

06/2024 NOV/DEZ

NACHRICHTEN AUS TECHNIK, NATURWISSENSCHAFT UND WIRTSCHAFT

TECHNIK

IN BAYERN

Das Regionalmagazin des VDI¹



Climate Engineering

Eventkalender & Aktuelles
KI im Bauwesen:
VDI Mitgliederversammlungen 2025



Maritime Zukunftsvision

SCHWERPUNKT

Hilft Technik gegen die Erderwärmung? <i>José L. Lozán</i>	06
Mit Wolken dem Klimawandel entgegen <i>Fabian Hoffmann</i>	12
Ist Climate Engineering gerecht? <i>Gespräch mit Felix Havermann</i>	16
CO ₂ -Entfernung aus der Atmosphäre <i>Roland Dittmeyer</i>	18
Climate-Engineering – Ersatz für Klimaschutz? <i>Ulrike Niemeier</i>	22
Vom Rain-Maker zur Klimabeeinflussung <i>Der historische Hintergrund von Frank Dittmann</i>	24

Climate Engineering

Es sieht derzeit nicht danach aus, dass man die Erderwärmung noch rechtzeitig abbremsen könnte. Dadurch kommen zunehmend Technologien in die Diskussion, mit denen man CO₂ wieder aus der Atmosphäre entfernen kann, und andere, mit denen sich die Sonneneinstrahlung vermindern ließe.

HOCHSCHULE UND FORSCHUNG

Das letzte Geheimnis der „V2“	35
Die Nutzung künstlicher Intelligenz im Bauwesen	36
Symphonie – deutsch-französischer Gleichklang	40

AKTUELLES

VDI BV München: AK Technikgeschichte	26
VDI BV München: Einladung Mitgliederversammlung 2025	27
VDI Bayern Nordost: Einladung Mitgliederversammlung 2025	28
Die TiB-Redaktion verabschiedet sich	30
2. AACII-Kongress in Nürnberg	33
VDI Bayern Nordost: Innovationszentrum in Hallstadt	34
VDI Bayern Nordost: Weihnachtskonzert 2024	37
VDI BV München: AK Fahrzeug- und Verkehrstechnik	38
VDI Bayern Nordost: Mitgliederversammlung 2024	42
VDI Bayern Nordost: Frauen im Verteidigungssektor	44

RUBRIKEN

Veranstaltungskalender	45
Buchbesprechung	48
Ausstellungstipp	49
Impressum	49
Cartoon	50



Titelbild:
Die Regenmacher
Foto: V. Rohde

VDI Landesverband Bayern
VDI Bezirksverein München, Ober- und Niederbayern e.V.
Westendstr. 199, D-80686 München
Tel. (0 89) 57 91 22 00, Fax (0 89) 57 91 21 61
www.vdi-sued.de, E-Mail: bv@vdi-sued.de

VDI Bezirksverein Bayern Nordost e.V.
c/o Technische Hochschule Georg-Simon-Ohm
Keßlerplatz 12, D-90489 Nürnberg
Tel. (09 11) 55 40 30, Fax (09 11) 5 19 39 86
E-Mail: geschaeftsstelle.bv-bno@vdi.de

INHALT

Suchen Sie einen Übersetzer?



1500 Übersetzer
und Dolmetscher für mehr
als 40 Sprachen!



Qualifikation ✓
Spezialisierung ✓

→ by-suche.bdue.de

Bundesverband der
Dolmetscher und Übersetzer
Bayern



Unsere Fachliste Technik
gratis für Sie:

- Qualifizierte Sprachprofis für **200 technische Fachgebiete**
- Als PDF erhältlich unter fachliste-technik.bdue.de oder als Printversion über service@bdue.de



Climate Engineering

Hilft Technik gegen die Erderwärmung?

Der von 196 Staaten und der EU am 12. Dezember 2015 in Paris beschlossene und seit 4. November 2016 völkerrechtlich bindende Vertrag hat das Ziel, den Klimawandel zu bremsen und die Auswirkungen abzumildern. Dafür muss die Erderwärmung deutlich auf unter 2°C im Vergleich zur vorindustriellen Zeit begrenzt werden. Um dies zu erreichen, müssen die Emissionen der klimarelevanten Gase „gestoppt“ werden. Damit würde sich die globale Temperatur langfristig stabilisieren. Dies kann jedoch nur schrittweise erfolgen. Das deutsche Klimaziel für 2030 ist die Verringerung der Treibhausgasemissionen um mindestens 65% im Vergleich zu 1990. Auch wenn Experten daran zweifeln, ist Deutschland nach Angaben der Bundesregierung erstmals auf dem Weg, diese Ziele zu erreichen (BMWK 2024). Bis 2045 soll in Deutschland die Treibhausgasneutralität erreicht werden. Dieses Ziel ist im deutschen Klimaschutzgesetz verankert (Bundesregierung 2022). Die EU hat sich mit dem Europäischen Klimagesetz verpflichtet, bis 2050 treibhausgasneutral zu werden (EU 2023).

Nach dem aktuellen Wissensstand können nicht alle anthropogenen Emissionen vermieden werden. Beispielsweise können in der Landwirtschaft beim Reisanbau und der Viehzucht die Emissionen durch technische Verbesserungen und Produktionsoptimierungen reduziert – aber nicht auf Null gesenkt werden. Ähnliches kann für die Zementproduktion gesagt werden. Nach optimistischen Szenarien zur Emissionsvermeidung gelten 5% bis 15% der heutigen Emissionen bis 2050 als sogenannte schwer vermeidbare Restemissionen. Sie müssen kompensiert werden, um

die erwünschten „Netto-Null-Emissionen“ zu erreichen.

In diesem Sinn bedeutet Treibhausgasneutralität, dass nach den Reduktionen der Emissionen ein Gleichgewicht zwischen den unvermeidbaren Emissionen von Treibhausgasen und einer technischen CO₂-Entnahme aus der Atmosphäre hergestellt werden muss. Daher impliziert die Einhaltung des Klimaübereinkommens von Paris den Einsatz technischer Methoden, um die Treibhausgasneutralität zu erreichen. Man hat den Begriff „Netto-Null“ eingeführt. Das bedeutet, dass alle unvermeidbaren Treibhausgas-Emissionen durch Negative Emissionen zu kompensieren sind. Negative Emissionen werden durch den Einsatz von CO₂-Entnahmemethoden aus der Atmosphäre ermöglicht.

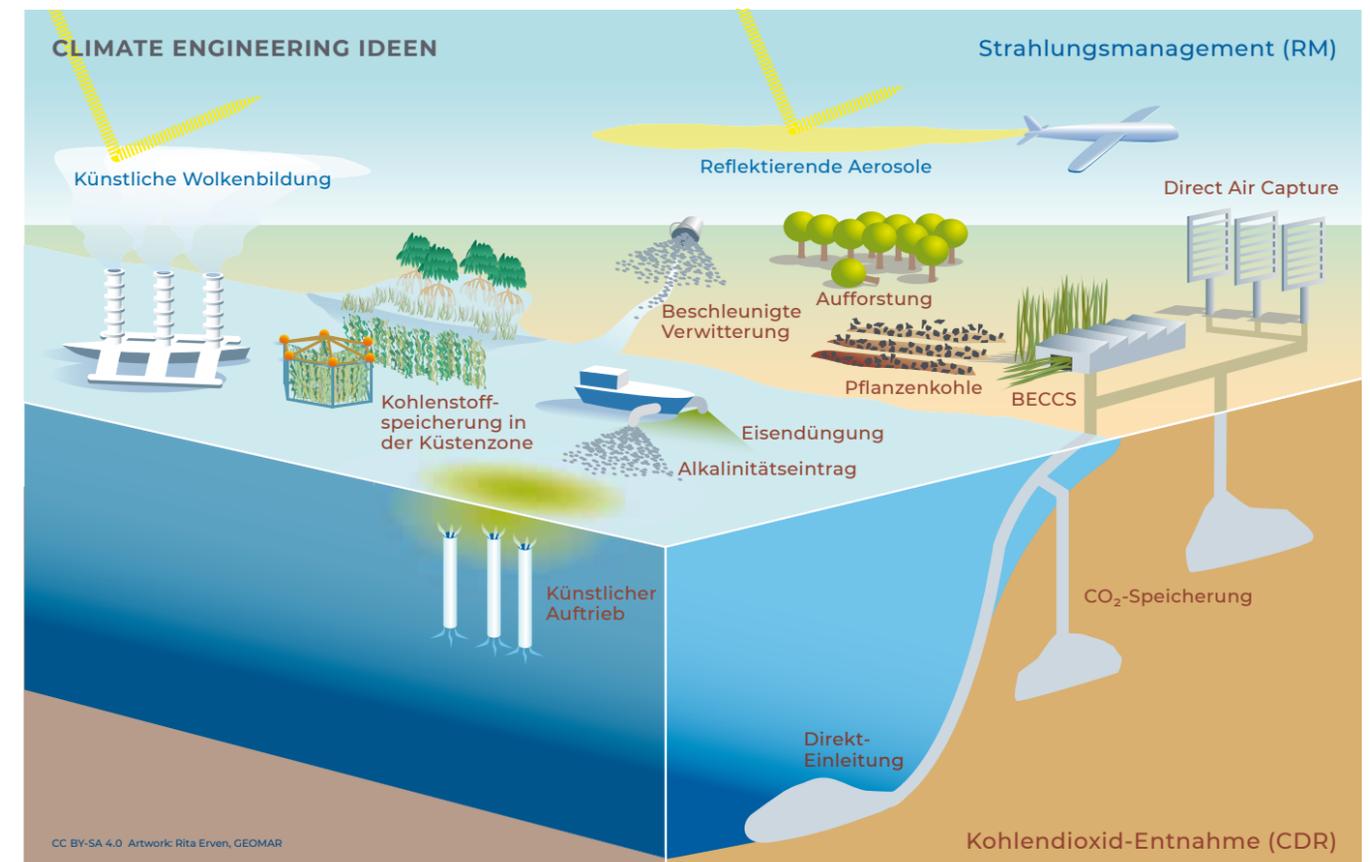
Die Verfahren zur Verringerung der CO₂-Konzentration der Atmosphäre (Carbon Dioxide Removal – CDR) sind ein zentraler Teil des sogenannten Climate-Engineering (CE) früher auch als Geo-Engineering bekannt. CDR-Methoden wollen der Atmosphäre CO₂ entziehen und dauerhaft in anderen Reservoirs speichern (Negative Emissions-Technologien, NETs). Das der Atmosphäre entzogene CO₂ kann mehr oder weniger dauerhaft in Böden, der Erdkruste oder unter dem Ozean gespeichert, in Biomasse gebunden oder chemisch als Rohstoff in der Industrie genutzt werden. CDR gelten daher als Ergänzung zur Reduktion der anthropogenen CO₂-Emissionen und werden als notwendig angesehen, um die Ziele des völkerrechtlich verbindlichen Paris-Abkommens zu erreichen. Der

Weltklimarat IPCC betrachtet die konsequente und rasche Reduktion der Emissionen von Treibhausgasen als wichtigste und als absolut vorrangige Maßnahme zum Schutz des Klimas.

Es gibt eine weitere Gruppe von CE-Verfahren, die mehr Sonnenenergie in den Weltraum zurückstreuen oder die Durchlässigkeit für Wärmestrahlung aus der Erdoberfläche erhöhen sollen. Sie wirken als Klimaschutz, ohne dabei allerdings die Konzentration der klimarelevanten Gase zu mindern. Diese Verfahren werden Radiation Management (RM) genannt. Vor allem die RM-Verfahren befinden sich noch fast alle in der Forschungsphase. Neben den gewünschten Auswirkungen bergen diese aber auch erhebliche Risiken und Unsicherheiten. Ihre jeweilige Effizienz, insbesondere aus globaler Sicht, ist noch völlig offen.

Neben den Climate Engineering-Methoden gibt es Verfahren zur Nutzung des Kohlenstoffdioxids (Carbon Capture and Utilisation – CCU) (Lozán et al. 2023 – Kap.3). Eine konkrete Möglichkeit dafür ist, das CO₂ durch Karbonatisierung (oder Mineralisierung) dauerhaft in ein klimaneutrales Produkt wie Kalk (Kalziumkarbonat CaCO₃) umzuwandeln. Diese CO₂-Mineralisierung stellt wegen der dauerhaften CO₂-Speicherung einen konkreten Beitrag zur Lösung des Klima-Problems dar. Das Kalziumkarbonat hat potenziell eine vielseitige Verwendung z.B. in Baustoffen, Füllstoffen und Zementzusätzen.

Im vorliegenden Artikel wird eine Übersicht der wichtigsten CDR-Verfahren zusammengestellt. Bei diesen unter-



Wunschvorstellung – alle technisch möglichen Maßnahmen werden umgesetzt

scheidet man oft marine und terrestrische Methoden. Wir differenzieren hier aber zwischen biologisch- und geochemisch-basierten CDR-Verfahren, weil die Akzeptanz der Verfahren davon stark abhängt.

Biologisch basierte CDR-Verfahren

(Durch diese Methoden werden die vorhandenen natürlichen Speicher vor allem als pflanzliche Biomasse genutzt).

Durch **Aufforstung und Wiederaufforstung von Wäldern** kann durch Photo-

synthese zusätzlich Kohlendioxid aus der Atmosphäre gebunden werden. Neben dem Klimaschutz kann dadurch auch ein Beitrag zur Biodiversität geleistet werden, wenn standortgerechte Baumarten und nachhaltige, also naturnahe Bewirtschaftungsformen verwendet werden. Meist schließt man den Einsatz genmanipulierter Pflanzen und die Pflanzung nichtstandortgerechter Arten dabei aus. **Renaturierung und Wiedervernässung der Moore:** Sehr große Teile der Moore in Deutschland und Europa wurden trockengelegt und meist landwirtschaft-

lich genutzt. Aus den trockenen Mooren wird ständig CO₂ und CH₄ freigesetzt. Man schätzt die jährliche Emission in Deutschland auf über 50 Mio. t CO₂-äq. Das sind etwa 7% der gesamten Treibhausgasemissionen Deutschlands. Eine fachgerechte Wiedervernässung der Moore soll diese Emissionen stoppen und zusätzlich Kohlenstoff fixieren. Damit werden gleichzeitig die Bedingungen für das gesamte Ökosystem und die Biodiversität verbessert. Für ihre künftige Nutzung bietet sich auch die Paludikultur an. Das ist die landwirtschaftliche Nut-

CDR Methode	Minderungspotenzial (GtCO ₂ /y)	Kosten (USD/tCO ₂)	Status (TRL)
Direct Air Capture with CCS (DACCS)	5–40	100–300	6
Beschleunigte Verwitterung	2–4	50–200	3–4
Erhöhung der Alkalinität des Ozeans	1–100	40–260	1–2
Ozeandüngung	1–3	50–500	1–2
Kohlenstoffspeicherung in Küstenzonen (Blue Carbon)	<1	491-560 ²¹	2–3
Bioenergie mit Carbon Capture and Storage (BECCS)	0.5–11	15–400	5–6
Aufforstung	0.5–10	0–240	8–9
Pflanzkohle	0.3–6.6	10–345	6–7
Bindung von Kohlenstoff im Boden auf Acker- und Grünland-flächen	0.6–9.3	-45–100	8–9
Wiederherstellung von Torfgebieten und Küstenfeuchtgebieten	0.5–2.1	Unzureichende Daten	8–9
Agroforstwirtschaft	0.3–9.4	Unzureichende Daten	8–9
Verbesserte Waldbewirtschaftung	0.1–2.1	Unzureichende Daten	8–9

Quelle: Lozán et al. 2023

Übersicht über die Potenziale, Kosten und den Status von Maßnahmen zur CO₂-Entfernung aus der Atmosphäre. TRL= Technological Readiness Level, technischer Reifegrad

zung von nassen oder wiedervernässten Moorböden z.B. zum Anbau von Schilf für Reetdächer und Torfmoos als Torfersatz (Succow et al. 2021). **Renaturierung und Aufforstung von Mangrove-Wäldern:** Viele Mangrove-Wälder wurden über Jahrzehnte durch verschiedene Aktivitäten beeinträchtigt und oft zerstört. Dabei gingen wichtige Lebensräume an der Küste und ihre Funktion als Küstenschutz verloren. Die Wiederaufforstung großer Flächen dieser Ökosysteme wird als besonders günstige Maßnahme zum Klimaschutz gefordert, weil sie zu den potentesten natürlichen Speichern von Kohlenstoff und Stickstoff gehören. Mangroven speichern in ihrer ober- und unterirdischen Biomasse bei starker Sedimentation große Mengen an organischem Material. Die relative Stabilität dieses organischen Materials unter oft anoxischen und salinen Bedingungen

verhindert die Freisetzung der Treibhausgase CO₂, N₂O und CH₄. Die hohen Sedimentationsraten tragen gleichzeitig auch zur Stabilisierung von Küstenlinien und zum Schutz der Küsten vor Erosion und Sturmschäden bei. **Renaturierung der Flussauen:** Auen entlang der Flüsse und Bäche werden bei Hochwasser überschwemmt. Deutschlandweit waren das früher über 16.000 km² (4,5% der Fläche Deutschlands). Von entscheidender Bedeutung ist der Wechsel zwischen Trockenfallen und Überflutung, der zum Aufbau kohlenstoffreicher Sedimente führt. Auen gehören zu den produktivsten Flächen, deshalb werden knapp 70% der Auen landwirtschaftlich – 30% davon als Acker – genutzt, stehen also nicht mehr als Überschwemmungsflächen zur Verfügung. Die geringfügige Renaturierung der Auen in den letzten Jahren ist bei weitem nicht ausreichend. Infolge der

häufiger werdenden Hochwasserereignisse fehlen sie außerdem als Hochwasserschutz. **Mehr CO₂-Aufnahme durch gentechnisch veränderte Pflanzen:** Mit gentechnisch veränderten Pflanzen soll mehr CO₂ in Biomasse umgewandelt werden. Diese Forschung wird mit der Ernährungssicherung einer weiter wachsenden Weltbevölkerung begründet und ist trotz ernsthafter Bedenken seit Jahren voll im Gange. Das Ziel ist die Erträge zu steigern sowie die Stickstoff- und Wassernutzungseffizienz zu erhöhen. Ferner soll die Anpassungsfähigkeit an heißere und trockenere Klimazonen verbessert werden. Damit soll mehr CO₂ aus der Atmosphäre gebunden werden. **Düngung der Meere zur Verstärkung der Planktonproduktion:** Aufgrund der großen Fläche der Weltmeere wurde das Potenzial der Ozeandüngung zur Erhöhung der Aufnahme von CO₂ zunächst als viel-

versprechend eingeschätzt. Aus diesen Gründen wurde diese Climate-Engineering-Methode intensiv erforscht. Mehrere Freilandexperimente meist mit Eisen als Dünger wurden in den 1990er-Jahren durchgeführt. Ein nennenswerter Nettoexport von organischem Material in die Tiefe – die Grundvoraussetzung für einen CO₂-Entzug – konnte in keinem Experiment nachgewiesen werden. Das meist gebildete Phytoplankton wurde schnell vom Zooplankton gefressen. Aufgrund der mit einer intensiven Ozeandüngung verbundenen ökologischen Risiken wurden entsprechende Beschlüsse 2010 im Rahmen des globalen London-Übereinkommens gefasst. Danach sollten künftige Experimente mit großer Sorgfalt durchgeführt und überwacht werden. Kommerzielle Eisendüngungsaktivitäten sind derzeit durch internationales Recht untersagt. **Produktion von Mikroalgen:** Eine weitere Möglichkeit, CO₂ günstig und in großer Menge aus der Luft zu entziehen, ist die Vermehrung von Mikroalgen in künstlich angelegten Teichen z.B. an der Küste mit Meereswasser. Durch diese naturbasierte Methode ist die CO₂-Abscheidung effizienter als die Landpflanzen inkl. Regenwälder. Pro Flächeneinheit binden Mikroalgen 10 bis 30mal mehr Kohlenstoff pro Jahr als Regenwälder. Mikroalgen vermehren sich in kürzerer Zeit und wachsen damit 8 bis 10mal schneller, was dementsprechend zu einer starken Biomassezunahme führt. Diese Entwicklung kann durch Erwärmung und Zufuhr von CO₂ noch optimiert werden. Die geernteten Algen können als Nahrungsquelle für Mensch und Tier genutzt werden. Ferner lassen sich aus der Algen-Biomasse künstliche Kraftstoffe herstellen. Man kann sie auch für die BECCS-Technologie (s. später) verwenden; dabei werden die Algen zur Energieerzeugung verbrannt und das dabei entstandene CO₂ eingefangen und

langfristig unterirdisch gespeichert. **Kohlenstoffspeicherung durch Seegras- und Salzwiesen:** Seegraswiesen und Salzwiesen nehmen neben ihrer großen und wichtigen ökologischen Bedeutung im Meer anorganische Kohlenstoffverbindungen aus dem Wasser und der Luft auf. Der Kohlenstoff wird dauerhaft in den tieferen, sauerstoffarmen Schichten des Wattbodens und der Salzwiese gespeichert. Bakterien, die organisches Material zersetzen und so den Kohlenstoff wieder freisetzen würden, können aufgrund des Sauerstoffmangels dort kaum aktiv sein. Dadurch werden kohlenstoffreiche Sedimente im Laufe der Zeit angereichert. Seegras- und Salzwiesen können so sehr effizient dem Klimawandel entgegenwirken. Gleichzeitig sind Seegrasbestände und Salzwiesen durch den Klimawandel selbst besonders durch die Hitzewellen, den Meeresspiegelanstieg und die Zunahme der Erosion an der Küste bedroht.

Geochemisch und technisch basierte Verfahren

Direkte CO₂-Abscheidung aus der Luft und Speicherung (Direkt Air Carbon Capture & Storage, DACCS): Mit diesen Verfahren wird CO₂ der Umgebungsluft entzogen und an Feststoffe gebunden. Solche Anlagen werden „künstliche Bäume“ genannt. Neben der Firma Climeworks arbeiten Carbon Engineering in Kanada, Global Thermostat in den USA und Skytree in den Niederlanden an solchen Verfahren. Ihre Geräte beruhen auf dem Verfahren, mit dem CO₂ z.B. auch aus der Atemluft der Internationalen Raumstation gefiltert wird. Diese Anlagen können überall z.B. entlang von Straßen aufgestellt werden. Anschließend kann das CO₂ unterirdisch gelagert oder als Rohstoff in der Industrie, z.B. in Form von Karbonaten, genutzt werden. Da die CO₂-Konzentration in der Luft (0,04%) etwa 300mal geringer als im Rauchgas

eines Kraftwerks ist, sind die Kosten viel höher als bei den Abscheide-Methoden in Kraftwerken. Weiterer Vorteil gegenüber den Carbon Capture and Storage (CCS)-Methoden (s.u.) ist, dass die Umgebungsluft relativ unbelastet von Schadstoffen ist, die bei der Filterung zusätzliche Probleme verursachen würden. **Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid (Carbon Capture and Storage, CCS):** Für den Klimaschutz wäre es effizienter, das produzierte CO₂ in energieintensiven Industrien und Betrieben wie Stahl- und Zementproduktion sowie Kohlekraftwerken gleich aus dem Rauchgas abzuscheiden und zu nutzen oder dauerhaft unterirdisch zu speichern, als wenn es freigesetzt und dann z.B. durch Aufforstung wieder aus der Atmosphäre entfernt wird. Der Einsatz von CCS ist stark von der Verfügbarkeit geeigneter Speicher abhängig. In Norwegen wird CCS seit Jahren angewandt und viel Geld in die Ausweitung investiert. Dementsprechend werden geologische Erkundungen durchgeführt um weitere geeignete Speicher zu finden. Ende Mai 2024 beschloss das Bundeskabinett Eckpunkte für eine Carbon-Management-Strategie. Das war ein wichtiger politischer Schritt. Weitere Informationen unter: www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de/klimaschutz-und-ccs-co2-entnahme-und-speicherung/. **Nutzung von Biomasse als Energie mit Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (BECCS, Bio-Energy with Carbon Capture and Storage):** Alternativ zu der o.g. beschriebenen Methode zur Tiefsee-Versenkung von Biomasse zur Verzögerung der Zersetzung gibt es den Vorschlag, Biomasse energetisch zu nutzen und anschließend das freiwerdende CO₂ abzuscheiden und unterirdisch zu speichern. Bei dieser als BECCS bezeichneten Methode geht es um eine Kombination der Nutzung von Bioenergie (BE) mit der CCS-Methode (s.oben). Biomasse wird schon weltweit

zur Energiegewinnung genutzt. Es ist daher sinnvoll beide Methoden zu verbinden und in großen Anlagen anzuwenden, da die CCS-Technologie hohe CO₂-Konzentrationen voraussetzt. In Frage kommen große Betriebe wie Bioethanolraffinerien und Papiermühlen. In solchen Betrieben steht die Biomasse zur Verfügung, so dass Energie für den Transport gespart wird. Die energetischen Kosten entstehen nur bei der Abscheidung, dem Transport und der Speicherung des CO₂. Die Möglichkeit einer guten CO₂-Bilanz ist gegeben. Der limitierende Faktor wäre die Speicherkapazität für CO₂ und die Konkurrenz von Bioenergie u.a. zur Nahrungsmittelproduktion. **Produktion und Einsatz von Pflanzenkohlen aus Biomasse (Biokohlen oder BioChar):** Pflanzen entziehen der Atmosphäre große CO₂-Mengen und wandeln sie während der Photosynthese in organisches Material um. Wenn die Pflanzen absterben, sich zersetzen oder verbrannt werden, wird das organische Material wieder als CO₂ freigesetzt. Das Ziel dieser Methode ist, das produzierte organische Material in den Pflanzen selbst zu speichern. Dazu wird die pflanzliche Biomasse in „Biokohle“ umgewandelt. Abschließend wird die „Biokohle“ mit natürlichen Böden – ähnlich wie die Bildung von Terra Preta in Amazonien – vermischt. Die Zersetzung der „Biokohle“ soll im Boden mehrere Jahrzehnte bis Jahrhunderte dauern. Dabei wird nicht nur CO₂ langfristig fixiert sondern auch die Bodenqualität verbessert. **Kohlendioxidaufnahme durch Wüsten-Böden:** Weltweit gibt es bis zu 1 Milliarde Hektar küstennahe Wüsten, die für eine „Begrünung“ zur Verfügung stehen. Diese Gebiete nehmen aufgrund einer Verstärkung der Wüstenbildung, des Klimawandels und falscher Landnutzung sogar zu. Es besteht ein großes Potenzial bei der Nutzung dieser Landschaften zur Kohlen-

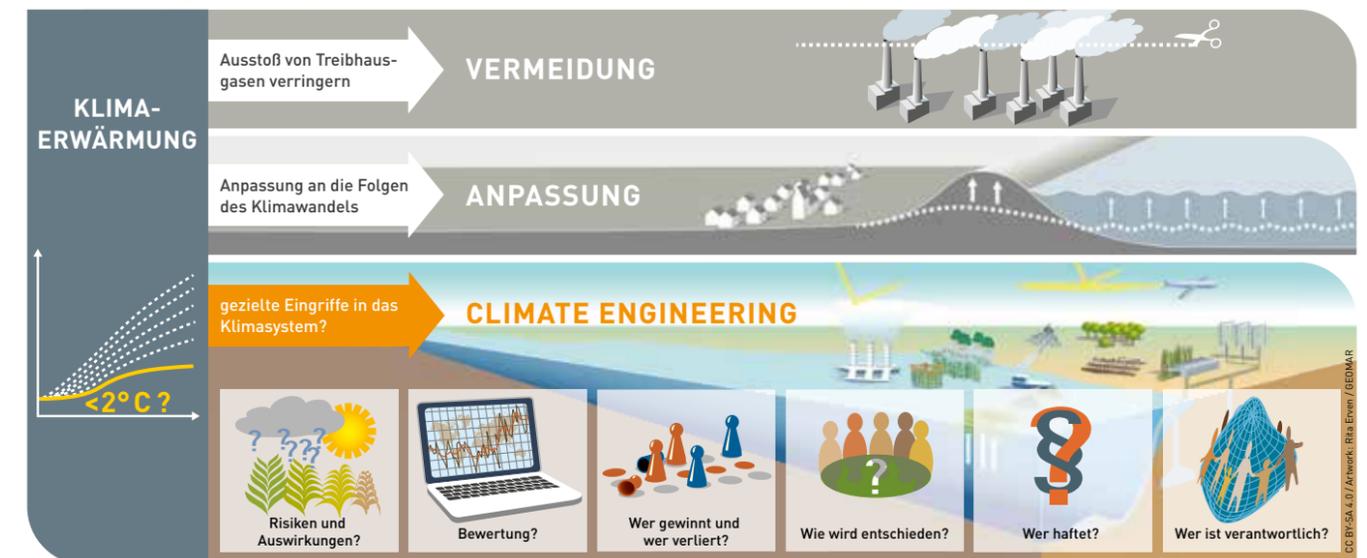
stoffbindung durch die Einführung von Plantagen mit sehr wenig Wasser benötigten Sträuchern. Mit der heutigen Technik zur Entsalzung, Bewässerung, und Bioenergienutzung kann das Potenzial dieser Fläche als CO₂-Senke genutzt werden. Man schätzt, dass so bis zu 25 Mio. t CO₂ je 10.000 km² gespeichert werden könnten. **Beschleunigte Verwitterung an Land:** Unter üblichen Bedingungen werden Silikate an der Erdoberfläche unter Einwirkung von Kohlensäure (H₂CO₃) zum Teil gelöst. Dabei wird das aus der Luft stammende CO₂ in Kalziumkarbonat (Ca₂CO₃) gebunden. Dieser Prozess wird als Verwitterung (Weathering) bezeichnet. Er läuft in der Natur jedoch sehr langsam ab; man schätzt, dass nur 0,1 Gt C/Jahr so gebunden wird. Um diesen Prozess zu beschleunigen, muss eine große Menge stark basischer Gesteine wie Olivin, Dunit oder Basalt zu Gesteinsmehl gemahlen werden. Basalt wird bevorzugt, da er ca. 300 kg CO₂ aus der Atmosphäre pro t Basalt entnimmt. Der Kostentreiber ist die Energie zur Herstellung von Gesteinsmehl. Er liegt weit über derjenigen für die Aufforstung. Weil auch eine Verbesserung der Bodenqualität, verringerte Erosion, Verminderung der Bodenversauerung und Erhöhung der Wasserrückhaltung damit verbunden wäre, würde eine Ausbringen auf Agrarflächen auf eine größere Akzeptanz in der Bevölkerung stoßen. **Alkalinisierung des Ozeans:** Alkalines Gesteinsmehl kann auch ins Meer auf großer Fläche eingebracht werden. Eine Möglichkeit wäre, es an Strände zu deponieren und von dort durch die Wellen einspülen zu lassen. Eine weitere kostengünstige Methode wäre, das Gesteinsmehl mit Hilfe von Transportschiffen ins Meer einzubringen. Die Verwitterung des Gesteinsmehls würde zu einer Erhöhung des Karbonatgehalts führen und gleichzeitig den pH-Wert etwas er-

höhen. Man bezeichnet diese Methode auch als künstliche Alkalinisierung der Meere. Durch diesen Prozess erhofft man eine verbesserte CO₂-Aufnahme der Meere und eine verlangsamte Ozeanversauerung zu erreichen. **Verstärkung der Auftriebsgebiete:** In den meisten Meeresgebieten liegen Schichten wärmeren Wassers über Schichten mit kaltem und nährstoffreichem Tiefenwasser auf. Sie sind also stabil geschichtet und werden kaum durchmischt. Das Ziel dieser Methode ist das Tiefenwasser nach oben zu befördern, um die Biomasseproduktion an der Oberfläche zu steigern. Das kann durch den Einsatz von vertikalen Pumpen und mit Hilfe von Wellenenergie erfolgen. **Versenkung von Biomasse in die Tiefsee:** Bei dieser Methode ist gedacht, Ernteabfälle ins Meer zu versenken. Die luftdicht verschlossenen Abfälle sollen mithilfe von Schiffen nach Beschwerden mit Steinen in die Tiefsee versenkt werden. Die Autoren nehmen an, dass in dieser Tiefe bei niedrigen Temperaturen und

Literatur

BMWK (2024): <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2024/03/20240315-deutschland-bei-klimazielen-2030-erstmalig-auf-kurs.html>
 BUNDESREGIERUNG (2022): <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>
 EU (2023) https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2019/10/story/20190926STO62270/20190926STO62270_de.pdf
 LOZÁN, JOSÉ L., H. GRÄBL, S.-W. BRECKLE, D. KASANG & D. KASANG (2023): Warnsignal Klima. Hilft Technik gegen die Erderwärmung. Klima Engineering in der Diskussion. Kap.3
 SUCCOW, M., G. GAUDIG & F. TANNEBERGER (2021): Die Vernutzung der Moore Deutschlands und ihre klimatischen Folgen. In: Lozán J. L., S.-W. Breckle, H. Grassl & D. Kasang (Hrsg.), Warnsignal Klima: Boden & Landnutzung. S. 125-135. www.warnsignal-klima.de. DOI:10.25592/warnsignal.klima_boden-landnutzung.17.

Climate Engineering – eine weitere Option zur Vermeidung des Klimawandels?



Sauerstoffarmut eine Zersetzung des organischen Materials nur sehr langsam stattfinden kann. Kohlenstoff kann dort bis zu tausenden von Jahren gespeichert bleiben. Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung der Braunalge Sargassum, die sich massiv im tropischen Atlantik von Westafrika bis zur Karibik mit einer Biomasse von ca. 20 Mio. t jährlich entwickelt. Man nennt diesen Bereich der Große Atlantische Sargassum-Gürtel (GASB). Getrieben durch Strömungen und Wind bilden sich große Sargassum-Matten mit einer Fläche von mehreren Quadratkilometern und einer Dicke zwischen 10 cm und 2 m. Diese Braunalgen werden kaum genutzt und verursachen im Küstenbereich viele Probleme für das Küstenökosystem.

Fazit

Der von uns Menschen verursachte Klimawandel schreitet voran, da die globalen Emissionen von CO₂ und anderen Treibhausgasen im Mittel weiter ansteigen und auch in Europa nicht stark genug

sinken. Die Gefahr, dass die durch das völkerrechtlich bindende Paris-Abkommen beschlossene maximale Erwärmung „um wesentlich unter 2,0°C“ nicht eingehalten wird, ist sehr groß. Fast jedes Jahr erreicht die mittlere globale Lufttemperatur einen neuen Höchstwert. Nach dem jüngsten Copernicus-Bericht war Mai 2024 der zwölfte Monat in Folge mit einem Rekord der weltweit gemittelten Temperatur. Verantwortlich für diese Entwicklung sind trotz der Minderung der Treibhausgasemissionen in einigen Ländern die noch immer steigenden Konzentrationen der Treibhausgase in der Atmosphäre und neuerdings auch die Abnahme der Aerosole in der Atmosphäre. Zurzeit beträgt die globale mittlere Erderwärmung bereits um 1,2°C. Auf der 27. Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention (COP 27) in Scharm El-Scheich (Ägypten) im November 2022 wurde mehrfach an alle Staaten appelliert, ihre Anstrengungen zu erhöhen, um ihre Emissionen entsprechend ihrer völkerrechtlichen Verpflichtung zu redu-

zieren. Auf der COP28 in Dubai im Dezember 2023 bekennt sich die Staatengemeinschaft zum ersten Mal zur Abkehr von allen fossilen Energien und zu einem massiven Ausbau von Wind- und Solarenergien. Die biologisch basierten Lösungen werden alleine nicht ausreichen; auch technische Verfahren müssen in erheblichem Umfang angewandt werden, um die Klimaziele erreichen zu können. Viel Forschung ist noch nötig, damit die o.g. Verfahren ausreichend einsatzbereit sind.

Dr. José L. Lozán

Chefredakteur und Mitherausgeber der Buchreihe „Warnsignal Klima“

* Dieser Artikel ist eine kurze Zusammenfassung aus dem Buch: Lozán et al 2023 (384 Seiten) – Wissenschaftliche Auswertungen in Kooperation mit GEO ISBN 9783982006765.

Es kann zum Sonderpreis unter fbki046@uni-hamburg.de bestellt werden.

Mit Wolken dem Klimawandel entgegen

Unsere tägliche Erfahrung zeigt, dass Wolken das Sonnenlicht reflektieren und dadurch die von ihnen bedeckten Regionen kühlen. Aus der Perspektive des Klimasystems stellt dieser kühlende Einfluss von Wolken ein bedeutendes Element dar, dessen Wechselwirkung mit anderen Teilen des Klimasystems, z.B. den natürlichen und anthropogenen Treibhausgasen, die Temperatur unseres Planeten bestimmt. Veränderungen der Wolken können also die Auswirkungen des Klimawandels verstärken oder abmildern, wenn sie mit einer Zu- oder Abnahme der Bewölkung einhergehen.

Die physikalischen Grundlagen

Die Fähigkeit von Wolken, Sonnenlicht zu reflektieren, wird durch die Anzahl und Größe der Wolkentropfen bestimmt. Der Wassergehalt einer Wolke wird in erster Näherung durch die meteorologischen Bedingungen vorgegeben, die die Temperatur und Feuchtigkeit der Atmosphäre bestimmen. Die Anzahl der Wolkentropfen, auf welche dieses Wasser verteilt wird, wird hingegen durch die Anzahl der Aerosolpartikel in der Luft bestimmt, die als Kondensationskeime der Wolkentropfen dienen. Daher reflektieren Wolken in aerosolreichen Regionen (z.B. über den Kontinenten) ten-

denziell mehr Sonnenlicht als in aerosolarmen Regionen (z. B. über dem Meer). Dieser Effekt zeigt sich sehr anschaulich, wenn ein Schiff Abgase in eine Wolkenschicht emittiert (Abb. 1). Die im Abgas enthaltenen Aerosole können die Anzahl der Wolkentropfen und damit die Reflektivität der Wolken erhöhen.

Diese Abgasfahnen waren eine Inspiration für John Latham, der 1990 als erster vorschlug, Wolken absichtlich aufzuhellen, um dem Klimawandel entgegenzuwirken. Dieser Climate-Engineering-Ansatz, der häufig als „Marine Cloud Brightening“ (MCB) bezeichnet wird, basiert nicht auf der Verwendung von Abgas-aerosolen, sondern auf Seesalz-Aerosolen, die ebenfalls sehr effiziente Kondensationskeime sind. Um diese zu produzieren, soll Meerwasser in die Atmosphäre gesprüht werden, wo dieses in kleinste Tropfen zerfällt. Diese Tropfen verdampfen und lassen Seesalz-Aerosole zurück. Durch Aufwinde werden diese zu den Wolken gehoben. Hier lassen sie zusätzliche Wolkentropfen entstehen, was schließlich den Reflexionsgrad der Wolken erhöht, wie in Abbildung 2 skizziert ist.

Der ideale Wolkentyp, um die globalen Temperaturen durch MCB zu senken, sind Stratocumulus. Stratocumulus bedecken dauerhaft große Gebiete der westlichen subtropischen Ozeane, wo sie durch das Zusammenspiel sehr stabiler Meeresströmungen und großräumiger Luftbewegungen in geringer Distanz zur Ozeanoberfläche gebildet werden. Die relativ geringe vertikale Ausdehnung dieser Wolken und typischerweise relativ geringe Anzahl natürlicher Aerosole machen es besonders leicht, diese Wolken durch zusätzliche Aerosole aufzuhellen. Letztlich sorgt ihre Nähe zum Äquator dafür, dass der Großteil der global einfallenden Sonnenstrahlung reflektiert werden kann. Während

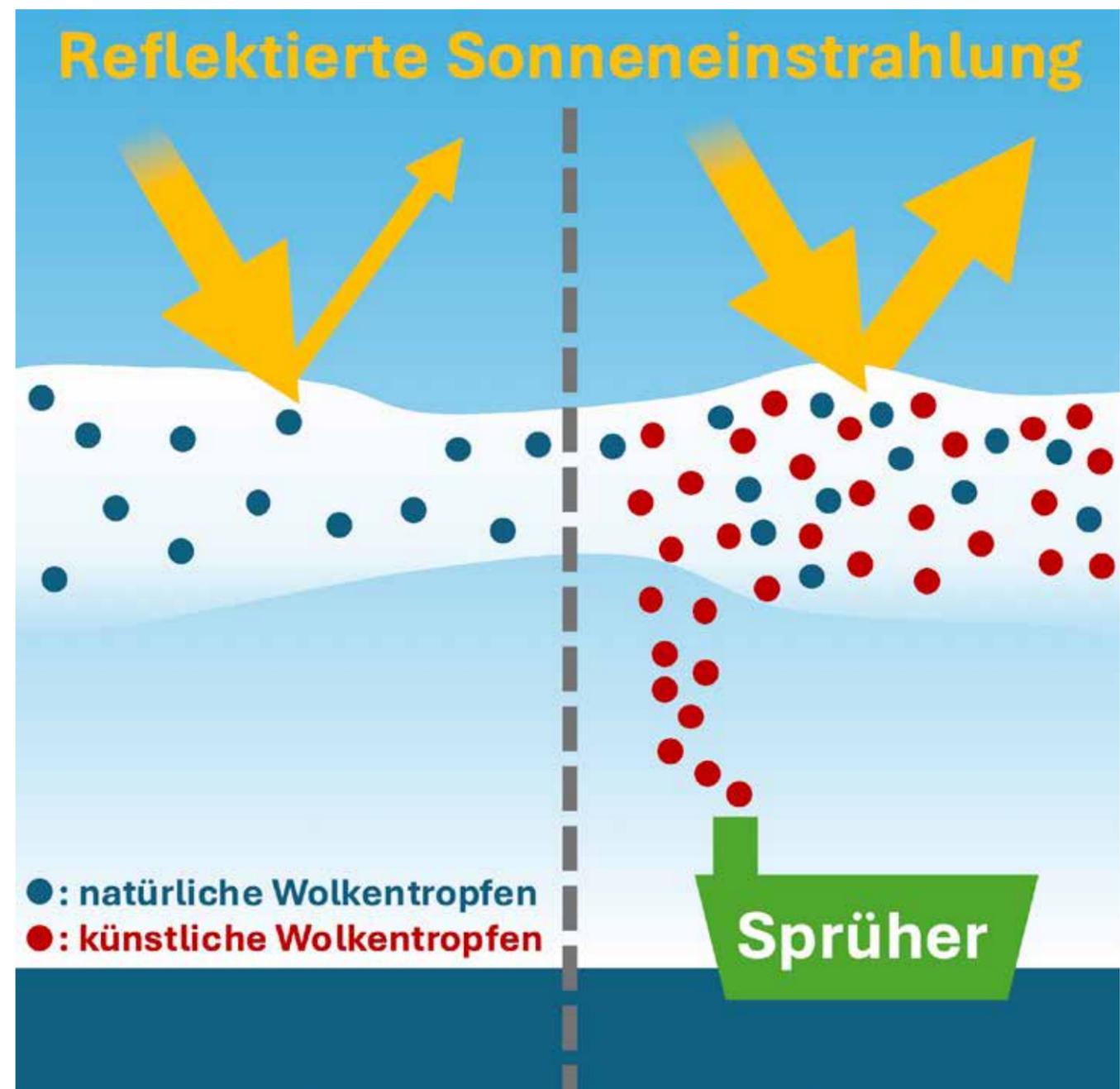


Abb. 2: Diese Darstellung illustriert wie eine gezielte Aufhellung von Wolken möglich ist. Durch die gezielte Freisetzung von Seesalz-Aerosolen werden künstliche Wolkentropfen (rote Punkte) geschaffen, die den Reflexionsgrad einer Wolke erhöhen können

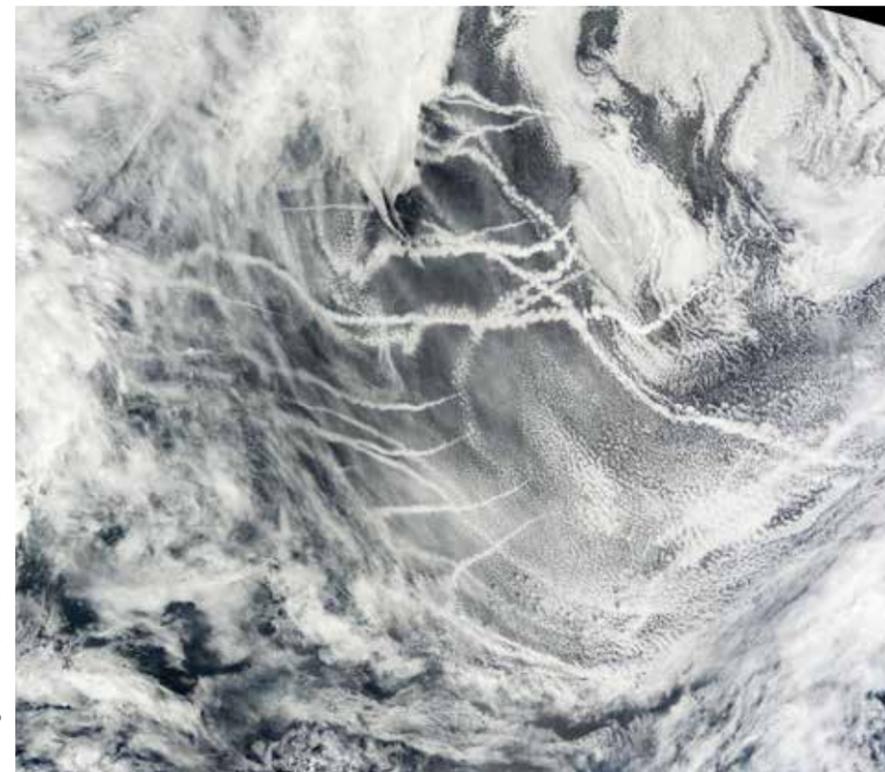


Abb. 1: Diese Satelliten-Aufnahme zeigt ein Stratocumulus-Feld über dem Nordpazifik. Die helleren Linien wurden durch Abgasfahnen von Schiffen hervorgerufen. Die im Abgas enthaltenen Aerosole sind Kondensationskeime für zusätzliche Wolkentropfen, die es der Wolke erlauben, mehr Sonnenlicht zu reflektieren. Analog zu diesem Effekt wird derzeit diskutiert, ob die gezielte Emission von Seesalz-Aerosolen eine globale Aufhellung von Wolken ermöglicht und die dadurch hervorgerufene Abkühlung den Klimawandel abmildern kann

für solch eine Anwendung von MCB ein massiver, international-koordinierter Einsatz nötig wäre, werden auch regionale Anwendungen von MCB diskutiert, die von einzelnen Staaten durchgeführt werden könnten. Diese haben meist nicht das Ziel die globalen Temperaturen zu senken, sondern sollen gefährdete Ökosysteme vor den Auswirkungen des Klimawandels schützen. Abhängig von der geographischen Lage sind regionale Anwendungen von MCB nicht notwendigerweise auf Stratocumulus beschränkt. Um beispielsweise die Auswirkungen

maritimer Hitzewellen auf das Great Barrier Reef vor der Küste Australiens zu mildern, wird derzeit die Anwendbarkeit von MCB zur Reduzierung der Wassertemperaturen in der Region des Riffs evaluiert.

Offene Fragen

Auf den ersten Blick scheinen viele Aspekte von MCB gut verstanden zu sein. Es gibt jedoch erhebliche Wissenslücken hinsichtlich der physikalischen und technischen Machbarkeit, die geschlossen werden müssen, bevor MCB als Maßnah-

me gegen den Klimawandel in Betracht gezogen werden kann. Darüber hinaus bestehen berechnete ethische Bedenken, die bei jeder Form von Climate-Engineering berücksichtigt werden müssen. Diese Punkte sollen in den nächsten Absätzen kurz diskutiert werden. Zwei Einflussfaktoren sind von herausragender Bedeutung, um die gewünschte Aufhellung einer Wolke zu erreichen: Die Wolkentropfenkonzentration und die Größe der Seesalz-Aerosole. Während wir den ersten Punkt relativ gut verstanden haben, ist der Effekt der Seesalz-

Aerosolgröße noch nicht abschließend geklärt. Kleinere Seesalz-Aerosole können zwar aus weniger Meerwasser hergestellt werden und benötigen somit weniger Energie für das Versprühen, allerdings sind diese nur bei ausreichend starken Aufwinden gute Kondensationskeime, was zu einer potentiell geringeren Anzahl zusätzlicher Wolkentropfen und folglich auch geringerer Aufhellung führt. Größere Aerosole wachsen schneller zu Wolkentropfen heran, sie begünstigen aber auch Niederschlag und können so eine Wolke auflösen. So eine „Verdunkelung“ muss ausgeschlossen werden, damit sich MCB nicht ins Gegenteil verkehrt.

Obwohl viele dieser Probleme durch adäquate Technik gelöst werden können und es bereits verschiedene Ansätze gibt, müssen diese für MCB angepasst werden. Zusätzlich müssen diese Ansätze eine große Skalierbarkeit für die beabsichtigte globale Anwendung zulassen. Grundlegende Fragen sind hier: Wie kann der Sprühprozess so weiterentwickelt werden, dass die benötigte Anzahl an Seesalz-Aerosolen in der gewünschten Größe produziert wird? Wie viel Energie wird für diesen Prozess benötigt und kann diese auf nachhaltige Weise bereitgestellt werden? Kann das Sprühen automatisiert werden? Wie groß ist der Wartungsaufwand bei so einem Unterfangen?

Aus klimatischer Sicht müssen unbeabsichtigte Folgen großflächiger Wolkenaufhellung verstanden werden. Klimamodelle deuten darauf hin, dass MCB das Potenzial hat, globale Windsysteme und Niederschlagsmuster zu verändern, inklusive der Möglichkeit, Dürren auszulösen. Auch wenn solche Ergebnisse mit Unsicherheiten versehen sind, müssen diese Auswirkungen bei der Beurteilung von MCB berücksichtigt werden, da sie

das Potenzial haben, die Lebensgrundlage der Menschen und die Ökosysteme in den Regionen, die nicht direkt von MCB profitieren, substantiell zu verändern.

Diese Probleme stehen im direkten Zusammenhang mit einigen ethischen Fragen, die in Bezug auf MCB und Climate-Engineering gestellt werden. Unter der Grundannahme, dass Climate-Engineering nur angewendet werden würde, wenn ein Großteil der Menschheit dadurch profitiert, muss die Frage gestellt werden, wie so ein Unterfangen den Teilen der Menschheit gerecht werden kann, die unverhältnismäßig unter Climate-Engineering leiden würden, z.B. durch eine regionale Reduzierung des Niederschlags. Dies erfordert ein multilaterales Abkommen über Climate-Engineering, welches durch die große Zahl der Beteiligten und ihre möglicherweise unterschiedlichen Präferenzen nur schwer vorstellbar wäre. Auch wenn sich die Menschheit gegen Climate-Engineering entscheidet, muss die Frage beantwortet werden, wie wir mit den Schäden umgehen, die der Klimawandel bereits verursacht hat und in der Zukunft verursacht wird, wenn keine oder nur unzureichende Gegenmaßnahmen durchgeführt werden. Letztlich muss sichergestellt werden, dass jegliches Engagement in Climate-Engineering, sei es die bloße Erforschung oder die tatsächliche Umsetzung, nicht dazu führen darf, dass Bemühungen um die Reduktion von Treibhausgas-Emissionen – und damit der Ursache des Klimawandels – eingestellt werden.

Versuch eines Fazits

Derzeit ist es nicht möglich, Climate-Engineering zur Abmilderung des Klimawandels im Allgemeinen und MCB im Besonderen zu empfehlen. Gleichzeitig sollte auch nicht pauschal davon abge-

raten werden. Zu viele und möglicherweise folgenschwere Nebenwirkungen wurden bis jetzt nur unzureichend untersucht, einschließlich der Gefahren, die mit dem Nichtanwenden von Climate-Engineering einhergehen. So bleibt nur der Appell, verstärkt Forschung am Thema durchzuführen, inklusive der Entwicklung notwendiger Technologien. Dabei ist festzuhalten, dass das so generierte Wissen nur eine Entscheidung für oder gegen Climate-Engineering unterstützen kann, aber nicht automatisch zu einer Entscheidung führt. Allerdings gibt diese Forschung der Menschheit die Option, aktiv den Folgen des Klimawandel entgegenzuwirken, falls dies erforderlich werden sollte und sich die Menschheit für ein solches Unterfangen entscheidet.

Dr. Fabian Hoffmann
Meteorologisches Institut,
Ludwig-Maximilians-Universität
München

Quellen

Feingold, G., V. P. Ghate, L. M. Russell, P. Blossey, W. Cantrell, M. W. Christensen, M. S. Diamond, A. Gettelman, F. Glassmeier, E. Gryspederdt, J. Haywood, F. Hoffmann, C. Kaul, M. Lebsack, A. C. McComiskey, D. T. McCoy, Y. Ming, J. Muelmenstaedt, A. Possner, P. Prabhakaran, P. K. Quinn, S. Schmidt, R. A. Shaw, C. E. Slinger, A. Sorooshian, V. Toll, J. Wan, R. Wood, F. Yang, J. Zhang, and X. Zheng, 2024: Community Consensus on Physical Science Research Needs to Evaluate the Viability of Marine Cloud Brightening. *Science Adv.*, 10(12), doi:10.1126/sciadv.adi8594.
Hoffmann, F., and G. Feingold, 2021: Cloud Microphysical Implications for Marine Cloud Brightening: The Importance of the Seeded Particle Size Distribution. *J. Atmos. Sci.*, 78, 3247-3262, doi:10.1175/JAS-D-21-0077.1.
Latham, J., 1990: Control of global warming? *Nature*, 347(6291), 339-340, doi:10.1038/347339b0.
National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2021: Reflecting sunlight: Recommendations for solar geoengineering research and research governance. Doi: 10.17226/25762.

Spricht für Sie. Weltweit. Im Klimadialog.

Was haben Übersetzer und Dolmetscher mit Climate Engineering zu tun? In der internationalen technischen Fachkommunikation und dem regen wissenschaftlichen Diskurs spielt qualifizierte Sprachmittlung eine entscheidende Rolle und ermöglicht einen effizienten Austausch in komplexen Themengebieten.

Foto: greenbutterfly/Adobe Stock



Zugang zum technischen Know-how

Die Entwicklung von Klimaschutzmaßnahmen erfordert den globalen Austausch von Ideen und Lösungen zur Bekämpfung des Klimawandels. Dafür müssen Forschungsergebnisse für ein internationales Publikum – Wissenschaftler, Fachleute, Entscheidungsträger und Öffentlichkeit – zugänglich gemacht werden. Hier ist die präzise und fachkundige Übertragung in andere Sprachen von wesentlicher Bedeutung. Die spezialisierten Sprachkenntnisse qualifizierter Übersetzer und Dolmetscher sind der Schlüssel dafür, dass die wissenschaftlichen Erkenntnisse weltweit zwischen Fachleuten ausgetauscht und auch der Öffentlichkeit verständlich vermittelt werden können.

Klimawandel und die Öklinguistik

Wenn man über den Klimawandel spricht, geht es meist um umweltpolitische Maßnahmen. Dabei ist nicht zu unterschätzen, wie Sprache und Kommunikation unser Verständnis und die Wahrnehmung des Problems beeinflussen. Das Phänomen des Klimawandels wird

aufgrund der unterschiedlichen wirtschaftlichen und politischen Agenden in Medien und Kampagnen unterschiedlich formuliert, um bestimmte Meinungen und Narrative zu unterstützen. Unter dem Aspekt der Wechselwirkung erforscht die Öklinguistik unter anderem, ob eine bewusste Verwendung von Sprache dazu beitragen kann, Umweltprobleme zu mildern bzw. das soziale Bewusstsein zu prägen. Ein gutes Beispiel dafür ist, wie der Begriff „Klimawandel“ allmählich an die Stelle des Begriffs „globale Erwärmung“ trat. Fachkundige Sprachexperten registrieren die feinsten linguistischen Nuancen und haben somit einen entscheidenden Einfluss auf die Kommunikation zum Klimawandel und letztlich darauf, wie die Menschen dieses globale Thema wahrnehmen.

Lokalisierung der Kommunikation zum Klimawandel

Die Kommunikation über den Klimawandel hat also viel damit zu tun, wie Fakten und Themen für die Zielgruppe formuliert werden. Bei der Lokalisierung wird dies für das

Zielpublikum entsprechend angepasst. Damit stellen qualifizierte Übersetzer und Dolmetscher sicher, dass aktuelle Umweltthemen und -nachrichten verständlich formuliert werden – sowohl für Fachleute als auch für ein Publikum aus allen Gesellschaftsschichten rund um den Globus. Es bedarf eines tiefen Verständnisses von Sprache, Kultur und Gesellschaft, um die besten Lösungen für eine erfolgreiche globale Kommunikation zum Klimawandel zu finden.

Qualifizierte Übersetzer und Dolmetscher mit Fachwissen finden

Der Bundesverband der Dolmetscher und Übersetzer (BDÜ) erleichtert Ihnen die Suche nach qualifizierten Sprachexperten, denn in den größten deutschen Berufsverband der Branche wird nur aufgenommen, wer einschlägige Qualifikationen nachweisen kann, etwa ein Übersetzungs- bzw. Dolmetschstudium oder eine staatliche Prüfung. In der kostenlos nutzbaren Online-Datenbank des BDÜ finden Sie allein in Bayern rund 1.500 professionelle Dolmetscher und Übersetzer für mehr als 40 Sprachen und zahlreiche Fachgebiete. Bundesweit sind es sogar über 7.500 BDÜ-Mitglieder mit ca. 90 Sprachen, von denen viele auf Umwelttechnologien spezialisiert sind. Geht es um Climate Engineering, stehen Ihnen im BDÜ vertrauenswürdige Sprachprofis zur Seite.

Tatiana Moos
Vorstandsmitglied im
BDÜ LV Bayern,
öffentlich bestellte
und allgemein beei-
digte Übersetzerin
für die russische
Sprache
E-Mail: by@bdue.de



5 TIPPS ZUR VERGABE VON ÜBERSETZUNGEN

- ▶ **EXPERTENWISSEN**
Achten Sie darauf, dass Ihr Übersetzer auf das jeweilige Fachgebiet spezialisiert ist.
 - ▶ **ANGEBOTSANFORDERUNG**
Geben Sie Ihrem Übersetzer vorab Einblick in den Text, damit ein verlässliches Angebot möglich wird.
 - ▶ **BEI MEHREREN ANGEBOTEN**
Noch wichtiger als der Preis ist das Fachwissen des Übersetzers, damit Sie hohe Qualität erhalten.
 - ▶ **FRÜHZEITIGE BEAUFTRAGUNG**
Eilaufträge sind in der Regel deutlich teurer.
 - ▶ **KOSTENEFFIZIENZ**
Geben Sie möglichst nur Endfassungen von Texten in Auftrag, damit die Übersetzung günstig und effizient für Sie erfolgen kann.
- Dolmetscher- und Übersetzerdatenbank für Bayern: suche.bdue.de**
Bundesverband der Dolmetscher und Übersetzer e. V. (BDÜ)
Landesverband Bayern: by.bdue.de

Carbon Dioxide Removal (CDR)-Forschung

Ist Climate Engineering gerecht?

Wir sprachen mit Dr. Felix Havermann, Department für Geographie, Ludwig-Maximilians-Universität München

Technik in Bayern: Herr Dr. Havermann, Sie sind der wissenschaftliche Koordinator für das Projekt CDRSynTra. Was ist darunter zu verstehen und was sind die Projektziele?

Havermann: CDR steht für „Carbon Dioxide Removal“, also die Entfernung von Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre. Das Projekt „Syntra“ steht für „Synthese und Transfer“ und ist Teil des übergeordneten Forschungsprogramms CDRterra. CDRterra umfasst insgesamt zehn weitgehend unabhängige Forschungsprojekte, die jeweils eigene Schwerpunkte haben. Syntra hat die Aufgabe, diese verschiedenen Forschungsschwerpunkte zu bündeln und zu synthetisieren.

Neben der Synthese betreiben wir am Institut auch eigene Forschung, die etwa 60 Prozent unserer Arbeit ausmacht. Die restlichen 40 Prozent entfallen auf die Synthese- und Transferaufgaben. Ein wichtiger Aspekt des Transfers ist der Wissenstransfer, bei dem wir den Austausch mit Stakeholdern und Entscheidungsträgern aktiv fördern, zum Beispiel durch Workshops und parlamentarische Events.

Ein weiteres zentrales Element des Transfers ist die Bildungsarbeit. Wir erstellen z.B. Broschüren und organisieren Konferenzen für Lehrer*innen, um das Thema CDR in die Schulen zu bringen und auf verschiedenen Wegen in die Bildung einzubinden.

TiB: Wenn man wissen will, wie sich irgendetwas auf das Klima aus-

wirken werden, braucht man Rechenmodelle. Auf welchen Grundlagen basiert diese Modellierung und wie brauchbar sind die Ergebnisse?

Havermann: Zur Untersuchung des Klimawandels nutzt man sogenannte Erdsystemmodelle. Diese Modelle sind über die Jahre immer komplexer und präziser geworden. Zu Beginn modellierte man nur einzelne Komponenten, wie die Atmosphäre, das Wasser oder das Land, und das oft noch in recht einfacher Form. Diese drei Bereiche wurden zunächst unabhängig voneinander simuliert, aber im Laufe der Zeit immer besser miteinander verknüpft.

Später kamen weitere Elemente wie Treibhausgas und der Pflanzenbewuchs hinzu, wodurch die Modelle noch detaillierter und realistischer wurden.

TiB: Hat man eine Vorstellung von der erreichten Genauigkeit?

Havermann: Es hängt immer davon ab, welchen Aspekt man betrachtet. Es macht einen großen Unterschied, ob man zum Beispiel die globale Mitteltemperatur über die letzten 30 Jahre, das Paläoklima oder das Klima von 1850 bis heute untersucht. Das Ziel ist natürlich, Vorhersagen für die Zukunft zu treffen. Dafür verwendet man verschiedene Modelle, deren Ergebnisse – wie zu erwarten – voneinander abweichen. Der Grund dafür ist jedoch bekannt, und die Modelle werden kontinuierlich weiterentwickelt und verbessert.

TiB: Was sind die wichtigsten Ergebnisse Ihrer Forschungsarbeit?

Havermann: Die wichtigste Erkenntnis ist, dass eine Vielzahl unterschiedlicher Ansätze für CDR-Methoden benötigt wird. Zum einen stellt sich die Frage, wie CO₂ aufgenommen wird – biologisch, chemisch oder geochemisch. Zum ande-

ren ist entscheidend, wo es gespeichert wird, zum Beispiel in Pflanzen, Böden oder marinen Sedimenten. Auch die Speicherdauer spielt eine Rolle.

Ein weiterer zentraler Punkt ist die Bewertung der Vor- und Nachteile dieser Methoden. Dafür benötigt man Werkzeuge zur quantitativen Beurteilung. Hinzu kommt die Frage, was wir als Gesellschaft tun müssen, um unsere gesellschaftlichen Normen und politischen Ziele im Hinblick auf den Klimaschutz zu erreichen.

TiB: Ist es denn wirklich so schlimm, wenn mehr CO₂ in die Atmosphäre kommt und gibt es Überlegungen auf wissenschaftlicher Basis, dass wir dann eine ganz andere Pflanzenpopulation bekommen würden?

Havermann: Absolut. Man spricht auch vom CO₂-Düngungseffekt, der zeigt, dass Pflanzen mehr CO₂ aufnehmen können, je höher die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre ist. Zudem verbessert sich die Wassernutzungseffizienz, was bedeutet, dass Pflanzen das Wasser besser ausnutzen können.

Diese Aspekte sind bereits in Modellen und Berechnungen berücksichtigt.

Der wesentliche Unterschied zu natürlichen Klimavariabilitäten liegt jedoch darin, dass der CO₂-Gehalt in erdgeschichtlicher Zeit nie in so ex-trem kurzer Zeit so stark angestiegen ist wie heute. Außerdem stammen die aktuellen CO₂-Quellen nicht aus natürlichen Prozessen, wie zum Beispiel verstärktem Vulkanismus oder anderen besonderen Ereignissen, die über Jahrtausende hinweg zu einem Anstieg des CO₂ in der Atmosphäre führten, welcher dann langsam von den Ozeanen abgebaut wurde. Heute sind die Quellen hingegen anthropogenen Ursprungs.

TiB: Können Sie uns das Projekt LAMACLIMA erläutern?

Havermann: Das Projekt beschäftigte sich u.a. mit den Möglichkeiten einer erhöhten CO₂-Aufnahme durch anthropogen genutzte Landoberflächen, insbesondere auf globaler Ebene. Eine der Hypothesen war, dass Aufforstungsmaßnahmen im globalen Maßstab durchgeführt werden sollten, während gleichzeitig eine kontrollierte Abholzung erfolgt, um Holz zu nutzen und Neuwachstum zu fördern.

Die Antithese dazu besagte, dass landwirtschaftliche Flächen ausgeweitet und, wo notwendig, künstliche Bewässerung eingesetzt werden sollten. Dabei haben wir die lokalen, sowie räumlich entfernten Effekte untersucht und einen sogenannten Local-Non-Local-Ansatz angewendet. Wir analysierten, was mit dem Klima in einem Land passiert, wenn in einem anderen Land Maßnahmen ergriffen werden. Dies führte natürlich schnell zu Fragen von Zielkonflikten und Gerechtigkeit.

TiB: Welche Maßnahmen zur CO₂-Entnahme haben Ihrer Meinung nach die größten Chancen zur großtechnischen Anwendung?

Havermann: Auf globaler Ebene gibt es bereits Berechnungen, die zeigen, welche Methoden zur Kohlenstoffdioxid-Entnahme (CDR) aus techno-ökonomischer Sicht am effektivsten sind. Diese Berechnungen schaffen eine Grundlage, um die verschiedenen Verfahren miteinander zu vergleichen. Dennoch ist es entscheidend, die jeweiligen Methoden auch lokal zu bewerten, um herauszufinden, welche vor Ort am sinnvollsten ist. Jährlich erscheint der Bericht „State of Carbon Dioxide Removal“, der aufzeigt, wie viel CO₂ durch welche Methoden entnommen wird. Über 99 Prozent dieser Entnahmen erfolgen durch Projekte in der Forstwirtschaft, darunter Aufforstung, Wiederbewaldung und landwirtschaftliche Maßnahmen zur CO₂-Speicherung im Boden. Der verbleibende Anteil der Entnahmen erfolgt momentan durch den Einsatz von Pflanzenkohle, die durch Pyrolyse gewonnen und auf land-

wirtschaftlichen Flächen eingesetzt wird. Diese Methode hat zahlreiche positive Effekte auf die Bodenqualität.

Ein weiterer Teil des momentanen CDR stammt aus der Technologie BECCS („Bioenergy with Carbon Capture and Storage“). Dabei wird Biomasse, wie beispielsweise zuckerhaltige Pflanzen wie Weizen, und Zuckerrüben aber auch Holzabfälle und andere Lignozellulose-Abfälle, zur Energieerzeugung, also Strom- und Wärmeerzeugung verwendet. In beiden Fällen wird CO₂ freigesetzt, jedoch entspricht diese Menge theoretisch der zuvor von der Pflanze aufgenommenen Kohlenstoffdioxidmenge. Dieses CO₂ kann anschließend zu einem großen Teil aufgefangen und zum Beispiel langfristig in geologischen Formationen gespeichert werden.

TiB: Welche anderen Methoden gibt es noch?

Havermann: Es gibt viele weitere Methoden, die ebenfalls einsatzbereit sind. Allerdings sind ihre Leistungsparameter oft schwer zu bewerten. Eine relativ einfache Methode ist die beschleunigte Verwitterung von Gestein, auch als „Enhanced Rock Weathering“ bekannt. Dabei wird Gestein wie Silikat oder Basalt zu feinem Mehl verarbeitet und auf Feldern ausgebracht. Niederschlag, der zuvor mit CO₂ aus der Atmosphäre in Kontakt gekommen ist, reagiert mit diesem Gesteinsmehl und bildet neues Gestein, das entweder im Boden verbleibt oder über Flüsse ins Meer transportiert wird. Obwohl die chemischen Prozesse hinter dieser Methode gut verstanden sind, lässt sich die Wirksamkeit nicht exakt quantifizieren. Insgesamt spielt die lokale Akzeptanz aller CDR Verfahren eine entscheidende Rolle, ebenso wie die öffentliche Förderung und marktorientierte Finanzierungsmechanismen. Derzeit laufen auf allen Ebenen – von der EU bis hin zu lokalen Initiativen – entsprechende Projekte parallel.

TiB: Welche dieser Methoden halten Sie für ethisch fragwürdig?

Havermann: Die Frage ist super wichtig und extrem interessant. Ethische



Dr. Felix Havermann

Foto: Silvia Stettmayer

Probleme im Zusammenhang mit CDR oder generell im Klimaschutz resultieren oft aus Fragen der Verteilungsgerechtigkeit und der prozeduralen Gerechtigkeit. Ein Beispiel für Verteilungsgerechtigkeit: Stellen wir uns vor, wir wenden hier viele CDR Methoden an, die zwar positiv für den Klimaschutz und damit für alle Menschen sind, doch sie erfordern z.B. seltene Erden, die importiert und abgebaut werden müssen. Dies könnte dazu führen, dass Menschen in anderen Ländern unter den negativen Folgen des Abbaus leiden.

Aber auch alle anderen, die an diesem Prozess beteiligt sind, spüren positive oder negative Auswirkungen – das fällt unter prozedurale Gerechtigkeit. Das betrifft nicht nur Menschen, sondern auch ganze Ökosysteme. Wie erreicht man also Gerechtigkeit? Im Idealfall haben alle Beteiligten gute Vertreter, die einen fairen Interessenausgleich herbeiführen. Bei CDR gibt es an sich keine Methode, die per se ethisch fragwürdig ist. Dennoch muss man sicherstellen, dass Gerechtigkeit gewährleistet wird. Solar Radiation Management hingegen ist in ethischer Hinsicht problematischer. Die Zeitskala und die Wirkung, die man durch eine einmalige Aktion erzielt, sind unmittelbarer und deutlich stärker.

Das Gespräch führten Fritz Münzel und Silvia Stettmayer

Dauerhafte Einlagerung im Untergrund

CO₂-Entfernung aus der Atmosphäre

Am 6. September erklärte der europäische Klimadienst Copernicus in seinem August-Klima-Newsflash, dass der Sommer 2024 sowohl weltweit als auch in Europa der heißeste seit Beginn der Wetteraufzeichnungen gewesen sei. An diesem Tag war ich zufällig auf einer Bergtour in Graubünden, nördlich von St. Moritz, und in der Nähe der Jenatschhütte, die auf 2.652 m Höhe liegt, gibt es eine Tafel, die anzeigt, wie weit das vergletscherte Gebiet im Jahr 1862 reichte. Sehr weit! Jetzt gibt es dort nur noch Reste davon, isolierte Gletscher oberhalb von 3.000 m Höhe, hauptsächlich an den Nordhängen der umliegenden Gipfel, die um 3.200 m bis 3.400 m Höhe erreichen. Und als ich letzten Sommer den Aletschgletscher besuchte, den größten Gletscher Europas, wo der Rückgang noch deutlicher zu sehen ist, titelte die Schweizerische Kommission für Kryosphärenbeobachtung am 28. September: „Zwei Katastrophenjahre vernichteten 10% des Schweizer Gletschervolumens“ und erklärte, dass die Schweizer Gletscher in den Jahren 2022 und 2023 so viel Eis verloren hätten wie in den 30 Jahren von 1960 bis 1990!

Wir stehen vor dramatischen Veränderungen durch den Klimawandel, während die Energiewende zu langsam voranschreitet und darüber hinaus durch wirtschaftliche und politische Krisen behindert wird.

Die Reduzierung der Treibhausgasemissionen durch Defossilisierung der Gesellschaft hat weiterhin Priorität. Es ist mittlerweile aber auch klar, dass wir der Atmosphäre zusätzlich CO₂ werden entziehen müssen, und zwar zuerst um unsere unvermeidbaren Restemissionen, z.B. in der Landwirtschaft, auszugleichen und so den Zustand „Netto-Null“ für die gesamten Treibhausgasemissionen zu erreichen und danach, um den

CO₂-Gehalt der Atmosphäre wieder zurückzufahren und dadurch den Temperatur-Überschwinger zu begrenzen. Dabei gilt: Je länger wir brauchen, um Netto-Null zu erreichen, desto mehr CO₂ müssen wir entfernen. Grundsätzlich gibt es drei verschiedene Methoden, um der Atmosphäre CO₂ zu entziehen. Am kostengünstigsten sind sogenannte naturbasierte Lösungen. Hierzu gehören beispielsweise die Aufforstung bzw. Wiederaufforstung und die Wiedervernässung trocken gelegter Moore. Diese Methoden setzen allerdings die Verfügbarkeit ausreichend großer Flächen voraus und es besteht die Problematik, dass ihr Erfolg durch ungünstige klimatische Entwicklungen zunichte gemacht werden könnte (trockenheitsbedingter Schädlingsbefall, Waldbrände, etc.). Ebenfalls mit hohem Bedarf an fruchtbarer Fläche verbunden ist die energetische Nutzung von Biomasse mit Abtrennung des dabei entstehenden CO₂ und dessen Einlagerung im Untergrund (Bioenergy with Carbon Capture and Storage, BECCS). Ein Vorteil dieser Methode ist, dass dabei Wärme oder elektrische Energie oder beides gewonnen werden kann. Weniger Fläche als naturbasierte Lösungen und BECCS benötigt die direkte Abscheidung von CO₂ aus der Luft, wiederum mit dauerhafter Speicherung des CO₂ (Direct Air Carbon Capture and Storage, DACCS). Von Vorteil ist dabei weiterhin, dass die für DAC benötigten Flächen nicht für den Anbau von Pflanzen geeignet sein müssen. Allerdings wird für die Extraktion des CO₂ aus der Luft viel Energie benötigt und die entsprechenden Anlagen sind wegen des bislang geringen technologischen Reifegrads noch relativ teuer. Für Deutschland geht man davon aus, dass zur Erreichung von Netto-Null bis 2.045 pro Jahr einige zehn Millionen Tonnen CO₂ der Atmosphäre entzogen werden müssen und weiter, dass neben

naturbasierten Lösungen und BECCS auch DACCS benötigt werden wird. Die jeweiligen Anteile variieren ja nach Studie in Abhängigkeit der getroffenen Annahmen, u.a. zu den Kosten der verschiedenen Methoden. Der globale Bedarf an DACCS-Kapazität für Netto-Null wird auf 1-3 Gigatonnen CO₂ pro Jahr geschätzt. Während naturbasierte Lösungen recht gut erforscht sind und auch die BECCS-Ansätze bereits einen hohen technologischen Reifegrad besitzen, steht die DAC-Technologie noch am Anfang ihrer Markteinführung. Es gibt bisher nur sehr wenige im Betrieb oder im Bau befindliche kommerzielle Anlagen. Entsprechend groß sind die Unsicherheiten bezüglich des Energiebedarfs und der Kosten zumindest bei einigen der verfolgten Verfahren. Andererseits ist seit 2-3 Jahren weltweit ein regelrechter Boom im Bereich DAC zu verzeichnen, d.h. es gibt viele neue Unternehmen und es ist eine Diversifizierung des Technologieportfolios zu verzeichnen. Treiber dieser Entwicklung sind hohe Investitionen von Wagniskapital und eine massive öffentliche Förderung vorwiegend in den USA, wo mit bis zu 3,5 Milliarden USD Förderung mehrere so genannte regionale DAC-Hubs aufgebaut werden sollen, von denen jeder mindestens 500.000 Tonnen CO₂ pro Jahr aus der Atmosphäre gewinnen und außerdem die gesamte Wertschöpfungskette einschließlich Transport und Einlagerung oder Nutzung des CO₂ zur Herstellung von Produkten implementieren und demonstrieren soll. Um der Atmosphäre 1 Gigatonne CO₂ pro Jahr zu entziehen, würde man 2.000 solche Großanlagen in Betrieb benötigen.

Bei deren linearer Implementierung bis 2045 müssten über die nächsten 20 Jahre 100 davon pro Jahr neu in Betrieb genommen werden. Bei 3 Gigatonnen CO₂

pro Jahr wären es 300 pro Jahr. Diese Zahlen mögen die enormen Anstrengungen verdeutlichen, die beim Markthochlauf von DACCS unternommen werden müssen, ebenso wie den Zeitdruck, der hier besteht. Aktuell liegen die globalen Treibhausgasemissionen bei etwa 50 Gigatonnen CO₂-Äquivalenten pro Jahr. Ein „weiter so“ bei den Treibhausgasemissionen gekoppelt mit DACCS als Kompensation kann somit kein sinnvoller Weg sein, denn dies würde über die nächsten 20 Jahre den Bau von 5.000 solcher Anlagen pro Jahr bedeuten!

DAC-Technologien

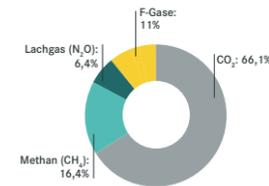
Die wesentliche Herausforderung bei der Gewinnung von CO₂ aus Luft besteht in der geringen Konzentration. Luft enthält nur etwas mehr als 400 ppm. In geschlossenen Räumen, in denen sich viele Menschen aufhalten, kann der CO₂-Gehalt auf Werte von 0,1-0,2 Vol.-% steigen. Um eine Tonne CO₂ aus Außenluft mit 420 ppm zu extrahieren, muss man etwa 1,5-2,5 Millionen Normkubikmeter Luft durch einen technischen Apparat leiten, da hierbei im Allgemeinen nicht das gesamte in der Luft enthaltene CO₂ entzogen wird. Grundsätzlich kann das CO₂ an einer Feststoffoberfläche gebunden oder von einer Flüssigkeit aufgenommen werden. Bei einem Feststoff spricht man von Adsorption, bei einer Flüssigkeit von Absorption. In beiden Fällen muss der aufnehmende Stoff in der Lage sein das CO₂ selektiv zu binden, damit die Abtrennung aus der Luft erfolgen kann, und es muss im Apparat für eine große Kontaktfläche zwischen der Luft und dem aufnehmenden Stoff gesorgt werden, damit dieser erste Schritt des Verfahrens effektiv ablaufen kann. Dabei gilt es weiterhin zu beachten, dass der Durchströmungswiderstand für die Luft möglichst gering ist. Andernfalls wird für die Kompensation des bei der Durchleitung der Luft



THEMA: DIRECT AIR CAPTURE

EMISSIONEN IN DER ATMOSPHERE

ANTEILE TREIBHAUSGASE AN GLOBALER ERWÄRMUNG

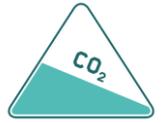


Emissionen sind eine der treibenden Kräfte der globalen Erwärmung. Um diese unter 1,5°C zu halten, reicht es nicht aus, wenn wir den Ausstoß unserer Treibhausgase reduzieren.



Laut Weltklimarat IPCC müssen wir der Atmosphäre bis Ende des 21. Jahrhunderts zusätzlich bis zu 1.000 Gigatonnen Kohlendioxid (CO₂) dauerhaft entziehen.

CO₂ MUSS REDUZIERT WERDEN



1 Gigatonne (Gt) sind 1 Milliarde Tonnen

CO₂ bleibt über 1.000 Jahre in der Atmosphäre. Damit ist es eines der bedeutendsten Klimagase und muss reduziert werden. 2018 hat die Welt etwa 36 Milliarden Tonnen CO₂ in die Atmosphäre ausgestoßen.

DIE ATMOSPHERE REINIGEN

Direct Air Capture (DAC) ist ein Verfahren, das der Umgebungsluft CO₂ entzieht.

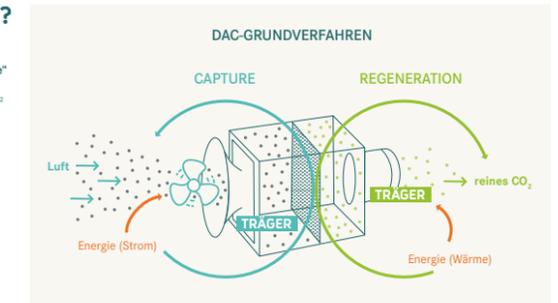
WIE FUNKTIONIERT DAC?

Das Verfahren besteht aus zwei Schritten: „Capture“ und „Regeneration“. Im Schritt „Capture“ ziehen große Ventilatoren die Umgebungsluft durch einen Filter. Das in der Luft enthaltene CO₂ wird herausgefiltert und durch chemische Reaktionen an einen Träger gebunden.

Der Träger ist in der Regel ein fester Stoff, der aus gebundenen Aminogruppen wie z.B. keramischen Trägern besteht.

Im zweiten Schritt „Regeneration“ gibt der Träger das gebundene Kohlendioxid unter Wärmezufuhr wieder ab.

Übrig bleibt reines CO₂. Neben dem Verfahren mit einem Träger kann das CO₂ auch in einer Lauge gelöst werden.



www.helmholtz-klima.de

Abb. 1: Prinzip des DAC-Verfahrens: „Capture“ und „Regeneration“

durch den Apparat auftretenden Druckverlustes durch ein Gebläse zu viel Energie benötigt. Praktische Werte liegen im Bereich von 100-300 Pa (1-3 mbar), was mit einem elektrischen Energiebedarf von etwa 100-300 kWh pro Tonne CO₂ einhergeht. Der Schritt der CO₂-Aufnahme erfolgt „freiwillig“, die Bindung des CO₂ an den aufnehmenden Stoff setzt eine gewisse Menge an Energie, in der Regel Wärme, frei. Angesichts der geringen Konzentration von CO₂ kommt es allerdings nicht zu größeren Temperaturänderungen. Wenn der Feststoff oder die Flüssigkeit vollständig mit CO₂ beladen ist, kommt der Prozess zum Erliegen und der aufnehmende Stoff muss regeneriert werden. Je nach Verfahren

kann dies durch Zufuhr von Wärme, elektrischer Energie oder einem energiereichen chemischen Stoff als Reaktionspartner erfolgen. Dabei besteht die Möglichkeit den aufnehmenden Stoff im Apparat zu belassen und die Regeneration diskontinuierlich durchzuführen oder ihn genauso wie die Luft kontinuierlich durch den Apparat zu leiten ebenso wie durch einen oder mehrere weitere Apparate zur Regeneration, in denen dann die Freisetzung und Gewinnung des konzentrierten CO₂ erfolgt. Zusammen mit der Wahl des festen oder flüssigen CO₂-aufnehmenden Stoffes, dem Prinzip der Regeneration und der technischen Ausführung der jeweiligen Apparate spiegelt sich hierin eine große Vielfalt an möglichen



Abb. 2: Climeworks DAC-1 Modul, eingebaut in eine Lüftungsanlage

DAC-Verfahren wieder. Der für größere Anlagen prognostizierte Energiebedarf für die Regeneration liegt bei den mit Zufuhr von Wärme arbeitenden Verfahren bei 2-2,5 MWh pro Tonne CO₂. Hinzu kommt der elektrische Energiebedarf für das Gebläse. Teilweise gibt es hier auch schon Ergebnisse aus kommerziellen Anlagen, die diese Prognosen erhärten. Demgegenüber geht man davon aus, dass elektrochemische DAC-Verfahren mit 0,8-1 MWh elektrischer Energie auskommen könnten, wovon die Regeneration etwa $\frac{2}{3}$ benötigt und das Gebläse $\frac{1}{3}$. Diese Zahlen müssen allerdings in der Praxis im größeren Maßstab noch bestätigt werden.

Entwickler von DAC-Verfahren

Die Unternehmen Carbon Engineering, Climeworks und Global Thermostat gelten als führend im Bereich DAC im Hinblick auf praktische Erfahrung mit der Technologie. Alle drei wurden vor ca. 15 Jahren gegründet (CE und CW 2009, GT 2010) und haben mindestens größere Pilotanlagen über Jahre betrieben. Climeworks ist hiervon das einzige Unternehmen, das bereits Betriebserfahrung mit kommerziellen DAC-Anlagen vorweisen kann. Zu nennen sind hier die weltweit erste kommerzielle DAC-Anlage in Hinwil bei Zürich mit einer Entnahmekapazität von 900 t/a (Inbetriebnahme 2017) sowie die beiden größeren Anlagen in Island (Orca, 4.000 t/a, 2021 so-

wie Mammoth, 36.000 t/a, 2024), für die u. a. verbesserte Kollektoren zum Einsatz kamen. Climeworks und Global Thermostat benutzen ein so genanntes Temperatur-Vakuum-Wechsel-Verfahren, bei dem die Regeneration des festen Adsorbens durch Zufuhr von Wasserdampf bei etwa 100°C erreicht wird. Im Bau befindlich ist ferner die erste Großanlage von Carbon Engineering in Texas, die 500.000 t/a CO₂ aus der Luft abtrennen soll (Stratos). Carbon Engineering verwendet Kalilauge als flüssiges Absorptionsmittel. Die Regeneration erfolgt über mehrere Zwischenschritte letztendlich durch Spaltung des hierbei entstehenden Calciumcarbonats bei 900°C in Calciumoxid und CO₂, wobei das Calciumoxid über Hydrolyse zu Calciumhydroxid und Reaktion des Calciumhydroxids mit dem bei der CO₂-Aufnahme entstehendem Kaliumcarbonat die Regeneration der Absorptionslösung bewirkt. Die hohe Temperatur für die Spaltung des Calciumcarbonats wird durch Verbrennung von Erdgas in reinem Sauerstoff erreicht. Hierbei wird eine vergleichbare Menge an CO₂ erzeugt wie die, die aus der Luft abgetrennt wird. Da die Verbrennung in reinem Sauerstoff erfolgt, entsteht dabei neben CO₂ nur Wasserdampf. Das bei der Verbrennung erzeugte CO₂ wird deshalb ebenfalls gewonnen und kann im Untergrund eingespeichert werden. Das Verfahren ist erheblich komplexer als die von Climeworks und

Global Thermostat verwendeten Technologien und eignet sich daher nur für Großanlagen. In den letzten Jahren traten viele neue Unternehmen auf den Plan, die elektrochemische Verfahren zur Regeneration der festen oder flüssigen CO₂-aufnehmenden Stoffe verfolgen, darunter auch einige deutsche Unternehmen (Greenlyte Carbon Technologies, Essen, Ucano, Berlin, Phlair, Ismaning). Man spricht in diesem Zusammenhang auch von der zweiten und dritten Generation von DAC-Verfahren.

Über den Betrieb größerer Pilotanlagen oder kommerzieller Anlagen auf Basis solcher Technologien wurde bisher nicht berichtet. Im Bau befindlich sind einige, sodass im kommenden Jahr, möglicherweise sogar noch in 2024 weitere DAC-Anlagen mit Kapazitäten im Bereich von einigen tausend Tonnen pro Jahr in Betrieb sein und entsprechende Ergebnisse liefern könnten. Weitere deutsche Start-Ups im Bereich DAC sind die Hamburger Firma DACMA und die Berliner Firma Neocarbon, die beide thermisch regenerierte DAC-Verfahren ähnlich dem von Climeworks und Global Thermostat benutzen. In diesem Zusammenhang sei auch auf die 2019 gegründete DAC Coalition (www.daccoalition.org) verwiesen, die sich der Förderung von Technologien zur CO₂-Entfernung aus der Atmosphäre verschrieben hat und der viele DAC-Firmen und Forschungs-

institute sowie weitere Stakeholder angehören.

Transport von CO₂ und Einlagerung im Untergrund

Das CO₂ aus den in Betrieb befindlichen kommerziellen Anlagen von Climeworks wird in Island nach einem Verfahren der isländischen Firma Carbfix im Untergrund mineralisiert und dadurch dauerhaft gebunden. Im Fall der Stratos-Anlage in Texas ist vorgesehen, dass das CO₂ benutzt wird, um die Förderung von Erdöl aus teilweise entleerten Lagerstätten zu unterstützen. Hierbei gilt, dass mehr Kohlenstoff in Form von



Abb. 3: Sechs der insgesamt 72 Kollektoren der Mammoth-Anlage von Climeworks in Hellisheiði, Island. Die Anlage ist in Betrieb, allerdings noch nicht mit der vollen Kapazität, da erst 12 der Kollektoren aufgestellt und angeschlossen sind. Im nächsten Jahr sollen alle Kollektoren in Betrieb sein

CO₂ in den Untergrund gebracht wird als in Form von Erdöl zutage gefördert wird. Ansonsten wäre insgesamt kein CO₂-Entnahmeeffekt aus der Atmosphäre zu beobachten. Perspektivisch wird man ein CO₂-Pipelinennetz und entsprechend ausgebaute Einspeiseinfrastrukturen benötigen, um eine dauerhafte Einlagerung in leeren Erdöl- oder Erdgaslagerstätten im großen Stil zu ermöglichen. Diese Technologie wird mit CO₂ aus fossilen Punktquellen an einigen Stellen weltweit bereits erfolgreich

praktiziert, u. a. in Norwegen. Planungen dahingehend existieren auch in Deutschland, wie in der von der Bundesregierung im August 2024 beschlossenen Carbon-Management-Strategie dargelegt. Auch die Schaffung dieser Infrastrukturen ist eine Aufgabe, die zeitnah angegangen werden muss, um das Netto-Null-Ziel nicht zu gefährden.

Prof. Dr. Roland Dittmeyer

*Institute for Micro Process Engineering
Karlsruhe Institute of Technology*

LESETIPP



Und wenn wir einfach die Sonne verdunkeln? Das riskante Spiel, mit Geoengineering die Klimakrise aufhalten zu wollen

Gernot Wagner
oekom Verlag, München, 2023
ISBN 978-3-96238-416-6
22,00 Euro

Klimawandel, Klimakrise, Klimarisiken – es vergeht nahezu kein Tag, an dem wir nicht über die Folgen des kontinuierlichen globalen Temperaturanstiegs lesen müssen. Der Handlungsbedarf, dem entgegenzuwirken ist groß, und seit Jahren wird auf dem Gebiet des Geo-Engineerings geforscht. Der Wissenschaftsökonom Gernot Wagner beschäftigt sich in seinem leicht und flüssig zu lesenden Buch mit dem Eintrag von Schwefelpartikeln in die obere Atmosphäre, um die Intensität der Sonnenstrahlen und damit die Erderwärmung zu verringern. Bisher ist diese Methode international zum großen Teil verboten, weil hohe Risiken damit einhergehen, zum Beispiel unvorhersehbare Wetterwechsel, aber auch ungeklärte rechtliche Fragen. Wagner erläutert die Vorteile des Verfahrens, geht aber auch auf die Unwägbarkeiten ein. Ein lesenswertes Buch!

Silvia Stettmayer

Climate-Engineering – Ersatz für Klimaschutz?

Könnte Climate-Engineering (CE) helfen, die Aufgabe einer drastischen Emissionsreduktion in wenigen Jahrzehnten zu meistern? Die globale Mitteltemperatur der Erde ließe sich regulieren und das gefährliche „Experiment Klimawandel“ könnte ein wenig an Brisanz verlieren. Aber die Menschheit würde dem Klimawandel ein weiteres Experiment mit ungewisser Wirksamkeit und schwer kalkulierbaren Nebenwirkungen hinzufügen.

Was ist Climate-Engineering?

Um die Erderwärmung durch den Klimawandel auf 2° C zu begrenzen, sollte etwa bis Mitte des Jahrhunderts eine Dekarbonisierung angestrebt werden. Dazu müssen die Treibhausgasemissionen erheblich sinken – bis hin zu negativen Emissionen, also dem Entzug von Kohlendioxid (CO₂) aus der Atmosphäre [1]. Wie die aktuelle Diskussion um die Energiewende und um die deutschen Klimaziele zeigen, ist die Bereitschaft zu Veränderungen im Umgang mit Energie in der Gesellschaft zu gering. Die Reduktion klimarelevanter Emissionen ist daher nach wie vor schwierig. Dies gibt der Diskussion um CE Auftrieb. Unter CE versteht man den bewussten und absichtlichen Eingriff in das Klima, mit dem Ziel einen Temperaturanstieg abzumildern. CE ist ein Überbegriff für zwei unterschiedliche technologische Ansätze [2]:

- Carbon Dioxide Removal (CDR): CO₂ wird der Atmosphäre entzogen. Entsprechende Verfahren und Technologien werden derzeit erforscht, sind aber noch nicht großtechnisch umsetzbar. Selbst bei einem zeitnahen technologischen Durchbruch fehlen CO₂-Speicher und geeignete Flächen, da z. B. Bioenergie in Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion steht.
- Eingriff in den Strahlungshaushalt der Erde: Der Nobelpreisträger Paul

Crutzen griff die Idee einer vom Menschen eingebrachten Schicht von Sulfataerosolen in der Stratosphäre (Stratospheric Aerosol Intervention, SAI) auf. Diese Aerosolschicht in etwa 20 km Höhe reflektiert einen Teil der Sonnenstrahlung und führt so zu einer Abkühlung am Erdboden. Damit würde die Aerosolschicht der Erwärmung durch den Treibhauseffekt entgegenwirken. Diese Methode folgt einem natürlichen Beispiel: der weltweiten Abkühlung nach dem Ausbruch des Vulkans Pinatubo. Weitere Methoden, wie das Ausdünnen von Zirruswolken oder der Aufhellung von Wolken mit Meersalz, sind ebenfalls in der Diskussion.

Naturwissenschaftliche Konsequenzen von SAI

Schwefel (S) reagiert in der Stratosphäre zu Schwefelsäure und bildet winzige Teilchen, Sulfataerosole, die mit den vorherrschenden Windsystemen über den gesamten Globus verteilt werden. Dementsprechend hätte eine regionale SAI-Anwendung prinzipiell globale Auswirkungen. Mit der Hilfe von Supercomputern berechnen numerische Erdsystem- oder Klimamodelle die klimatischen Auswirkungen der künstlichen Aerosolschicht. Die Ergebnisse zeigen, dass die globale Mitteltemperatur durch SAI theoretisch relativ gut kontrolliert werden könnte. Allerdings wäre dies nicht der einzige Effekt. Eine niedrigere Bodentemperatur führt zu einer geringeren Verdunstung und damit zu einer Abnahme der mittleren globalen Niederschlagsmenge um 5 bis 10%.

Die Häufigkeit extremer Wetterereignisse könnte verringert werden, aber Dürren, Überschwemmungen, Hitzewellen usw. würden weiter auftreten. Aufgrund der regionalen Klimavariabilität wären Extreme vermutlich reduziert, wären aber weiter möglich. Zudem sind

sensible Auswirkungen auf z. B. Landwirtschaft, Pflanzen, physische und psychische Gesundheit durch fehlenden blauen Himmel, noch unklar. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein Klima unter SAI anders wäre als ein natürliches Klima unter gleichen Randbedingungen. Kleinere Sulfataerosole streuen die Sonnenstrahlung besser als größere. Mit steigenden Injektionsraten werden die Aerosole größer und die Abkühlung nimmt im Verhältnis zur eingebrachten Menge ab. Damit nimmt auch die Effizienz der Injektion ab. Gleichzeitig absorbiert Sulfat terrestrische Strahlung und erwärmt so die Sulfatschicht, was zum Treibhauseffekt beiträgt. Die erwärmte Aerosolschicht beeinflusst den Transport und die Verteilung der Aerosole. Diese Prozesse und weitere Wechselwirkungen müssen noch besser verstanden werden. Derzeit variieren die Ergebnisse verschiedener Modelle stark und es ist sehr unsicher, welche globale Abkühlung zu erwarten wäre, wenn z. B. 8 Terragramm (Tg) Schwefel pro Jahr injiziert würden: -0,5°C oder -4°C 8 Tg Schwefel entspricht in etwa der Menge die beim Ausbruch des Pinatubo 1991 in die Stratosphäre geschleudert wurde. Unter SAI müsste eine vergleichbare Menge jedes Jahr in die Stratosphäre gebracht werden, da die Aerosole dort nur eine Lebensdauer von etwa einem Jahr haben. Danach sind sie in tiefere Schichten sedimentiert und werden vom Regen ausgewaschen.

Vulkanausbrüche ermöglichen es, die Bildung von Aerosolen und ihre Verteilung über den Globus in der Natur zu beobachten. Ausreichend starke Vulkanausbrüche sind jedoch sehr selten. Zuletzt hat der Pinatubo 1991 große Mengen Schwefel in die Stratosphäre geschleudert. Wären SAI-Experimente in der Natur eine Alternative? Nein, sie wären ethisch und wissenschaftlich nicht vertretbar.

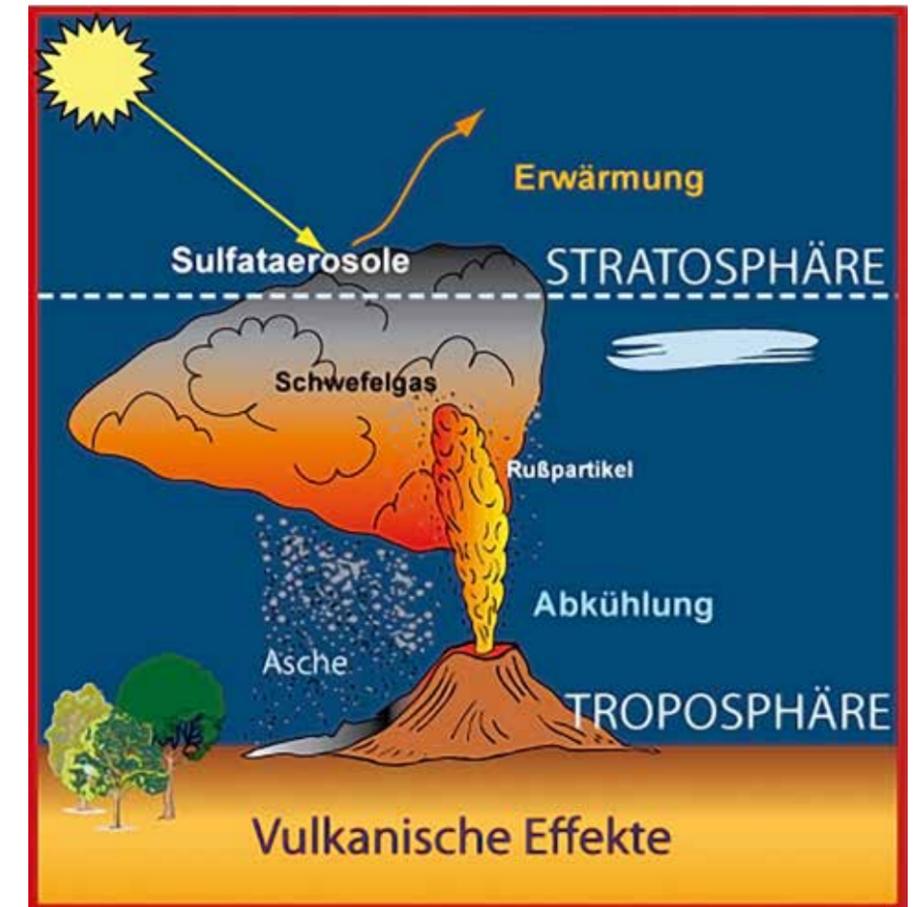
Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, müsste die Injektionsrate sehr hoch sein und käme dann einem SAI-Einsatz gleich. Daher kann man nur mit numerischen Simulationen experimentieren. Es ist wichtig, die entsprechenden Modelle weiterzuentwickeln und mit Messungen und detaillierten Beobachtungen der Erdatmosphäre durch Satellitensensoren zu verifizieren.

Gesellschaftliche Konsequenzen von SAI

Neben der wissenschaftlichen Betrachtung möglicher Nebenwirkungen von SAI müssen auch die Kosten, die technische Machbarkeit und die gesellschaftlichen Auswirkungen bewertet werden. SAI gilt als kostengünstig, allerdings nur unter der Annahme einer hohen SAI-Effizienz [3, 4]. Rechtlich wäre es derzeit möglich SAI als Einzelperson, Firma oder Staat anzuwenden. Globale Auswirkungen und politische Krisen bis hin zu Kriegen wären möglich, wenn negative Auswirkungen, z. B. Dürren oder Überflutungen, dem Verursacher angelastet würden. Auch stellt sich die Frage, wer über das „ideale Klima“ entscheiden würde. Interna-

Literatur

- [1] Millar et al. (2017), Nature Geoscience, doi:10.1036/ngeo3031
- [2] Weiter sehr detaillierte Informationen: WARNSIGNAL KLIMA: Hilft Technik gegen die Erderwärmung? (Herausgeber: Lozán, J. L., Graßl, H., Breckle, S.-W., Kasang, D., & Quante, M.)
- [3] Siehe Niemeier und Tilmes, Science, (2017), doi: 10.1126/science.aan3317 und darin enthaltene Zitate für ausführlichere Informationen.
- [4] Nach Moriyama et al (2016), doi: 10.1007/s11027-016-9723-y
- [5] Saxler et al (2015), doi: 10.1080/17579961.2015.1052645



Wirkung von explosiven Vulkanausbrüchen auf Stratosphäre und Troposphäre

tionale Vereinbarungen und Regeln zur Anwendung von SAI sind daher dringend erforderlich. Internationale Haftungsregelungen sind notwendig, da die bestehenden keine effektiven Kompensationsmöglichkeiten für Folgeschäden vorsehen [5]. Eingriffe in den Strahlungshaushalt der Erde können nur als Notmaßnahme angesehen werden, um katastrophale Folgen der Klimaerwärmung zu verhindern. Keinesfalls können diese Maßnahmen ein Ersatz für Emissionsminderungen sein, da die CO₂-Konzentrationen und damit deren direkte Folgen, z. B. die Versauerung der Meere, unverändert bleiben. Für jede zusätzlich emittierte Tonne CO₂ müsste mehr SAI durchgeführt werden. Einmal begonnen, müsste SAI so

lange aufrechterhalten werden, bis niedrige CO₂-Konzentrationen erreicht sind – eine Belastung für viele Generationen. Es ist sicherer, CO₂-Emissionen zu vermeiden, als ihre Folgen im Nachhinein zu beheben. Schnelle und drastische Emissionsreduktionen müssen daher oberstes Ziel von Politik und Wirtschaft sein, auch wenn viele Menschen in den mittleren Breiten die Klimaveränderungen derzeit noch als angenehm empfinden. In den Tropen sieht das schon anders aus, und auch hierzulande werden Extremereignisse, z. B. viel zu viel Niederschlag oder lange Trockenperioden, weiter deutlich zunehmen.

Dr. Ulrike Niemeier
MPI für Meteorologie, Hamburg

Vom Rain-Maker zur Klimabeeinflussung

Der Wunsch, das Wetter zu beeinflussen, ist ein alter Menschheitstraum. Es war aber nicht nur ein Thema von Schamanen sondern auch von Erfindern, wie eine große Anzahl von Patenten zeigt. Eines von 1914 bezeichnet als Erfindung den Rain-Maker [1]. Angesichts des Klimawandels werden heute die Möglichkeiten einer gezielten Beeinflussung des Klimas erneut diskutiert. 1976 prägte der italienische Physiker Cesare Marchetti dafür den Begriff Geoengineering. Weil darunter aber auch weiträumige Veränderungen der Landschaft durch den Menschen, etwa das Umleiten von Flüssen, gefasst wurde, setzte sich Climate Engineering für Maßnahmen durch, die entweder auf das Strahlungsmanagement (RM = radiation management) oder auf die CO₂-Entnahme (CDR = carbon dioxide removal) abzielen. Durch letzteres wird die Ursache des Klimawandels nicht beseitigt, nämlich die Emission von Treibhausgasen, sondern deren Folge, also der Temperaturanstieg der unteren Atmosphäre, verringert.

Klimabeeinflussung als Utopie

Eine frühe Beschreibung von Klimaveränderung findet sich in Jules Vernes Roman „Der Schuss am Kilimandscharo“

von 1889 [2]. Hier planten die Protagonisten, die Erdachse senkrecht zu stellen und damit die Jahreszeiten abzuschaffen. Damit könnten sich Menschen Wohnorte in ihnen angenehmen Klimazonen wählen. Vor allem würde das Abschmelzen des Polareises riesige Kohlevorräte in der Arktis, die damals als Landmasse betrachtet wurde, zugänglich machen. Die Verschiebung der Erdachse sollte durch den Rückstoß einer Riesenkanone erreicht werden. Hatten zunächst viele Menschen diesen Plan unterstützt, schlug die Stimmung um, als die verheerenden Auswirkungen bekannt wurden, wie das Steigen des Meeresspiegels, das Verschwinden von Meeren oder die Überschwemmungen weiterer Gebiete. Den massiven Protesten zum Trotz, wurde die Kanone dennoch gebaut und gezündet. Allerdings – oder zum Glück – scheitert der Plan. Aufgrund eines Flüchtigkeitsfehlers – statt 40.000 km Erdumfang hatte man bei der Berechnung 40.000 m angesetzt – war die Kanone viel zu klein und die Erdachse blieb wo sie war. Bereits 1841 hatte der US-amerikanische Meteorologe James Espy in einem viel beachteten Buch [3] vorgeschlagen, Regenwolken durch große

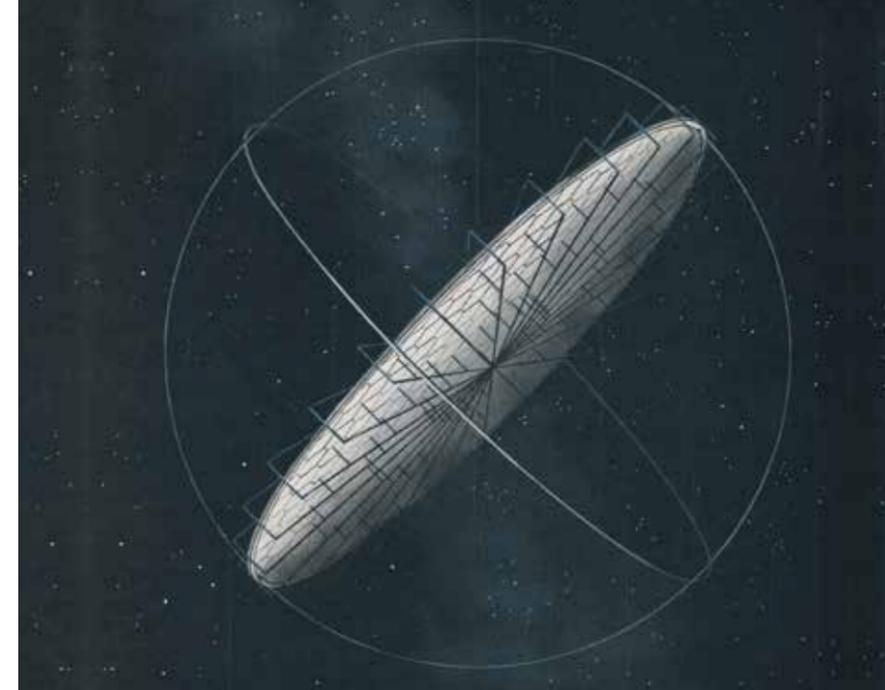
Feuer zu erzeugen, die eine starke Konvektion bewirken sollten. Da bereits damals Widerstand gegen solche weitreichenden Eingriffe aufkam, musste er seine Versuche selbst finanzieren. Im Sommer 1848 ließ er große Holzhaufen entzünden, aber das Experiment scheiterte. Im amerikanischen Bürgerkrieg (1861 bis 1865) war Edward Powers aufgefallen, dass oft wenige Tage nach starkem Artilleriefeuer Regen aufkam [4], was aus heutiger Sicht an dem erheblichen Eintrag von Kondensationskernen liegen könnte. 1923 schlug der deutsche Raketenpionier Hermann Oberth einen weltraumgestützten Ansatz zur großräumigen Beeinflussung des Wetters vor. Ein Weltraumspiegel von 100 km Durchmesser, positioniert auf einer geostationären Bahn, sollte Sonnenlicht auf einzelne Regionen der Erdoberfläche konzentrieren und damit etwa die Schifffahrtsrouten nach Spitzbergen oder zu den nordsibirischen Häfen eisfrei halten. Zudem wäre es möglich, einen angenehmen Lebensraum für viele Menschen zu schaffen und sogar Obst- und Gemüseernten vor Nachtfrösten zu bewahren [5]. Oberth wies aber auch auf Einsatzmöglichkeiten im Kriegsfall hin.

Von der Vision zur Realität

Neben den offensichtlichen Visionen ging man in einigen Ländern auch den Schritt zur Realisierung. So wurde 1932 in Leningrad, heute St. Petersburg, ein einschlägiges Institut gegründet, dass 1934 bis 1939 Experimente zur Impfung von Wolken mit Kalziumchlorid durchführte. Auch in den USA gab es entsprechende Untersuchungen, zuerst bei General Electric. Dabei erwiesen sich Trockeneis und Salzkristalle, vor allem Silberjodid, als geeignete Impfmaterien.

Das Militär führte die Untersuchungen fort. 1962 bis 1983 fanden im Project Stormfury Versuche zur Abmilderung oder Umleitung von Hurrikanen statt. Allerdings war oft keine Kausalität zwischen Maßnahme und Ergebnis erkennbar, dafür aber beträchtliche Nebenwirkungen.

Erste Versuche, Wettermodifikationen als Waffe einzusetzen, fanden im Vietnamkrieg statt. Zwischen 1967 und 1972 waren die Spezialflugzeuge des U.S. Air Weather Service im Einsatz, um mittels Wolkenimpfen Starkniederschläge herbeizuführen, die die vietnamesischen Nachschubwege, insbesondere den Ho-Chi-Minh-Pfad, unpassierbar machen sollten. Letztlich blieb der militärische Nutzen aber unklar: Es gab zwar starke Regenfälle und Überschwemmungen, die zu großen Verlusten nicht zuletzt unter der Zivilbevölkerung führten, aber zielgenaue Einsätze waren kaum möglich. Gestoppt wurde die geheime Mission, nachdem die New York Times ihr zu-



Visualisierung des Weltraumspiegels zur Wetterbeeinflussung von Hermann Oberth

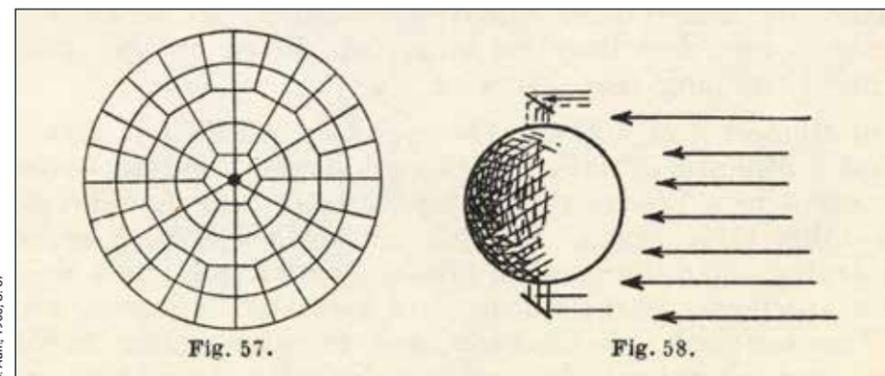
gespielte Papiere zu dieser Form der Kriegsführung veröffentlichte. Bereits in den 1960er-Jahren war die Idee angekommen, die Kriegsführung durch Wettermodifikation, gezielte Umweltverschmutzung oder Klimaveränderungen zu verbieten. 1974 brachte die Sowjetunion einen Vertragsentwurf bei der UN-Vollversammlung ein, was schließlich 1978 in die völkerrechtliche ENMOD-Konvention (Convention on the Prohibition of Military or Any Other Hostile Use of Environmental Modification Techniques) mündete.

Die neue Initiative: Climate Engineering

Zwischen Mitte der 1970er-Jahre und 2006 verschwand das Thema Geoengineering, wie es damals noch hieß, weitgehend aus dem öffentlichen Diskurs. 2006 griff der Nobelpreisträger Paul Crutzen – er prägte auch den Begriff Anthropozän für das jetzige Erdzeitalter – den Vorschlag des sowjetischen Klimawissenschaftlers Michail Budyko von 1974 auf, durch Aerosoleintrag in die Stratosphäre den Klimawandel einzudämmen. Crutzen betonte zwar, dass die Reduktion von Treibhausgasen unbedingt Priorität haben müsse, war aber skeptisch bezüglich des Erfolgs dieses Weges. Seitdem wird intensiv über die Methoden des Climate Engineering bezüglich ihrer ethischen, sozialen, ökonomischen und politischen Aspekte debattiert.

Dabei geht es vor allem um unerwünschte Nebenwirkungen des Strahlungsmanagements (RM) auf das Klima als Ganzes und die verschiedenen komplexen Ökosysteme auf der Erde. Mit den zunehmend sichtbaren Auswirkungen des Klimawandels wird der Ruf nach Forschungsarbeiten im Bereich Climate Engineering lauter. Längst ist das Thema in der populären Literatur angekommen. So legte im vergangenen Jahr der Bestseller-Autor Mark Elsberg einen Thriller von 600 S. vor [6]. Der Roman beginnt damit, dass die chinesische Regierung beschlossen hat, das Weltklima zu retten, weil der Westen es nicht hinbekommen hat. Flugmaschinen, sog. Große Libellen, bringen Aerosole in die Atmosphäre ein, so dass ein „Sonnenschirm“ entsteht. Doch bald tauchen weitere Akteure auf, die eigene Interessen verfolgen – mehr soll hier nicht verraten werden. Der Roman breitet viele verschiedene naturwissenschaftlich-technische, wirtschaftliche, soziale und politische Aspekte aus und bindet diese in einer spannungsreichen Geschichte zusammen. Elsberg zeigt dabei das Für und Wider tiefgreifender Eingriffe ins Weltklima und mögliche Reaktionen verschiedener Akteure. Wie es mit Climate Engineering weitergeht, bleibt also offen.

Frank Dittmann



Hermann Oberth entwickelte die Idee, zwei Spiegel im Weltall zur Wetterbeeinflussung zu positionieren

VDI AK Technikgeschichte München

Besichtigung des Geophysikalischen Observatoriums Fürstenfeldbruck

Bei einer Fahrt auf der B2 von Germering nach Fürstenfeldbruck ist auf einer Kreuzung bei Biburg der Wegweiser zum Geophysikalischen Observatorium Fürstenfeldbruck nicht zu übersehen. Nun wollte ich meine Neugierde befriedigen und herausfinden, was sich hinter langen Namen verbirgt. So vereinbarte ich mit Prof. Dr. Heinrich Soffel, dem ehemaligen langjährigen Leiter des Instituts der LMU, eine Besichtigung speziell für unseren AK Technikgeschichte.

Die 19 Teilnehmer trafen sich im Seminarsaal des Instituts zum Vortrag von Prof. Soffel über die Geschichte des Observatoriums und dessen wissenschaftliche Arbeit. Anschließend besichtigten wir das Institut und die im Wald aufgestellten Sensorhäuser, welche aus dem nichtmagnetischen Werkstoff Holz bestehen. Sehenswert war auch die Sammlung historischer Messeinrichtungen, die hier zum Einsatz kamen. Im Klosterstüberl Fürstenfeld fand die Exkursion mit netten Gesprächen bei Brotzeit und Bier einen gemütlichen Abschluss.

Peter Baier

Kurze Geschichte des Geophysikalischen Observatoriums:

Es wurde 1840 in Bogenhausen bei München durch Johann v. Lamont auf dem Gelände der dort in den Jahren 1816-1818 erbauten und von der Bayerischen Akademie der Wissenschaften betriebenen Sternwarte gegründet. Durch die ständig wachsenden Störungen musste es 1938/39 an seinen jetzigen Standort bei Fürstenfeldbruck verlegt werden. Es hat zwei voneinander unabhängige Abteilungen, eine für Erdmagnetismus und eine für Seismologie.



Wiechert-Seismometer

Foto: TUM Hyperloop Teams

Abteilung Erdmagnetismus

Dies ist die älteste Abteilung des Observatoriums. Die Erforschung des Erdmagnetfeldes in München begann 1836 mit Johann Lamont, dem damals 31 Jahre alten Direktor der Königlich Bayerischen Sternwarte in München-Bogenhausen. München ist deshalb, neben Göttingen, der Standort in Deutschland mit der längsten Geschichte des Fachs Geophysik. Lamont nahm 1836 Kontakte zu dem von A. v. Humboldt und C. F. Gauß gegründeten „Göttinger Magnetischen Verein“ auf. Dieser war 1834 gegründet worden um im Rahmen einer internationalen Kooperation das Erdmagnetfeld global zu erforschen. Dies führte inner-

halb weniger Jahre zur Gründung mehrerer erdmagnetischer Observatorien in aller Welt und zur Vermessung des Erdmagnetfeldes an vielen Punkten der Erdoberfläche mit den damals modernsten Methoden. Regelmäßige, stündliche Bestimmungen der Deklination D, der Inklination I und der horizontalen Feldintensität H begannen am 1. August 1840 in Bogenhausen um 6.00 Uhr morgens. Unser Observatorium zählt zu den 10 ältesten, die heute noch existieren und hat daher eine der längsten Messreihen. Die erdmagnetischen Daten werden im Minutentakt ermittelt und in digitaler Form an internationale Datenzentren weitergeleitet.

Abteilung Seismologie

Dies ist die jüngere Abteilung des Observatoriums. Sie wurde 1905 auf dem Gelände der Sternwarte in Bogenhausen eingerichtet und mit dem damals modernsten Gerät ausgestattet, einem Wiechert-Seismometer. Durch die Bombardierung der Sternwarte in Bogenhausen im Jahre 1943 wurden dort die seismischen Messungen eingestellt und erst 1959 im Observatorium Fürstenfeldbruck wieder aufgenommen.

Fürstenfeldbruck betreut das bayerische Netz von Erdbebenstationen und ist Teil des Netzes der Stationen in Deutschland und eines globalen Netzwerkes. Die Daten werden in Echtzeit dem World Data Center in Boulder/Colorado und europäischen Zentren (Straßburg) zur Verfügung gestellt, um Erdbeben möglichst schnell lokalisieren zu können. Seismische Daten dienen jedoch nicht nur dem Aspekt Erdbeben, sie werden vor allem zur Modellierung des Erdinnern verwendet (seismische Tomographie).

Prof. Dr. Heinrich Soffel

Verein Deutscher Ingenieure BV München, Ober- und Niederbayern e.V.

Einladung zur Mitgliederversammlung 2025

am Montag, den 10. März 2025, um 18.45 Uhr, in der Hochschule München, HS „Blaue Tonne“, Lothstr. 64, 80335 München



17.30 Uhr Beginn der Jahresmitgliederversammlung 2025

Agenda

- Begrüßung
- Genehmigung der Tagesordnung
- Bericht des Vorsitzenden
- Bericht des Schatzmeisters über das Rechnungsjahr 2024 und den Haushaltsplan 2025
- Bericht der Rechnungsprüfer
- Genehmigung des Jahresabschlusses 2024
- Entlastung des Vorstandes
- Wahlen
- Anträge
 - o Antragsunterlagen müssen zwei Wochen vor der Versammlung dem Vorstand und vor der Versammlung den Mitgliedern zur Kenntnis vorliegen
- Ehrungen
- Sonstiges

18.45 Uhr Vortrag von Peter Hangen zum Thema „Innovation“

19.30 Uhr Imbiss

Bitte melden Sie sich an über unsere Geschäftsstelle E-Mail: bv@vdi-sued.de bis zum 24.02.2025 an. Bitte teilen Sie uns gegebenenfalls auch Ihre schriftlichen Wahlvorschläge oder Anträge bis zum obigen Termin mit.

Das Protokoll der Jahresmitgliederversammlung 2024 wurde in der „Technik in Bayern“ Heft 03/2024 veröffentlicht und ist auch in unserer Geschäftsstelle einsehbar.

Der Vorstand des VDI BV München



In eine Notlage zu geraten, kann uns allen passieren: durch Krankheit oder Unfall, durch Arbeitslosigkeit oder Insolvenz.

Ihre Spende hilft.



vdi-ingenieurhilfe.de

Verein Deutscher Ingenieure BV Bayern Nordost e.V.

Einladung zur Mitgliederversammlung 2025

am Freitag, den 11. April 2025, um 16.30 Uhr, im Arvena Park Hotel,
Görlitzer Str. 51, 90473 Nürnberg

16.30 Uhr Festvorträge

Dekarbonisierungsstrategie der MAN Truck & Bus SE sowie der Beitrag des Standortes Nürnberg
Dr.-Ing. Michael Houben, Hauptabteilungsleiter, MAN Truck & Bus SE

Interaktive Produktionsvisualisierung: Der nächste Schritt zu effizienten und flexiblen Fertigungsprozessen in heterogenen Produktionssystemen
Mark Pützer, Geschäftsführer, iumax GmbH & Co. KG

18.00 Uhr Beginn der Jahresmitgliederversammlung 2025

Agenda

- Begrüßung
- Genehmigung der Tagesordnung
- Bericht des Vorsitzenden
- Bericht des Schatzmeisters über das Rechnungsjahr 2024 und den Haushaltsplan 2025
- Bericht der Rechnungsprüfer
- Aktivitäten der Frauen im Ingenieurberuf
- Ehrungen langjähriger Fördermitglieder (Maschinenfabrik Guido GmbH, N-ERGIE AG)
- Aktivitäten der Bezirksgruppen und Netzwerke
- Aktivitäten der Young Engineers
- Ehrungen (Langjährige Mitglieder)
- Aktivitäten der Projektgruppe Hochschulentwicklung
- Genehmigung des Jahresabschlusses 2024
- Entlastung des Vorstandes
- Ehrungen (Langjährige Mitglieder)
- Wahlen
 - o Schatzmeister – Herr Dipl.-Ing. (FH) Bodo Iking
 - o Koordinator Netzwerke – Herr Dipl.-Ing. Günter Schmid
 - o Koordinatorin NW-Frauen im Ingenieurberuf – Frau Dr. Verena Schmidt
- Anträge
Antragsunterlagen müssen zwei Wochen vor der Versammlung dem Vorstand und vor der Versammlung den Mitgliedern zur Kenntnis vorliegen
- Sonstiges

19.45 Uhr Gemeinsames Abendessen zu dem der VDI-BVBNO alle Anwesenden einlädt.

Bitte melden Sie sich über unsere Geschäftsstelle:

E-Mail: geschaeftsstelle.bv-bno@vdi.de, Fax: +49 (0) 911 519 39 86

Post: VDI-Bezirksverein Bayern Nordost e.V., Keßlerplatz 12, 90489 Nürnberg

bis zum 1. 4. 2025 an, ob Sie mit oder ohne Begleitung kommen.

Bitte teilen Sie uns gegebenenfalls auch Ihre schriftlichen Wahlvorschläge oder Anträge bis zum obigen Termin mit. Das Protokoll der Jahresmitgliederversammlung 2024 wurde in der „Technik in Bayern“ Heft 06/2024 veröffentlicht und ist auch in unserer Geschäftsstelle einsehbar.

Der Vorstand des VDI-BV Bayern Nordost e.V.

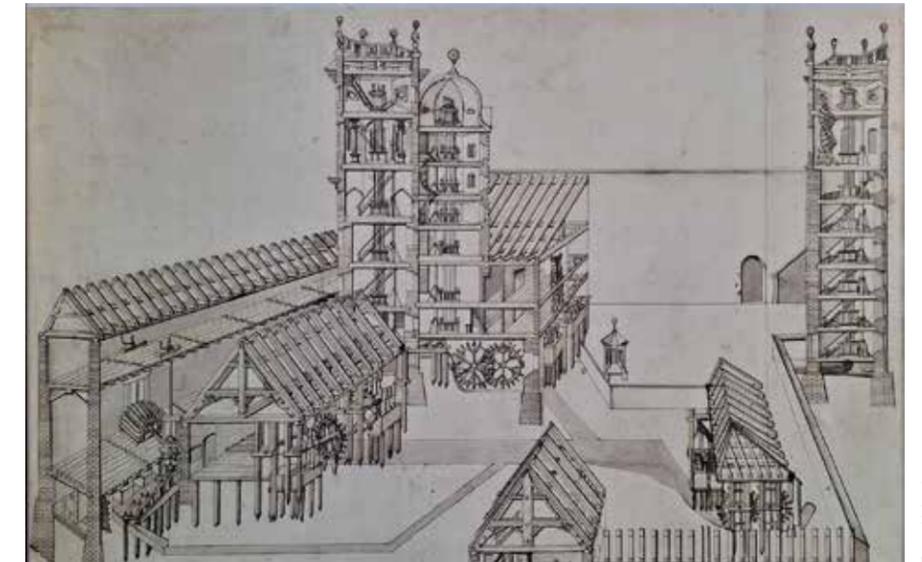


VDI München

UNESCO Welterbe - Das Augsburger Wassermanagement-System

An einem Samstag im September begab sich der VDI Arbeitskreis „Unternehmer und Führungskräfte“ auf Exkursion nach Augsburg, die wegen Corona lang verschoben war. Man traf sich am Augsburger Rathausplatz am Welterbe-Infozentrum, von wo aus **Martin Kluger, der geistige Vater dieses Welterbes**, uns an einige der vielen alten, monumentalen Brunnen führte. Er erklärte, dass die Brunnenfiguren nicht nur hübsche Bögen schießen, sondern dass daran erkannt wurde, ob der Druck des Wassersystems von den Wassertürmen her hoch genug war, um die Stadt mit Trinkwasser zu versorgen.

Bei den drei Wassertürmen am Roten Tor angekommen, bestiegen wir in zwei Gruppen die Wassertürme, die im Laufe der Jahrhunderte immer weiter aufgestockt wurden, um die erforderlichen Wassermengen für die Trinkwasserversorgung der Stadt sicherzustellen. Das vermeintlich so simple Prinzip der kommunizierenden Gefäße wurde hier angewandt. Das Wasser aus dem Lochbach trieb die Wasserräder an, die das Wasser in den Türmen hochpumpten. Auf der höchsten Ebene war das Überlaufbecken, von dem aus das Wasser kontrolliert nach unten durch die Senke in die Augsburger Oberstadt gelangte. Das Quellwasser des Brunnbachs lieferte das Trinkwasser.



Fotos: Holzenkamp

Der Große Wasserturm ist der älteste Wasserturm Mitteleuropas in diesem historischen Wasserwerk, das Aushängeschild des Augsburger UNESCO-Welterbes ist. Augsburgs frühe Ingenieure waren im Mittelalter die Vorreiter, denen ganz Europa die Prinzipien des Wassermanagements abschaut. Nur selten lässt sich lückenlos über acht Jahrhunderte hinweg an einem einzigen Ort ein solches ausgeklügeltes Wassersystem erleben.

Die kontrolliert mittägliche Einkehr im Restaurant der Augsburger Puppenkiste

war ein weiteres Highlight. Es wurden viele Erinnerungen über Jim Knopf und Lukas der Lokomotivführer und andere Stücke mit den ideenreich gestalteten Marionetten ausgetauscht.

Eine zweite Führung mit der „Wasserfrau“ Elisabeth Retsch führte uns an einigen der 150 Kilometer langen Kanäle und Bäche entlang, die die Stadt durchziehen. Der Nachbau eines Wasserrades wie auch die Vorrichtungen zur Reinigung des fließenden Wassers in den Kanälen ergänzten das Gelernte vom Vormittag.



Da Augsburg eine der Städte mit den meisten Konditoreien sei, ließen sich einige der Teilnehmenden nach dem formellen Abschluss der Exkursion zum Ausklang bei Kaffee und Kuchen nieder. Alle waren sich einig: Der Besuch dieses Augsburger Welterbes ist sehr empfehlenswert – nicht nur für Ingenieure.

*Dipl.-Ing. Christa Holzenkamp
Leitung VDI AK Unternehmer und
Führungskräfte*

In eigener Sache – Die TiB-Redaktion verabschiedet sich Unsere Lieblingsausgaben

Über 160 Ausgaben haben wir in den 27 Jahren TiB herausgegeben. Zum Abschied haben wir bei einigen Redaktionsmitgliedern nachgefragt, welche Lieblingsausgabe sie haben. Hier eine kleine Auswahl:

Heft 4/2004 Zeit

Noch nicht Mitglied der Redaktion von Technik in Bayern, hatte mich die Ausgabe zum Thema Zeit sehr beeindruckt. Ein Technikmagazin, dass sich auch solcher Themen annimmt und von ganz verschiedenen Seiten beleuchtet – da wollte ich gern mitwirken. Danke für 20 inspirierende Jahre!

Christina Kaufmann



Heft 5/2011 Moderne Zugangsnetze

Eines meiner ersten Hefte, das ich aktiv mitgestaltete. Das Thema war meine Passion und hat mich mein halbes Berufsleben lang beschäftigt. Vieles aus dem Heft hat heute noch Gültigkeit, auch die Aussage, dass der Breitbandausbau, speziell der Glasfaserausbau in Deutschland zu schleppend vorangeht! Besonders in Erinnerung bleibt mir das Interview mit Markus Blume, damals noch Landtagsabgeordneter der CSU, zum Thema Breitband als entscheidender Standortfaktor.

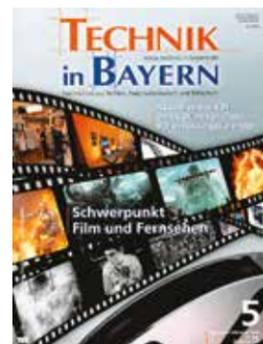
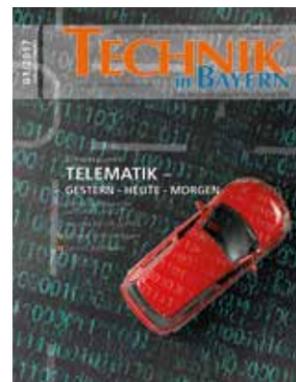
Walter Tengler

Heft 01/2017 Telematik

Die Jubiläumsausgabe „20 Jahre Technik in Bayern“ hat mir besonders gut gefallen. Sie hat auf alle bisher erschienenen Ausgaben einen Überblick geboten anhand kleiner Icons der Titelseiten. Das Heft selbst hatte darüber hinaus ein interessantes Titelthema, das uns heute mehr denn je beschäftigt, nämlich Telematik und das damit einhergehende autonome Fahren.

Mein Fazit: Technik in Bayern hat oftmals auch brisante Themen aufgegriffen, um technische Lösungen aufzuzeigen, die dem Wohle der Menschheit dienen. Schade, dass es sie nun nicht mehr geben wird.

Regine Urban



Heft 05/2009 Film und Fernsehen

Diese Wahl fällt mir nach fast 25 Jahren als Redaktionsleitung der TiB wirklich schwer. Neben meinen „Leib- und Magen-Themen“ aus den Materialwissenschaften und dem Bauingenieurwesen, hat mich unser Schwerpunkt zu Film und Fernsehen beeindruckt. Hier gab es einen sehr spannenden Einblick in die damals neuesten Technologien der Filmtricktechnik – bis heute ist das ein faszinierendes Thema.

Silvia Stettmayer



Heft 01/2006 mit dem Schwerpunkt Netzwerke war der Beginn der neuen Rubrik Hintergrund, die ich 18 Jahre bis zum letzten Heft betreuen durfte.

Das Heft 04/2013 beschäftigte sich mit Robotik. Als Kurator für dieses Fachgebiet am Deutschen Museum konnte ich im Interview mit Prof. Gerd Hirzinger, der von 1992 bis 2012 das renommierte DLR-Institut für Robotik und Mechatronik leitete, viel über den Stand und die Zukunft der Robotik lernen.

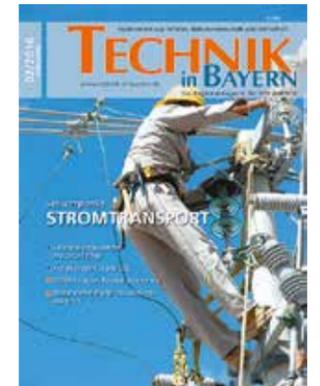
Dr. Frank Dittmann



Heft 02/2016 Stromtransport

In diesem Heft wird in 2 Artikeln die Herstellung von riesigen Halbleitern im einstelligen Gigawatt-Bereich beschrieben. Wichtig ist hierbei die Präzision der Dotierung, die durch die Umwandlung von Silizium in Phosphor durch Neutronenbeschuss erreicht werden kann. Dies kann unter anderem (z.B. Abschaltung von Gleichstrom ohne Lichtbogen) auch Lösungen für Probleme bieten, die durch das Einbringen von erneuerbaren Energien in das Stromnetz entstehen.

Hermann Auer



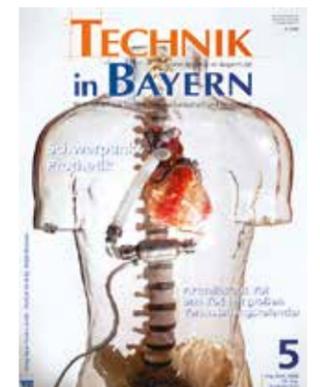
Heft 4/2008 Seeschifffahrt

Bei zwei Ausgaben habe ich, als ehemaliger Chefredakteur, wohl etwas nachdrücklicher Themen befürwortet, weil sie mir persönlich am Herzen lagen: Schwerpunkt „Seeschifffahrt“ für das Heft 4/2008 und „Prothetik“ für Heft 5/2008. Zum Thema Schifffahrt: Ich komme aus der Hafenstadt Bremen, bin zur See gefahren und wollte den Lesern nicht nur klar machen, wie wichtig Seeschifffahrt für Wirtschaft und Leben ist, sondern auch, dass weltweit über die Hälfte der großen Seeschiffe von Motoren aus Bayern – von MAN aus Augsburg – angetrieben werden; „Bayern und das Meer“, lautete der Titel meines Editorials.

Heft 5/2008 Prothetik

Und zum 2. Thema: Ich war früher im Deutschen Museum tätig; in den letzten 5 Jahren vor meiner Rente (2004) haben meine Kollegen und ich an einer Sonderausstellung über Prothetik gearbeitet. Hier haben Forschung und Entwicklung in letzter Zeit wertvollste Ergebnisse für die Erhaltung von Lebensqualität erzielt. Titel der Ausstellung: „Leben mit Ersatzteilen“. Sie können sich jetzt in der neueröffneten Ausstellung „Gesundheit“ informieren, welche Technik zur Verfügung steht, wenn Organe oder Gelenke versagen – künstliches Herz oder Kniegelenk zum Beispiel.

Dr. Walter Rathjen





Erste Konzepte für eine starkregentaugliche Kanalisation stoßen in der Bevölkerung auf gemischte Gefühle.

Auch wenn sie aus zeichnerischer Sicht schon etwas in die Jahre gekommen sind, gehören die Cartoons „Mikrosystemkongress“ (5/2017) und – siehe links – die „Kanalisation bei Starkregen“ (3/2016) zu meinen persönlichen Lieblingsideen. Besonders hänge ich natürlich am ersten TIB-Cartoon zum Thema 3D-Druck (4/2015) der noch zu meinen Studienzeiten entstanden ist. Als zeichnerisches Gesamtwerk ist mir der Ingenieur in Erinnerung geblieben, der einen Motor aus Marmor schlägt (1/2022) und Münchhausens Ritt auf der lasergetriebenen Kanonenkugel aus dem vergangenen Jahr. (5/2023)“

Cornelis Jettke

Ein besonderer Leserbrief

Leserbriefe waren uns in der Redaktion immer hoch willkommen, warfen sie doch oft ein vollkommen anderes Licht auf einen Sachverhalt und regten zu Diskussionen an. Ein ganz besonderer ist mir in Erinnerung geblieben. Er kam von einem Prof. Vitzliputzli und betraf das Heft 02/2023 mit dem Schwerpunktthema Satellitenkommunikation, zu dem ich das Editorial geschrieben habe. Hier ist er:

Guten Tag,
ich lese gerade mit Interesse die aktuelle Ausgabe des Magazins „Technik in Bayern“ zum Thema Satellitenkommunikation. Beim Beitrag „Breitbanddienste über Satellit“, beginnend auf Seite 10, muss ich allerdings stutzen: Im Beitrag findet man in zweiten Abschnitt „Gemeinsamkeit macht stärker“ den Satzteil „... neben der „klassischen“ Satellitenkommunikation aus der GEO-Umlaufbahn (z.B. durch Inmarsat, Iridium, Globalstar) ...“. Dieser Satzteil ist nach meinem Verständnis fehlerhaft: Nur Inmarsat ist ein GEO-System, die beiden anderen genannten Beispiele sind LEO-Systeme, mit Satelliten in etwa 780 km Höhe (Iridium) und in etwa 1.400 km Höhe (Globalstar). Wie konnte dies der Chefredakteur als ausgewiesener Satellitenexperte übersehen? War er etwa, wie im Editorial dieser Ausgabe angedeutet, in einem Funkloch und konnte daher den Sachverhalt nicht im Internet recherchieren?

Mit freundlichen Grüßen
Prof. Vitzliputzli

Der Briefschreiber kennt sich also offenbar sehr gut in der Materie aus, sonst hätte er diesen Fehler nicht gefunden. Aber er muss auch mich kennen, denn er weiß offensichtlich um meine berufliche Vergangenheit im Satellitenfunk. Ich dagegen kenne keine Person, die sich Prof. Vitzliputzli nennt. Alle Personen in meinem Freundes- und Bekanntenkreis, die ich verdächtigt habe, hinter diesem Pseudonym zu stecken, haben auf Befragung glaubhaft verneint. Das war dann meine Antwort-Mail an den Professor:

Sehr geehrter Herr Professor Vitzliputzli,
danke für Ihre Mail, da haben Sie Recht! Schuld an diesem Fehler war aber wohl weniger ein Funkloch, als ein Denkloch, nun ja, ich bin eben auch nicht mehr der Jüngste. Aber damit komme ich zu meiner Frage an Sie: Wenn ich mich nicht irre, sind Sie durch die Feder von Karl May auf die Welt gekommen und nach meiner Rechnung müssten Sie mindestens 96 Jahre alt sein. Wie schaffen Sie es, in diesem Alter noch geistig so fit zu sein, dass Ihnen Fehler in der TiB auffallen? Da hätte ich doch gerne einen Tipp von Ihnen.

Viele Grüße,
Fritz Münzel

Prof. Vitzliputzli hat leider nicht geantwortet und seine Tarnung besteht bis heute. Vielleicht, lieber Herr Professor, lesen Sie aber diesen Artikel und melden sich nochmal bei mir. Das würde mich sehr freuen.

2. AACII-Kongress in Nürnberg

Geballte Kompetenz aus der Luft- und Raumfahrt

Geballte Kompetenz im Wirtschaftszweig der zivilen Luft- und Raumfahrt – das erwartet die Teilnehmer am Kongress AACII (für: Aerospace Aviation Congress Interdisciplinary International) am 12. Februar 2025 in Nürnberg. Die Veranstaltung findet bereits zum zweiten Mal in der nord-bayerischen Metropole statt.

Das Ausstellerverzeichnis ist bereits jetzt voller Namen von Rang. Experten aus führenden Unternehmen, von Universitäten und von Wirtschaftsverbänden tauschen sich außerdem über die Entwicklungen und Perspektiven in der Branche aus, die auf den Dienst an den Menschen ausgerichtet sind.

Der Themenreigen der Foren in der Nürnberger Meistersingerhalle reicht von Satelliten über Drohnen zu New Mobility, „New Space“, von Robotics bis zu den Anwendungsmöglichkeiten künstlicher Intelligenz. Zu den Partnern zählen unter anderem die Universitäten in Nürnberg und die TU Wien, die European Test and

Telemetry Conference, der BDI und der VDI. Ein Science Future Talk wird von Prof. Klaus Wübbenhorst geleitet. Auf dem Programm steht außerdem – wie schon beim ersten Luft- und Raumfahrtkongress in Nürnberg – die Verleihung eines Global AACII Award.

Die Luftfahrt sorgt für Mobilität von Geschäftspartnern und Urlaubsreisenden. Die Raumfahrt ist Antrieb für viele Innovationen, die auf der Erde von großem Nutzen sind. Sie liefert unschätzbare Informationen zur Entwicklung des Klimas und der Umwelt, sie sichert internationale Mobilfunkverbindungen und schafft neue Materialien und Fertigungsmöglichkeiten. „Gemeinsam für eine bessere Welt“ – das ist denn auch die Botschaft auf dem AACII.

Dazu gehören Fragen nach dem Einsatz von umweltverträglichen Entwicklungen. Darum ging es bereits in Expertengesprächen im Vorfeld am Rande von anderen internationalen Messen. Frau Ulrike Trapp, Leiterin der AACII-Kongressorganisation: „In der Gegenwart ist Umweltfreundlichkeit eine Herausforderung,



der Aussteller mit ihren Innovationen zu begegnen wissen.“ Unter anderem zeigte ein Expertengespräch am Stand der Fraunhofer Gesellschaft IISB, zu dem der AACII auf der Leistungselektronikmesse PCIM in Nürnberg einlud, entsprechende Perspektiven auf, die beim Kongress vertieft werden.

Ulrike Trapp weiter: „Wie schon beim ersten Kongress gilt zudem der ‚New Generation‘ unsere besondere Aufmerksamkeit, die als Nachwuchs die Luft- und Raumfahrt zu neuen Ufern führen wird.“ So werden Studenten und Studentinnen ebenso wie Schüler und Schülerinnen zu der Veranstaltung mit eingeladen sein.

Nürnberg als Austragungsort des AACII ist nicht willkürlich: In der Stadt hat im Mittelalter der berühmte Astronom Regiomontanus Forschungen betrieben, und hier waren Forscher zugange, die Namengeber für etliche Mondkrater sind. In Feucht bei Nürnberg lebte Hermann Oberth (1894-1989), ein Pionier der Raketentechnik. Unter seinen Schülern befand sich Wernher von Braun. Heute erinnert das Raumfahrt-Museum in Feucht an den Pionier Hermann Oberth.

Weitere Informationen finden Sie in den Sozialen Medien oder unter <https://aacii.space>.

Dr. Wolfgang Mayer



Raketenworkshop der AACII Astrokids

VDI Bayern Nordost

Innovationszentrum in Hallstadt öffnet bald seine Tore



Viel Platz für Innovationen bieten die neuen Werkshallen am Cleantech Innovation Park

Momentan rollen noch die Bagger über das ehemalige Gelände des Reifenherstellers Michelin in Hallstadt bei Bamberg. Ende 2024 wird hier ein neuer Knotenpunkt für Innovationen geschaffen: das Innovationszentrum am Cleantech Innovation Park. Unternehmen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen sollen hier zukunftsweisende Projekte gemeinsam entwickeln und umsetzen.

Auf dem Gelände, wo der französische Reifenhersteller Michelin über 50 Jahre lang mit bis zu 950 Beschäftigten ein Werk betrieb, entsteht aktuell auf einer Fläche von 6.000 Quadratmetern ein hochmodernes „Innovationszentrum“. Der Fokus liegt auf digitaler Transformation, ressourceneffizienter Produktion, neuen Antriebssystemen und der Nutzung künstlicher Intelligenz. Mit dem „Kreativforum“ steht bereits ein zweiter

Bau in den Startlöchern, der 2025 starten soll und nach seiner Fertigstellung 2027 unter anderem über einen Tagungssaal, Besprechungsräume und Büros verfügen wird.

Der Cleantech Innovation Park ist das Ergebnis einer Kooperation zwischen dem Landkreis Bamberg, der Stadt Hallstadt und der Firma Michelin. Trotz des Rückzugs aus der Reifenproduktion zeigt Michelin weiterhin großes Engagement für die Region, wie Peter Keller, Geschäftsführer der Cleantech Innovation GmbH, betont.

In den kommenden Jahren entsteht in Hallstadt ein Leuchtturm für die Transformation der Industrie. „Für die Region Nordbayern ist es von entscheidender Bedeutung, dass künftig an innovativen Technologien geforscht wird“, sagt die Geschäftsführerin von Michelin Nord-europa, Maria Röttger.

Cleantech Cluster als Sparringspartner für Unternehmen und Wissenschaft

Im November 2023 wurde zudem das sogenannte „Cleantech Cluster“ gegründet, das am Cleantech Innovation Park beheimatet ist. Dieses unterstützt und begleitet kleine und mittelständische Unternehmen aus der Region beim Wandel hin zu nachhaltigeren und innovativen Technologien und vernetzt diese mit regionalen Hochschulen und Instituten.

Auch der VDI Bayern Nordost will sich engagieren. Geplant sind gemeinsame Fachvorträge und Workshops zu aktuellen Fachthemen in Kooperation mit dem Cleantech Cluster.

Ein Meilenstein für den Landkreis Bamberg

Landrat Johann Kalb bezeichnete das Projekt als „Meilenstein für den Landkreis“, da es bedeutende Impulse für die regionale Wirtschaft setze. Auch Hallstadts Bürgermeister Thomas Söder zeigte sich stolz auf den Fortschritt des Projekts: „Viel wurde abgerissen, aber noch mehr wurde aufgebaut. Hier entsteht ein Standort, der den globalen Herausforderungen begegnet.“

Zukunftssicher durch Innovationen

Der Standort Deutschland müsse wieder Anschluss an die internationale Konkurrenz finden, insbesondere im Vergleich zu China, so die Einschätzung von Söder. Die Investition sei ein wichtiger Schritt, um neue Produkte und innovative Lösungen zu entwickeln. Dies werde langfristig auch die Sicherung von Arbeitsplätzen in der Region um Bamberg unterstützen.

Weitere Informationen finden Sie unter: www.cleantech-innovation-park.de und www.cleantech-cluster.de

Hubert Würschinger

Deutsches Museum München

Das letzte Geheimnis der „V2“

Wer dieser Tage in der Luft- und Raumfahrthalle an der riesigen Weltkriegs-Rakete „V2“ im Deutschen Museum vorbeiläuft, wird die dort aufgebauten Untersuchungsgeräte bemerken: spezielle Kameras, Lampen, ungewöhnliche Computer. Forscherinnen sind dabei, der 14 Meter langen Rakete ihre letzten Geheimnisse zu entlocken – und die Restaurierung des Exponats vorzubereiten.

Dass die Terror-Waffe der Nazis von einer Wendeltreppe umgeben ist und nicht die ganze Luft- und Raumfahrthalle des Deutschen Museums optisch dominiert, ist kein Zufall: Die Museumsmacher wollten der schrecklichen Waffe keinen allzu großen Auftritt geben. Tausende dieser Raketen gingen im Zweiten Weltkrieg auf London und Antwerpen nieder, rund 20.000 KZ-Häftlinge und Zwangsarbeiter starben allein im KZ-Komplex Mittelbau-Dora, wo die Rakete unter unmenschlichen Bedingungen produziert wurde, weitere rund 8.000 Menschen verloren ihr Leben durch die Einsätze der „V2“. Das Deutsche Museum zeigt die einzige in Deutschland ausgestellte, vollständige Originalrakete dieser Art.

Bei der Sanierung des Deutschen Museums stand die „V2“, von Fachleuten auch „Aggregat 4“ genannt, zwischen 2015 und 2022 fast sieben Jahre lang auf einer Baustelle. Die Rakete war zu groß, um sie während der Bauarbeiten aus dem Gebäude zu holen. In dieser Zeit kam es zu einem Wassereintrich; an der Rakete gibt es seitdem Korrosionsspuren. „Diese Korrosion müssen wir stoppen“, sagt Andreas Hempfer, Kurator für Historische Luftfahrt und Raumfahrt. „Wie das am besten geht, ohne zu viel von der Originalsubstanz zu verlieren, versuchen wir gerade in einem Forschungsprojekt zu klären.“ Die Rakete hatte, bevor sie ins Museum kam, schon eine weite Reise

hinter sich: Die USA hatten bei Kriegsende aus den verbliebenen V2-Raketen Teile für etwa 100 Stück über den Atlantik nach Amerika bringen lassen.

Anna Dohnal kartiert momentan die Schäden, die die Rakete aufweist. Seit kurzem hilft die TU München bei der Untersuchung der Rakete. „Wir haben nämlich noch viele Fragen“, sagt Andreas Hempfer. „Ist das Grün, das man unter der jetzigen weißen Lackierung sehen kann, die ursprüngliche Lackierung – oder hatte sie ursprünglich einen Tarnanstrich, der dann in den USA übermalt wurde? Oder ist sie später im Museum umlackiert worden?“

Deshalb wird die Rakete jetzt von drei Forscherinnen vom TU-Lehrstuhl für Zerstörungsfreie Prüfung mit der Methode der Thermografie untersucht – an einzelnen Stellen wird mit diesem Verfahren unter dem jetzigen weißen Anstrich nach Spuren der früheren Lackierung gesucht. Außerdem will man mit diesem Verfahren auch gleich noch herausbekommen, ob die Bestandteile der Rakete bereits bei der Produktion zusammengefügt wurden und daher eine einheitliche „Seriennummer“ tragen oder das Objekt später aus Originalteilen kombiniert wurde. „Das ist entscheidend für die Restaurierung“, sagt die Restaurierungsspezialistin des Deutschen Museums, Marisa Pamplona. „Je mehr Originalsubstanz wir finden, desto mehr von der Substanz wollen und müssen wir erhalten.“

Isabelle Stüwe von der TUM erklärt das Verfahren: „Bei der Thermografie wird elektromagnetische Strahlung im Infrarotbereich, die vom Objekt reflektiert wird, untersucht.“ Mit dem Verfahren werden Bilder am Computer generiert, mit denen man quasi unter die Oberfläche der jetzigen Lackierung schauen kann.



Die „V2“ im Treppenhaus in der Luft- und Raumfahrthalle. Die Rakete ist 14 Meter hoch

Die ersten Untersuchungen haben keinen Beleg für einen Tarnanstrich erbracht. Aber die Expertinnen suchen weiter – um die letzten Geheimnisse der „V2“ zu lüften. Im Anschluss beginnt dann die Restaurierung. Damit diese Waffe und mit ihr die Erinnerung an den Terror des Zweiten Weltkriegs mahnend erhalten bleibt.

Quelle: Deutsches Museum

Nemetschek Innovationsstiftung und Hochschule München

Die Nutzung künstlicher Intelligenz im Bauwesen

Die Nemetschek Innovationsstiftung und die Hochschule München (HM) haben eine Fördervereinbarung zur Unterstützung eines Forschungsprojekts zur digitalen Transformation im Bauwesen unterzeichnet. Das Projekt zielt darauf ab, durch den Einsatz künstlicher Intelligenz (KI) und digitaler Zwillinge die bisher ungenutzten Daten aus Inspektions- und Wartungsprozessen zu erfassen und zu digitalisieren.

Mit KI und Digitalen Zwillingen zu besseren Entscheidungen im Bestand

„Inspect2Twin“ ist das erste Forschungsprojekt, das von der Nemetschek Innovationsstiftung in Zusammenarbeit mit der Hochschule München gefördert wird. Unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Christoph Dauberschmidt wird an Methoden geforscht, um Inspektions- und Wartungsdaten mittels KI in digitale Zwillinge von Bauwerken einzuspeisen. „Die bisher kaum genutzten Informationen aus Inspektions- und Wartungsprozessen können maßgeblich dazu beitragen, den gebauten Bestand effizient zu

erfassen und digitale Zwillinge zu erstellen. Diese ermöglichen zuverlässigere Prognosen über Zustandsveränderungen und helfen, Ressourcen effizienter zu nutzen“, erklärt Prof. Dauberschmidt.

Ziel ist es, eine präzise und möglichst aktuelle Echtzeitdarstellung der Bauwerke zu schaffen. Diese umfassende Datengrundlage ermöglicht fundierte Entscheidungen, die Planung von Instandhaltungs- und Wartungsmaßnahmen verbessern, die Lebensdauer sowie Nutzungsmöglichkeiten von Bauwerken optimieren und somit den Verbrauch von Ressourcen reduzieren. Da das Bauwesen einen erheblichen Anteil an den CO₂-Emissionen durch Bau und Betrieb verantwortet, kann die bessere Nutzung des Bestands als ein großer Hebel wirken, um die Nachhaltigkeit im Bauwesen zu fördern und diesen Anteil zu verringern.

Interdisziplinäre und nachhaltige Lösungen

Die Förderung ist auf vier Jahre angelegt und umfasst eine Zuwendung von zwei

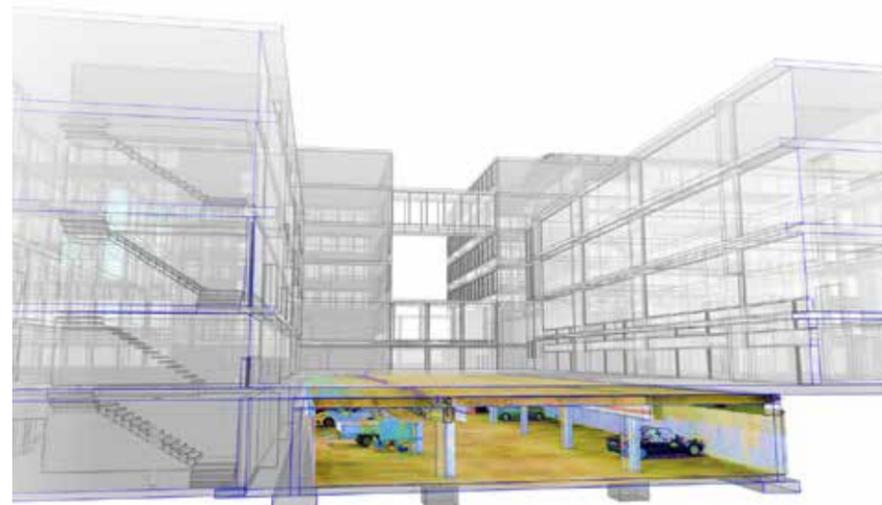
Millionen Euro. Sie unterstützt das interdisziplinäre Forschungsprojekt an der Hochschule München, das darauf abzielt, durch die Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen die digitale Transformation im Bauwesen zu fördern. Der Fokus liegt darauf, wie Digitalisierung und KI dazu beitragen können, innovative und nachhaltige Bauprozesse zu entwickeln. Durch diese interdisziplinäre Zusammenarbeit sollen praxisnahe und effektive Lösungen erarbeitet werden, die nicht nur die Effizienz steigern, sondern auch die Nachhaltigkeit im Bauwesen erheblich verbessern.

Langfristige Förderung und Engagement

Die Nemetschek Innovationsstiftung setzt damit ihre langjährige Unterstützung der Fakultät für Bauingenieurwesen an der HM fort. Der Stiftungsgründer, Prof. Georg Nemetschek, startete 1971 als Professor an der damaligen Fachhochschule München. Zwischen 1977 und 1996 wurde er neunmal als Dekan des Fachbereichs Bauingenieurwesen/Stahlbau der heutigen Fakultät für Bauingenieurwesen wiedergewählt. Als ein Vorreiter der Bausoftware gründete Prof. Nemetschek bereits 1996 die gemeinnützige Professor Georg Nemetschek Stiftung, die maßgeblich zur Entwicklung des Instituts für angewandte Bauinformatik (iabi e.V.) beigetragen hat.

Seit 2021 finanziert nun die Nemetschek Innovationsstiftung zwei wissenschaftliche Mitarbeitende im Bereich der KI im Bauwesen am iabi an der HM. Die neue Förderung verdeutlicht das kontinuierliche Engagement der Stiftung für die digitale Transformation und den Einsatz von KI zur Lösung realer Herausforderungen im Bauwesen.

Ralf Kastner
Hochschule München



Mit einem KI-gestützten Bauwerkszwilling (hier die Fakultätsgebäude der HM in der Karlstraße 6 in München), lassen sich Zustandsveränderungen durch fusionierte Inspektions- und Wartungsdaten digital erfassen, bewerten und vorhersagen

Sehr geehrte Mitglieder des VDI BV München und des VDI BV BNO,

damit wir Sie auch weiterhin schnell und sicher erreichen können, senden Sie bitte Ihre E-Mail-Adresse an die Geschäftsstelle des VDI München: bv@vdi-sued.de oder an die Geschäftsstelle des VDI BNO, Frau Loch: geschaeftsstelle.bv-bno@vdi.de
Danke!

„Born for Horn“ – Die Hornisten der Nürnberger Symphoniker

Weihnachtskonzert im Rittersaal der Kaiserburg Nürnberg

Das traditionelle Konzert zur Weihnachtszeit der Musikfreunde der Technisch-Wissenschaftlichen Vereine Nürnberg (VDI, VDE Bayern) gestaltet dieses Jahr das Hörner Ensemble der Nürnberger Symphoniker. Wir laden Sie ein, am Freitag, 29. November 2024 um 19 Uhr, im Rittersaal der Kaiserburg Nürnberg dabei zu sein. Einlass ist ab 18 Uhr.

Die Hornisten der Nürnberger Symphoniker sind allesamt geboren für ihr Instrument, das Horn. Erleben Sie einen berausenden Abend, in dem Klang, Raum und Zeit miteinander verschmelzen. Herausgelöst aus dem Orchester präsentieren sie Ihnen ein Programm mit symphonischen Klassikern, Originalkompositionen für ein, zwei, ... bis hin zu sechs Hörnern und das Ganze zwischen Barock und Moderne: „Born for Horn“.

Lassen Sie sich mit der Musik von Johann Sebastian Bach, Anton Bruckner und Werner Pirchner auf die Weihnachtszeit einstimmen. Traditionelle Lieder u.a. „O du fröhliche“ (gerne zum Mitsingen) beschließen dieses besondere Konzert. Die Hornisten Lars Schmeckenbecher und Anton Doppelbauer führen Sie charmant und kenntnisreich durchs Programm. Details finden Sie auf unserer Webseite: www.vdi-bno.de

Karten erhalten Sie bei Frau Renate Loch, Telefon (09 11) 55 40 30 oder per E-Mail: geschaeftsstelle.bv-bno@vdi.de
Kartenpreis 40,- Euro

Wir freuen uns auf Sie!



Foto: Torsten Höning

32. DEUTSCHER MATERIALFLUSS KONGRESS 2025

future.meets.logistics – Was bringt die Zukunft?

Der Kongress findet am 20. und 21. März 2025 an der Technischen Universität München in Garching in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) statt.
Informationen: www.vdi-sued.de/materialflusskongress

Prof. Dr.-Ing. Johannes Fottner, Kongressleiter

VDI-AK Fahrzeug- und Verkehrstechnik München Top-Speaker, brandaktuelle Themen

Die VDI-Vortragsreihe an der Hochschule München gewährt einen Insider-Blick in die Zukunft der Technik

Der Dienstagabend ist ein gesetzter Termin für Studierende und alle, die sich für Technik interessieren: Pünktlich um 17.30 Uhr lädt die Hochschule München zur VDI-Vortragsreihe – insgesamt zehn Vorträge mit namhaften Speakern aus Industrie und Wirtschaft stehen jedes Semester auf der Agenda, die online per Zoom-Konferenz verfolgt werden können und/oder in Präsenz an der HM in der Lothstraße.

Die Themen sind vielfältig und immer up to date: Dank einer langjährigen Kooperation zwischen dem VDI und der Fakultät für Maschinenbau, Fahrzeugtechnik und Luftfahrttechnik entsteht ein Wissensaustausch, von dem beide Seiten profitieren: Studierende halten einen direkten Draht zur Praxis und zum Know-how namhafter Experten. Vortragende bekommen eine Plattform, um ihre neuesten Entwicklungen zu präsentieren und Kontakte zum potenziellen Nachwuchs zu knüpfen. Eine Win-Win-Situation, die von Verband und Hochschule gleichermaßen geschätzt wird und die Partnerschaft zwischen VDI und HM seit mehr als drei Dekaden lebendig hält: Allein im Som-



Geräuscharm und emissionsfrei: der E-Traktor „e100 V Vario“ von Fendt

Foto: AGCO GmbH

mersemester 2024 nahmen mehrere hundert Studierende und Interessierte an der VDI-Vortragsreihe teil. Am Rednerpult: zehn namhafte Vertreter und Vertreterinnen aus großen Unternehmen, Start-ups oder Bundeswehr, die einen Insider-Blick in ihre Berufspraxis gewährten. Drei spannende Beispiele: Den Auftakt machte Wolfgang Breu, Teamleiter Zero Emissions beim Landmaschinenhersteller AGCO, der im ersten VDI-Vortrag des Sommersemesters 2024 über Herausforderungen, Möglich-

keiten und Entwicklungen auf dem Weg zur dieselfreien Landwirtschaft sprach. Ein Thema, das aktuell die Gemüter erhitzt – und anspruchsvoller Lösungen bedarf: Breu stellte unter anderem den emissionsfrei arbeitenden E-Traktor „e100 V Vario“ von Fendt vor, das „X Concept“, eine elektrisch betriebene Gesamtlösung für Traktor und Gerät, oder den „Robotik Xaver“, einen autonomen Helfer für die Ernte.

Schneller, leiser, nachhaltiger, digitaler: Auch im Bereich der Hubschraubertechnologie steigen die Anforderungen – und machen Innovationen nötig, die das Fluggerät noch vielseitiger machen. Johannes Plaum gewährte bei seinem VDI-Vortrag an der HM einen Blick in die Zukunft. Der Leiter des Forschungs- und Technologieprogramms Deutschland bei Airbus Helicopters arbeitet seit 25 Jahren an der Weiterentwicklung des Senkrechtstarters – und testet Möglichkeiten aus, die noch vor wenigen Jahren wie Science Fiction anmuteten. Dabei werden neue Technologien in fliegendes Gerät eingebaut und erprobt – ein praxisnaher Ansatz, der „einzigartig“ sei in der Branche, erklärte der Hubschrauber-Spezialist.



Neuaufgabe einer Flugzeuglegende: die Dornier 228 Next Generation

Foto: General Atomics Aero Tec-Systems

Flugzeuglegende im neuen Kleid: Die Dornier 228 fliegt und fliegt und fliegt – 2025 soll es eine Neuaufgabe der legendären Turboprop-Maschine geben, produziert vom Flugzeughersteller General Atomics AeroTec Systems (GA-ATS) in Oberpfaffenhofen. Studierende und Interessierte bekamen die Möglichkeit, die „alte Dame“ live zu erleben: Martina Hierle, Technische Pilotin und Programm-Managerin der Do 228 NXT, und Steffen Gemsa, Testpilot und Leiter des Flugbetriebs bei General Atomics AeroTec Systems, präsentierten die neueste Version des robusten Fluggeräts beim VDI-Vortrag im Aerospace Flight Test Center der Hochschulen HM/TUM.

Auch im Wintersemester 2024/25 wird die VDI-Vortragsreihe in der Hochschule München fortgesetzt. Auf dem Programm stehen unter anderem der Hubschraubereinsatz im Ahrtal, die Zukunft



Technologie im fliegenden Labor: der „Racer“ von Airbus Helicopters

des Nutzfahrzeugs oder die Erprobung des nachhaltigen Luftfahrttreibstoffs SAF.

Sie wollen teilnehmen? Das aktuelle Programm sowie alle wichtigen Themen zum Nachlesen finden Sie auf der

Website der Hochschule München unter me.hm.edu > Kooperationen und Transfer > VDI-Vorträge, Berichte zu den aktuellen Vorträgen unter > News der Fakultät.

Sabine Galas

VDI BV Bayern Nordost Grillabend der Young Engineers Ansbach

Am 15. Juli fand unser erster Ansbacher Young Engineers Grillabend statt.

Mit insgesamt 15 Studierenden aus dem Ingenieurbereich, von denen zwölf bereits Mitglied bei den Young Engineers waren, konnten wir gemeinsam einen schönen Abend bei gutem Essen auf dem Campus der Hochschule Ansbach verbringen. Da der Termin mitten in der Prüfungsphase lag, haben wir uns umso mehr darüber gefreut, sogar drei neue Gesichter bei uns begrüßen zu dürfen. Der Abend war sowohl eine kleine Auszeit von der Lernerei als auch eine gute Möglichkeit sich neben unseren letzten zwei Stammtischen noch besser kennenzulernen und auszutauschen. Insbesondere für unsere Neuzugänge im VDI war das eine Gelegenheit, unsere Gruppendynamik miterleben und die ein oder andere noch offene Frage zum VDI zu stellen. Ich denke, unsere Antworten waren so überzeugend, dass wir

bald neue Mitglieder im VDI registrieren können. Es war schön zu sehen, dass die gemeinsame Grundlage des Ingenieurstudiums uns als jungen Erwachsenen eine gute Basis liefert, sich mit neuen Leuten zu unterhalten und schnell in spannende Gespräche verwickelt zu

werden. Insgesamt war der Abend ein runder Semesterabschluss, den wir im kommenden Sommer – mit hoffentlich neuen Mitgliedern und interessierten Studierenden – gerne wiederholen werden.

Anton Demas



Die TeilnehmerInnen des Ansbacher Young Engineers Grillabends

Foto: VDI

Europäisches Nachrichtensatelliten-Projekt

Symphonie - ein deutsch-französischer Gleichklang

Vor 50 Jahren begann das erste europäische Nachrichtensatelliten-Projekt mit den beiden Symphonie-Satelliten – eine wahre Pionierleistung. Die Erdfunkstellen in Raisting (BRD) und Pleumeur-Bodou an der französischen Westküste beteiligten sich daran mit ihren Technikern und Ingenieuren, flankiert von den Satelliten-Bodenbetriebssystemen in Toulouse und der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (heute DLR) in Weilheim-Lichtenau mit dem Kontrollzentrum in Oberpfaffenhofen. Symphonie sollte helfen, sich technisch und wirtschaftlich von der amerikanischen Vorherrschaft im Bereich der Satelliten-Kommunikation zu lösen und als Vorbereitung für eigene nationale oder europäische Satellitensysteme dienen.

Der erste Satellit startete 1974

Frankreich und die Bundesrepublik realisierten die Arbeiten an ihren jeweiligen Erdfunkstellen und Satellitenkontrollzentren, aber alle Planungen und technischen Entwicklungen organisierten sie gemeinsam.

Symphonie bedeutet Gleichklang und meinte absolut gleichberechtigte (west) deutsch-französische Zusammenarbeit auf Augenhöhe. Dazu gehörten Austausch der Experten auf Regierungs-, Behörden- und Betriebsebene, häufige persönliche Kontakte, Zuhören, Verstehen, Lernen. Keine Selbstverständlichkeit zwischen den beiden Nationen, auch noch nicht in den 70er-Jahren. Die Beteiligten waren sich der Besonderheit bewusst, neugierig und arbeiteten gerne mit. Als Pioniere konnten und mussten sie engagiert und kreativ sein – technisch und sprachlich.

Trotz mancher nationaler Unterschiede der technischen Einrichtungen – beispielsweise war das Nachführsystem der Antenne in Pleumeur-Bodou anders konstruiert als in Raisting – waren die Kompatibilität auf allen Ebenen und damit praktischer Fortschritt gewährleistet. Die Erdfunkstellen waren zudem entsprechend dem Projektvertrag jeweils zur Hälfte mit technischen Anlagen von Firmen des Partnerlandes ausgestattet. Symphonie brachte die zu seiner Zeit technisch modernsten Nachrichtensatelliten hervor. Jeder der beiden besaß zwei 90 MHz breite Übertragungsbänder und ermöglichte jeweils bis zu 2 Fernsehprogramme oder 600 Fernsprechanäle beziehungsweise die Kombination von jeweils 1 Fernsehprogramm und 132 Fernsprechanälen. Datenübertragung nach heutigem Gigabit-Maßstab gab es damals noch nicht und war innerhalb von Fernsprechanälen bis zu 4.8 kbit/s angesiedelt.

Die Voraussetzungen für das Projekt
Drei politische Motive trugen das Projekt

- Erstarben des gesamteuropäischen Selbstbewusstseins, verbunden mit einem vorsichtigen herauslösen West- und Osteuropas aus der Blockbildung des kalten Krieges
- Gemeinsame französisch-deutsche technische und wirtschaftliche Interessen im aufkommenden kommerziellen Satellitenfunk und der Telekommunikation konkurrieren mit denen der Vereinigten Staaten
- Tendenz zu gleichberechtigter Zusammenarbeit zwischen dem damaligen Westdeutschland und Frankreich.

Drei große technische Umbrüche fanden statt

- Kommunikationstechnik: Entwicklung von analog zu digital, Transistoren und Computer-Chips lösten Radio- und Fernrohren ab, Einführung von Digitalspeichern
- Raketentechnik: Satellitentransport mit 4 oder 5 Raketentufen in die geosynchrone Bahn, woraus folgt, die Antennen der Erdfunkstellen müssen sich nicht mehr drehen
- Satellitentechnik: Von der ‚Spin‘- zur Drei-Achsen-Stabilisierung, Richtantennen an den Satelliten ermöglichen Satellitenschüsseln als kleine ‚private Erdfunkstellen‘.

Diese Prozesse förderten die Ideen zur Entwicklung eigener Satellitenkommunikation deutscher und französischer Unternehmen. Hier allen voran die Firma Siemens in Zusammenarbeit mit dem Postministerium sowie der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DFVLR – heute DLR) und den entsprechenden Institutionen auf französischer Seite.

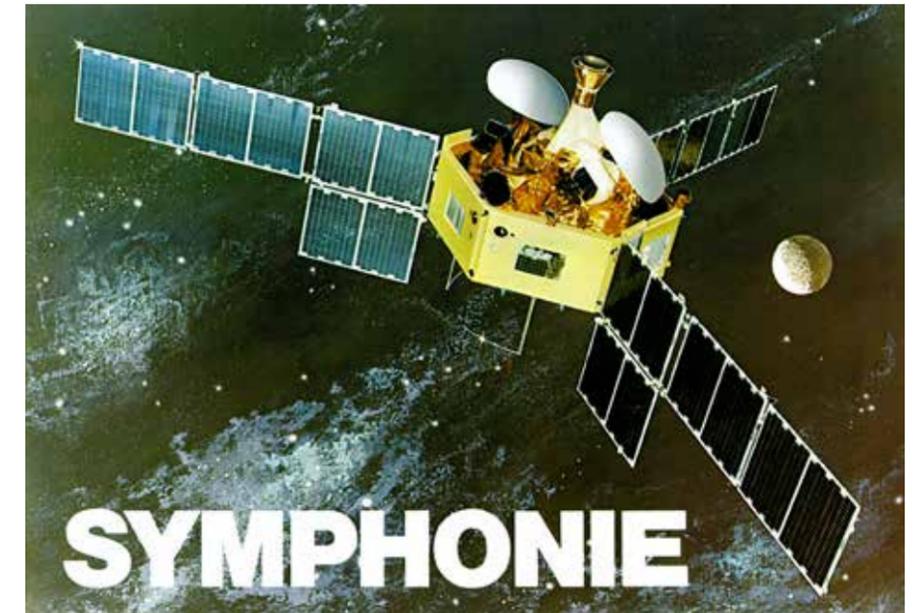
Der Satellit Symphonie

Man baute einige geostationäre Satelliten, von denen die zwei Flugmodelle zunächst für die Telekommunikationsversuche sowie Programmübertragungen zwischen Ost und West über dem Atlantik in Co-Location (d. h. auf gleicher Position im Orbit) und zeitweise ein Flugmodell davon über dem Indischen Ozean platziert waren.

Dabei entwickelten die Experten in vielen Details neue Konzepte und technische Lösungen. Ausfahrbare Flügel boten größere Flächen für Solarpaneele als bei den bislang ‚tonnenförmigen‘ Satelliten. Ein neuartiges Lage- und Regelsystem sorgte für bessere Lagestabilität und damit für genauere Einhaltung der Sende- und Empfangszonen. Zwei Parabolantennen ermöglichten optimiertes Senden in einen westlichen und/oder östlichen Bereich. Als Empfangsantenne diente das sogenannte ‚kleine Horn‘. Damit erreichte man zum Beispiel große Teile des Ostens der USA, Lateinamerikas, der afrikanischen und asiatischen Kontinente.

Amerika hilft – Gründung der ESA

Aufgrund der Fehlstarts und damit des Scheiterns der Europarakete (ELDO – European Launcher Development Organisation) musste als Trägerrakete für den ersten Symphonie-Satelliten eine andere Lösung gefunden werden. Ihn brachte 1974 eine US-amerikanische Thor-Delta



Grafiken: Vetter

Rakete von Cape Canaveral in Florida in den Orbit. Dafür stellte die USA allerdings die Bedingung, den Nachrichtensatelliten Symphonie nur für Experimente und Forschungsarbeit, aber nicht kommerziell zu nutzen.

Diese Forderung führte letztlich zur beschleunigten Entwicklung der europäischen Rakete Ariane 1 und zur Gründung der Europäischen Weltraumorganisation ESA im Jahr 1975.

Projektverlauf

Ursprünglich war das Projekt entsprechend der projizierten ‚Satelliten-Lebensdauer‘ auf fünf Jahre begrenzt, es überdauerte jedoch zehn Jahre!

Sowohl auf Seiten der Satellitenkontrolle (Oberpfaffenhofen/Weilheim-Lichtenau/Toulouse) als auch bei der Nutzung durch die Post und anderer Institutionen war Symphonie sehr erfolgreich.

Das fernmeldetechnische Versuchsprogramm erstreckte sich auf

- Funktionsprüfungen im Orbit, wie Sendeleistung, Amplituden-Frequenzgang
- Technische Experimente, wie analoge und digitale Fernsprech- und Fernseh-Übertragungen, neue Modula-

tions- und Zugriffsverfahren, Atomuhren-Synchronisation

- Verschiedene Nutzungen, wie Bildungsfernsehen und Versorgung von Kurzwellensender der Deutschen Welle, Satellitenfunk-Verbindungen für humanitäre Einsätze weltweit, u. a.
- Die französische Seite betrieb Rundfunk- und Fernmeldedienste in ihren Überseegebieten.

Neben den ‚großen‘ Haupt-Erdfunkstellen mit 16-m-Spiegeln in Pleumeur-Bodou von France Télécom und ORTF sowie in Raisting von der Deutschen Bundespost gelang die Entwicklung und der Einsatz verschiedener Typen kleiner und mobiler Antennen weltweit in über 30 Regionen, darunter Indien, China, Afrika, Argentinien.

Mitglieder des Fördervereins Radom Raisting waren dabei und können heute noch davon berichten. Zudem bewahren sie in ihrem Archiv eine Vielzahl originaler Dokumente, Pläne, technischer Zeichnungen und Fotos auch zum Symphonie-Projekt.

Dr. Sabine Vetter



Ausleuchtzonen der Symphonie-Satelliten

VDI BV Bayern Nordost e.V.

Jahresmitgliederversammlung 2024

Der Vorsitzende des VDI BV Bayern Nordost e.V. (VDI BV BNO), Tilko Dietert, begrüßte die teilnehmenden VDI Mitglieder und die geladenen Gäste im Arvena Park Hotel in Nürnberg. Nach den zwei interessanten Vorträgen von Thomas Froese und Matthias Trost eröffnete Herr Dietert die diesjährige Jahresmitgliederversammlung des VDI BV BNO um etwa 17.45 Uhr. Vor dem Beginn der Versammlung wurde festgestellt, dass 93 stimmberechtigte VDI-Mitglieder anwesend sind. Die Einladung mit der Tagesordnung zur Jahresmitgliederversammlung '24 wurde in der „Technik in Bayern“ (TiB Ausgabe 02/2024), unserem offiziellen Mitteilungsorgan, veröffentlicht und damit den Mitgliedern zugestellt. Damit ist diese Mitgliederversammlung satzungsgemäß und termingerecht einberufen worden. Das Protokoll der Jahresmitgliederversammlung 2023 ist in der Geschäftsstelle verfügbar. Einwände wurden nicht erhoben, und daher gilt diese Niederschrift als genehmigt.

Tätigkeitsbericht für 2023

Den im vergangenen Jahr 2023 verstorbenen 26 Mitgliedern wurde gedacht. Im Jahr 2023 sank die Mitgliederzahl bedauerlicherweise um 208 auf insgesamt 5.479. Herr Dietert zeigte sich zuversichtlich, dass durch bereits eingeleitete, zielgerichtete Maßnahmen zur Mitgliederwerbung, verstärkt auch bei den Studierenden, zukünftig dieser Trend umgekehrt werden wird.

Herr Dietert informierte, dass im Vereinsjahr 2023 viele Veranstaltungen wieder in Präsenz, aber auch in hybriden und rein virtuellen Formaten durchgeführt wurden. Dabei hat sich herausgestellt, dass vor allem virtuelle und hybride Veranstaltungen sehr gut besucht wurden. Insgesamt konnte der VDI BV BNO rund 3.000 Teilnehmende bei 170 Veranstaltungen begrüßen. Herr Dietert bedankte sich bei allen Ehrenamtlichen

der Bezirksgruppen und Netzwerke, die mit ihrem Engagement diese Veranstaltungen ermöglicht haben. Herr Dietert hat alle Teilnehmenden für den Familientag „Faszination Technik“ am 13.7.2024 herzlich eingeladen.

Stefan Gelb, VDI Regionalkoordinator, präsentierte das Zukunftsprojekt Deutschland 2050 des VDI. In seiner Präsentation erläuterte er die Kernfrage des Zukunftsprojekts: „Wie soll unser Wirtschafts- und Technologiestandort 2050 aussehen?“. Dabei ist es das Ziel, die Positionierung des VDI als Zukunftsgestalter und Themenführer auf bestimmten Gebieten zu stärken.

Herr Schmid, Koordinator der Netzwerke (NW) im VDI BV BNO, gab einen Überblick über die Veranstaltungen der Netzwerke im Jahr 2023. Er skizzierte, dass von den NW ein breites Spektrum an Fachthemen angeboten wurde, welches sich in die fünf Veranstaltungsformate Fachvorträge, Exkursionen, Netzwerktreffen, Seminare und Workshops gliedern lässt. Herr Schmid erläutert, dass von den 17 aktiven Netzwerken des VDI BV BNO 5 Netzwerke mehr als 50% der Veranstaltungen organisiert haben, nämlich die Young Engineers (insb. YE Erlangen), Produkt- und Prozessgestaltung, Technikgeschichte, Frauen im Ingenieurberuf und Produktion und Logistik. Als besondere Ereignisse im Jahr 2023 stellte er u.a. den Neustart der drei Netzwerke Digitalisierung und Nachhaltigkeit, Kunststofftechnik, Technische Gebäudeausrüstung, den Leitungswechsel für das Netzwerk Energie und Umwelt, sowie die Gründung des Netzwerks Mess- und Automatisierungstechnik vor. Abschließend hat Herr Schmid einen Ausblick auf das Jahr 2024 gegeben.

Herr Petri und Herr Dr. Houben, Leiter der Projektgruppe (PG) Hochschulentwicklung, stellten die wesentlichen Herausforderungen, Ergebnisse und Erfolge der Projektgruppe Hochschulentwicklung

vor. Als neues Themenfeld für die PG Hochschulentwicklung wird das Fachgebiet Energieversorgung favorisiert.

Frau Dr. Schmidt, Koordinatorin der Frauen im Ingenieurberuf (FiB) im VDI BV BNO, hat anschließend die Aktivitäten des Frauennetzwerks im VDI BV BNO vorgestellt. Sie berichtete von Aktivitäten aus den Bereichen Karriere und Softskills (z.B. Working out Loud, Diversity Vortrag zum internationalen Frauentag), Technik (z.B. Besuch der Feuerwache 5, Extra-Vortrag ChatGPT, IP-Schutz, Patente und Markenstrategien) und Geselliges. Dabei betonte sie, dass die FiB wieder einige Beiträge in der TiB und auch Kurzvideos zu ihren Aktivitäten in den sozialen Medien veröffentlicht.

Herr Janner, Koordinator der Bezirksgruppen (BG) im VDI BV BNO, stellte zunächst die Bezirksgruppenleiter vor. Dabei betonte er, dass Herr Kornitzky voraussichtlich die Leitung der BG Bamberg übernehmen wird. Herr Janner stellte das Projekt Dialog vor, in welchem er mit allen BG-Leitern bis Ende des Jahres 2024 an folgenden vier Schwerpunkten arbeiten wird: Sichtbarkeit der BG-Leiter, Dialogförderung zwischen den BGs, Aufzeigen von Vorteilen der VDI-Mitgliedschaft, Stärkung der individuellen Schwerpunktaktivitäten der BGs.

Herr Gundermann, Koordinator der Young Engineers (YE) im VDI BV BNO, berichtete von den Aktivitäten der YE. Er stellte den aktuellen Stand der YE-Leitungen vor und machte darauf aufmerksam, dass die 4 YE-Netzwerke in Erlangen, Nürnberg, Ansbach und Regensburg durch 3 YE-Netzwerke ergänzt werden, die grundsätzlich einen Fokus auf die Rennaktivitäten haben. Zudem berichtete er von den vielen Aktivitäten der YE, wie z.B. Erstsemestercamp 2023, Firmenkontaktmesse, Seminare und Exkursionen. Herr Gundermann betonte, dass vor allem für die geplanten Aktivitäten der VDI-Zukunftspiloten und der

VDInis Betreuerinnen und Betreuer dringend gesucht werden.

Herr Dietert rief alle Ehrenamtlichen in den Netzwerken und Bezirksgruppen dazu auf, in diesem Jahr wieder mehr Vorträge, Besichtigungen und Exkursionen zu organisieren. Über diese und alle weiteren Veranstaltungen werden wir über die Homepage des VDI-BV BNOs informieren.

Bericht des Schatzmeisters und der Rechnungsprüfer

Herr Manns, in Vertretung von Herrn Bodo Iking, Schatzmeister, berichtete zuerst vom Geschäftsjahr 2023. Im Jahr 2023 lagen die Einnahmen bei 192.956 Euro und die Ausgaben bei 178.152 Euro, was zu einem Jahresgewinn von 14.804 Euro führte. Das Ziel eines ausgeglichenen Haushalts wurde erreicht und die Rücklagen erhöht.

Anschließend stellte Herr Manns die vom Vorstand beschlossene Finanzplanung und die bisherigen Einnahmen und Ausgaben für das laufende Geschäftsjahr 2024 vor. Demnach sind Einnahmen in Höhe von 187.382 Euro und Ausgaben in Höhe von 196.500 Euro mit einem negativen Ergebnis von -9.117 Euro geplant. Herr Kreis und Herr Busche, die beiden Rechnungsprüfer des VDI BV BNO, bestätigten die ordnungsgemäße Buchführung des Jahres 2023.

Die Rechnungsprüfer haben für das Geschäftsjahr 2023 alle Finanzunterlagen geprüft und mit dem uneingeschränkten Bestätigungsvermerk versehen. Damit hat die gemäß Satzung erforderliche Überprüfung durch die Rechnungsprüfer stattgefunden. Die beiden Rechnungsprüfer stellten den Antrag, den Schatzmeister und den Vorstand für das geprüfte Geschäftsjahr 2023 zu entlasten. Der Vorstand wurde von den Mitgliedern einstimmig entlastet.

Ehrungen der Jubilare, Fördermitglieder und besondere Ehrung des VDI BV BNO

Im Rahmen der Jahresmitgliederversammlung wurden die Jubilare für ihre

langjährige VDI-Mitgliedschaft geehrt. Herr Dietert ehrte die anwesenden Jubilare für ihre 25-jährige, 40-jährige, 50-jährige, 60-jährige, 65-jährige VDI-Mitgliedschaft im VDI-BV BNO.

Zudem hat Herr Dietert im Namen des gesamten Vorstands die Ehrung der zwei Fördermitglieder Diehl Stiftung, Nürnberg, und Leoni AG, Nürnberg, für jeweils 70 Jahre aktives Interesse und Unterstützung vorgenommen. Herr Dietert bedankte sich für 65 Jahre aktives Interesse und Unterstützung bei dem Fördermitglied E-T-A Elektrotechnische Apparate GmbH, Altdorf bei Nürnberg.

Der VDI BV BNO hat in der direkt vor der Jahresmitgliederversammlung stattgefundenen erweiterten Vorstandssitzung die Ehrenplakette des VDI an Prof. Werner Prell in Anerkennung und Würdigung seiner langjährigen, äußerst engagierten Tätigkeit als Koordinator der Bezirksgruppen und Leiter der BG-Amberg-Weiden im VDI BV BNO überreicht. Herr Dietert betonte, dass sich der VDI BV BNO Vorstand über die weitere Zusammenarbeit mit und das Engagement von Herrn Prell freut.

Wahlen zum Vorstand

Herr Gelb, der die Wahlleitung innehat, erläuterte, dass Wahlvorschläge entsprechend § 10, Pkt.1 / Abs.3 unserer aktuell gültigen Satzung schriftlich bis spätestens vier Wochen vor dem Wahltermin dem amtierenden Vorstand vorliegen müssen. Die Versammlung (93 stimmberechtigte VDI-Mitglieder) stimmt zu, dass die Wahl per Akklamation stattfindet.

Folgende Ämter waren neu zu wählen:

- Stellvertretender Vorsitz: Kandidatin Dipl.-Ing. Johanna Uhl – Frau Uhl wird einstimmig gewählt. Frau Uhl nimmt die Wahl an.
- Schriftführer: Kandidat Dr.-Ing. Thomas Luft – Herr Thomas Luft wird einstimmig gewählt. Herr Luft nimmt die Wahl an.

- Koordinator Öffentlichkeitsarbeit: Kandidat Herr Dipl.-Ing. Knut Bergmann – Herr Bergmann wird einstimmig gewählt. Herr Bergmann nimmt die Wahl an.

Herr Manns informierte die anwesenden Mitglieder und Gäste, dass er nach 35 Jahren ununterbrochener, ehrenamtlicher Tätigkeit in Ämtern und Funktionen unseres BVBNO von seinem letzten Amt als Berater des Vorstands für die Betreuung unserer Fördermitglieder und der Funktion als Satzungsbeauftragter aus vereinsinternen Gründen mit dem Ende dieser Jahresmitgliederversammlung zurücktritt und bedankt sich bei allen für die jahrzehntelange, vertrauensvolle und erfolgreiche Zusammenarbeit und Unterstützung. Die Arbeit hat ihm, wie er ausführte, immer viel Freude bereitet – er hat sie gerne gemacht und ist dankbar, damit zum Wohle unseres stolzen BVBNO beigetragen zu haben. Er wird unserem BVBNO auch weiterhin tief verbunden bleiben und ihn unterstützen, wenn es erforderlich und gewollt ist.

Herr Dietert bedankte sich bei ihm im Namen aller für dieses außergewöhnliche Engagement, das bereits mit allen hierfür vorgesehenen VDI-Ehrungen gewürdigt wurde.

Gegen 20 Uhr beendete Herr Dietert die Jahresmitgliederversammlung des VDI-BV BNO. Er bedankte sich bei allen Teilnehmenden und lud zum gemeinsamen Abendessen ein.

*Prof. Dr. rer. nat. Tilko Dietert
Vorsitzender VDI BV Bayern
Nordost e.V.*

*Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Thomas J. Luft
Schriftführer VDI BV Bayern
Nordost e.V.*

*Das Protokoll mit den Anlagen
ist in der Geschäftsstelle abgelegt und
kann dort eingesehen werden.*

VDI Bayern Nordost

Frauen im Verteidigungssektor

Neue Perspektiven und Herausforderungen

Die Zeitenwende, die durch den russischen Angriff auf die Ukraine ausgelöst wurde, zog tiefgreifende Veränderungen in der deutschen Außen- und Sicherheitspolitik nach sich. Durch die Steigerung der Verteidigungsausgaben hat die Verteidigungsbranche einen enormen Schub erlebt. Diehl Defence erfuhr durch die Lieferung des Luftverteidigungssystems IRIS-T SLM eine bis dahin nicht gekannte Aufmerksamkeit. Vakante Stellen lassen sich aufgrund des Imagewandels großteils leichter besetzen; dennoch bleibt die ausgewogene Teambesetzung bei Diehl Defence eine herausfordernde Aufgabe, besonders wenn es um Ingenieurinnen geht.

Sicherheit für den Jobeinstieg

„Als Ingenieurin bin ich seit dem Studium häufig eine der wenigen Frauen im Team.

Obwohl ich als Technische Managerin in einem internationalen Entwicklungsprojekt dadurch vor einigen – nicht nur technischen – Herausforderungen stand, war dies für mich noch nie ein Grund, meinem Interesse an Innovation und Technik nicht mit Leidenschaft nachzugehen. In meiner neuen Aufgabe als Teamleiterin in der Entwicklung möchte ich das fortführen“, stellt Dorothee Baumgartner fest. Die Ingenieurin hat bei Diehl Defence Karriere gemacht. Doch das ist nicht selbstverständlich. Denn Fachkräfte für den Defence-Bereich zu finden, ist anspruchsvoll. Die Verteidigungsindustrie braucht hochqualifizierte Fachkräfte, insbesondere in Bereichen wie IT, Ingenieurwesen und Cybersecurity. „Recruiter für Defence-Unternehmen müssen in diesem sensiblen Bereich darauf achten, dass Bewerber die jeweils erforderliche

Sicherheitsüberprüfung im Rahmen der Einstellung bestehen. Nicht jeder wird automatisch ermächtigt“, erklärt Lena Buhl, die im Recruiting für Diehl Defence arbeitet.

Die beruflichen Qualifikationen und Erfahrungen müssen verifiziert werden und das private und soziale Umfeld des Bewerbers wird untersucht, um sicherzustellen, dass keine Verbindungen zu als gefährlich eingestuften Gruppen bestehen. Außerdem führen bestimmte Nationalitäten oder eine enge Verbindung zu Staatsangehörigen der sogenannten Staatenliste zum Ausschluss einer Bewerberin oder eines Bewerbers.

Quelle: Diehl Defence



Bildquelle: Diehl

Nicht verpassen!

Treffs, Vorträge und Exkursionen des VDI München

05. November 2024 / Dienstag

17:30 Online-Veranstaltung

Die Zukunft des Nutzfahrzeugs

Veranstalter: VDI-AK Fahrzeugtechnik, Verkehrstechnik, Verkehrstelematik
 Referent: Florian Seufert, Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH
 Info: Der Arbeitskreis Fahrzeugtechnik führt die Vortragsreihe in enger Kooperation mit der Fakultät für Maschinenbau, Fahrzeugtechnik und Flugzeugtechnik der Hochschule München (HM) durch. Sie ist als Zoom-Videokonferenz ausgelegt, einzelne Termine finden aber auch in Präsenz statt. Eine Zoom-Installation ist nicht erforderlich. Der Teilnahmelink wird mit der Anmeldebestätigung verschickt. .
 Anmeldung: Online Anmeldung

18:00 Hybridveranstaltung

Hochhaus, Holzbau, TGA und Brandschutz – geht das??

Veranstalter: VDI AK TGA / IDV
 Ort: München
 Adresse: Lothstr. 34 - Parken in der Tiefgarage, 80335 München, Hochschule München, Fachbereich 05, G 1.27
 Referent: Dipl.-Ing. Henning Artmann, PMP Business Developer Timber Construction Central Europe
 Info: Hybridveranstaltung, Online-Anmeldung ausschließlich über AnmeldeLink

06. November 2024 / Mittwoch

19:00 Treff

Stammtisch der BG Rosenheim

Veranstalter: VDI BG Rosenheim, VDE Rosenheim
 Ort: Rosenheim
 Adresse: Samerstr. 17, 83022 Rosenheim, Flötzinger Bräustüberl
 Info: Info bei Philipp Lederer: bg-rosenheim@vdi.de, Tel: 08034-7075955, Änderungen werden über unseren Newsletter der BG Rosenheim bekannt gegeben.

07. November 2024 / Donnerstag

17:30 Online-Veranstaltung

Teleskop-Optik für Strukturmechaniker.

Veranstalter: VDI AK/BV Berlin-Brandenburg
 Technikgeschichte, Württembergischer Ingenieurverein und BV München
 Referent: Dr.-Ing. Hans Jürgen Kärcher

11. November 2024 / Montag

17:00 Online-Veranstaltung

Windenergie – aktueller Stand der Technologie und Ausblick bis 2030

Veranstalter: VDI AK Energietechnik zusammen mit dem Lehrstuhl für Energiesysteme der TU München
 Referent: Prof. Dr.-Ing. Andreas Reuter, Leibniz Universität Hannover
 Anmeldung: Online Anmeldung

19:00 Treff

Tech-Talk der Young Engineers München

Veranstalter: AK Young Engineers München
 Ort: München
 Adresse: 80686 München
 Anmeldung: Online Anmeldung

12. November 2024 / Dienstag

17:30 Hybridveranstaltung

Sustainable Aviation Fuel Erprobung

Veranstalter: VDI-AK Fahrzeugtechnik, Verkehrstechnik, Verkehrstelematik
 Ort: München
 Adresse: Lothstr. 64, 80335 München, Hochschule München, R1.049 ("Blaue Tonne")
 Referent: N.N., Fa. NESTE
 Info: Der Arbeitskreis Fahrzeugtechnik führt die Vortragsreihe in enger Kooperation mit der Fakultät für Maschinenbau, Fahrzeugtechnik und Flugzeugtechnik der Hochschule München (HM) durch. Sie ist als Zoom-Videokonferenz ausgelegt, einzelne Termine finden aber auch in Präsenz statt. Eine Zoom-Installation ist nicht erforderlich. Der Teilnahmelink wird mit der Anmeldebestätigung verschickt.
 Anmeldung: Online Anmeldung

19:00 Treff

VDI/VDE Treff

Veranstalter: VDI BG Landshut
 Ort: Landshut
 Adresse: Altstadt 107, 84028 Landshut, Gasthaus „Zum Krenkl“

Die tagesaktuelle Veranstaltungsliste finden Sie unter www.technik-in-bayern.de

19. November 2024 / Dienstag

17:30 Hybridveranstaltung

Intelligent Personal Assistant and beyond

Veranstalter: VDI-AK Fahrzeugtechnik, Verkehrstechnik, Verkehrstelematik
 Ort: München
 Adresse: Lothstr. 64, 80335 München, Hochschule München, R1.049 ("Blaue Tonne")
 Referent: Marie Cathala und Veronika Reichart
 Info: Der Arbeitskreis Fahrzeugtechnik führt die Vortragsreihe in enger Kooperation mit der Fakultät für Maschinenbau, Fahrzeugtechnik und Flugzeugtechnik der Hochschule München (HM) durch. Sie ist als Zoom-Videokonferenz ausgelegt, einzelne Termine finden aber auch in Präsenz statt. Eine Zoom-Installation ist nicht erforderlich. Der Teilnahme-link wird mit der Anmeldebestätigung verschickt.
 Anmeldung: Online Anmeldung

21. November 2024 / Donnerstag

17:30 Online-Veranstaltung

Die Entwicklung der Weltluftfahrt in der Jet-Ära

Veranstalter: VDI AK/BV Berlin-Brandenburg Technikgeschichte, Württembergischer Ingenieurverein und BV München Technikgeschichte
 Referent: Dr. Walter Rathjen

26. November 2024 / Dienstag

17:30 Online-Veranstaltung

Weiterentwicklung der HU zur Bewertung von automatisierten, vernetzten Fahrfunktionen

Veranstalter: VDI-AK Fahrzeugtechnik, Verkehrstechnik, Verkehrstelematik
 Referent: Dr.-Ing. Kristian Höpping, FSD GmbH
 Info: Der Arbeitskreis Fahrzeugtechnik führt die Vortragsreihe in enger Kooperation mit der Fakultät für Maschinenbau, Fahrzeugtechnik und Flugzeugtechnik der Hochschule München (HM) durch. Sie ist als Zoom-Videokonferenz ausgelegt, einzelne Termine finden aber auch in Präsenz statt. Eine Zoom-Installation ist nicht erforderlich. Der Teilnahme-link wird mit der Anmeldebestätigung verschickt. Klicken Sie einfach auf den Anmeldebutton.
 Anmeldung: Online Anmeldung

18:30 Treff

Stammtisch Cross Cultural Group

Veranstalter: VDI Cross Cultural Group
 Ort: München
 Adresse: Ort wird noch bekanntgegeben
 Info: Zur Reservierung der Platzanzahl wird um Anmeldung gebeten.
 Anmeldung: Online Anmeldung

28. November 2024 / Donnerstag

15:00 Besichtigung

Besichtigung der Fa. KTM AG in Mattighofen

Veranstalter: BG Innviertel
 Ort: Mattighofen
 Adresse: Stallhofnerstrasse 3, A-5230 Mattighofen, KTM AG, Eingang/Pforte
 Anmeldung: Online Anmeldung

19:00 Online-Veranstaltung

Onlinetreff des AK-Fahrzeugtechnik

Veranstalter: VDI-AK Fahrzeugtechnik, Verkehrstechnik, Verkehrstelematik
 Info: Der Teilnahme-link wird mit der automatischen Anmeldebestätigung verschickt. Klicken Sie einfach auf den Anmeldebutton.
 Anmeldung: Online Anmeldung

02. Dezember 2024 / Montag

17:00 Online-Veranstaltung

Einblicke in das Wasserstoff-Reallabor Burghausen

Veranstalter: VDI AK Energietechnik zusammen mit dem Lehrstuhl für Energiesysteme der TU München
 Referent: Dr.-Ing Sebastian Fendt, Lehrstuhl für Energiesysteme der TUM (LES)
 Anmeldung: Online Anmeldung

03. Dezember 2024 / Dienstag

17:00 Online-Veranstaltung

Klimaschutz nach der COP29 in Baku: Wie geht es weiter?

Veranstalter: VDI AK TGA / IDV
 Referent: Prof. Dr. Estelle L.A. Herlyn, FOM Hochschule für Oekonomie & Management
 Info: Anmeldung zur Online-Veranstaltung ausschließlich über Anmelde-link

17:30 Hybridveranstaltung

Erprobung neuer Triebwerkskonzepte

Veranstalter: VDI-AK Fahrzeugtechnik, Verkehrstechnik, Verkehrstelematik
 Ort: München
 Adresse: Lothstr. 64, 80335 München, Hochschule München, R1.049 ("Blaue Tonne")
 Referent: Dipl.-Ing. Th. Wilhelm, Airbus
 Info: Der Arbeitskreis Fahrzeugtechnik führt die Vortragsreihe in enger Kooperation mit der Fakultät für Maschinenbau, Fahrzeugtechnik und Flugzeugtechnik der Hochschule München (HM) durch. Sie ist als Zoom-Videokonferenz ausgelegt, einzelne Termine finden aber auch in Präsenz statt. Eine Zoom-Installation ist nicht erforderlich. Der Teilnahme-link wird mit der Anmeldebestätigung verschickt.
 Anmeldung: Online Anmeldung

04. Dezember 2024 / Mittwoch

19:00 Treff

Stammtisch der BG Rosenheim

Veranstalter: VDI BG Rosenheim, VDE Rosenheim
 Ort: Rosenheim
 Adresse: Samerstr. 17, 83022 Rosenheim, Flötzinger Bräustüberl
 Info: Info bei Philipp Lederer: bg-rosenheim@vdi.de, Tel: 08034-7075955, Änderungen werden über unseren Newsletter der BG Rosenheim bekannt gegeben.

09. Dezember 2024 / Montag

19:00 Treff

Tech-Talk der Young Engineers München

Veranstalter: AK Young Engineers München
 Ort: München
 Adresse: 80686 München
 Anmeldung: Online Anmeldung

10. Dezember 2024 / Dienstag

17:30 Online-Veranstaltung

Smart Interfaces for Control of Aeronautical Flows

Veranstalter: VDI-AK Fahrzeugtechnik, Verkehrstechnik, Verkehrstelematik
 Referent: Marie Couliou, PhD und Nicolò Fabbiane, PhD
 Info: Der Arbeitskreis Fahrzeugtechnik führt die Vortragsreihe in enger Kooperation mit der Fakultät für Maschinenbau, Fahrzeugtechnik und Flugzeugtechnik der Hochschule München (HM) durch. Sie ist als Zoom-Videokonferenz ausgelegt, einzelne Termine finden aber auch in Präsenz statt. Eine Zoom-Installation ist nicht erforderlich. Der Teilnahme-link wird mit der Anmeldebestätigung verschickt.
 Anmeldung: Online Anmeldung

12. Dezember 2024 / Donnerstag

17:30 Hybridveranstaltung

Kreuzbirnbaum und Hollerstauden

Veranstalter: VDI AK/BV Berlin-Brandenburg Technikgeschichte, Württembergischer Ingenieurverein und BV München Technikgeschichte
 Ort: München
 Adresse: Westendstraße 199, 82256 München, TÜV-Süd, Seminarsaal Schliersee
 Referent: Dipl.-Ing. für Gartenbau und Buchautor „Baumgeschichten“
 Gebühr: 5,00 € - Schüler, Studenten und VDI-Mitglieder frei
 Anmeldung: Online Anmeldung

Nicht verpassen!

Treffs, Vorträge und Exkursionen des VDI BV Bayern Nordost

12. November 2024 / Dienstag

19:00 Treff

Monatliche Zusammenkunft mit Erfahrungsaustausch

Veranstalter: VDI BG Coburg
 Ort: Coburg
 Adresse: Kleine Johannisgasse 8, 96450 Coburg

13. November 2024 / Mittwoch

17:30 Treff

Treffpunkt Technikgeschichte

Veranstalter: VDI Netzwerk Technikgeschichte
 Ort: Nürnberg
 Adresse: Wollentorstr. 3, 90489 Nürnberg, Vietnam-Restaurant KIM CHUNG
 Info: Dipl.-Ing. Klaus Jantsch, Tel. (09 11) 59 13 44

14. November 2024 / Donnerstag

17:00 Treff

Treff für technische Gespräche

Veranstalter: VDI-BG Erlangen
 Ort: Erlangen-Häusling
 Adresse: Haundorfer Str. 24, 91058 Erlangen-Häusling, Gasthaus Schreyer
 Info: Dr. Hans Buerhop, Tel. (0 91 31) 4 49 54

18:30 Workshop

FIB-Netzwerk AURA-Workshop (Women Only)

Veranstalter: FIB Nürnberg
 Ort: Nürnberg
 Adresse: Gleisbühlstraße 10, 90402 Nürnberg
 Referent: AURA
 Anmeldung: Online Anmeldung

16. November 2024 / Samstag

09:00 Workshop

Senkst du nur Kosten oder entwickelst du dein Geschäftsmodell aktiv weiter?

Veranstalter: VDI-Netzwerk Produkt- und Prozessgestaltung
Ort: Nürnberg
Adresse: Kesslerplatz 12, 90489 Nürnberg, Technische Hochschule Nürnberg, KA.440a
Referent: Karl Wendrich, Christian Heinbockel, Dr. Norbert Herbig
Info: Der Workshop ist unentgeltlich.
Anmeldung: Online Anmeldung

21. November 2024 / Donnerstag

18:00 Online-Veranstaltung

Sicherheitsgerechte Produktentwicklung

Veranstalter: VDI-Netzwerk Produkt- und Prozessgestaltung
Referent: Dr.-Ing. Jens Pottebaum, Oberingenieur, Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn
Info: Wenn Sie sich anmelden erhalten Sie wenige Tage vor dem Termin den ZOOM-Link per E-Mail.
Anmeldung: Online Anmeldung

10. Dezember 2024 / Dienstag

19:00 Vortrag

Adventsabend mit Vortrag

Veranstalter: VDI BG Coburg
Ort: Coburg
Adresse: Kleine Johannisgasse 8, 96450 Coburg

11. Dezember 2024 / Mittwoch

17:30 Treff

Treffpunkt Technikgeschichte

Veranstalter: VDI Netzwerk Technikgeschichte
Ort: Nürnberg
Adresse: Wollentorstr. 3, 90489 Nürnberg, Vietnam-Restaurant KIM CHUNG
Info: Dipl.-Ing. Klaus Jantsch, Tel. (09 11) 59 13 44

12. Dezember 2024 / Donnerstag

17:00 Treff

Treff für technische Gespräche

Veranstalter: VDI-BG Erlangen
Ort: Erlangen-Häusling
Adresse: Haundorfer Str. 24, 91058 Erlangen-Häusling, Gasthaus Schreyer
Info: Dr. Hans Buerhop, Tel. (0 91 31) 4 49 54

13. Dezember 2024 / Freitag

18:00 Treff

FIB-Netzwerk Weihnachtstreffen (Women Only)

Veranstalter: FIB Nürnberg
Ort: Nürnberg
Adresse: 90473 Nürnberg
Anmeldung: Online Anmeldung

BUCHBESPRECHUNG



Vertrauen und Kompetenzentfaltung
Das Return-on-Trust-Modell als Katalysator erfolgreicher Führungsarbeit

Britta Bolzern-Konrad, Gerlinde Dörfel
Springer Gabler, Berlin 2024
ISBN 978-3-662-69094-9
44,99 Euro
www.bbolzern.de

„Kennen Sie das Gefühl, ...“ so beschreiben die Autorinnen Szenarien zu Beginn des Buches, die den Leser mitnehmen in alltägliche Situationen und durch einen vertrauten Rahmen abholen.

Vertrauen wird in diesem Fachbuch als entscheidender Erfolgsfaktor für Unternehmen sichtbar, begreifbar, messbar und gestaltbar gemacht. Vertrauen unterstützt – empirisch nachgewiesen – Kompetenzentfaltung und öffnet Potenziale.

Das Besondere dabei ist, dass der spezielle Blick des Buches nicht auf den psychologischen, sondern auf Vertrauen aus betriebswirtschaftlicher Sicht gelenkt wird und zeigt, wie dieses implementierbar und konkret durch Einbettung in Strategie- und Managementsysteme im Unternehmen umsetzbar ist. Der weiche Faktor „Vertrauen“ wird in „Hard Facts“ transformiert. Bedeutsam dabei: das Wissen um die Stellschrauben stärkt die Führungskompetenz und ermöglicht gerade in einem Umfeld, in dem es auf Leistung, Wettbewerbsfähigkeit und Resultate ankommt, den Aufbau von Vertrauen als soziales Kapital, als strategische Ressource.

Interessant, dass der rote Faden in diesem Buch wissenschaftlich fundierte Sachtexte in verständlicher Form mit einer praxisorientierten Rahmengeschichte verbindet. Durch Abbildungen bereichert, ist es ein umfassend recherchiertes Fachbuch, welches die Inhalte auf verschiedenen Ebenen begreifbar macht. Man bemerkt beim Lesen gar nicht, dass man ein Fachbuch liest und sich Wissen aneignet. Ein Buch für alle, die sich mit dem Thema Vertrauen näher befassen möchten – in der Arbeitswelt, Freizeit, wie beispielsweise Vereinstätigkeit, oder auch in Teams.

Dr. Melanie Thaler, Co-Vorsitzende des Netzwerks Frauen im Ingenieurberuf

Sonderausstellung im Deutschen Museum

Licht und Materie



Foto: Deutsches Museum, München | Reinhard Krause

Ob beim Scanner an der Supermarktkasse oder beim schnellen Internetsurfen durch Glasfaserkabel: Entwicklungen aus der Quantenphysik sind schon lange in unserem Alltag angekommen und weit verbreitet. In der neuen Sonderausstellung „Licht und Materie“ werden jetzt im Deutschen Museum quantenoptische Phänomene beleuchtet und greifbar gemacht. Mit zahlreichen Objekten, in Szenoramen und vor allem an vielen Mitmachstationen wird gezeigt, wie sich das Verständnis von der Wechselwirkung zwischen Licht und Materie im letzten Jahrhundert gewandelt hat. Als Teil des Exzellenzclusters Munich Center for Quantum Science and Technology (MCQST) bietet die Ausstellung nicht zuletzt auch einen Einblick in die aktuelle Forschung und einen Ausblick auf zukünftige Anwendungen. Licht kann seine Energie nur in kleinen Portionen – den Quanten – abgeben. Was man mit dieser Erkenntnis in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts angefangen hat, erfährt man beim weiteren Rundgang durch die Ausstellung.

„Die Ausstellung zeigt neue Erkenntnisse der historischen Forschung zu Naturwissenschaft und Technik im 20. Jahrhundert. Sie unterstreicht auch, dass damals wie heute Wissenschaft und Technik stets in Wechselwirkung mit vielfältigen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen stehen und nicht isoliert agieren“, sagt Kurator Johannes-Geert Hagmann. „Mit „Licht und Materie“ ist eine chronologische und thematische Fortsetzung der Ausstellung „Klassische Optik“ entstanden. Während in der „Klassischen Optik“ die Ausbreitung von Licht in Strahlen und Wellen im Vordergrund steht, geht es bei „Licht und Materie“ darum, wie sich das Verständnis von der Wechselwirkung zwischen Licht und Materie im letzten Jahrhundert gewandelt hat und wie wir diese Erkenntnisse nutzen können.“

Informationen

Sonderausstellung bis Ende 2025
Deutsches Museum München
Museumsinsel
80538 München
www.deutsches-museum.de

Impressum

Herausgeber:

Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Bezirksverein München, Obb. u. Ndb. e.V.

Anschrift der Redaktion:

„Technik in Bayern“, Westendstraße 199 (TÜV) 80686 München

Chefredakteur: Dipl.-Ing. Friedrich Münzel (verantwort.)

Chefin vom Dienst: Silvia Stettmayer
Tel. (0 89) 57 91 24 56, Fax (0 89) 57 91 21 61
E-Mail: tib@vdi-sued.de

Redaktion:

Hermann Auer Ing. (grad.); Dr. Dina Barbian; Dipl.-Ing. Wolfgang Berger; Dipl.-Ing. Knut Bergmann; Dr. Frank Dittmann; Christina Kaufmann M.A.; Dipl.-Ing. Jochen Lösch; Verena Rupprich M.Sc.; Dipl.-Ing. Walter Tengler

Verlag:

MuP Verlag GmbH
Tengstraße 27, 80798 München
Tel. (089) 1 39 28 42-0, Fax (089) 1 39 28 42-28
Geschäftsführer: Christoph Mattes

Anzeigenleitung: Christoph Mattes

Tel. (089) 1 39 28 42-20, Fax (089) 1 39 28 42-28
E-Mail: christoph.mattes@mup-verlag.de

Anzeigenverkauf: Janis Schilling

Tel. (0 89) 1 39 28 42-31, Fax (089) 1 39 28 42-28
E-Mail: tib@mup-verlag.de

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 27 vom 01.01.2024

Vertriebsleitung: Philip Esser

Tel. (0 89) 1 39 28 42-33, Fax (089) 1 39 28 42-28
E-Mail: philip.esser@mup-verlag.de

Layout und Grafik: Ruprecht Waßmann

Internet-Service: SpaceNet AG

27. Jahrgang 2024

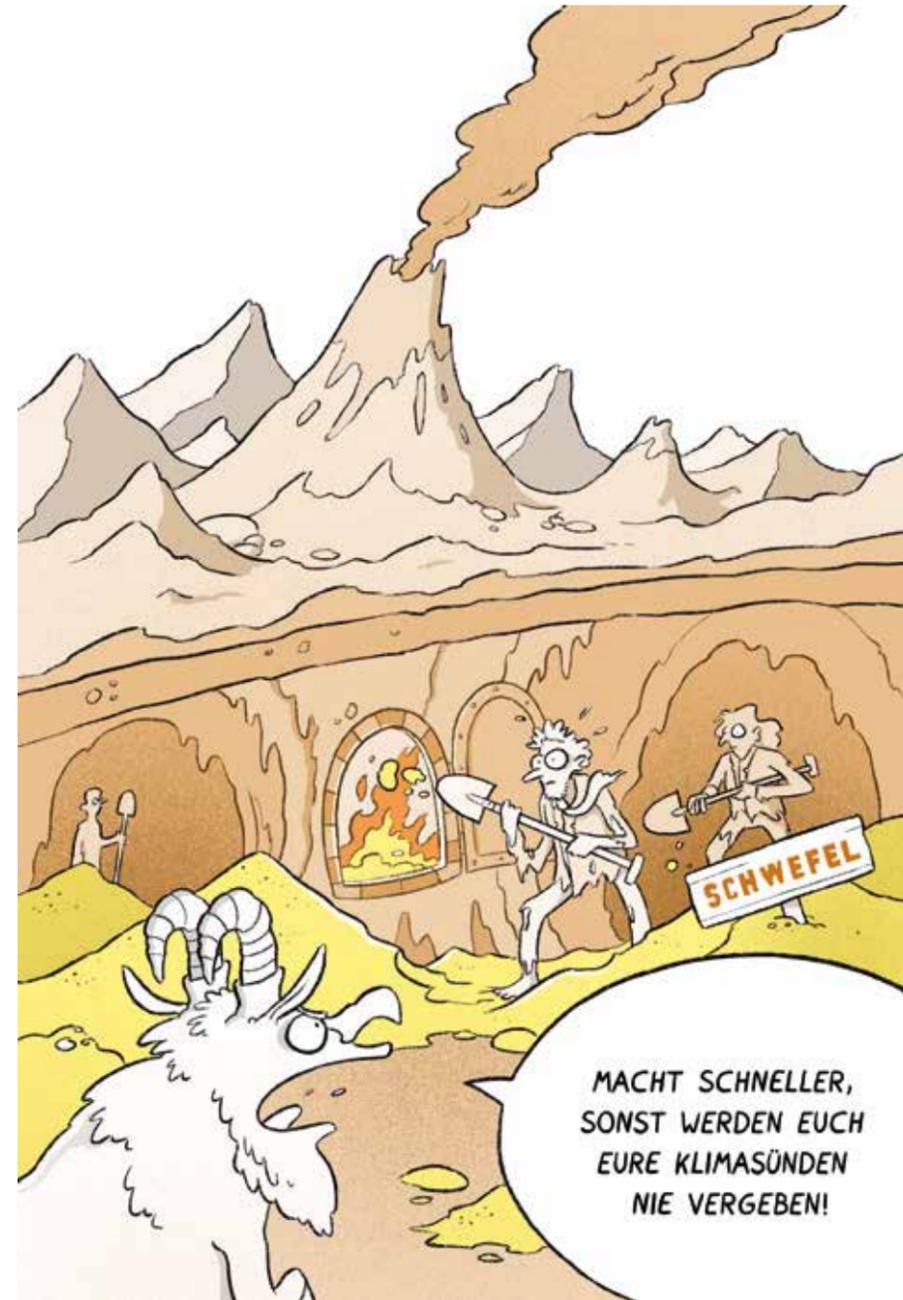
Technik in Bayern erscheint zweimonatlich und ist das gemeinsame Mitgliedermagazin des VDI BV München und des VDI BV Bayern Nordost e.V. Der Bezugspreis ist bei VDI-Mitgliedern der Bezirksvereine in Bayern sowie dem IDV in der Mitgliedschaft enthalten.

Jahresabonnement 36,- Euro / 72,- SFr; Einzelheft 8,- Euro / 16,- SFr. Jahresabonnement für Studenten gegen Einsendung einer entsprechenden Bestätigung 27,- Euro / 54,- SFr. Der Euro-Preis beinhaltet die Versandkosten für Deutschland und Österreich, der SFr-Preis die Versandkosten für die Schweiz. Bei Versand in das übrige Ausland werden die Porto-Mehrkosten berechnet. Die Abodauer beträgt ein Jahr. Das Abo verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn es nicht zwei Monate vor Ablauf schriftlich gekündigt wird.

Urheber- und Verlagsrecht

Die Redaktion behält sich vor, Manuskripte und Leserbriefe zu redigieren. Sie übernimmt keine Haftung für unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos und Illustrationen. Die systematische Ordnung der Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit der Annahme eines Beitrags zur Veröffentlichung erwirbt der VDI vom Autor umfassende Nutzungsrechte in inhaltlich unbeschränkter und ausschließlicher Form, insbesondere Rechte zur weiteren Vervielfältigung mit Hilfe mechanischer, digitaler und anderer Verfahren.

Druck: Mayr/Miesbach GmbH
Am Windfeld 15, 83714 Miesbach
Technik in Bayern ISSN1610-6563



Cartoon: Cornelia Jettke



www.hm.edu

Hochschule
München
University of
Applied Sciences



KARRIERE IN INDUSTRIE UND HANDWERK BERUFSBEGLEITEND STUDIEREN



MBA General Management

Für Professionals mit Führungsverantwortung



MBA Business Development & Entrepreneurship

Für Product Owner und Selbstständige



Master Digital Business Engineering

Für Experten aus Ingenieurwesen und Informatik



Bachelor Technologiemanagement

Für Profis aus Industrie und Handwerk



Akademische Erwachsenenbildung

Mit Hochschullehrenden und erfahrenen externen Dozierenden

Jetzt Infomaterial anfordern:

