



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

NOVA ACTA LEOPOLDINA

Neue Folge | Vorabdruck | Nummer 424

Natur – Wissenschaft – Gesellschaft **Rückblick und Ausblick nach zehn Jahren** **Nationale Akademie der Wissenschaften**

Programm und Kurzfassungen
der Vorträge für die Jahresversammlung
21. und 22. September 2018 in Halle (Saale)

Herausgegeben von Jörg Hacker, Präsident der Akademie



Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina –
Nationale Akademie der Wissenschaften, Halle (Saale) 2018

NOVA ACTA LEOPOLDINA

Abhandlungen der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina

NEUE FOLGE

VORABDRUCK

NUMMER 424

Natur – Wissenschaft – Gesellschaft Rückblick und Ausblick nach zehn Jahren Nationale Akademie der Wissenschaften

Programm und Kurzfassungen
der Vorträge für die Jahresversammlung
21. und 22. September 2018 in Halle (Saale)

Herausgegeben von Jörg Hacker, Präsident der Akademie



**Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina –
Nationale Akademie der Wissenschaften, Halle (Saale) 2018**

Redaktion: Dr. Michael KAASCH, Dr. Joachim KAASCH und Helga SIDDELL

Die Schriftenreihe Nova Acta Leopoldina erscheint bei der Wissenschaftlichen Verlagsgesellschaft Stuttgart, Birkenwaldstraße 44, 70191 Stuttgart, Bundesrepublik Deutschland.

Die Schriftenreihe wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie das Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes Sachsen-Anhalt.

Titelbild: Markus SCHOLZ für die Leopoldina

Die Abkürzung ML hinter dem Namen der Autoren steht für Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften.

© 2018 Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e. V. – Nationale Akademie der Wissenschaften
Postadresse: Jägerberg 1, 06108 Halle (Saale), Postfachadresse: 110543, 06019 Halle (Saale)
Hausadresse der Redaktion: Emil-Abderhalden-Straße 37, 06108 Halle (Saale)
Tel.: +49 345 47239134
Fax: +49 345 47239139

Printed in Germany 2018

Herausgeber: Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Jörg HACKER, Präsident der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften

Layout: unicom Werbeagentur GmbH
Druck: *Schäfer* Druck & Verlag GmbH
Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

Inhalt

Vorwort

<i>Hacker, Jörg: Vorwort</i>	5
------------------------------------	---

Programm

Freitag, 21. September 2018

Feierliche Eröffnung	7
Musikalische Eröffnung	7
Begrüßung	7
Auszeichnung	7
Ansprache des Präsidenten	7
Grußworte	7
Podiumsdiskussion	8
Wissenschaftliche Vorträge I	8
Abendvortrag	8

Samstag, 22. September 2018

Wissenschaftliche Vorträge II	9
Wissenschaftliche Vorträge III	9
Wissenschaftliche Vorträge IV	10
Schlusswort	10

Kurzfassungen der Vorträge

Wissenschaftliche Vorträge I – Wissenschaft und Gesellschaft

<i>Eckart, Wolfgang U.</i> : Akademien im Spannungsfeld zwischen Nation und Pluralismus	11
<i>Staudinger, Ursula M.</i> : Demographischer Wandel und Altern	11
<i>Rösler, Frank</i> : Frühkindliche Sozialisation.....	12

Abendvortrag

<i>Boetius, Antje</i> : Ozeane, Kryosphäre und Mensch: Was uns die fremde Natur bedeutet.....	14
---	----

Wissenschaftliche Vorträge II – Umwelt und Energie

<i>Fritz, Peter</i> : Wasser in Afrika: Das Engagement der Wissenschaftsakademien	15
<i>Birner, Regina</i> : Ernährungssicherung und Landwirtschaft.....	16
<i>Friedrich, Bärbel</i> : Der Beitrag von Biomasse als Energieträger für die Gewinnung erneuerbarer Energie	16
<i>Erb, Tobias</i> : Neue bio-synthetische Ansätze zur Produktion von Kraft- und Wertstoffen	17
<i>Beller, Matthias</i> : Die künstliche Photosynthese als alternative Technologieoption.....	18

Wissenschaftliche Vorträge III – Erkrankungen und deren Risiken

<i>Becker, Katja</i> : Dimensionen der antimikrobiellen Resistenz.....	19
<i>Heim, Christine</i> : Psychische Erkrankungen und Migration	20
<i>Radbruch, Lukas</i> : Palliativversorgung in Deutschland	21

Wissenschaftliche Vorträge IV – Moderne Technologien und Digitalisierung

<i>Silberhorn, Christine</i> : Perspektiven der Quantentechnologien	22
<i>Haddadin, Sami</i> : Robotik und Maschinelle Intelligenz	22
<i>Lengauer, Thomas</i> : Statistische Datenanalyse in der Zeit von Big Data	23

Early Career Award

<i>Zhu, Xiaoxiang</i> : Data Science in der Erdbeobachtung.....	24
Sprecherinnen und Sprecher.....	25

Vorwort

Vor zehn Jahren wurde die 1652 gegründete Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina zur Nationalen Akademie der Wissenschaften Deutschlands ernannt. Gemeinsam mit der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften und aca-tech – der Deutschen Akademie für Technikwissenschaften beraten wir seitdem Öffentlichkeit und Politik zu grundlegenden gesellschaftlichen Fragen, bei deren Lösung wissenschaftliche Erkenntnisse eine wesentliche Rolle spielen. Damit trägt die Leopoldina zum immer relevanteren Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Gesellschaft bei – national wie international.

Zehn Jahre Nationale Akademie der Wissenschaften: Aus diesem Anlass diskutieren wir auf unserer Jahresversammlung 2018 unter dem Titel „Natur – Wissenschaft – Gesellschaft“ ein breites Spektrum wissenschaftlicher Themen, mit denen sich die Leopoldina im vergangenen Jahrzehnt intensiv auseinandergesetzt hat. Dieser Rückblick soll Impulse für unsere zukünftige Arbeit geben: Wohin werden sich die von uns untersuchten Forschungsgebiete und gesellschaftlichen Herausforderungen voraussichtlich weiterentwickeln? Wie können wir die Ergebnisse unserer wissenschaftsbasierten Beratung in diese Entwicklungen einbringen? Welche bisherigen Themen sollten wir weiterverfolgen, welche neuen Themen aufgreifen?

Aus der Fülle der von der Nationalen Akademie der Wissenschaften bearbeiteten Projekte haben wir vielfältige Vortragsthemen ausgewählt: Sie reichen u.a. von den neuesten Entwicklungen der Informationstechnologie und der Künstlichen Intelligenz über die Frage, wie synthetisch-biologische Systeme zur Sicherung der künftigen Energieversorgung beitragen können, bis zu interdisziplinären Analysen grundlegender Tendenzen des gesellschaftlichen Wandels weltweit. Ebenfalls werden wir fragen, wie sich die Beziehung der Wissenschaft zur Gesellschaft gegenwärtig verändert und wie die Nationale Akademie der Wissenschaften dazu beitragen kann, dass wissenschaftliche Erkenntnisse noch besser als bisher in öffentliche Debatten und politische Entscheidungen einfließen. Denn die Wissenschaft ist bei der Gestaltung unseres Gemeinwesens als einer freien, pluralistischen und hochentwickelten Gesellschaft von zentraler Bedeutung.

Ich lade Sie herzlich ein, sich an den Diskussionen zu den Vorträgen zu beteiligen, und freue mich auf eine außergewöhnliche Jahresversammlung!



Prof. Dr. Jörg Hacker

XXVI. Präsident der Leopoldina

Dank

Wir danken der Alfried Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung für die großzügige finanzielle Unterstützung der Jahresversammlung.



Alfried Krupp von Bohlen
und Halbach-Stiftung

Wir danken dem Leopoldina Akademie Freundeskreis für die Unterstützung des Schülerprogramms. Hierdurch wird ausgewählten Abiturientinnen und Abiturienten aus ganz Deutschland die Teilnahme an der Jahresversammlung ermöglicht.

Programm

Die Feierliche Eröffnung findet in deutscher Sprache statt. Eine Simultanübersetzung ins Englische ist vorgesehen.

Freitag, 21. September 2018

9:00 – 12:15 | **Feierliche Eröffnung**

Musikalische Eröffnung

Begrüßung

Regina Riphahn ML, Nürnberg
Vizepräsidentin der Leopoldina

Auszeichnung

Verleihung des Early Career Award
Vortrag Early Career Awardee

Data Science in Earth Observation

Xiaoxiang Zhu, München

| **Pause**

| **Ansprache und Grußworte**

Ansprache

Jörg Hacker ML, Halle (Saale)
Präsident der Leopoldina

Grußworte

Anja Karliczek
Bundesministerin für Bildung und Forschung

Reiner Haseloff
Ministerpräsident des Landes Sachsen-Anhalt

Hanns Hatt ML
Präsident, Union der deutschen Akademien der Wissenschaften

Dieter Spath
Präsident, acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

Reimund Neugebauer ML
Präsident, Fraunhofer-Gesellschaft
Sprecher der Allianz der Wissenschaftsorganisationen 2018

12:15 – 13:30 | **Mittagspause**

13:30 – 15:00 | **Podiumsdiskussion**

Moderation:

Jan-Martin Wiarda, Berlin

Einführung und Diskussionsleitung:

Carsten Reinhardt ML, Bielefeld

Natur – Naturverständnis – Gesellschaft

Bärbel Friedrich ML, Berlin

Gerald Haug ML, Mainz

Frank Rösler ML, Hamburg

Brigitte Vollmar ML, Rostock

Ernst-Ludwig Winnacker ML, München

15:00 – 15:30 | **Pause**

15:30 – 17:45 | **Wissenschaftliche Vorträge I – Wissenschaft und Gesellschaft**

Moderation:

Jan-Martin Wiarda, Berlin

15:30 – 16:15

Akademien im Spannungsfeld zwischen Nation und Pluralismus

Einführung: *Uta Frith ML, London (Großbritannien)*

Wolfgang U. Eckart ML, Heidelberg

16:15 – 17:00

Demographischer Wandel und Altern

Ursula M. Staudinger ML, New York (NY, USA)

17:00 – 17:45

Frühkindliche Sozialisation

Frank Rösler ML, Hamburg

18:15 – 19:15 | **Mitgliederversammlung (gesonderte Einladung)**

20:15 – 21:15 | **Abendvortrag**

Einführung:

Jörg Hacker ML, Halle (Saale)

Präsident der Leopoldina

Ozeane, Kryosphäre und Mensch:

Was uns die fremde Natur bedeutet

Antje Boetius ML, Bremerhaven/Bremen

Samstag, 22. September 2018

9:00 – 12:00 | Wissenschaftliche Vorträge II – Umwelt und Energie

Moderation:

Jan-Martin Wiarda, Berlin

9:00 – 9:45

Wasser in Afrika:

Das Engagement der Wissenschaftsakademien

Peter Fritz ML, Leipzig

9:45 – 10:30

Ernährungssicherung und Landwirtschaft

Regina Birner, Stuttgart

10:30 – 11:00 | Pause

11:00 – 12:00

Der Beitrag von Biomasse als Energieträger für die Gewinnung erneuerbarer Energie

Bärbel Friedrich ML, Berlin

Neue bio-synthetische Ansätze zur Produktion von Kraft- und Wertstoffen

Tobias Erb, Marburg

Die künstliche Photosynthese als alternative Technologieoption

Matthias Beller ML, Rostock

12:00 – 12:30 | Diskussion

12:30 – 13:30 | Mittagspause

13:30 – 15:45 | Wissenschaftliche Vorträge III – Erkrankungen und deren Risiken

Moderation:

Jan-Martin Wiarda, Berlin

13:30 – 14:15

Dimensionen der antimikrobiellen Resistenz

Katja Becker ML, Gießen

14:15 – 15:00

Psychische Erkrankungen und Migration

Christine Heim, Berlin

15:00 – 15:45

Palliativversorgung in Deutschland

Lukas Radbruch, Bonn

15:45 – 16:15	 Pause
16:15 – 18:30	 Wissenschaftliche Vorträge IV – Moderne Technologien und Digitalisierung
16:15 – 17:00	Perspektiven der Quantentechnologien <i>Christine Silberhorn ML, Paderborn</i>
17:00 – 17:45	Robotik und Maschinelle Intelligenz <i>Sami Haddadin, München</i>
17:45 – 18:30	Statistische Datenanalyse in der Zeit von Big Data <i>Thomas Lengauer ML, Saarbrücken</i>
18:30	 Schlusswort
	<i>Martin J. Lohse ML, Berlin</i> <i>Vizepräsident der Leopoldina</i>
19:30	 Abschluss-Dinner (gesonderte Einladung)

Kurzfassungen der Vorträge

Wissenschaftliche Vorträge I – Wissenschaft und Gesellschaft

Wolfgang U. Eckart ML, Heidelberg

Akademien im Spannungsfeld zwischen Nation und Pluralismus

Spätestens in der Epoche des Imperialismus hat die moderne Wissenschaft der Aufklärung ihre erkenntnisleitende Idee verraten, selbstlos, pluralistisch und allein der Wahrheit und dem Kampf gegen Unmündigkeit verpflichtet zu agieren. Seit dem späten 19. Jahrhundert ringen nationale Wissenschaftsinstitutionen mit ihren ausländischen Konkurrentinnen.

Dies gilt für die universitäre Forschung ebenso wie für die außeruniversitäre und selbstverständlich auch für nationale Akademien. Drei für die Menschheitsgeschichte fatale Weltkriege, zwei mörderische zwischen 1914 und 1945 und ein für die gesamte Menschheit existentiell bedrohlicher „kalter“ Krieg von 1945 bis 1990 haben dies im 20. Jahrhundert belegt. Der Vortrag wird sich kritisch mit der Rolle der Wissenschaften, besonders mit der Rolle der Akademien, im Spannungsfeld von Krieg und Frieden, von totalitärer Herrschaft und Demokratie, auseinandersetzen. Dabei soll gezeigt werden, dass totalitäre Systeme immer versuchten, wissenschaftliche Institutionen unter Verlust der Pluralität in den nationalen Dienst zu nehmen. Andererseits haben gerade in den nationalen Akademien immer auch Wissenschaftler gewirkt, die sich aktiv für Frieden und wissenschaftlichen Pluralismus in Freiheit einsetzten. Dies gilt insbesondere für die Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg, aber auch auf dem Höhepunkt des Kalten Krieges. Doch ist Wachsamkeit geboten. Nationalistische Bewegungen in Europa sind erneut dabei, ökonomisch oder ideologisch Freiheit und Pluralität der Wissenschaften zu gefährden.

Ursula M. Staudinger ML, New York (NY, USA)

Demographischer Wandel und Altern

Im Laufe der letzten 100 Jahre hat sich die durchschnittliche Lebenserwartung um 30 Jahre erhöht. Und nicht nur das: Man erreicht das höhere Alter auch bei besserer Gesundheit. Diese Verlängerung des Lebens birgt für Individuen und Gesellschaft Herausforderungen, aber auch große Chancen. Alter und Altern, wie wir es heute kennen und erleben, ist nur eine Momentaufnahme. Menschliche Entwicklung und

Altern sind nicht determiniert, sondern entstehen aus der fortwährenden Wechselwirkung zwischen Biologie, Person und Kultur. Altern, auch in seinen biologischen Anteilen, ist durch Einflüsse von Gesellschaft und Individuum – innerhalb biologisch gesetzter Grenzen – veränderbar. Lebenslaufstrukturen und Altersbild sind allerdings immer noch durch das traditionelle Bild des Alterns geprägt. Sie stammen aus einer Zeit, in der unsere Lebenserwartung, die Qualität des Lebens im Alter und die Verteilung von Aufgaben über die Lebensspanne ganz andere waren als heute. Die Zukunftsfähigkeit einer Gesellschaft mit einer älter werdenden Bevölkerung hängt von ihrem Veränderungswillen ab. Wichtige Schritte zur Veränderung veralteter Ordnungen in der Welt der Bildung, des Arbeitsmarkts und in der Volkswirtschaft, in den Regionen und den Gemeinden, in Familie, Zivilgesellschaft und Politik, in den Köpfen der Menschen und in der Praxis des Alltags. Die moderne Altersforschung liefert hierzu wichtige Befunde.

Frank Rösler ML, Hamburg

Frühkindliche Sozialisation

Die Leopoldina-Stellungnahme *Frühkindliche Sozialisation* (2014)¹ fasst im Detail zusammen, wie sich kognitive, sprachliche und motivationale Kompetenzen eines Individuums aus einer kontinuierlichen Interaktion zwischen genetischen Prädispositionen und Umweltbedingungen entwickeln. Aufgrund der hohen Plastizität des Systems passen sich Gehirn und Verhalten an die genetisch gegebenen und jeweils vorherrschenden Umweltbedingungen an. Der Einfluss der Umwelt auf die Entwicklung beginnt bereits während der Schwangerschaft und ist in den ersten Lebensjahren von besonderer Bedeutung. Ungünstige Bedingungen, wie Stress der Mutter während der Schwangerschaft, Gewalt in der frühen Kindheit, reduzierte sprachliche und kognitive Stimulation, hinterlassen lebenslange Spuren, die Gehirn- und Immunfunktionen über die gesamte Lebensspanne beeinträchtigen können. Die Neurobiologie hat solche Effekte in epigenetischen Modifikationen der Desoxyribonukleinsäure (DNA) verortet. In der frühen Kindheit gibt es sensible und kritische Zeitfenster, in denen Umwelteinflüsse von besonderer Bedeutung sind. Positive, unterstützende Umweltbedingungen können dann genetische Prädispositionen fördern und dazu beitragen, das volle Potenzial eines Individuums freizusetzen, während negative, ungünstige Umweltbedingungen die neurokognitive Entwicklung stark beeinträchtigen werden.

Der sozioökonomische Status einer Familie (definiert durch Bildung, Beruf und Einkommen der Eltern) hat einen großen Einfluss auf die Entwicklung. Geringer sozioökonomischer Status geht mit einer Reihe von ungünstigen Bedingungen einher, die den Stresslevel der Eltern und Kinder erhöhen und somit eine positiv-affektive

¹ https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2014_Stellungnahme_Sozialisation_web.pdf.

Erziehung beeinträchtigen und die kognitive Stimulation einschränken. Diese ungünstigen Bedingungen beeinflussen die Entwicklung des Nerven- und des Immunsystems und haben unmittelbare Konsequenzen für die Entwicklung von Kognition, Emotion, Motivation und Gesundheit. Da die Verletzlichkeit des sich entwickelnden Systems nach der Geburt hoch ist und mit zunehmendem Alter abschwächt, ist es besonders wichtig, dass nachteilige Umgebungen so früh wie möglich kompensiert werden, z. B. durch spezielle Mutter-Kind-Unterstützungsprogramme.

Im Mai 2018 organisierte die Leopoldina eine Konferenz, die die Bedeutung der frühkindlichen Sozialisation für die Erreichung der von den Vereinten Nationen (UNO) vereinbarten nachhaltigen Entwicklungsziele herausstellte. Diese Konferenz mit dem Titel *Brain Power for Sustainable Development*² wurde in Zusammenarbeit mit einer vom Generalsekretär der Vereinten Nationen ernannten unabhängigen Gruppe von Wissenschaftlern (IGS) initiiert. Kognitive und motivationale Kompetenzen (kurz: *Brain Power*) sind die wichtigsten Voraussetzungen für den Lebenserfolg eines Individuums, definiert durch Bildungsniveau, Beruf, Einkommen und Gesundheitszustand im späteren Leben. Wie erwähnt, kann sich die individuelle *Brain Power* nur in vollem Umfang entfalten, wenn in der frühen Kindheit positive und unterstützende Lebensumstände herrschen und wenn genetisch bedingte Potenziale durch unterstützende und herausfordernde Erziehungsmethoden freigesetzt werden. Die kollektive *Brain Power*, die durch die intellektuelle Leistung und Selbstkontrolle aller Individuen einer Gesellschaft bereitgestellt wird, bestimmt das wirtschaftliche Wachstum und die Stabilität einer Gesellschaft. Daraus folgt, dass eine nachhaltige Steigerung des Lebensstandards einer Gesellschaft vor allem von den Bemühungen abhängt, die in Kinderbetreuung und Bildung investiert werden.

² <https://www.leopoldina.org/en/events/event/event/2561/>.

Abendvortrag

Antje Boetius ML, Bremerhaven/Bremen

Ozeane, Kryosphäre und Mensch: Was uns die fremde Natur bedeutet

Ozeane und Kryosphäre umfassen den größten Teil der Erdoberfläche und bieten wichtige Funktionen für die Bewohnbarkeit dieses Planeten. Dazu gehören Rückstrahlung von Sonnenlicht gegen eine Überhitzung der Erde, Aufnahmen von CO₂, aber auch die Beherbergung einer unbekanntten Vielfalt von Leben, das weit über die Artenvielfalt an Land hinausgeht. Ozeane und Kryosphäre enthalten die größten und größtenteils unbekanntten genetischen Ressourcen der Erde. Polar- und Tiefsee-Ökosysteme sind jedoch von unserem menschlichen Standpunkt aus aufgrund ihrer Entfernung von Land und ihren „extremen“ physikalischen Bedingungen schwer zugänglich. Ihre Temperaturen am oder unter dem Gefrierpunkt, Dunkelheit und hydrostatischer Druck sind uns fremd, sie begrenzen unsere Beobachtungskapazitäten und damit auch die wissenschaftliche Erkenntnis über die Entwicklung, Verbreitung, Dynamik und Funktionsweise von Polar- und Ozeansystemen. Es fehlt an ökologischen Bestandsaufnahmen, und global standardisierten Umweltvariablen und ökologischen Indikatoren um die menschlichen Auswirkungen auf Polar- und Ozeansysteme wissenschaftlich zu quantifizieren und zu bewerten. Jedoch haben wir mittlerweile erhebliche Beweise für den menschlichen Fußabdruck in den fernsten Regionen der Erde, von den Auswirkungen des Klimawandels, bis zur Verschmutzung und destruktiven Nutzung von Ressourcen im Meer und in der Kryosphäre. Der Vortrag fasst jüngste Beobachtungen von Veränderungen der Polar- und Tiefsee-Ökosysteme zusammen und diskutiert Konzepte, Strategien und Begründungen für den Schutz der unbekanntten Natur der Erde als Teil einer nachhaltigen Entwicklung der Menschheit. Er benennt die Rolle von Nationalakademien in der politischen Debatte um die Dringlichkeit von Entscheidungen und Aktionen.

Wissenschaftliche Vorträge II – Umwelt und Energie

Peter Fritz ML, Leipzig

Wasser in Afrika:

Das Engagement der Wissenschaftsakademien

Die Vereinten Nationen (UN) und ihre internationalen Organisationen befassen sich intensiv mit dem Thema „Wasserverfügbarkeit“ in Entwicklungsländern. Ohne Wasser ist keine gesellschaftliche Entwicklung möglich. Somit ist es nicht erstaunlich, dass sich auch die Wissenschaftsakademien zunehmend dem Thema zuwenden, da wissenschaftlich fundierter Rat entscheidend ist für den Erfolg staatlicher Maßnahmen. Deutlich wurde dies durch die Diskussion zu den Millenniumszielen, die von 2005 bis 2015 von den Vereinten Nationen aufgelegt wurden und die das Thema WASH (**W**asser-**S**anitär und **H**ygien) zentral auf die Agenda setzten. Im Ergebnis dieser Ziele wurde tatsächlich das Problem „sauberes Trinkwasser“ halbiert, so dass heute laut Statistik nur noch ca. 700 Millionen statt 1,5 Milliarden Menschen keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser haben. Gleichzeitig hat sich im Sanitärbereich fast nichts getan, und ca. 2,5 Milliarden Menschen haben auch heute noch keinen Zugang zu angemessenen Sanitäreinrichtungen.

Seit 2015 gibt es nun einen neuen Versuch der UN, hier Wesentliches zu verändern, denn die UN haben die Nachhaltigkeitsziele oder *Sustainable Development Goals*, die mindestens bis 2030 gelten sollen, definiert. Hier folgte nun auch ein sehr deutlicher Ruf an die Wissenschaftsakademien, sich mit diesen zu befassen. Es kommt nun nicht mehr nur auf Einzellösungen für Wasser oder andere Lebensnotwendigkeiten an, sondern es geht gleichzeitig um die gesellschaftliche Entwicklung und Gestaltung der Zukunft. Themen, die weit über das normale Niveau der Entwicklungshilfe hinausgehen und heute direkt und vor allem vor Ort diskutiert werden müssen. Fundierter wissenschaftlicher Rat, basierend auf Vor-Ort-Kenntnissen, ist notwendiger denn je.

Der Vortrag befasst sich vorrangig mit dem Thema Wasser und dem Engagement der Wissenschaftsakademien im Rahmen der Nachhaltigkeitsziele und vor dem Hintergrund der bisherigen Erfahrung und den potentiellen Notwendigkeiten in der Zukunft. Konsequenzen für zukünftiges Handeln der Wissenschaftsakademien werden angesprochen.

Ernährungssicherung und Landwirtschaft

Die Präsentation liefert zunächst einen Überblick über die Chancen und Herausforderungen im Bereich Ernährungssicherung und Landwirtschaft und geht dabei auf den Bericht des *European Academies Science Advisory Council (EASAC)* zu diesem Thema ein. Große Herausforderungen bestehen insbesondere im Hinblick auf die Notwendigkeit, Agrar- und Ernährungssysteme stärker auf die Anforderungen einer gesunden Ernährung auszurichten, sie umweltfreundlicher zu gestalten sowie die zunehmende Kluft zwischen gesellschaftlichen Anforderungen und landwirtschaftlicher Praxis zu verringern. Während über diese Herausforderungen ein weitgehender Konsens besteht, sind die Strategien, mit denen diese Ziele erreicht werden können, höchst umstritten, auch auf globaler Ebene. Kontroversen bestehen sowohl im Hinblick auf Technologien (z. B. Einsatz grüner Gentechnik und chemischer Pflanzenschutzmittel *versus* ökologische Ansätze) als auch im Hinblick auf Institutionen und *Governance*. Zum Beispiel ist umstritten, welche Rolle große Agrarkonzerne für die landwirtschaftliche Entwicklung spielen können und sollen. Auch gibt es erhebliche Forschungslücken, z. B. in Bezug darauf, wie Konsumentenverhalten im Hinblick auf eine nachhaltigere Ernährung beeinflusst, die politische Ökonomie der Agrar- und Ernährungspolitik umgesteuert und globale *Governance*-Mechanismen im Bereich des Agrar- und Ernährungssystems effektiver gestaltet werden können. Im Vortrag wird anhand von Fallbeispielen diskutiert, wie interdisziplinäre Forschung zur Klärung solcher umstrittener Fragen beitragen kann. Anschließend wird der zukünftige Forschungsbedarf diskutiert und dabei auch die Rolle der *InterAcademy Partnership* reflektiert.

Bärbel Friedrich ML, Berlin

Der Beitrag von Biomasse als Energieträger für die Gewinnung erneuerbarer Energie

Um das Ziel der Energiewende zu erreichen, das bis 2050 eine weitgehende Verdrängung fossiler Energieträger vorsieht, ist eine nachhaltige, klimaschonende Energieversorgung unerlässlich. Vom gesamten Primärenergieverbrauch in Deutschland werden derzeit 12,6 % aus regenerativen Ressourcen gedeckt. Daran haben aus Biomasse erzeugte Produkte einen Anteil von etwa zwei Drittel, gefolgt von Windkraft und Photovoltaik. Es wird das Potenzial der Biomasse im Hinblick auf ihre Verfügbarkeit, Flächeneffizienz, Treibhausgasbilanz und ökologischen Folgen diskutiert. Dabei werden Möglichkeiten und Grenzen der Bioenergie aus Biomasse aufgezeigt.

Die Leopoldina kam in einer Studie³ zu dem Schluss, dass der Beitrag von Bioenergie aus Biomasse in Deutschland nicht beliebig gesteigert werden kann. Gleichwohl zeichnen sich durch weitergehende Erkenntnisse über die molekularen Strukturen und Abläufe der natürlichen Photosynthese und damit gekoppelter katalytischer Verfahren zur Synthese von Wasserstoff und Kohlenwasserstoffverbindungen neue Wege zur solar getriebenen Produktion von Brennstoffen und Vorstufen für chemische Synthesen ab. Dieser vielversprechende Pfad, als „Künstliche Photosynthese“ bezeichnet, sollte in zukünftigen langfristigen Energiekonzepten Berücksichtigung finden.⁴

Tobias Erb, Marburg

Neue bio-synthetische Ansätze zur Produktion von Kraft- und Wertstoffen

Der erfolgreiche Übergang von einer erdölbasierten industriellen Wertschöpfungskette zu einer nachhaltigen, klimaneutralen Produktion von Kraft- und Wertstoffen ist eine der wichtigsten gesellschaftlichen und ökologischen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts.

Die Photosynthese, die die lichtgetriebene Umwandlung von Kohlendioxid (CO₂) in Biomasse ermöglicht, liefert ein natürliches Vorbild, durch das jährlich etwa 450 Gigatonnen CO₂ in einem nachhaltigen Kreislauf gebunden werden. Allerdings ist die natürliche Photosynthese limitiert bezüglich technischer Nutzbarkeit und katalytischer Effizienz. So werden weniger als 1 % des Sonnenlichts in Biomasse konserviert. Darüber hinaus stellt Biomasse ein komplexes chemisches Gemisch dar, das sich nur schwer in die moderne industrielle Wertstoffkette einspeisen lässt.

Mit dem Aufkommen der synthetischen Biologie und der Möglichkeit, lebende Systeme in bisher unbekannter Weise zu analysieren und zu manipulieren, wurden in den letzten Jahren die theoretischen und praktischen Voraussetzungen geschaffen, biologische Systeme mit komplett neuen Eigenschaften zu erzeugen. Diese Entwicklung ermöglichte das Design und die Realisierung neuartiger Biokatalysatoren, künstlicher Stoffwechselnetzwerke und zell-basierter Verfahren zur verbesserten bzw. gezielten Umwandlung von CO₂ in höherwertige Produkte.

Exemplarisch werden einige der neuartigen Ansätze und Verfahren zur bio-synthetischen Produktion von Wert- und Kraftstoffen aus CO₂ vorgestellt und die Möglichkeiten und Herausforderungen der synthetischen Biologie als eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts diskutiert.

³ Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina: Bioenergie: Möglichkeiten und Grenzen. 2012.

⁴ Leopoldina, acatech und Union der deutschen Akademien: Künstliche Photosynthese. 2018.

Die künstliche Photosynthese als alternative Technologieoption

Die ausreichende und umweltverträgliche Versorgung mit Energie bleibt eine – wenn nicht sogar die wichtigste – Herausforderung für unsere Zukunft. Eine reichhaltige Energiequelle ist das Sonnenlicht. In den kommenden Jahren wird die Entwicklung von effizienten Verfahren, Lichtenergie oder andere erneuerbare Energiequellen in chemische Energie umzuwandeln, unerlässlich sein. In dieser Hinsicht ist auch die künstliche Photosynthese von besonderer Bedeutung. Kostengünstige und nachhaltige Konzepte für die künstliche Photosynthese bleiben jedoch eine Herausforderung. Deshalb werden unterschiedliche technologische Konzepte für die künstliche Photosynthese, die auf Kohlendioxid basiert, erörtert. In dem Vortrag werden Möglichkeiten, dieses Ziel mithilfe neuer Katalysatoren zu erreichen, besprochen.

Wissenschaftliche Vorträge III – Erkrankungen und deren Risiken

Katja Becker ML, Gießen

Dimensionen der antimikrobiellen Resistenz

Infektionskrankheiten stellen weltweit eine Bedrohung für Gesundheit und Wohlergehen der Menschheit dar. Die Zunahme an antibiotikaresistenten Bakterien ist hierbei eine besondere Herausforderung, die durch die mangelnde Verfügbarkeit neuer Wirkstoffe, Impfstoffe und Diagnostika, durch den demografischen Wandel sowie durch Globalisierungsprozesse verschärft wird. Um diesen Problemen begegnen zu können, müssen Wissenschaft, Politik, Gesellschaft und Wirtschaft national und international eng miteinander kooperieren und gezielt agieren. Die G7-Akademien empfahlen bereits im Jahre 2015 (1.) verstärkte Forschung und Produktion von neuen antimikrobiellen Agenzien, Impfstoffen und Diagnostiktools, (2.) eine Schwerpunktsetzung der Forschungsagenda, um Wissenslücken gezielt schließen zu können, (3.) die Errichtung globaler Überwachungsprogramme, (4.) die Erhöhung der Aufmerksamkeit in der Gesellschaft sowie (5.) koordinierte, schnelle Antworten auf Epidemien. Auch die G20-Akademien der Wissenschaften schlagen verschiedene Strategien vor, die besonders die Gesundheitssysteme der verschiedenen Länder, die Lebensstile und den Informationsaustausch adressieren. Obwohl in den letzten Jahren positive Entwicklungen zu verzeichnen sind, wie der *One-Health*-Ansatz in der Deutschen Antibiotika-Resistenz-Strategie (DART) oder die Etablierung von Forschungsstrukturen, sind wir von der Lösung des Antibiotikaproblems weit entfernt. Der Vortrag wird die Problematik der Antibiotikaresistenz in verschiedenen Dimensionen – von unterschiedlichen Erregern über zeitliche und geografische Entwicklungen bis hin zu Manifestationen und schließlich Lösungsansätzen – beleuchten.

Psychische Erkrankungen und Migration

Geflüchtete Menschen haben häufig vor und während der Flucht ein immenses Ausmaß an Gewalt und lebensbedrohlichen Situationen erfahren oder wurden Zeugen von solchen traumatisierenden Ereignissen. Nach der Flucht prägen andauernde Belastungen häufig das Leben dieser Menschen. Solche Erlebnisse können zu psychischen und körperlichen Krankheiten führen. Besonders gravierend wirken sich traumatische Erlebnisse im Kindes- und Jugendalter aus, woraus eine beeinträchtigte Entwicklung und ein lebenslang erhöhtes Krankheitsrisiko resultieren können. Die Folgen von Traumatisierung können sogar in die nächste Generation übertragen werden. Der Zusammenhang zwischen traumatischen Erfahrungen und anhaltendem Krankheitsrisiko ist durch biologische Mechanismen erklärbar: Traumatische Erfahrungen, insbesondere früh im Leben, hinterlassen Spuren im Gehirn und in peripheren Regulationssystemen, wie dem Stresshormon- und dem Immunsystem, bis hin zu Änderungen in der Genaktivität. Diese Änderungen führen zur Ausprägung klinischer Phänotypen. Menschen, die bereits ein genetisches Risiko für stressbedingte Störungen aufweisen, sind besonders gefährdet, nach traumatischen Erfahrungen zu erkranken. Die Kenntnis der Folgen von Traumatisierung und der zugrundeliegenden Mechanismen bietet eine wichtige Basis zur Identifikation von Risikofällen und zur Implementierung von gezielten Interventionen.

Palliativversorgung in Deutschland

Der Auf- und Ausbau der Palliativversorgung ist in Deutschland in den letzten 20 Jahren weit vorangekommen. Schwerstkranke und sterbende Menschen können ambulant und stationär in spezialisierten Einrichtungen wie Palliativstationen oder SAPV-Teams⁵ versorgt werden. Allerdings gibt es trotz aller Fortschritte immer noch Lücken in der Versorgung. In ländlichen Bereichen, für die Bewohner von Pflegeeinrichtungen oder für Patienten mit anderen unheilbaren Erkrankungen als Tumorerkrankungen ist der Zugang zur Palliativversorgung oft erschwert. Im akademischen Bereich wird Palliativmedizin langsam etabliert, was sich auch in einer zunehmenden Forschungstätigkeit niederschlägt. Dennoch fehlen in vielen Bereichen klinische Studien, speziell zur Symptomkontrolle, da in den vergangenen Jahren nur wenige Studien zur Schmerzlinderung durchgeführt wurden. In der S3-Leitlinie „Palliativmedizin bei Patienten mit Krebserkrankung“, die 2017 im AWMF-Leitlinienprogramm⁶ entwickelt wurde, beruhten mehr als die Hälfte der 209 Empfehlungen auf dem Konsens der Experten, weil eine evidenzbasierte Empfehlung mangels klinischer Studien nicht möglich war.

Von der Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften wurde 2015 eine Forschungsagenda für die Palliativversorgung vorgelegt. Relevante Forschungsfragen wurden für elf Bereiche identifiziert, von der biomedizinischen Grundlagenforschung über medizintechnische Forschung bis zu psychosozialen, spirituellen, rechtlichen und ethischen Fragestellungen. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung hat – nicht zuletzt mit Bezug auf die Stellungnahme der Leopoldina – vor kurzem eine Förderung für Forschung in der Palliativversorgung ausgeschrieben. Es steht zu hoffen, dass wichtige Erkenntnisse für die weitere Entwicklung der Hospiz- und Palliativversorgung in Deutschland aus diesen Projekten entstehen.

5 SAPV – Spezialisierte ambulante Palliativversorgung.

6 AWMF – Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V.

Wissenschaftliche Vorträge IV – Moderne Technologien und Digitalisierung

Christine Silberhorn ML, Paderborn

Perspektiven der Quantentechnologien

Quantentechnologien versprechen für viele Anwendungsfelder – in der Kommunikation, beim Hochleistungsrechnen und der Simulation komplexer Quantensysteme sowie in der Sensorik – einen Paradigmenwechsel, der die Grenzen des Machbaren heutiger Systeme und technischer Geräte jenseits klassischer Limits und scheinbar fundamentaler Beschränkungen verschiebt. Prominente Anwendungsbeispiele hierfür sind die absolut sichere Übertragung von Information mittels Quantenkryptographie, hoch effiziente parallele Berechnungen mittels Überlagerungszuständen in Quantencomputern oder die Bestimmung physikalischer Größen mit höchster Genauigkeit, die durch Manipulation von Quantenunschärfen verbessert werden. In den letzten Jahrzehnten konnte sich das Gebiet Quantentechnologien international als eine neuartige Forschungsrichtung etablieren, die interdisziplinär den Bogen von traditioneller Grundlagenforschung in der Physik über Mathematik und Informatik bis hin zu den technischen Ingenieurwissenschaften schlägt.

Nach dem Engagement der Leopoldina mit einer ausführlichen Stellungnahme zu den „Perspektiven der Quantentechnologien“ im Jahr 2015 wurden in diesem Jahr sowohl auf europäischer Ebene als auch auf nationaler Ebene seitens des Bundesministeriums für Bildung und Forschung nunmehr strategische Förderinitiativen gestartet, die es ermöglichen sollen, das hohe Innovationspotenzial dieser neuen Technologien zu erschließen. Das Thema Quantentechnologien ist traditionell in Deutschland und Europa im Bereich der Grundlagenforschung in der internationalen Forschung hervorragend ausgewiesen. Die aktuellen Förderinitiativen verfolgen das Ziel, die Erkenntnisse der Grundlagenforschung über anwendungsorientierte Forschung für die industrielle Kommerzialisierung nutzbar zu machen.

Sami Haddadin, München

Robotik und Maschinelle Intelligenz

Wichtige Durchbrüche in der Robotik und Künstlichen Intelligenz haben die ersten realen Anwendungen von flexiblen, menschenzentrierten Robotersystemen ermöglicht. Gesteuert durch intelligente Programmier-, Lern- und Interaktionssysteme, die Mensch und Maschine „verstehen“, können auch Laien erstmals modernste Robotertechnik nutzen und einsetzen. Ihre kommerzielle Einführung stellt einen Wandel

in der Art und Weise dar, wie intelligente Maschinen die Bedürfnisse der Menschen über den industriellen Bereich hinaus erfüllen, z. B. auch im Gesundheitswesen oder in der Privatwirtschaft. Mit anderen Worten, sie werden zu alltäglichen intelligenten Helfern in den verschiedensten Anwendungen, die uns das Leben erleichtern.

Allerdings müssen noch einige große Herausforderungen gelöst werden, bevor die Robotik und Künstliche Intelligenz zu Maschinellem Intelligenz vereint werden. *Erstens* müssen die technologischen Grenzen des sensomotorischen und ganzheitlichen Systemdesigns deutlich erweitert werden, um der unübertroffenen Leistungsfähigkeit und verkörperten Intelligenz des menschlichen Körpers näherzukommen. *Zweitens* stehen wir vor der Herausforderung, die beiden bisher getrennten Paradigmen der modellbasierten Steuerung und Regelung mit datengesteuerten maschinellen Lernalgorithmen so zu vereinen, dass die nächste Generation von KI-Algorithmen die Lücke zwischen physischer und virtueller Welt nahtlos schließt.

Thomas Lengauer ML, Saarbrücken

Statistische Datenanalyse in der Zeit von Big Data

Big Data ist in aller Munde. Der Begriff ruft dabei häufig Emotionen hervor. Zum einen ist er die Basis für viel technologischen Optimismus, meist gerichtet auf neue Business-Modelle oder Vereinfachungen bzw. Wirkungsverstärkungen in unserem privaten und beruflichen Leben. Auf der anderen Seite ist er Grund für dystopische Perspektiven, die zum Beispiel um Durchleuchtung des Individuums und seiner Privatsphäre, übermäßige Optimierung im täglichen Leben sowie Intransparenz von Verfahren zur Entscheidungsunterstützung kreisen.

Die Leopoldina beschäftigt sich in ihrer Wissenschaftlichen Kommission „Digitalisierte Gesellschaft“ auch mit dem Thema der Möglichkeiten und Grenzen der Datenanalyse. Das Thema wurde in einer Tagung im Juli 2017 zur „Wirkung der Digitalisierung auf Mensch und Gesellschaft“ aufgegriffen und wird in zwei Arbeitsgruppen zu „Privatheit und Datenschutz“ sowie „Digitalisierung und Demokratie“ bearbeitet.

In diesem Vortrag untersuchen wir die unterliegende Methodik der Datenanalyse von ihrer wissenschaftlichen Seite. Nach einer kurzen historischen Betrachtung – Datenanalyse ist schon recht alt – diskutieren wir, was Big Data von klassischer Datenanalyse unterscheidet. Wir führen in die unterliegende mathematische Methodik ein und berichten über wissenschaftliche Erfolge. Datenanalyse birgt aber auch Risiken, vor allem dann, wenn man die Analysen nicht sorgfältig aufstellt und ihre Resultate nicht angemessen interpretiert. Und sie hat Grenzen, vor allem, wenn es darum geht, kausale Zusammenhänge abzuleiten.

Wir schließen den Vortrag mit der Darstellung eines Konzeptes, wie sich Datenanalyse und das andere Verfahren der wissenschaftlichen Methode, die Theoriebildung, effektiv ergänzen.

Early Career Award

Xiaoxiang Zhu, München

Data Science in der Erdbeobachtung

Global verfügbare Geoinformation, abgeleitet aus Daten von Erdbeobachtungssatelliten, ist unverzichtbar geworden für viele erdbezogene wissenschaftliche, politische oder planerische Fragestellungen. Geo- und Umweltwissenschaften, nachhaltige Entwicklung, Ressourcenmanagement, zivile Sicherheit, Katastrophenschutz und Entscheidungsunterstützung sind prominente Beispiele. Mit der neuen Sentinel-Satellitenflotte der Europäischen Weltraumorganisation (*European Space Agency*, ESA) und dem rasanten Wachstum von *NewSpace*-Firmen werden Datenvolumina erzeugt, die die Erdbeobachtung in die Big-Data-Liga katapultieren. Das stellt nicht nur enorme Herausforderungen an das Datenmanagement, sondern erfordert auch neue Datenanalyse-Werkzeuge. Mit explorativen Algorithmen aus Signalverarbeitung und maschinellem Lernen, wie *Compressive Sensing* und *Deep Learning*, können die globale Geoinformationsgewinnung aus Satellitendaten wesentlich verbessert und Durchbrüche in Geo- und Umweltwissenschaften erzielt werden. Einen Schritt weiter geht die Fusion von Petabytes komplementärer georelevanter Datenquellen, von Erdbeobachtungssatelliten bis zu sozialen Netzwerken, die durch neuartige *Data-Science*-Algorithmen ermöglicht wird. Die Ergebnisse haben das Potenzial, bisher nicht lösbare große Herausforderungen anzugehen, wie die Erfassung und Kartierung der weltweiten Urbanisierung – einer der wichtigsten Megatrends des globalen Wandels.

Sprecherinnen und Sprecher

Prof. Dr. Regina Riphahn ML

Seit 2005 Professorin für Statistik und empirische Wirtschaftsforschung an der Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen-Nürnberg
Mitglied der Leopoldina seit 2007, Sektion Ökonomik und Empirische Sozialwissenschaften

Prof. Dr. Jörg Hacker ML

Seit 2010 Präsident der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften, Halle (Saale)
Mitglied der Leopoldina seit 1998, Sektion Mikrobiologie und Immunologie

Anja Karliczek

Seit 2018 Bundesministerin für Bildung und Forschung

Dr. Reiner Haseloff

Seit 2011 Ministerpräsident des Landes Sachsen-Anhalt

Prof. Dr. Dr. Hanns Hatt ML

Seit 2015 Präsident der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften
Mitglied der Leopoldina seit 2012, Sektion Physiologie und Pharmakologie/Toxikologie

Prof. Dr.-Ing. Dieter Spath

Seit 2017 Präsident von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

Prof. Dr. Reimund Neugebauer ML

Seit 2012 Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft,
Sprecher der Allianz der Wissenschaftsorganisationen 2018
Mitglied der Leopoldina seit 2014, Sektion Technikwissenschaften

Dr. Jan-Martin Wiarda

Journalist für Bildung und Wissenschaft, Berlin

Prof. Dr. Carsten Reinhardt ML

Seit 2007 Professor für Historische Wissenschaftsforschung, Universität Bielefeld
Mitglied der Leopoldina seit 2015, Sektion Wissenschafts- und Medizingeschichte

Prof. Dr. Bärbel Friedrich ML

Seit 2008 Wissenschaftliche Direktorin des Alfred Krupp Wissenschaftskollegs Greifswald
Mitglied der Leopoldina seit 1994, Sektion Mikrobiologie und Immunologie

Prof. Dr. Gerald Haug ML

Seit 2015 Direktor der Abteilung Klimageochemie am Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz
Mitglied der Leopoldina seit 2012, Sektion Geowissenschaften

Prof. Dr. Frank Rösler ML

Seit 2013 Seniorprofessor, Abteilung Biologische Psychologie und Neuropsychologie,
Universität Hamburg

Mitglied der Leopoldina seit 2001, Sektion Psychologie und Kognitionswissenschaften

Prof. Dr. Brigitte Vollmar ML

Seit 2002 Direktorin des Rudolf-Zenker-Instituts für Experimentelle Chirurgie,
Medizinische Fakultät, Universität Rostock

Mitglied der Leopoldina seit 2011, Sektion Chirurgie, Orthopädie und Anästhesie

Prof. Dr. Ernst-Ludwig Winnacker ML

2009 – 2015 Generalsekretär des Human Frontier Science Program (HFSP), Straßburg,
Frankreich

2007 – 2009 Generalsekretär des European Research Council (ERC), Brüssel, Belgien

1998 – 2006 Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)

Mitglied der Leopoldina seit 1988, Sektion Humangenetik und Molekulare Medizin

Prof. Dr. Uta Frith ML

Seit 2006 Emeritus Professor für Kognitive Entwicklung am University College London, UK

Mitglied der Leopoldina seit 2008, Sektion Psychologie und Kognitionswissenschaften

Prof. Dr. Wolfgang U. Eckart ML

1992–2017 Professor für Geschichte der Medizin und Direktor des Instituts für Geschichte und
Ethik der Medizin an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

Mitglied der Leopoldina seit 2009, Sektion Wissenschafts- und Medizingeschichte

Prof. Dr. Ursula M. Staudinger ML

Seit 2013 Professorin für Sozialmedizin und für Psychologie an der Columbia University,
New York,

Gründungsdirektorin des Robert N. Butler Columbia Aging Center, Mailman School of Public
Health, Columbia University, New York, USA

Mitglied der Leopoldina seit 2002, Sektion Psychologie und Kognitionswissenschaften

Prof. Dr. Antje Boetius ML

Seit 2017 Direktorin des Alfred-Wegener-Instituts, Helmholtz Zentrum für Polar- und
Meeresforschung und zugleich Professorin für Geomikrobiologie an der Universität Bremen,
Leiterin der HGF-MPG-Brückengruppe für Tiefseeökologie und -Technologie

Mitglied der Leopoldina seit 2009, Sektion Geowissenschaften

Prof. Dr. Peter Fritz ML

1991–2004 Wissenschaftlicher Geschäftsführer des Umweltforschungszentrums Leipzig-Halle (UFZ)

Mitglied der Leopoldina seit 1998, Geowissenschaften

Prof. Dr. Regina Birner

Seit 2010 Lehrstuhl „Sozialer und institutioneller Wandel in der landwirtschaftlichen
Entwicklung“ am Hans Ruthenberg-Institut für Agrar- und Sozialökonomie in den Tropen und
Subtropen, Universität Hohenheim

Dr. Tobias Erb

Seit 2017 Direktor der Abteilung für Synthetische Biochemie am Max-Planck-Institut für terrestrische Mikrobiologie, Marburg

Prof. Dr. Matthias Beller ML

Seit 2005 Geschäftsführender Direktor des Leibniz-Instituts für Katalyse an der Universität Rostock e.V.

Mitglied der Leopoldina seit 2009, Sektion Chemie

Prof. Dr. Katja Becker ML

Seit 2000 Professorin für Biochemie und Molekularbiologie, Justus-Liebig-Universität Gießen

Mitglied der Leopoldina seit 2009, Sektion Mikrobiologie und Immunologie

Prof. Dr. Christine Heim

Seit 2011 Professorin und Leiterin des Instituts für Medizinische Psychologie, Charité Universitätsmedizin, Berlin

Prof. Dr. Lukas Radbruch

Seit 2010 Direktor der Klinik für Palliativmedizin, Universitätsklinikum Bonn

Prof. Dr. Christine Silberhorn ML

Seit 2010 Professorin für Angewandte Physik, Integrierte Quantenoptik, Universität Paderborn

Mitglied der Leopoldina seit 2012, Sektion Physik

Prof. Dr.-Ing. Sami Haddadin

Seit 2018 Lehrstuhl für Robotik und Systemintelligenz (Joint Appointment mit Fakultät für Informatik), Technische Universität München

Prof. Dr. Thomas Lengauer ML

2001–2018 Direktor am Max-Planck-Institut für Informatik, Saarbrücken

Mitglied der Leopoldina seit 2003, Sektion Informationswissenschaften

Prof. Dr. Martin J. Lohse

Seit 2016 Vorstandsvorsitzender und wissenschaftlicher Direktor des Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft (MDC), Berlin

Mitglied der Leopoldina seit 2000, Sektion Physiologie und Pharmakologie/Toxikologie

Prof. Dr.-Ing. habil. Xiaoxiang Zhu

Abteilungsleitung EO Data Science, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Earth Observation Center, Institut für Methodik der Fernerkundung, Oberpfaffenhofen, und Professor für Signalverarbeitung in der Erdbeobachtung, Technische Universität München (TUM)

Veranstaltungsort

Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina
Jägerberg 1
06108 Halle (Saale)







Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

NOVA ACTA LEOPOLDINA

Neue Folge | Vorabdruck | Nummer 424

Nature – Science – Society Looking Back, Looking Forward: A Decade as National Academy of Sciences

**Programme and Abstracts
of the Presentations given at the Annual Assembly
21st to 22nd September 2018 in Halle (Saale)**

Published by Jörg Hacker, President of the Leopoldina



**German Academy of Natural Scientists Leopoldina–
National Academy of Sciences, Halle (Saale) 2018**

NOVA ACTA LEOPOLDINA

Abhandlungen der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina

NEUE FOLGE

VORABDRUCK

NUMMER 424

Nature – Science – Society **Looking Back, Looking Forward:** **A Decade as National Academy of Sciences**

Programme and Abstracts
of the Presentations given at the Annual Assembly
21st to 22nd September 2018 in Halle (Saale)

Published by Jörg Hacker, President of the Leopoldina



**German Academy of Natural Scientists Leopoldina–
National Academy of Sciences, Halle (Saale) 2018**

Editorial Office: Dr. Michael KAASCH, Dr. Joachim KAASCH and Helga SIDDELL

The journal *Nova Acta Leopoldina* is published by the Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, Birkenwaldstraße 44, 70191 Stuttgart, Germany.

The journal is supported by the Federal Ministry of Education and Research and the Ministry of Economy, Science and Digitalization, Land of Saxony-Anhalt.

Cover: Markus SCHOLZ for the *Leopoldina*

ML stands for member of the German Academy of Sciences *Leopoldina*.

© 2018 Deutsche Akademie der Naturforscher *Leopoldina* e. V. – Nationale Akademie der Wissenschaften
(German National Academy of Sciences *Leopoldina*)

Jägerberg 1, 06108 Halle (Saale), Germany

Editorial Office:

Emil-Abderhalden-Straße 37, 06108 Halle (Saale)

Tel.: +49 345 47239134

Fax: +49 345 47239139

Printed in Germany 2018

Published by Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Jörg HACKER, President of the German National Academy of Sciences *Leopoldina*

Typesetting: unicom Werbeagentur GmbH

Printing: *Schäfer* Druck & Verlag GmbH

Printed on paper bleached in a chlorine-free process.

Contents

Foreword

<i>Hacker, Jörg</i> : Foreword	5
--------------------------------------	---

Programme

Friday, 21st September 2018

Ceremonial Opening.....	7
Musical Prelude	7
Welcoming Speech	7
Prize Award	7
Opening Speech of the President.....	7
Welcoming Addresses	7
Panel Discussion	8
Scientific Session I	8
Evening Lecture	8

Saturday, 22nd September 2018

Scientific Session II	9
Scientific Session III	9
Scientific Session IV	10
Closing Remarks	10

Abstracts of the Presentations

Scientific Session I – Science and Society

<i>Eckart, Wolfgang U.</i> : Academies between Nation State and Pluralism	11
<i>Staudinger, Ursula M.</i> : Years Gained – The Potential of Longer Lives	11
<i>Rösler, Frank</i> : Socialization in Early Childhood	12

Evening Lecture

<i>Boetius, Antje</i> : Oceans, Cryosphere and Humanity: Valuing Alien Nature	14
---	----

Scientific Session II – Environment and Energy

<i>Fritz, Peter</i> : Water in Africa: The Engagement of Science Academies	15
<i>Birner, Regina</i> : Food Security and Agriculture	15
<i>Friedrich, Bärbel</i> : The Contribution of Biomass to the Generation of Renewable Energy	16
<i>Erb, Tobias</i> : New Bio-Synthetic Approaches to the Production of Fuels and Value-Added Compounds	17
<i>Beller, Matthias</i> : Artificial Photosynthesis as a Technological Option	17

Scientific Session III – Diseases and Risks

<i>Becker, Katja</i> : Dimensions of Antimicrobial Resistance	18
<i>Heim, Christine</i> : Migration-Related Trauma and Mental Health in Refugees	18
<i>Radbruch, Lukas</i> : Palliative Care in Germany	19

Scientific Session IV – Modern Technologies and Digitalization

<i>Silberhorn, Christine</i> : Quantum Technologies in Focus	20
<i>Haddadin, Sami</i> : Robotics and Machine Intelligence	20
<i>Lengauer, Thomas</i> : Statistical Data Analysis in the Age of Big Data	21

Early Career Award

<i>Zhu, Xiaoxiang</i> : Data Science in Earth Observation	22
Speakers	23

Foreword

Ten years ago, the German Academy of Sciences Leopoldina, which was founded in 1652, became the German National Academy of Sciences. Together with the Union of the German Academies of Sciences and Humanities and acatech – the German Academy of Science and Engineering, we have been collectively advising the public and politicians on fundamental social issues whose solutions intrinsically require the awareness of scientific findings. In this way, the Leopoldina has been contributing to the ever more relevant transfer of scientific knowledge to society – both on a national and international scale.

In honor of the tenth anniversary of the National Academy of Sciences, our 2018 Annual Assembly entitled “Nature – Science – Society” will provide an opportunity to discuss the broad range of scientific topics which the Leopoldina has intensively tackled over the past decade. This look back will provide impetus for our future work: How will the research areas and social challenges that we have examined develop in the future? How can we integrate the findings of our science-based consulting into these developments? Which past issues should we continue to pursue, and which new topics should we address?

We have selected a variety of lecture topics from the wealth of projects the National Academy of Sciences has dealt with. They range from the latest developments in information technology and artificial intelligence, to the question of how synthetic biological systems can contribute to securing future energy supplies and the interdisciplinary analysis of fundamental trends in social change worldwide. We will also ask how the relationship between science and society is currently changing and how the National Academy of Sciences can contribute to better integrating scientific findings into public debates and political decisions. Science is critical in shaping our community as a free, pluralistic and highly developed society.

I cordially invite you to take part in the lecture discussions and look forward to an exceptional Annual Assembly.



Prof. Dr. Jörg Hacker

XXVI. President of the Leopoldina

Acknowledgements

We would like to thank the Alfried Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung for generous support of the Annual Assembly.



Alfried Krupp von Bohlen
und Halbach-Stiftung

We would also like to thank the Leopoldina Akademie Freundeskreis (Friends of the Leopoldina Academy) for their generous support in enabling secondary school students to attend the Leopoldina Annual Assembly.

Programme

The language of the Opening Ceremony is German. Simultaneous translation into English will be provided.

Friday, 21st September 2018

9:00 – 12:15 | Ceremonial Opening

Musical Prelude

Welcoming Speech

*Regina Riphahn ML, Nuremberg
Vice-President of the Leopoldina*

Prize Award

*Presentation of the Early Career Award
Lecture by the Early Career Awardee*

Data Science in Earth Observation

Xiaoxiang Zhu, Munich

| Break

| Opening Speech and Welcoming Addresses

Opening Speech

*Jörg Hacker ML, Halle (Saale)
President of the Leopoldina*

Welcoming Addresses

*Anja Karliczek
Federal Minister of Education and Research*

*Reiner Haseloff
Minister President of Saxony-Anhalt*

*Hanns Hatt ML
President, Union of German Academies of Sciences and Humanities*

*Dieter Spath
President, acatech – German Academy of Science and
Engineering*

*Reimund Neugebauer ML
President, Fraunhofer-Gesellschaft
Speaker of the Alliance of Science Organisations in Germany 2018*

12:15 – 13:30 | Lunch Break

13:30 – 15:00 | Panel Discussion

Moderator:

Jan-Martin Wiarda, Berlin

Introduction and Moderation:

Carsten Reinhardt ML, Bielefeld

Nature – Understanding of Nature – Society

Bärbel Friedrich ML, Berlin

Gerald Haug ML, Mainz

Frank Rösler ML, Hamburg

Brigitte Vollmar ML, Rostock

Ernst-Ludwig Winnacker ML, Munich

15:00 – 15:30 | Break

15:30 – 17:45 | Scientific Session I – Science and Society

Moderator:

Jan-Martin Wiarda, Berlin

15:30 – 16:15 **Academies between Nation State and Pluralism**

Introduction: *Uta Frith ML, London (United Kingdom)*

Wolfgang U. Eckart ML, Heidelberg

16:15 – 17:00 **Years Gained – The Potential of Longer Lives**

Ursula M. Staudinger ML, New York (NY, USA)

17:00 – 17:45 **Socialization in Early Childhood**

Frank Rösler ML, Hamburg

18:15 – 19:15 | **Members' General Assembly** (by separate invitation)

20:15 – 21:15 | Evening Lecture

Introduction:

Jörg Hacker ML, Halle (Saale)

President of the Leopoldina

Oceans, Cryosphere and Humanity:

Valuing Alien Nature

Antje Boetius ML, Bremerhaven/Bremen

Saturday, 22nd September 2018

9:00 – 12:00	Scientific Session II – Environment and Energy
	Moderator: <i>Jan-Martin Wiarda, Berlin</i>
9:00 – 9:45	Water in Africa: The Engagement of Science Academies <i>Peter Fritz ML, Leipzig</i>
9:45 – 10:30	Food Security and Agriculture <i>Regina Birner, Stuttgart</i>
10:30 – 11:00	Break
11:00 – 12:00	The Contribution of Biomass to the Generation of Renewable Energy <i>Bärbel Friedrich ML, Berlin</i>
	New Bio-Synthetic Approaches to the Production of Fuels and Value-Added Compounds <i>Tobias Erb, Marburg</i>
	Artificial Photosynthesis as a Technological Option <i>Matthias Beller ML, Rostock</i>
12:00 – 12:30	Discussion
12:30 – 13:30	Lunch Break
13:30 – 15:45	Scientific Session III – Diseases and Risks
	Moderator: <i>Jan-Martin Wiarda, Berlin</i>
13:30 – 14:15	Dimensions of Antimicrobial Resistance <i>Katja Becker ML, Gießen</i>
14:15 – 15:00	Migration-Related Trauma and Mental Health in Refugees <i>Christine Heim, Berlin</i>
15:00 – 15:45	Palliative Care in Germany <i>Lukas Radbruch, Bonn</i>
15:45 – 16:15	Break

16:15 – 18:30 | **Scientific Session IV – Modern Technologies and Digitalization**

16:15 – 17:00 **Quantum Technologies in Focus**
Christine Silberhorn ML, Paderborn

17:00 – 17:45 **Robotics and Machine Intelligence**
Sami Haddadin, Munich

17:45 – 18:30 **Statistical Data Analysis in the Age of Big Data**
Thomas Lengauer ML, Saarbrücken

18:30 | **Closing Remarks**

Martin J. Lohse ML, Berlin
Vice-President of the Leopoldina

19:30 | **Dinner** (by separate invitation)

Abstracts of the Presentations

Scientific Session I – Science and Society

Wolfgang U. Eckart ML, Heidelberg

Academies between Nation State and Pluralism

By the time of imperialism, modern Enlightenment science had betrayed its idea of acting selflessly, pluralistically and with sole commitment to the truth and struggle against immaturity. Since the late 19th century, national scientific institutions had been wrestling with their foreign competitors. This applied to university research, non-university research and, naturally, to national academies as well. Three world wars, deeply damaging to human history – two murderous wars between 1914 and 1945 and a ‘cold’ war from 1945 to 1990 that existentially threatened the entire human race – are proof of this in the 20th century. The lecture will critically examine the role of science, especially the role of academies, between the extremes of war and peace, totalitarian rule and democracy. It aims to show that totalitarian systems have always attempted to force scientific institutions to serve the nation to the detriment of plurality. At the same time, scientists have always worked in the national academies and have actively promoted peace as well as the freedom of scientific pluralism. This is particularly true after the Second World War, but also at the height of the Cold War. But vigilance is called for. Nationalist movements in Europe are once again threatening the economic and ideological freedom and plurality of science.

Ursula M. Staudinger ML, New York (NY, USA)

Years Gained – The Potential of Longer Lives

Average life expectancy has increased by more than 30 years over the last 100 years, and old age is linked with better health than in preceding generations. This lengthening of lives is a gift gained from societal development, which harbors opportunities as well as challenges for individuals and societies alike. Old age and the aging process, as we currently observe and experience it, is but a snapshot in time. Human aging is not determined. Rather it emerges from continuous interactions between organism, person and context. Thus, aging is – within genetically set limits – modifiable through individual actions and societal conditions. Lifecourse structures as well as images of aging and old age, however, are still reflecting human aging as it was

observed in previous generations. They were forged at a time of lower life expectancies, worse late-life health and life tasks following a different distribution across the life course. The future potential of a society with an aging population depends on its willingness to adapt. An overall mind shift is needed in the general population's outlook on aging, as well as changes in social systems, in particular with regard to education, the labor market, regional planning, the family life cycle, civil society and, of course, policy making. The science of aging has been accruing important findings to support such transformations.

Frank Rösler ML, Hamburg

Socialization in Early Childhood

The Leopoldina policy statement *Socialisation in Early Childhood* (2014)¹ summarizes in detail how cognitive, linguistic, and motivational competences of an individual develop out of a continuous interaction between genetic predispositions and environmental conditions. Due to the high plasticity of the system, brain and behavior adapt to the specific genetically given and prevailing environmental conditions. The impact of the environment on development begins already during gestation and is of particular importance during the first years of life. Adverse conditions, such as stress of the mother during pregnancy, experienced violence during early childhood, impaired language input or poor cognitive stimulation, leave lifelong scars, which impair brain function, cognition, and health over the whole lifespan. Neurobiology has traced back such effects to epigenetic modifications of the deoxyribonucleic acid (DNA). There are sensitive and critical windows of opportunity in early childhood during which environmental input has particular power to modify the system. Positive, supportive environmental conditions can then boost genetic predispositions and help to set free the full potential of an individual, while negative, adverse environmental conditions will severely impair neurocognitive development.

Socio-economic status of a family (defined by education, occupation and income) has a high impact on a child's development. Poor socio-economic status results in a range of adverse conditions, which increase the stress level of both parents and children and thus reduce affectionate parenting, restrict cognitive stimulation, or provide poor role models. These adverse conditions affect the development of brain anatomy, brain function and of the immune system, and thus have immediate consequences for the development of cognition, emotion, motivation, and health. As the vulnerability of the developing system is high after birth and attenuates with increasing age, it is of particular importance that disadvantageous environments are prevented as early as possible, e.g. by special mother-child supporting programmes.

¹ https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2014_Stellungnahme_Sozialisation_EN_web.pdf.

In May 2018, the Leopoldina organized a conference, which had its focus on the importance of early socialization for achieving the sustainable development goals agreed on by the United Nations (UN). This conference entitled *Brain Power for Sustainable Development*² was initiated in cooperation with the Independent Group of Scientists (IGS) appointed by the UN Secretary-General. Cognitive and motivational competences (in short: *Brain Power*) are the most important prerequisites for life success as defined by levels of education, occupation, income, and health status reached by an individual later in life. As aforementioned, individual *brain power* can develop only to its full extent, if positive and supportive environments prevail in early childhood and if genetically given potentials are set free by supportive and challenging methods of education. Collective brain power, which is provided by cognition and self-control of all individuals of a society, determines the standard of living of a society, its social stability and economic growth. From this follows that a sustainable raise of the standard of living of a society depends particularly on the efforts that are invested into childcare and education.

² <https://www.leopoldina.org/en/events/event/event/2561/>.

Evening Lecture

Antje Boetius ML, Bremerhaven/Bremen

Ocean, Cryosphere and Humanity: Valuing Alien Nature

Oceans and cryosphere together cover the majority of the earth's surface and provide important functions for this planet's habitability, reflecting sunlight for radiation balance, buffering against rapid warming and sequestering access carbon. They comprise a vast, yet uncharted diversity of habitats and life, by far exceeding continental biodiversity, and the known genetic resources. Because of their remoteness and extreme physical conditions – high pressure, temperature around or below the freezing point, absence of sunlight – this alien nature is understudied. We lack ecological baselines and have not yet defined essential variables and ecological indicators to assess humanities' impact on polar and ocean systems. Yet, we have substantial evidence of increasing human pressure including climate change, pollution and destructive use of resources in the ocean and cryosphere. Projections based on scientific facts underpin the likelihood that these impacts may degrade vast areas of earth as we know them. The state of oceans and the cryosphere could be seen as the sentinel for sustainable development of human societies. This presentation will discuss conceptual strategies and rationales for the protection and management of alien nature as a target in the sustainable development of humanity. It will also argue for the role of National Academies in debating the urgency of action.

Scientific Session II – Environment and Energy

Peter Fritz ML, Leipzig

Water in Africa: The Engagement of Science Academies

The United Nations (UN) and their organisations are deeply involved in the topic of water availability in developing countries. Without safe water no societal development is possible, and it is not surprising to see an increasing number of Science Academies directly or indirectly involved. Science based political advice is key to the success of any developmental concepts. This became especially clear during the period of 2005–2015 during which the UN had promoted the Millennium Goals and where WASH (**W**ater-**S**anitation-**H**ygien) was central on the Agenda. The goal was to half the number of 1.5 billion humans with no access to clean drinking water as well as the 2.5 billion without adequate sanitation facilities.

As a consequence of this learning experience, the UN promoted as of 2015 the 17 Sustainability Development Goals which run to 2030. Now, a very clear call to all Science Academies went out asking for direct participation in the transformation of these goals into real activities. Assistance comes through the *InterAcademy Partnership* (IAP) where the Academies from 138 countries are networked. What is required is the development of integrated solutions to the complex problems of societal development and ecosystems protection. These challenges go beyond the classical developmental aid and require detailed discussion with those concerned. To be successful solid, broad based scientific policy advice is required.

Thus, this presentation looks preferentially at the topic “water” and the engagement of Science Academies in view of the SDGs. It does not provide solutions but is seen as a contribution to the understanding and functioning of the Academies in the 21st Century.

Regina Birner, Stuttgart

Food Security and Agriculture

The presentation starts with an overview of the key challenges and opportunities of food and nutrition security and agriculture, making reference to a recent report on this topic produced by the European Academies Science Advisory Council (EASAC). Key challenges arise from the need to make agri-food systems more nutrition-sensitive, environmentally sustainable and socially acceptable. While these challenges are widely recognized, there are major global controversies regarding the strategies that can be used to reach these goals. Controversies exist both regarding technologi-

ical options, such as the use of biotechnology (e.g., genome editing) and agro-chemicals in agricultural production, as well as institutional and governance questions, such as role of that large-scale agribusiness companies can or should play in developing countries. The presentation also highlights major knowledge gaps, e.g. regarding strategies to change consumer behavior; influence the political economy of agricultural and food policies; and reform the global governance architecture of agri-food systems. Selected case studies are presented to illustrate how interdisciplinary research can help to address such knowledge gaps and resolve contested issues in agri-food systems. Finally, future research needs and strategies are identified with a view to the role that the *InterAcademy Partnership* can play in this respect.

Bärbel Friedrich ML, Berlin

The Contribution of Biomass to the Generation of Renewable Energy

A sustainable, climate-friendly supply of energy is crucial for achieving the goal of energy transition, by substantial replacement of fossil energy carriers until 2050. Of the total amount of primary energy consumption in Germany, 12.6 % is derived from renewable resources, consisting of about two thirds of products generated from biomass, followed by usage of wind energy and photovoltaic. The potential of biomass will be discussed with regard to availability, space efficiency, green house gas emissions and biodiversity. Possibilities and limits of bioenergy from biomass will be depicted in more detail. The Leopoldina has presented a study,³ which came to the conclusion that the contribution of bioenergy from biomass cannot be increased arbitrarily in Germany. Nevertheless, novel insights into the molecular structure and function of biological photosynthesis and coupled catalytic processes for the production of hydrogen and organic carbon compounds pave the way for new solar powered fuels and precursors for chemicals syntheses. This promising route, assigned as artificial photosynthesis, should be considered in long-term energy concepts.⁴

³ Leopoldina, National Academy of Sciences: Bioenergy: Chances and Limits. 2012.

⁴ Leopoldina, acatech and Union of German Academies: Artificial Photosynthesis. 2018.

New Bio-Synthetic Approaches to the Production of Fuels and Value-Added Compounds

The transformation of the fossil-based supply chain in industry into a sustainable and carbon-neutral production of fuels and value-added compounds is one of the most important challenges of the 21st century.

Biological photosynthesis, which allows the light-driven conversion of carbon dioxide (CO₂) into biomass in a sustainable cycle at a scale of about 450 gigatons annually, provides the blue print for developing such a process. However, biological photosynthesis is limited in respect to its technical usability and catalytic efficiency. Less than 1 % of sunlight is conserved in biomass and biomass itself represents a complex mixture of different chemical compounds that cannot be easily fed into the modern industrial value chain.

The rise of synthetic biology and the possibility to analyze and manipulate living systems at unprecedented detail has provided over the last years the theoretical, as well as the practical, basis to create biological systems that are new to nature. This development in turn allowed the design and realization of novel biocatalysts, artificial metabolic networks and cell-based processes for the improved and/or direct conversion of CO₂ into value-added products.

Here, examples of such novel processes for the bio-synthetic production of fuels and value-added products from CO₂ will be provided, and the opportunities and challenges for synthetic biology as one of the key technologies of the 21st century will be discussed.

Matthias Beller ML, Rostock

Artificial Photosynthesis as a Technological Option

The sufficient and sustainable supply of energy remains one, if not the most important, challenge for our future. An abundant source of energy is sunlight. In the coming years it will be vital to develop efficient processes to interconvert the energy of light or other renewable energy sources to chemical energy. In this respect, artificial photosynthesis is also of special interest. However, so far, cheap and sustainable concepts for artificial photosynthesis remain challenging. In this respect, different technological concepts for artificial photosynthesis based on carbon dioxide will be discussed. In the talk, possibilities to achieve this goal with the help of new catalysts will be discussed.

Scientific Session III – Diseases and Risks

Katja Becker ML, Gießen

Dimensions of Antimicrobial Resistance

Infectious diseases are a global threat to human health and well-being. An increasing number of bacteria are resistant to antibiotics and therefore pose an exceptional challenge, which the lack of new drugs, vaccines, and diagnostic tools, as well as demographic change and globalization processes, are exacerbating. In order to confront these problems, national and international academic, political, social, and business leaders will have to closely cooperate with each other and act effectively. In 2015, the science academies of the G7 recommended (1.) strengthening research and producing new antimicrobial agents, vaccines, and diagnostic tools; (2.) focusing research agendas in order to effectively close knowledge gaps; (3.) setting up global monitoring programs; (4.) increasing public awareness; and (5.) providing a coordinated, rapid response to epidemics. The science academies of the G20 also recommend an assortment of strategies that address in particular the public health systems, lifestyles, and information exchange in various countries. Although positive developments have been evident in recent years, including the *One Health Approach* in the *German Antibiotic Resistance Strategy (Deutsche Antibiotika-Resistenz-Strategie* or DART) and the establishment of research infrastructure, we are a long way from solving the antibiotic resistance problem. This lecture will shed some light on the problems of antibiotic resistance in various dimensions – from the various pathogens and their temporal and geographic developments to manifestations and, finally, solutions.

Christine Heim, Berlin

Migration-Related Trauma and Mental Health in Refugees

Refugees have often experienced drastic violence and life-threatening situations or have witnessed such traumatizing events in their countries of origin. Migration and resettlement into a new context often involve further traumatic exposures and chronic stress in refugees. These experiences can result in markedly increased risk for a wide range of mental and somatic disorders. Children and youths are particularly vulnerable for the effects of traumatic stress, which may affect their further development and often leads to lifelong risk for diseases. The adverse effects of traumatic stress can be transmitted into the next generation. The association between traumatic exposures and disease risk has a biological basis: Traumatic experiences,

particularly early in life, induce persistent changes in neural circuits and regulatory systems, such as the endocrine and the immune system, as well as changes at the molecular level resulting in altered gene activity. Such changes contribute to the manifestation of clinical phenotypes. These effects are moderated by genetic factors. Knowledge of the impact of trauma and the underlying mechanisms provides an important basis for identification of risk cases and for devising targeted strategies for intervention.

Lukas Radbruch, Bonn

Palliative Care in Germany

The initiation and implementation of palliative care has made tremendous progress in Germany in the last two decades. An increasing number of specialist services for the care of severely ill and dying patients is available for inpatients or at home. However, there are still some gaps in the provision of palliative care. Patients in rural areas, residents of nursing homes or patients with life-limiting non-cancer diseases find it harder to access adequate palliative care. Palliative Medicine as an academic field is also growing, resulting in increasing research activities. Nevertheless, clinical research is still scarce in many areas, and especially for symptom control, where only very few clinical trials on pain management have been published. The evidence-based guideline on palliative care for patients with cancer, developed in 2017 in the Association of the Scientific Medical Societies in Germany (AWMF), contains 209 statements, but more than half are based on expert consensus due to a lack of evidence from clinical trials.

The Leopoldina – National Academy of Sciences has produced in 2015 a research agenda for palliative care. Relevant research questions were defined for 11 areas, ranging from basic biomedical research to medical technology and beyond to spiritual, ethical and legal questions. The German Ministry of Education and Research has – not least due to this research agenda – initiated a call for research applications in palliative care. It is to be hoped that the results from this research will foster further development of hospice and palliative care in Germany.

Scientific Session IV – Modern Technologies and Digitalization

Christine Silberhorn ML, Paderborn

Quantum Technologies in Focus

Quantum technologies promise a change of paradigm for many fields of application, for example, in communication systems, in high-performance computing and simulation of quantum systems, as well as in sensor technology. They can shift the boundaries of today's systems and devices beyond classical limits and seemingly fundamental limitations. Prominent examples are absolute secure information transfer using quantum cryptography, highly efficient parallel quantum computing based on superposition states and the determination of physical properties with highest accuracy, which is improved by the manipulation of quantum uncertainties. In the last decades, the field of quantum technologies has established itself internationally as a novel research area that bridges fundamental physics with mathematics, computer science, and engineering in a highly interdisciplinary approach.

Following the commitment of the Leopoldina with a detailed statement on the "Perspectives of Quantum Technologies" in 2015, different strategic initiatives have now been launched, both at the European level and at the national level, which target at the exploitation of the high innovation potential of these new technologies. Traditionally, the research in quantum technology in Germany and Europe is internationally highly recognized. The current funding initiatives aim to harness the excellent results of fundamental research for the development of novel applications and future industrial commercialization.

Sami Haddadin, Munich

Robotics and Machine Intelligence

Important breakthroughs in robotics and artificial intelligence have enabled the first real-world applications of flexible, human-centered robot systems. Controlled by intelligent programming, learning and interaction systems that "understand" man and machine, even laymen can use state-of-the-art robot technology for the first time. Their commercial introduction represents a step change in the way intelligent machines meet human needs beyond the industrial sector, e.g. also in the healthcare or private sector. In other words, they become everyday intelligent helpers in a wide variety of applications to make our lives easier.

However, several grand challenges remain to be solved before unifying the fields of robotics and artificial intelligence to machine intelligence. *First*, the technological limits of sensory-motor and holistic system design need to be pushed significantly further in order to come closer to the unmatched performance and embodied intelligence of the human body. *Second*, we face the challenge of unifying the two previously separate paradigms of model-based control with data-driven machine learning algorithms such that next generation AI-algorithms seamlessly bridge the gap between physical and virtual world.

Thomas Lengauer ML, Saarbrücken

Statistical Data Analysis in the Age of Big Data

Big data is on everyone's lips and often raises emotions. On the one hand, the notion is a basis for much technological optimism, mostly directed towards new business models or simplifications or optimizations in professional and private life. On the other hand, it is a basis for dystopic perspectives, which are targeted, for instance, at profiling of the individual and their privacy space, overarching optimization in daily life and intransparency of decision making.

The Leopoldina is investigating the perspectives and limitations of data analysis in its Standing Committee "Digitalized Society". The topic was addressed in a conference in July 2017 on the "Impact of Digitalization on the Individual and on Society" and is investigated in two working groups on "Privacy and Data Protection" and "Digitalization and Democracy".

In this lecture we will look at data analysis from a scientific perspective. After a short historical prolog – data analysis is actually quite old – we discuss what differentiates big data from traditional data analysis. We introduce the underlying mathematical methods and report on scientific successes. But data analysis also harbors risks, especially, if the analyses are not configured carefully and their results are not interpreted appropriately. And there are limits, especially regarding the derivation of causal relationships.

We close the keynote with the presentation of a concept joining data analysis with the other concept that has proven successful in science, namely forming scientific theories.

Early Career Award

Xiaoxiang Zhu, Munich

Data Science in Earth Observation

Geoinformation derived from earth observation satellite data is indispensable for many scientific, governmental and planning tasks. Geoscience, environmental sciences, sustainable development, resource management, civil security, disaster relief, as well as planning and decision support are just a few examples. Furthermore, earth observation has irreversibly arrived in the Big Data era, e.g. with ESA's⁵ Sentinel satellites and with the blooming of NewSpace companies. This requires not only new technological approaches to manage and process large amounts of data, but also new analysis methods. Explorative signal processing and machine learning algorithms, such as compressive sensing and deep learning, have been shown to significantly improve information retrieval from remote sensing data, and consequently lead to breakthroughs in geoscientific and environmental research. In particular, by the fusion of petabytes of earth observation data from satellite to social media, fermented with sophisticated data science algorithms, it is now possible to tackle unprecedented, large-scale, influential challenges, such as the mapping of global urbanization — one of the most important megatrends of global change.

⁵ ESA – European Space Agency.

Speakers

Prof. Dr. Regina Riphahn ML

Chair of Statistical and Empirical Economics, Friedrich Alexander University
Erlangen-Nuremberg, since 2005

Member of the Leopoldina, Section Economics and Empirical Social Sciences, since 2007

Prof. Dr. Jörg Hacker ML

President of the German Academy of Sciences Leopoldina – National Academy of Sciences,
Halle (Saale), since 2010

Member of the Leopoldina, Section Microbiology and Immunology, since 1998

Anja Karliczek

Federal Minister of Education and Research, since 2018

Dr. Reiner Haseloff

Minister President of Saxony-Anhalt, since 2011

Prof. Dr. Dr. Hanns Hatt ML

President of the Union of German Academies of Sciences and Humanities, since 2015

Member of the Leopoldina, Section Physiology and Pharmacology/Toxicology, since 2012

Prof. Dr.-Ing. Dieter Spath

President of acatech – German Academy of Science and Engineering, since 2017

Prof. Dr. Reimund Neugebauer ML

President of the Fraunhofer Gesellschaft, since 2012

Speaker of the Alliance of Science Organisations in Germany in the year 2018

Member of the Leopoldina, Section Engineering Sciences, since 2014

Dr. Jan-Martin Wiarda

Journalist for Education and Research, Berlin

Prof. Dr. Carsten Reinhardt ML

Professor for Historical Studies of Science, University of Bielefeld, since 2007

Member of the Leopoldina, Section History of Science and Medicine, since 2015

Prof. Dr. Bärbel Friedrich ML

Scientific Director of the Alfried Krupp Wissenschaftskolleg Greifswald, since 2008

Member of the Leopoldina, Section Microbiology and Immunology, since 1994

Prof. Dr. Gerald Haug ML

Director of the Climate Geology Department at the Max-Planck-Institute for Chemistry in
Mainz, since 2015

Member of the Leopoldina, Section Earth Sciences, since 2012

Prof. Dr. Frank Rösler ML

Senior Professor of Biological Psychology and Neuropsychology, University of Hamburg, since 2013

Member of the Leopoldina, Section Psychology and Cognitive Sciences, since 2001

Prof. Dr. Brigitte Vollmar ML

Director of the Rudolf Zenker Institute for Experimental Surgery, Medical Faculty of the University of Rostock, since 2002

Member of the Leopoldina, Section Surgery, Orthopaedics, Anaesthesiology, since 2011

Prof. Dr. Ernst-Ludwig Winnacker ML

Secretary General, Human Frontier Science Program (HFSP), Strasbourg, France, 2009–2015

Secretary General, European Research Council (ERC), Brussels, Belgium, 2007–2009

President, Deutsche Forschungsgemeinschaft (German Research Foundation), 1998–2006

Member of the Leopoldina, Section Human Genetics and Molecular Medicine, since 1988

Prof. Dr. Uta Frith ML

Professor Emeritus of Cognitive Development at University College London, UK, since 2006

Member of the Leopoldina, Section Psychology and Cognitive Sciences, since 2008

Prof. Dr. Wolfgang U. Eckart ML

Professor of History of Medicine and Director of the Institute for History and Ethics of Medicine, University of Heidelberg, since 1992–2017

Member of the Leopoldina, Section History of Science and Medicine, since 2009

Prof. Dr. Ursula M. Staudinger ML

Robert N. Butler Professorship in Sociomedical Sciences and Professor of Psychology and Founding Director of the Columbia Aging Center, Mailman School of Public Health, Columbia University, New York, USA, since 2013

Member of the Leopoldina, Section Psychology and Cognitive Sciences, since 2002

Prof. Dr. Antje Boetius ML

Director of the Alfred Wegener Institute, Helmholtz Zentrum für Polar- und Meeresforschung, since 2017, and Professor of Geomicrobiology, University of Bremen, as well as Leader of the HGF-MPG Research Group on Deep Sea Ecology and Technology, since 2009

Member of the Leopoldina, Section Earth Sciences, since 2009

Prof. Dr. Peter Fritz ML

Scientific Director of the Environmental Research Centre Leipzig-Halle (UFZ), 1991–2004.

Member of the Leopoldina, Section Earth Sciences, since 1998

Prof. Dr. Regina Birner

Chair of Social and Institutional Change in Agricultural Development, Hans Ruthenberg Institute of Agricultural Sciences in the Tropics, University of Hohenheim, since 2010

Dr. Tobias Erb

Director and Head of the Department of Biochemistry and Synthetic Metabolism at the Max Planck Institute for Terrestrial Microbiology, Marburg, since 2017

Prof. Dr. Matthias Beller ML

Director of the „Leibniz Institut für Katalyse e.V.“, since 2005

Member of the Leopoldina, Section Chemistry, since 2009

Prof. Dr. Katja Becker ML

Professor of Biochemistry and Molecular Biology at the Interdisciplinary Research Center, Justus Liebig University (JLU) Giessen, since 2000

Member of the Leopoldina, Section Microbiology and Immunology, since 2009

Prof. Dr. Christine Heim

Professor and Director of the Institute of Medical Psychology, Charité Center for Health and Human Sciences (CC1), Charité – Universitätsmedizin Berlin, since 2011

Prof. Dr. Lukas Radbruch

Director of the Clinic for Palliative Care, University Hospital Bonn, since 2010

Prof. Dr. Christine Silberhorn ML

Professor of Applied Physics, Integrated Quantum Optics, Paderborn University, since 2010

Member of the Leopoldina, Section Physics, since 2012

Prof. Dr.-Ing. Sami Haddadin

Director of the Munich School of Robotics and Machine Intelligence at the Technical University of Munich (TUM) and Chair of Robotics Science and Systems Intelligence, since 2018

Prof. Dr. Thomas Lengauer ML

Director at the Max-Planck-Institut für Informatik, Saarbrücken, 2001–2018

Member of the Leopoldina, Section Informatics, since 2003

Prof. Dr. Martin J. Lohse

Chair of the Board of Directors and Scientific Director of the Max Delbrück Center for Molecular Medicine in the Helmholtz Association, Berlin, since 2016

Member of the Leopoldina, Section Physiology and Pharmacology/Toxicology, since 2000

Prof. Dr.-Ing. habil. Xiaoxiang Zhu

Head of Department EO Data Science, German Aerospace Center (DLR), Earth Observation Center, Remote Sensing Technology Institute, Oberpfaffenhofen, and Professor for Signal Processing in Earth Observation, Technical University of Munich (TUM)

Venue

National Academy of Sciences Leopoldina
Jägerberg 1
06108 Halle (Saale)



