linie dafür bereit, Anreize zur Erforschung und Implementierung von innovativen Technologien zu setzen. Wir sprachen schon über die Bedeutung alternativer Antriebe: Hier haben wir allein im Jahr 2019 40 Millionen Euro für unser Förderprogramm „Emissionsarme Mobilität“ bereitgestellt. Mit Erfolg: Den Ausbau der Ladeinfrastruktur konnten wir so erheblich beschleunigen. Aber natürlich müssen wir auch für verlässliche Rahmenbedingungen sorgen: Mit dem Festsetzen eines Ausstiegsdatums für die Kohleverstromung wurde bereits ein wichtiger Meilenstein erreicht, an dem sich nun die Energiewirtschaft langfristig orientieren kann. Einen weiteren Schwerpunkt sehen wir im kommunalen Klimaschutz. Mit ihren verschiedenen Handlungsfeldern sind Kommunen wichtige Partner bei der Erreichung der Klimaschutzziele.

Wir fördern daher mit dem Programm „100 Klimaschutzsiedlungen in Nordrhein-Westfalen“ bereits einen energieeffizienten und nachhaltigen Gebäudebestand. Die Nutzung innovativer Technologien werden zudem mit dem Programm „progres.nrw – Markteinführung“ gefördert. Hier haben wir bis Ende Oktober 2019 rund 6.500 Bewilligungsbescheide mit einem Fördervolumen von knapp 15 Millionen Euro für Projekte erteilt. Die höchste Nachfrage besteht bei Geothermie-Bohrungen, Batteriespeichern für Photovoltaik, Wohnungslüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sowie thermischen Solaranlagen.

tec4u: Wie lassen sich die Verbesserung der traditionellen Verkehrsinfrastruktur und der Aufbau einer Infrastruktur für alternative Mobilitätskonzepte in NRW miteinander verbinden?

Andreas Pinkwart: Die Frage trifft es ziemlich gut auf den Punkt: Wir dürfen nicht den Fehler begehen, die einzelnen Verkehrsträger gegeneinander auszuspielen, wir benötigen vielmehr eine intelligente Vernetzung der Verkehrsträger Straße, Schiene und Rad. Dazu müssen vor allem der ÖPNV und die Radwegeinfrastruktur ausgebaut und das Verkehrssystem digitalisiert werden. Gleichzeitig gilt es, die Infrastruktur für alternative Antriebe aufzubauen. Eine Mammutaufgabe, insbesondere für ein so dicht besiedeltes Land wie Nordrhein-Westfalen. Doch auch hier gehen wir voran und unterstützen Kommunen dabei, neue Verkehrskonzepte zu entwickeln. Unter anderem wird darauf hingearbeitet, die verschiedenen Verkehrsträger besser miteinander zu verzahnen, sodass die Bürgerinnen und Bürger leichter von einem Verkehrsmittel auf ein anderes umsteigen können. Der ÖPNV oder Sharing-Angebote wären dann attraktive Alternativen und eine echte Entlastung für unsere Innenstädte. Im Rahmen unseres Wettbewerbes „Modellregion Wasserstoff-Mobilität NRW“ wird u.a. auch die Reaktivierung von alten Bahnstrecken mit modernen, wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen-Zügen geprüft. Ein weiteres Thema sind emissionsarme und leise Lieferverkehre in Innenstädten.

tec4u: Wie hoch schätzen Sie den Beitrag von Innovation beim Klimaschutz relativ zum Stellenwert staatlicher Regulierung ein? Mit anderen Worten: Wie viel Staat muss sein, wo kann Innovation Regulierung vermeiden?

Andreas Pinkwart: Hier folgen wir dem Credo: So viel Staat wie nötig, aber so wenig wie möglich. Wir setzen auf klare Rahmenbedingungen, mit denen Ziele, wie z.B. das Datum für den Kohleausstieg oder die CO₂-Reduzierung, erreicht werden können. Darüber hinaus setzen wir Anreize und unterstützen die Entwicklung von innovativen Technologien und deren Einführung. Doch hier sollte die Einflussnahme von staatlicher Seite dann auch wieder enden. Verbote und Zwangsmaßnahmen sind nicht der richtige Weg, die Klimaziele zu erreichen. Wir in der nordrhein-westfälischen Landesregierung setzen vielmehr auf marktwirtschaftliche Anreize und vor allem auf technologische Innovationen zur Modernisierung des Standortes Nordrhein-Westfalen.

VDI Verein Deutscher Ingenieure - Sprecher, Gestalter, Netzwerker



Sprecher der Ingenieure und der Technik

Größter technisch-wissenschaftlicher Verein Deutschlands

Entwickler und Multiplikator von Technikwissen

Kompetenter Berater für Wirtschaft, Politik und Technik

Dienstleister für Ingenieurinnen und Ingenieure

Drittgrößter Regelsetzer in Deutschland

Das Netzwerk der deutschen Technik: fachlich, (berufs-)politisch und international



www.vdi.de

Themen der tec4u 2020

- VDI Aachen im Jahr 2019
- Ärmel hoch, die Zukunft wartet nicht!
- Vom Rohstoff zum Endprodukt und zurück
- Vision Kreislaufökonomie
- Zirkuläre Wertschöpfung - wie aus Theorie Praxis wird
- Warum kompliziert, wenn 's auch einfach geht?
- Unsere Ressourcen sind endlich. Wirklich?
- Der Rebound-Effekt: Störendes Phänomen bei der Steigerung der Effizienz
- Effiziente und nutzerzentrierte Wärmeversorgung von Quartieren
- Bioökonomie – eine Herausforderung für die Textilindustrie
- LNG für den Schwerlastverkehr
- UNICARagil: Automatisierte Fahrzeuge für die Mobilität der Zukunft
- Rückenwind für die Windkraft
- „Die Politik kann und soll nicht alles richten.“
- Smart Commercial Bulding – wie sich Gebäude und Facility Management neu erfinden
- „Ingenieure retten die Erde“
- „Der Mensch im Mittelpunkt aller Politik“
- Klimaschutzstandort Nordrhein-Westfalen