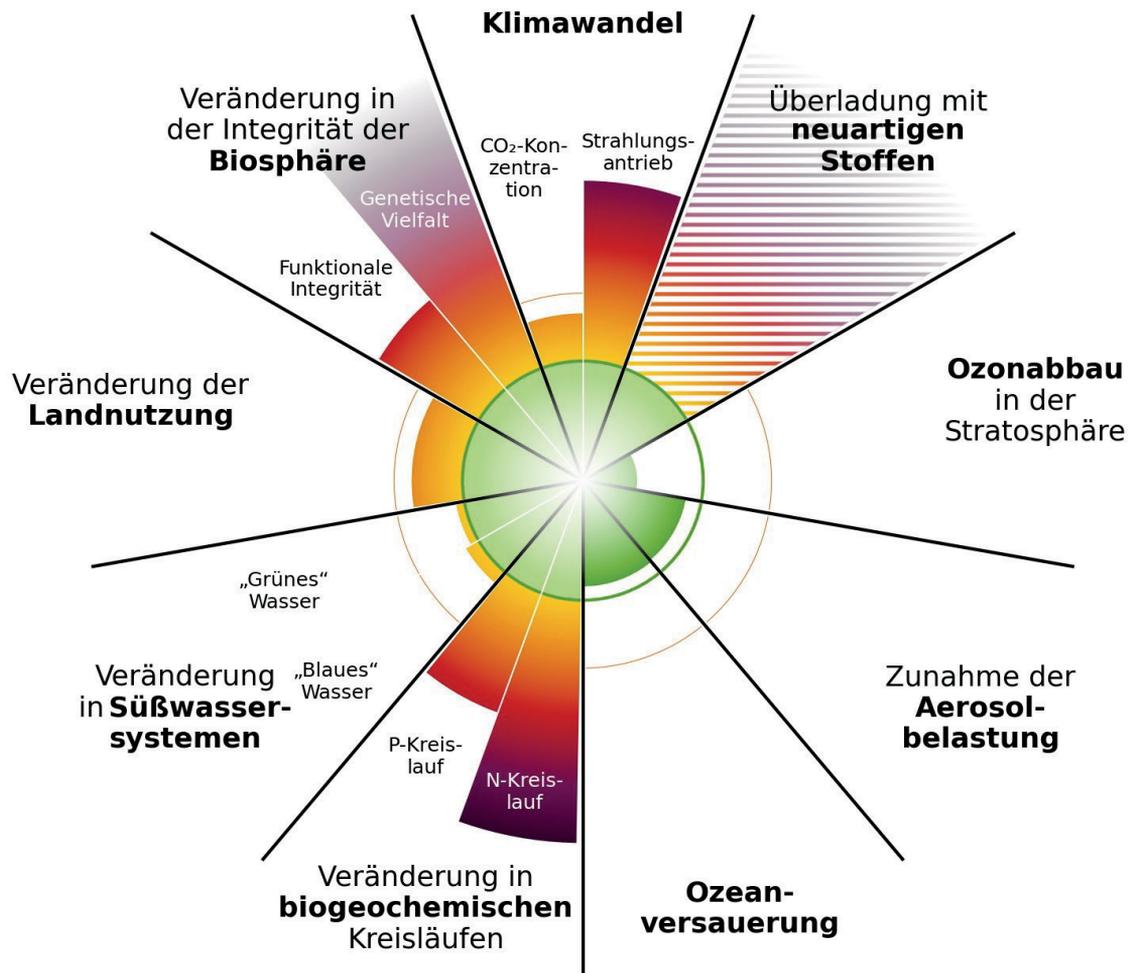


Urania



© Version 1.2 - 2024



Informationsschrift des
NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINS ZU LÜBECK
Nr. 55 – 2023 / 2024



Naturwissenschaftlicher
Verein zu Lübeck e.V.
gegründet 1872

Urania

Informationsschrift des
Naturwissenschaftlichen Vereins zu Lübeck e.V., gegr. 1872
Der Verein ist Tochter der GEMEINNÜTZIGEN in Lübeck

Redaktion:

Dr. Wolfgang Czieslik – Email: vorstand@nwv-luebeck.de

Verantwortlich im Sinne des Presserechtes sind die Autoren der Beiträge. Die in den Beiträgen wiedergegebenen Meinungen müssen nicht mit denen der Redaktion übereinstimmen.

Geschäftsadresse des Vereins:

NWV c/o Museum für Natur und Umwelt, Musterbahn 8, 23552 Lübeck

Internet: <https://www.nwv-luebeck.de/>

Vorstand:

- 1. Vorsitzender: Dr. Jens-Uwe Hagenah
- 2. Vorsitzende: Dr. Wolfgang Czieslik
- Kassenwartin: Petra Bellm-Spiekermann
- Beisitzer: Dr. Eckhard Scheufler, Michael Möllers

Beratende Mitglieder:

Dr. Wolfram Eckloff
Prof. em. Dr. Dietrich von Engelhardt
Prof. em. Dr. Rudolf Taurit

Mitgliedsbeiträge: Erwachsene 36 € (ermäßigt 15 €), Paare 45 €,
Schüler/Studierende beitragsfrei.

Bankverbindung für Mitgliedsbeiträge und Spenden (abzugsfähig):

Sparkasse zu Lübeck,

IBAN: DE25 2305 0101 0001 0082 75, BIC: NOLADE21SPL

Die URANIA ist für Mitglieder kostenlos im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Preis dieses Heftes: 10 € im Einzelbezug

Satz und Layout: Wolfgang Czieslik, Stockelsdorf

Umschlagmotiv: Die Planetaren Grenzen

Abbildung 10 aus dem Bericht über den Vortrag „Wachstum? Ja bitte! Aber Wachstum 3.0“ von Max Schön in diesem Heft



Inhalt

Vorwort zu den Themen dieses Heftes	2
Veranstaltungen 2023/2024	3
Wachstum? Ja, bitte! Aber Wachstum 3.0	4
Nobel Preis für Medizin und Physiologie 2023	26
Chemie-Nobelpreis 2023	31
Nutzungskonzepte regenerativer Energien	38
Die Evolution der Chemie	42
Mitteilungen aus dem Verein	45
Jahreshauptversammlung 2024	45

Vorwort zu den Themen dieses Heftes

Liebe Leserinnen und liebe Leser!

Auch in diesem Jahr präsentieren wir Ihnen ausführliche Berichte über die Mehrzahl unserer Veranstaltungen im Jahr 2023 in der Ihnen vorliegenden neuen Ausgabe der Urania Nr. 55 .

„Wachstum? Ja bitte! Aber Wachstum 3.0“ heißt der Vortrag, den Max Schön am 23. Januar 2024 im Rahmen der Dienstagsvorträge gehalten hat. Wolfgang Czieslik berichtet über den Vortrag, in dem Max Schön mit fünf großen Klima-Ausreden aufräumt und Mut macht, sich mit dem Thema Wachstum und Klimaschutz optimistisch auseinanderzusetzen.

In dem Artikel über den Nobelpreis für Medizin und Physiologie 2023 erläutert Eckhard Scheufeler wie die RNA modifiziert werden muss, damit diese für die Entwicklung von Impfstoffen genutzt werden kann.

Im Bericht über den Nobelpreis für Chemie 2023 erfährt man u.a. was die Färbung von Gläsern mit Quantenpunkten zu tun hat, die bei der Herstellung moderner Bildschirme eine große Rolle spielen.

Thomas Müller erläutert am Traumpaar Wärmepumpe mit Photovoltaik in eindrucksvoller Weise Nutzungskonzepte regenerativer Energien.

Prof. Dr. Klaus Kümmerer von der Leuphana Universität Lüneburg beschreibt in der Zusammenfassung seines Vortrags anlässlich der Jahreshauptversammlung des NWV am 6. März 2024 den Weg zu einer Chemie für Nachhaltigkeit.

Aktuelle Informationen und Berichte über die Veranstaltungen des Vereins sowie Berichte, für die wir in diesem Heft keinen Platz mehr hatten, finden Sie auf unserer Homepage unter www.nwv-luebeck.de .

Viel Freude bei der Lektüre wünscht Ihnen

Ihr Wolfgang Czieslik

Veranstaltungen 2023/2024

Dr. Bärbel Kunze berichtet am 21.3.2023 über den Medizin-Nobelpreis 2022, den Svante Pääbo für die Entschlüsselung der Genome ausgestorbener Hominiden erhielt. Seine Beiträge zur Entwicklung der Menschen lassen sich in dem Satz „Ihr seid alle Mischlinge mit Migrationshintergrund“ zusammenfassen. Dieser Satz findet sich als Bildunterschrift auch auf dem Titelblatt der Urania Nr. 54 2022 / 2023.

Prof. Dr. Dietrich von Engelhardt stellte am 23.10. 2023 Emil Du Bois-Reymond vor. Er sprach über dessen Beitrag „Die die Grenzen des Naturerkennens aus dem Jahr 1872“. Du Bois-Reymond wandte sich gegen den Anspruch der Naturwissenschaften, Erkenntnisse auf dem Boden von ‚Kraft und Stoff‘ und ‚Materie und Bewusstsein‘ angemessen zu erklären. Dennoch hielt er an der überragenden Rolle der Naturwissenschaften als dem entscheidenden „Organ der Kultur“ fest.

Max Schön sprach am 23.1.2024 über „Wachstum? Ja bitte! Aber Wachstum 3.0“. Dabei sprach er die fünf großen Klimaschutz-Ausreden an und zeigte: Klimaschutz ist bezahlbar, er lohnt sich für die Region und Unternehmen, Wachstum und CO₂-Emission sind entkoppelt, Verzicht ist nicht zwingend erforderlich und wir sind selbst betroffen.

Familienworkshops

Unter dem Motto „NaWi(e) geht das? – Entdeckungsreisen in die Welt der Chemie und Physik“ konnten Erwachsene zusammen mit Kindern am 22. Januar 2023, 5. März 2023, 15. Mai 2023 (Beteiligung am Internationalen Museumstag), 12. November 2023 und am 17. Dezember. 2023 Chemie- und Physikexperimente mit Materialien, die man im Supermarkt, in der Drogerie oder im Baumarkt kaufen kann, unter der Leitung von Dr. Wolfgang Czieslik durchführen. Weiterhin fand am 11. Februar. 2023 ein Mikrobiologie Workshop unter der Leitung von Dr. Julia Schwach statt.

Gesprächskreis

Es fanden sieben Gesprächskreisen statt, die auch mit Vorträgen von Mitgliedern des NWV bereichert wurden. Die Termine waren: 19.01., 16.02., 16.03., 20.04., 25.5., 21.09. und 16.11.2023. Wir sprachen über

- die Nobelpreise für Chemie und Physik 2022,
- die Aerodynamik von Bierdeckeln als Frisbee-Scheiben,
- die Energiewende,
- die Therapie der Craniomandibuläre Dysfunktion mit Kiefergelenkorthopädie,
- das Traumpaar Wärmepumpe und Photovoltaik,
- die Biodiversität im urbanen Raum.

Wachstum? Ja, bitte! Aber Wachstum 3.0 ¹

Max Schön

Bericht: Wolfgang Czieslik

Zusammenfassung

DIE 5 GROSSEN KLIMASCHUTZ-AUSREDEN

- Ausrede Nr. 1: Klimaschutz ist volkswirtschaftlich unbezahlbar.
- Ausrede Nr. 2: Klimaschutz lohnt sich nicht für das einzelne Unternehmen und die Region.
- Ausrede Nr. 3: Wachstum und CO₂-Emissionen - die sind nicht voneinander entkoppelbar.
- Ausrede Nr. 4: Wir sollen genügsamer werden – aber: Verzicht üben, das will doch keiner!
- Ausrede Nr. 5: Es betrifft uns hier doch eigentlich gar nicht so sehr, die echten Probleme bekommen doch ganz andere.

In seinem Vortrag "Wachstum? Ja, bitte! Aber Wachstum 3.0" räumt Max Schön auf mit den fünf großen Klima-Ausreden und macht Mut, sich mit dem Thema Wachstum und Klimaschutz optimistisch auseinanderzusetzen.

Er zeigt, dass Klimaschutz machbar und auch bezahlbar ist und große Chancen für umsichtig geführte Unternehmen und unsere Gesellschaft bereithält. Wachstum ja – aber das künftige Wachstum muss die Grenzen unseres Planeten respektieren und deshalb eben ganz anders aussehen.

Nachhaltigkeit und Grenzen des Wachstums

Vor etwa 350 Jahren erkennt Hans Carl von Carlowitz (* 14. Dezember 1645 in Oberrabenstein; † 3. März 1714 in Freiberg; Oberberghauptmann des Erzgebirges im Dienst des sächsischen Kurfürsten August des Starken), dass der Holzbedarf für den Betrieb der Bergwerke und das Hüttenwesen langfristig nur gesichert werden kann, wenn die Wälder, aus denen das Holz stammt, nachhaltig bewirtschaftet werden. Auf seiner Reise durch ganz Europa lernt von Carlowitz, dass Holz im Europa des 17. Jahrhunderts ein knapper Rohstoff ist. Auf die Erfahrungen und Erkenntnisse seiner Reisen griff von Carlowitz in seinem 1713 erschienenen Buch „Sylvicultura oeconomica oder haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur wilden Baum-Zucht“ zurück.

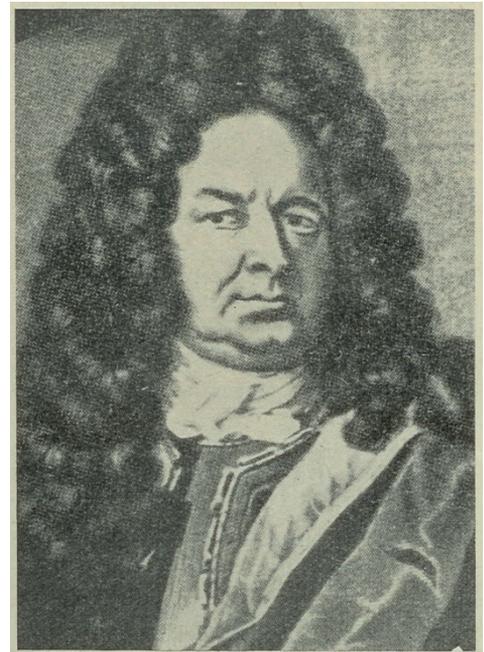


Abb. 1: Hans Carl von Carlowitz²

Dort heißt es im Kapitel VII („Von Notwendigkeit und Nutzen des Holzanbaues“) § 20 S. 104 – 106 (pdf-Datei: S. 123 – 125)³

Aber da der unterste Theil der Erden sich an Erzten durch so viel Mühe und Unkosten hat offenbare machen lassen, da will nun Mangel vorfallen an Holz und Kohlen, dieselbe gut zu machen ; Wird derhalben die größte Kunst, Wissenschaft, Fleiß, und Einrichtung hiesiger Lande darinnen be- ruhen, wie eine sothane Conservation und Anbau des Holzes anzustellen, daß es eine continuirliche beständige und nachhaltende Nutzung gebe, weilm es eine unentbehrliche Sache ist, ohnewelche das Land in seinem Esse nicht bleiben mag.

Dieses Buch war das erste geschlossene Werk über die Forstwirtschaft und sein Autor Hans Carl von Carlowitz gilt als Schöpfer des forstlichen Nachhaltigkeitsbegriffs.



Abb. 2: Titelblatt „Sylvicultura oeconomica, oder haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur wilden Baum-Zucht“(1713)³

Im Jahr 1968 wurde bei einem Kongress in Rom die Frage diskutiert „Kann es eigentlich mit dem Wachstum immer so weitergehen? „Mit der Atomenergie werden wir in Zukunft Energien ohne Grenzen haben und die anderen Probleme der Abfallbeseitigung, des Umweltschutzes lösen wir mit der sich weiterentwickelnden Technik.“ Das war die Antwort einer Gruppe. Eine andere Gruppe argumentierte „Wenn bestimmte Punkte in der Entwicklung einer Population erreicht sind, und es zu Nahrungsmittelmangel, zu wenig Raum oder zu großer Verschmutzung der Umwelt kommt, dann kippt die Entwicklung.“ Nach dem Ende der Debatte wurde schließlich wurde der Club of Rome gegründet und man entschied, dass die Zusammenhänge zwischen der Entwicklung der Bevölkerung, der Ressourcen, der Verschmutzung, der Nahrungsmittelproduktion und vieler anderer Faktoren wissenschaftlich untersucht werden sollte. Diese Studie wurde am MIT (Massachusetts Institute of Technology) durchgeführt, da seinerzeit nur dort ein Computer vorhanden war, mit dem ein entsprechendes Weltmodell berechnet werden konnte.

Die Grenzen des Wachstums

CLUB OF ROME

Zur Problematik der Menschheit

Antrag auf eine einmalige
Forschungsbeihilfe
an die Stiftung Volkswagenwerk
in Hannover

1968:
Die Suche nach den Grenzen beginnt

Gründung des CLUB OF ROME

Antrag an die Stiftung Volkswagenwerk

Studie am MIT

Abb. 3: Antrag an die Volkswagenstiftung zur „Untersuchung der Probleme der Menschheit“

1972 ist in „Die Grenzen des Wachstums – Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit“ ein Weltmodell vorgestellt worden, mit dem die fünf wichtigsten Trends mit weltweiter Wirkung untersucht werden: „Die beschleunigte Industrialisierung, das rapide Bevölkerungswachstum, die weltweite Unterernährung, die Ausbeutung der Rohstoffreserven und die Zerstörung des Lebensraums.“⁴ S. 15 „Der Standardverlauf des Weltmodells zeigt die Ergebnisse der Computersimulation unter der Voraussetzung, dass keine größeren Veränderungen physikalischer, wirtschaftlicher und sozialer Zustände eintreten, also die Entwicklung in gleichen Tendenzen verläuft wie sie sich jetzt abzeichnet. Alle eingespeisten variablen Größen sind die der historischen Entwicklung von 1900 bis 1970. Nahrungsmittelerzeugung, Industrieproduktion und Bevölkerungszahl steigen weiter exponentiell, bis die rasch schwindenden Rohstoffvorräte zum Zusammenbruch des industriellen Wachstums führen. Da aber zeitliche Verzögerungsfaktoren wirken, steigen Bevölkerungszahl und Umweltverschmutzung auch danach noch einige Zeit weiter. Fallende Nahrungsmittelversorgung und der Ausfall medizinischer Fürsorge führen zu einer steigenden Sterberate und zu einem Stopp des Bevölkerungswachstums.“⁴ S. 113

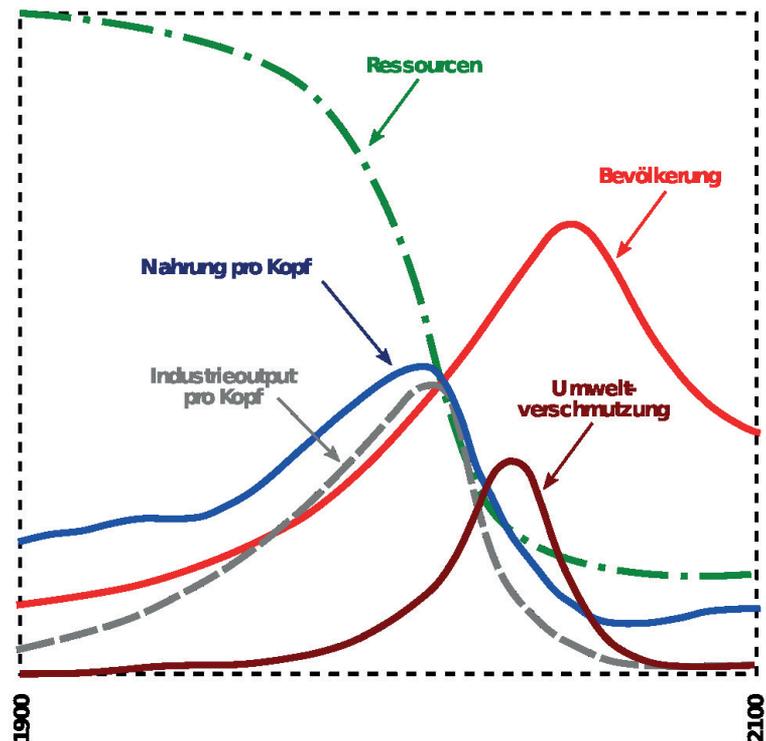


Abb. 4: Standardlauf des Weltmodells (*Business as usual*) des Club of Rome aus der ersten Ausgabe des Werks *Die Grenzen des Wachstums* von 1972⁴ (Originalgrafik nachgezeichnet⁵).

Mit diesem Bericht ist einer breiten Öffentlichkeit erstmals deutlich geworden, dass die Erde nicht nur räumlich begrenzt ist, sondern in vielerlei Hinsicht auch nur begrenzt belastbar ist. Auch wenn die Szenarien nicht in allen Fällen so eingetreten sind wie sie beschrieben wurden – die Rohstoffvorräte sind auch durch die Entwicklung der Fördermethoden nicht so knapp geworden, wie beschrieben –, hat die Entwicklung der letzten 50 Jahre doch dazu geführt, dass der Mensch die Erde in vielen Bereichen zu stark belastet.

Mit diesem Bericht ist einer breiten Öffentlichkeit erstmals deutlich geworden, dass die Erde nicht nur räumlich begrenzt ist, sondern in vielerlei Hinsicht auch nur begrenzt belastbar ist. Auch wenn die Szenarien nicht in allen Fällen so eingetreten sind wie sie beschrieben wurden – die Rohstoffvorräte sind auch durch die Entwicklung der Fördermethoden nicht so knapp geworden, wie beschrieben –, hat die Entwicklung der letzten 50 Jahre doch dazu geführt, dass der Mensch die Erde in vielen Bereichen zu stark belastet.

Kosten für den Klimaschutz

Spätestens seit der UNO Konferenz in Rio de Janeiro im Jahr 1992 wird der Klimawandel - vereinfacht, der weltweite Temperaturanstieg, hervorgerufen durch die zusätzlich von der Menschheit verursachten Emissionen von Kohlenstoffdioxid (CO₂) - als eine ernsthafte Bedrohung für die Welt eingestuft und es wurde das Ziel formuliert, eine gefährliche Störung des Klimas zu vermeiden.⁶ Fünf Jahre später wurden in Kyoto rechtlich verbindliche Ziele für Emissionshöchstmengen für Industrieländer festgelegt. Es gelang aber bis heute nicht, allgemeine Regelungen zum Klimaschutz für die gesamte Welt zu vereinbaren.

Immer wieder heißt es, Klimaschutz sei volkswirtschaftlich nicht zu bezahlen.

Was kostet es eigentlich, die CO₂-Emissionen einer Person auf Null zu reduzieren oder sie durch Maßnahmen zur Speicherung von CO₂ auszugleichen. Die Treibhaus-Emissionen in CO₂-Äquivalenten eines deutschen Durchschnittsbürgers liegen derzeit bei etwa 11 Tonnen jährlich. Auf Portalen wie z.B. *atmosfair*⁸ wird die Kompensation von 11 t CO₂ mit 275 € angeboten. Dies ist weniger als 1% des verfügbaren Nettoeinkommens privater Haushalte je Einwohner in Deutschland pro Jahr.⁹ Mit diesem Geld werden Kompensations-

Projekte zum Klimaschutz unterstützt. Die notwendigen Aufwendungen für die Bewältigungen des Klimawandels sind hoch – der finanzielle Aufwand ist also nicht unerheblich aber bewältigbar. **Diese kleine Rechnung zeigt aber, dass wesentliche Probleme gelöst werden können und auch bezahlbar sind, wenn der Wille aller Beteiligten hierfür vorhanden ist.**



Abb. 5: Treibhaus Emissionen eines deutschen Durchschnittsbürgers pro Jahr in CO₂-Äquivalenten ⁷

Was geschieht eigentlich, wenn wir beim Klimaschutz scheitern? Ein Beispiel:

Wenn in der Subsahara-Zone wegen ausbleibenden Regens das Gras verdorrt und die Ziegen mangels anderer Möglichkeiten auch die Graswurzeln fressen, dann wird es einige Jahre dauern bis wieder Gras wächst und die ursprüngliche Nutzung wieder möglich wäre, selbst wenn es in

den nachfolgenden Jahren regnet. Die Menschen machen sich dort auf die Suche nach besseren Lebensbedingungen und stoßen auf die Grenzen zu Regionen mit besseren Lebensbedingungen. Das Ergebnis sind regionale Konflikte und Kriege um den Lebensraum. Wir in Europa werden es letztendlich gar nicht schaffen können, die

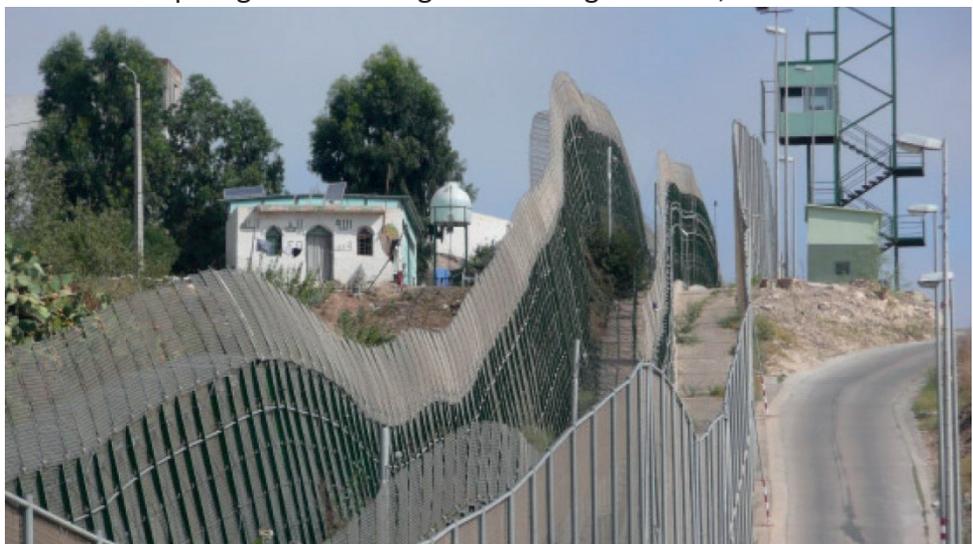


Abb. 6: Grenzzaun zwischen Marokko (links) und der spanischen Enklave Melilla (rechts) ¹⁰

Menschen daran zu hindern, sich auf den Weg zu uns zu machen, das Mittelmeer zu überqueren oder Grenzanlagen zu überwinden, wie z. B. zwischen Marokko und der spanischen Enklave Melilla, um so zu einem besseren Leben zu kommen. Wir täten gut daran, den Menschen zu

helfen, in ihren eigenen Siedlungsgebieten zurechtzukommen und damit zu einem Ausgleich zu kommen zwischen den Regionen, die es besser und die es schlechter haben.

Die hier skizzierten gesellschaftlichen Auswirkungen des Klimawandels stellen das größte Drohpotential für unsere Demokratie dar, denn unsere demokratischen Gesellschaften werden es ethisch nicht ertragen können, dauerhaft Menschen massenhaft im Mittelmeer ertrinken zu lassen. Es ist erforderlich sich Gedanken über Maßnahmen und Mechanismen zu machen, damit die Menschen erst gar nicht hier herkommen. Schaffen wir keine Lösungen vor Ort, wird unsere Gesellschaft diese Folgen des Klimawandels nicht bewältigen und unsere Demokratie kann scheitern.

Die Klimaschutz-Ausrede Nr. 5 - „Es betrifft uns hier doch eigentlich gar nicht so sehr, die echten Probleme bekommen doch ganz andere.“ - kann getrost gestrichen werden.

Wir wissen es! Warum ändert sich nichts?

In diesem Jahr – in 2024 – haben wir uns an Bilder gewöhnt, die vor 10 Jahren eine Ausnahmesituation darzustellen schienen. Auch die Flut im Ahrtal im Juli 2021 mit 135 Todesopfer und 17.000 Menschen, die ihr Zuhause



Abb. 7: Elbehochwasser bei Bleckede (Niedersachsen) im Jahr 2013, das noch als Jahrhunderthochwasser bezeichnet wurde.¹¹

verloren wurde noch als singuläres Ereignis beschrieben. Innerhalb des letzten halben Jahres gab es in Deutschland vier Großschadens-Ereignisse, die noch vor 10 Jahren – beim Elbehochwasser im Jahr 2013 – als Jahrhundertereignisse beschrieben worden wären:

- Sturmflut an der Ostseeküste Schleswig-Holsteins im Dezember 2023
- Hochwasser in Niedersachsen und Bremen im Januar 2024
- Hochwasser im Saarland und Rheinland-Pfalz Mitte Mai 2024
- Hochwasser in Baden-Württemberg und Bayern Anfang Juni 2024

Extreme Wetterereignisse haben im ersten Halbjahr des Jahres 2024 weltweit zugenommen:¹²

- Februar 2024
Dürre in Spanien (Katalonien)
- März 2024
Hitzewelle im Südsudan
Stürme in Ohio
- April 2024
Überschwemmungen in Dubai
- Mai 2024
Überschwemmungen in Kenia
Überschwemmungen in Brasilien (Rio Grand do Sul)



Abb. 8: Heiligenhafen 12/2023 Quelle: <https://deutschland.bfn.today>; SHZ.de

Immer wenn Ereignisse, wie die hier genannten eintreten, dann kommen die Reflexe, hier müsse unbedingt etwas getan werden, um solche Ereignisse zu verhindern oder mindestens die Schäden zu mindern. Aber oft schon wenige Monate oder auch nur Wochen danach, stehen schon wieder andere Themen im Vordergrund. Und das, obwohl wir wissen, dass die beschriebenen Ereignisse Anzeichen für weltweite Veränderungen sind, die langfristig unsere Lebensgrundlagen bedrohen.



Abb. 9: Bremen 01/2024 Quelle: NDR.de

**Diesem Wissen wirken zwei Mechanismen entgegen, die uns nicht handeln lassen:
Der Mensch ist ein „Gewohnheitstier“ und er hat kein Gespür und keine Rezeptoren dafür,**

- **wenn Prozesse über einen sehr langen Zeitraum hinweg ablaufen**
- **wenn Prozesse sehr weit weg geschehen.**

Wenn wir mit unserem Verstand erfasst haben, was unser heutiges Verhalten für die Lebensbedingungen in 20 Jahren bedeutet, dann ist es wahrscheinlich, dass wir unser Verhalten so ändern, dass die Lebensbedingungen auch in 20 Jahren noch günstig für uns sind.

Wenn wir mit unserem Verstand erfasst haben, dass unsere Emissionen, dazu geführt haben, dass Tuvalu, eine Inselgruppe im Pazifik vor Australien, wegen des angestiegenen Meeresspiegels nicht mehr bewohnbar ist, dann kann dies zu entsprechenden Verhaltensänderungen bei uns führen.

Doch andere unmittelbare Reize, die nicht über unseren Verstand laufen, aber für die wir eigene Rezeptoren besitzen, sind oftmals ein viel stärkerer Handlungsantrieb als unser Verstand, wie z. B. Hunger, Durst, Angst.

Was jetzt zu tun ist?

Der Club of Rome hat 2013 ein Thesenpapier „Wachstum? Ja bitte – aber 2.0!“ mit 7 Thesen zum nachhaltigen Wachstum herausgegeben¹³.

1. Tief im roten Bereich – Ressourcenverbrauch und Umweltbelastung liegen bereits weit über den vertretbaren Grenzen

In der Diskussion um den Klimawandel, Ressourcenverbrauch, Artenvielfalt, Umweltbelastungen müssen wir akzeptieren, dass es nicht mehr 5 vor 12 ist sondern schon darüber. In welchem Maß die planetarischen Grenzen überschritten sind zeigt die Abb. 10 .

„Der Klimawandel, die zunehmende Zerstörung fruchtbaren Bodens und lebenswichtiger Trinkwasserreserven, die Überfischung und Verschmutzung der Meere und das massive Artensterben zeigen ebenso wie zunehmende Konflikte um knapper werdende Energie- und Rohstoffreserven, dass wir kritische Wachstumsgrenzen überschritten haben und unseren übermäßigen Natur- und Ressourcenverbrauch schnell auf ein langfristig verträgliches Maß reduzieren müssen.“¹³

Die Überschreitung der Grenzen ist vielfach so groß, dass diese durch kurzfristige Verhaltensänderungen nicht mehr rückgängig gemacht werden können. Die Absicht bis 2050 klimaneutral

zu werden, kann nur als sehr ehrgeizig bezeichnet werden. Daher können und dürfen wir nicht warten bis Maßnahmen von „oben“ kommen, sondern alle müssen selbst aktiv werden.

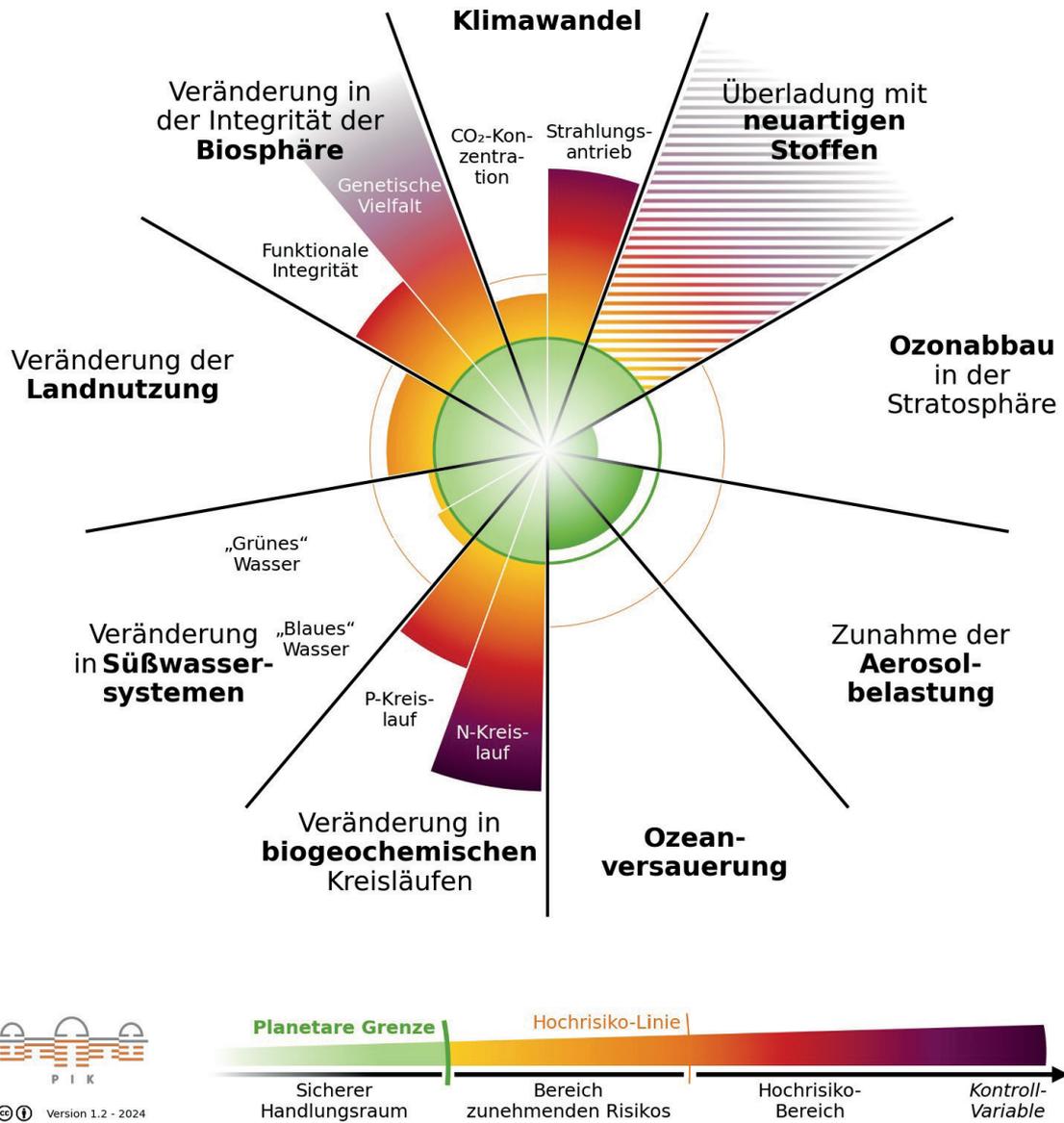


Abb. 10: Die Planetarischen Grenzen ¹⁴

2. Den Industrienationen kommt eine besondere Verantwortung zu

Da die Verweildauer von Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre etwa 50 - 200 Jahre beträgt, wird die weltweit gemessene Temperaturerhöhung gegenüber der mittleren Temperatur zwischen 1850 – 1900 (vorindustrielle Zeit) auch durch eine vollständige Reduzierung der durch die Menschen verursachten CO₂-Emissionen nicht verringert. Die Industrienationen haben in den letzten einhundert Jahren durch ihre CO₂-Emissionen in erheblichem Maße zum Klimawandel weltweit beigetragen. Davon sind besonders die Staaten in Afrika und auch in Asien betroffen, die nur sehr wenig zu den CO₂-Emissionen beitragen haben. Daraus resultiert für die Industriestaaten eine besondere Verantwortung die Belastungen der anderen Staaten mit geringen Emissionen zu reduzieren.

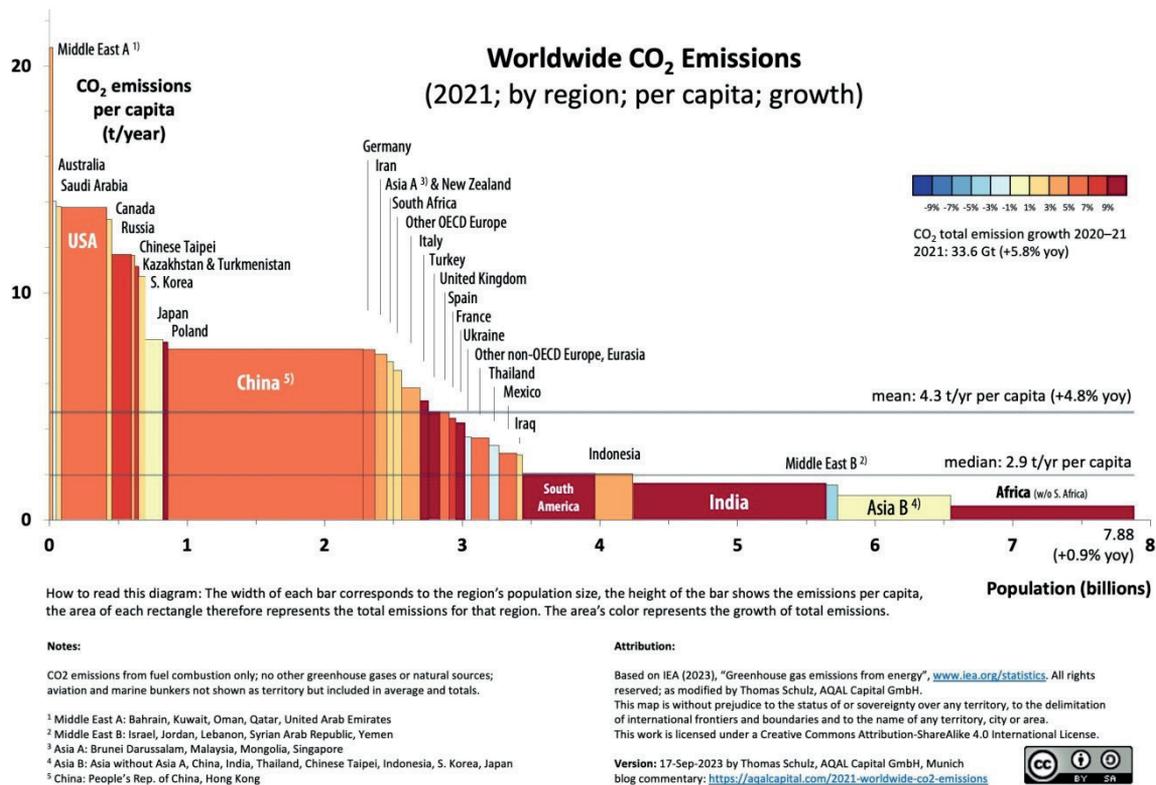


Abb. 11: Weltweite CO₂-Emissionen pro Einwohner sortiert nach Regionen. Die Fläche der Rechtecke ist ein Maß für die gesamte Emission in der betreffenden Region.¹⁵

3. In den Entwicklungsländern ist weiteres materielles Wachstum unabdingbar

In den 123 Jahren zwischen 1804 und 1927 hat sich die Weltbevölkerung von 1 Mrd. auf 2 Mrd. Einwohnern verdoppelt. Heute, im Jahr 2024, leben mehr als 8 Mrd. Menschen auf der Erde. Der letzte Zuwachs um 1 Mrd. Menschen, von 7 Mrd. auf 8 Mrd., vollzog sich innerhalb der letzten 12 Jahre, ein sehr gut überschaubarer Zeitraum. Diese Menschen müssen zusätzlich zu den vorhandenen Einwohnern mit ausreichend Nahrung und sauberem Trinkwasser versorgt werden. Sie benötigen ein Dach über dem Kopf, eine medizinische Grundversorgung und auch ein Mindestmaß an Bildung und Mobilität. Dies alles wird ohne ein materielles Wachstum nicht möglich sein. Die reichen Länder, die das Kapital und die technischen sowie organisatorischen Möglichkeiten haben, müssen lernen, dass es in ihrem ureigenen Interesse ist, die armen Länder bei der Entwicklung einer Kreislaufwirtschaft mit einem drastisch verminderten Ressourcenverbrauch zu unterstützen.

cenverbrauch zu unterstützen. Nachhaltige Lebensstile bei uns sind wichtig, wie z.B. weniger Fleisch zu essen, den öffentlichen Nahverkehr mehr zu nutzen, Geräte zu reparieren statt wegzuerwerfen, um letztendlich klimaneutral zu werden. Genauso wichtig ist es aber auch die armen Länder auf dem Weg zur Klimaneutralität zu unterstützen und selbst Vorbild in Sachen nachhaltiges Wirtschaften zu werden.

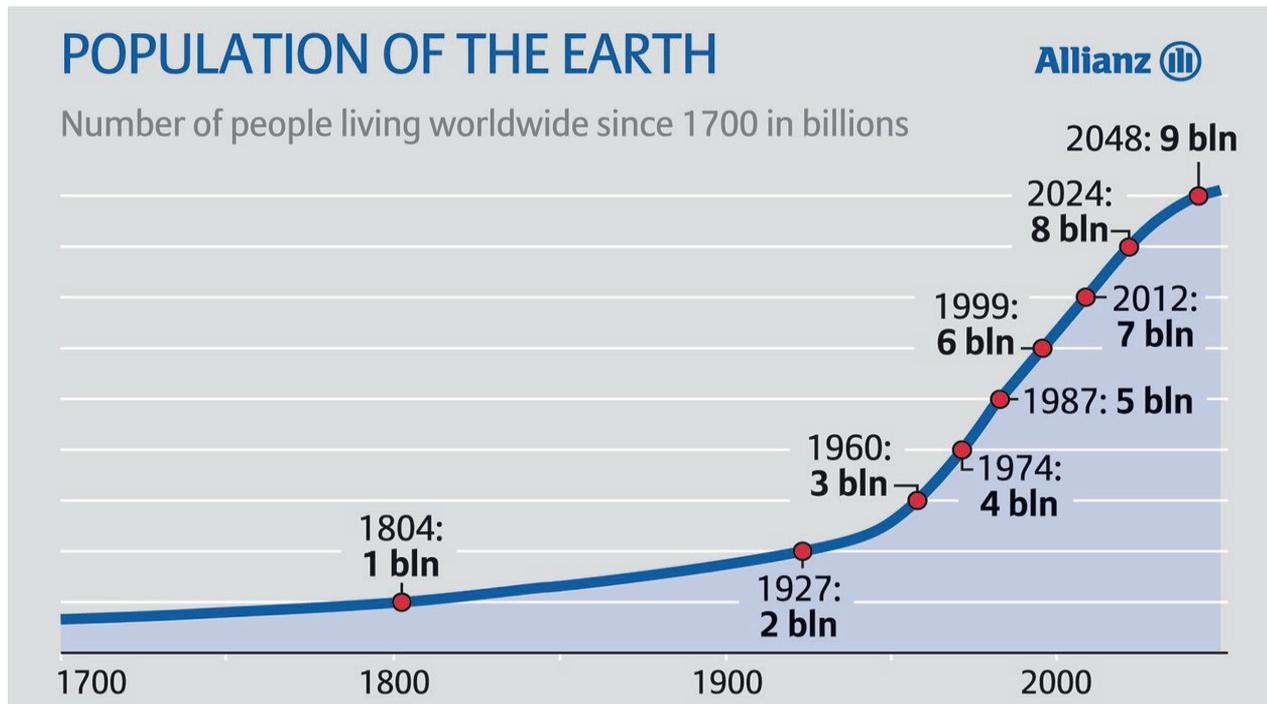


Abb. 12: Entwicklung der Weltbevölkerung seit 1700.¹⁶

4. Zusammenarbeit und Leapfrogging

Die Zusammenarbeit zwischen den Industrienationen und den Schwellen- und Entwicklungsländern muss auf Augenhöhe geschehen, was nicht bedeutet, dass die Entwicklungsschritte der Industrieländer einfach nachvollzogen werden. Das Überspringen alter Fehler und überholter Technologien – Leapfrogging – bietet große Chancen für gesellschaftliche Entwicklungen, für die Umwelt und für die Wirtschaft, was übrigens auch für die weitere Entwicklung unserer Wirtschaft von Nutzen sein könnte. Beispielsweise hat die Einführung des Mobiltelefons in Tansania dazu geführt, dass in entlegenen Gebieten ohne den Zugang zu traditionellen Bankdienstleistungen mit dem Telefon Geld gesendet und empfangen, Rechnungen bezahlt und Einkäufe getätigt werden können.

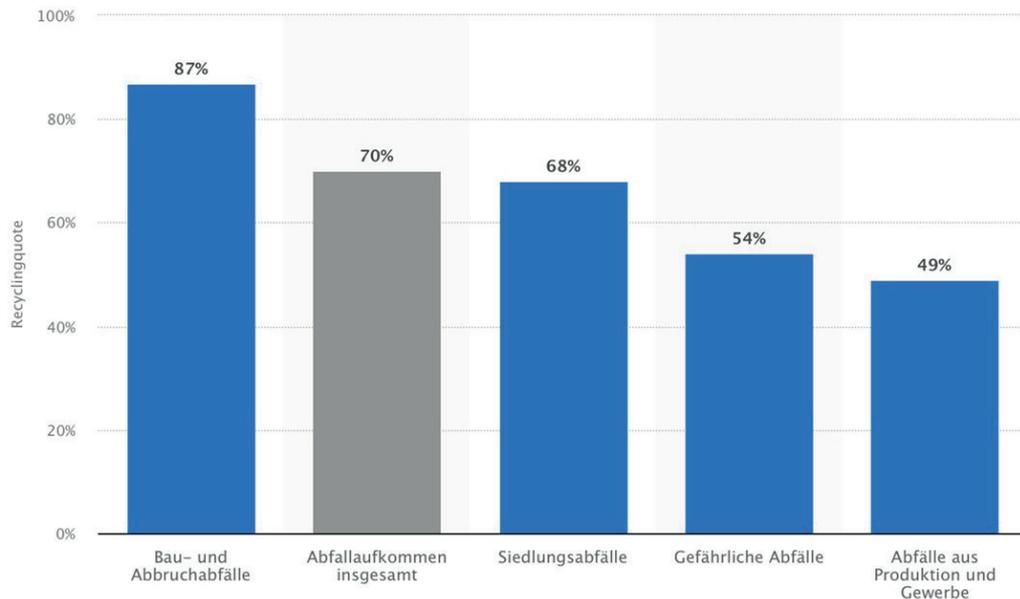
5. Wirtschaften nach dem Vorbild der Natur: Kreislaufwirtschaft

„Leben entsteht und vergeht, die Natur bewegt sich in Kreisläufen. Sie lehrt uns, wie perfektes Recycling aussieht.

Die einzige Energiequelle, die uns praktisch weltweit unbegrenzt zur Verfügung steht, ist die Sonne – denn auch Wind- und Wasserkraft nutzen sie letztlich. Das einzige Material, das wir unendlich nutzen können ist das wiederverwendete. All unsere Bemühungen müssen deshalb darauf abzielen, nur solche Ressourcen zu verbrauchen, die erneuert werden können. Hier liegen immense Innovationspotentiale und Chancen – zum Beispiel für neue Arbeitsplätze in den „kreativen Industrien“ - für neue Geschäftsmodelle mit neuen Antworten auf alte Fragen.“¹³

In Deutschland ist die Recyclingquote schon sehr beachtlich. Insbesondere im Baubereich werden Bau- und Abbruchabfälle in großem Maße beim Bau neuer Gebäude oder Straßen verwendet (Abb. 13).

Um allerdings eine Nachhaltigkeit im wirtschaftlichen Handeln zu erreichen, müssen die Produkte von Anfang an für eine lange Nutzung einerseits und möglichst gute Rezyklierbarkeit konzipiert werden (s. auch den Beitrag „Die Evolution der Chemie“ von Prof. Dr. Klaus Kümmerer auf S. 42 in diesem Heft).



© Statista 2021

Abb. 13: Recyclingquoten der Hauptabfallströme in Deutschland im Jahr 2021.¹⁷

Die Statistik zeigt die Recyclingquoten der Hauptabfallströme in Deutschland im Jahr 2021. Die Recyclingquote beschreibt den Anteil des Inputs aller mit dem Verfahren "Behandlung und stoffliche Verwertung" eingestufteten Behandlungsanlagen am Abfallaufkommen insgesamt.

*„Politik und Wirtschaft sollten sich klar zur Kreislaufwirtschaft bekennen. Eine „Null Abfall“-Politik könnte als Leitbild für Unternehmen ebenso dienen wie für Kommunen, als Orientierung für öffentliche Forschungsprogramme wie auch für die Mittelvergabe von Stiftungen. Denken und Wirtschaften in erneuerbaren Kreisläufen ermöglicht zukunftsgerichtete Innovationen, steigert die Wettbewerbsfähigkeit und ist ein wichtiger Aspekt unternehmerischer Verantwortung“.*¹³

6. Marktmechanismen sind der wichtigste Hebel – sofern die Rahmenbedingungen richtig gesetzt sind

Marktmechanismen sind ein wichtiger Hebel, da wo die Regeln des Marktes gelten. Es herrscht allerdings nicht überall der Markt. Etwa 50% der Wirtschaftsprozesse werden gar nicht durch den Markt bestimmt sondern durch Verwaltungsvorschriften, Subventionen, Zölle oder andere Marktzugangsbarrieren. Aber da wo der Markt gilt, kann er eine große Wirkung entfalten.

Der Ersatz der Glühlampe durch LED - Lampen beispielsweise ist ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz - die Energieeffizienz der LED ist um den Faktor 10 größer als die der Glühlampe - und hat sich auch für die Hersteller gelohnt.

Auch die Ausrede Nr. 2 „Klimaschutz lohnt sich nicht für das einzelne Unternehmen und die Region.“ kann gestrichen werden.

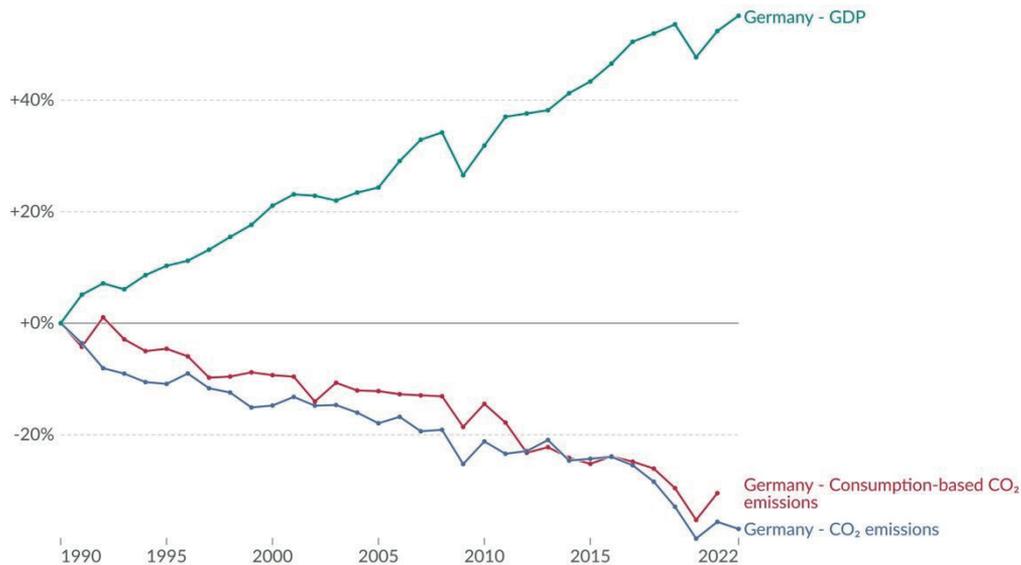
Seit 1990 werden die Veränderungen des Bruttoinlandsprodukts (BIP) und der CO₂-Emissionen weltweit aufgezeichnet. Für Deutschland zeigt sich, dass eine Reduktion der CO₂-Emissionen durchaus mit einer Steigerung des BIP einhergehen kann (Abb. 14).

Damit kann auch die Ausrede Nr. 3 „Wachstum und CO₂-Emissionen - die sind nicht voneinander entkoppelbar.“ gestrichen werden.

Change in CO₂ emissions and GDP, Germany



Consumption-based emissions¹ are national emissions that have been adjusted for trade. This measures fossil fuel and industry emissions². Land-use change is not included.



Data source: World Bank (2023); Global Carbon Budget (2023) OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY
 Note: Gross Domestic Product (GDP) figures are adjusted for inflation.

- 1. Consumption-based emissions:** Consumption-based emissions are national or regional emissions that have been adjusted for trade. They are calculated as domestic (or 'production-based' emissions) emissions minus the emissions generated in the production of goods and services that are exported to other countries or regions, plus emissions from the production of goods and services that are imported. Consumption-based emissions = Production-based – Exported + Imported emissions
- 2. Fossil emissions:** Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

Abb. 14: Veränderung des Bruttoinlandsproduktes und der CO₂-Emissionen von 1990 bis 2022. In Deutschland sanken die CO₂-Emissionen pro Kopf von 1990 bis 2022 um etwa 30 %, während das Bruttoinlandsprodukt (grün) um über 50 % anstieg. Unabhängig davon, ob Handelsbeziehungen einberechnet werden oder nicht, fand in Bezug auf CO₂ eine absolute Entkopplung statt.¹⁸
 Eine Prognose für die Zukunft auf der Grundlage dieser Daten ist allerdings nicht möglich.

In den letzten 30 Jahren ist bezüglich der Begrenzung des Klimawandels sicherlich einiges geschehen, aber die Anstrengungen in Deutschland und weltweit reichen nicht aus, um die selbst gesteckten und unbedingt notwendigen Ziele zu erreichen.

Vor 20 Jahren hatten wir in Deutschland eine Solarindustrie mit einem hohen Entwicklungspotential. Dieser Markt ist wegen sinkender Modulpreise und Überkapazitäten eingebrochen, so dass heute 78% der Solarmodule für Deutschland in China produziert werden. Es gibt zwar wie-

der steigende Zuwächse in Deutschland, aber wir könnten schon viel weiter sein, wenn die Rahmenbedingungen gestimmt hätten.²⁶

Allerdings sehen wir seit einigen Jahren, dass Stürme, Temperaturerhöhungen oder auch Aussterberaten von Tieren immer schneller zunehmen. Wir haben immer weniger Zeit, Einfluss auf Prozesse zu nehmen, die Lebensräume vernichten und zu vermehrter Migration führen. Prinzipiell kennen wir die Prozesse, haben aber nicht auf dem Schirm welche Folgen die einzelnen Prozesse haben können. So beobachten wir seit vielen Jahren ein zunehmendes Aussterben nicht nur von Insekten – es gibt keine Insekten mehr auf der Windschutzscheibe – sondern auch von Großtieren (s. Abb. 15).

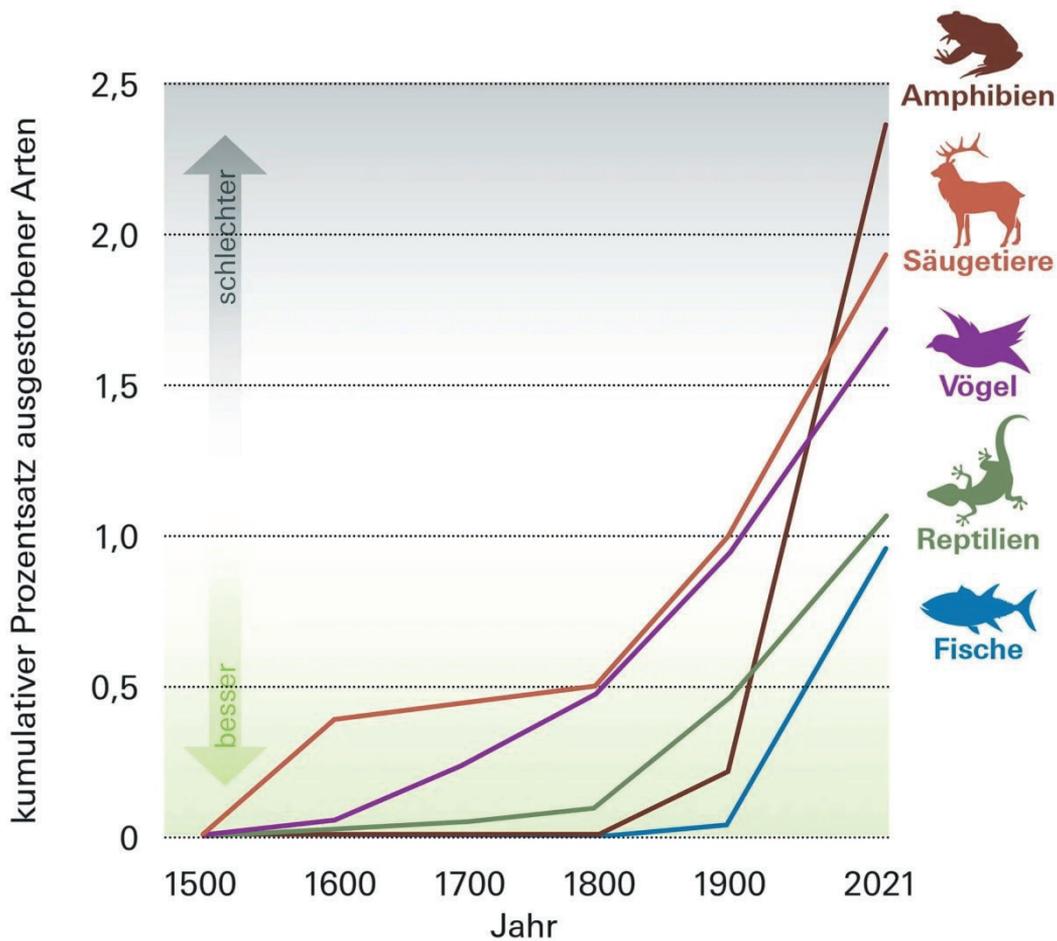


Abb. 15: Aussterberate seit 1500

Seit dem 16. Jahrhundert sterben immer mehr Wirbeltiergruppen aus. Der negative Trend beschleunigte sich vor allem im letzten Jahrhundert. Unter natürlichen Bedingungen wäre mit einer jährlichen Aussterberate von 0,1 bis 2 Arten pro Million zu rechnen.¹⁹

Was macht es eigentlich, wenn zwei oder drei Spezies von Insekten in der Population fehlen?

- Welchen Zweck hat eigentlich die Mäusepopulation, die den Bau einer Autobahn nicht überlebt?
 - Wozu ist eigentlich eine Zecke gut, die uns doch nur plagt und Krankheiten überträgt?
- „Die Frage, wozu etwas gut ist, ist sehr anthropozentrisch gestellt.“ sagt Ute Mackenstedt, Professorin für Parasitologie an der Universität Hohenheim in Stuttgart²⁰. Zecken seien einfach da, genau wie wir.

„Die Natur kennt keine Zwecke, kein gut und schlecht. Dies sind menschliche Kategorien, mit denen er in die Welt blickt und sie ordnet. Und blickt man in die Welt der Zecken, statt bloß in die Welt der Apothekerzeitungen und Arztpraxen, lässt sich tatsächlich Beachtliches entdecken zu Wesen und Wirken dieser unbeliebtesten aller Milben.

Vielleicht ist die Komplexität des vielfältig vernetzten Lebens nirgends so sichtbar, wie in der Welt der Parasiten. Zecken können von Pilzen oder Fadenwürmern befallen werden. Pilze halten den Nährstoffkreislauf generell in Gang durch das Zersetzen organischen Materials.

Fadenwürmer dagegen sind die tierischen Komplizen bedrohter Pflanzen, deren Schädlinge sie befallen und schwächen. Außerdem werden Fadenwürmer selbst gefressen, zum Beispiel von Hundertfüßern, die wiederum von Spinnen gefressen werden, die wiederum von Vögeln gefressen werden.“²⁰

Ein Alltagsbeispiel mag das Fehlen nur weniger Arten verdeutlichen: Ein Haus etwa besteht aus tausenden verschiedenen Einzelteilen, die zusammen ein funktionierendes System ergeben. Entnimmt man diesem System, nur drei Teile — beispielsweise sechs Dachpfannen am First, ein Panoramafenster und die Umwälzpumpe der Heizungsanlage —, dann ist das Haus zwar nicht einsturzgefährdet, aber es kann nicht mehr geheizt werden und ist Sturm und Regen schutzlos ausgeliefert. Nach einiger Zeit wird es unbewohnbar sein.



Abb. 16: Folie Nr. 74 aus dem Vortrag von Max Schön. Angegebene Quelle: energie-experten.org

Können wir beim Haus die Folgen unseres Eingriffs durchaus noch einschätzen, so ist dies bei einem Eingriff in natürliche Systeme nicht mehr möglich. Wir können

sehr gut abschätzen wie groß der Einfluss der Honigbiene auf den Ertrag in Obst- Raps- oder Sonnenblumenplantagen ist (s. Abb. 17). Damit wissen wir aber immer noch nicht welche Wirkungen der Verlust von Wildbienen und anderer bestäubender Insekten haben. Die Systeme sind so komplex – wie am Beispiel der Zecken angedeutet wurde –, dass wir die Folgen des Eingriffs nicht mehr vorhersagen können.

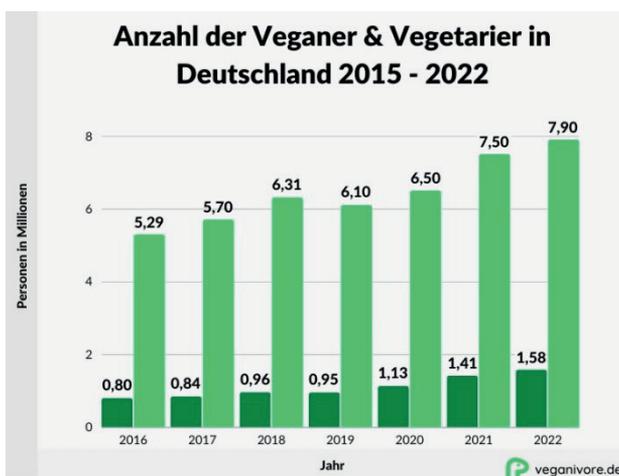


Abb. 17: Ertragssteigerung durch Honigbienen ²¹

Versteckte Überraschungen

Es herrscht vielfach die Meinung, dass der Gesetzgeber den größten Druck auf das System ausübt sich so zu verändern, dass der Klimawandel gestoppt werden kann. Ein größerer Druck wird aber von der Natur selbst und der Wirtschaft ausgeübt.

Einerseits wird immer deutlicher, dass der Wandel – weltweite Temperaturerhöhung, Zunahme von Extremwetterereignissen, Zunahme des Artensterbens u.a. – viele schneller und radikaler ist als er es jemals war.



- 2022 leben in Deutschland **1,58 Mio. Veganer (2 %)** und **7,9 Mio. Vegetarier (10 %)**.
- Vegetarier und Veganer sind zu **70 % weiblich** und zum **Großteil unter 30 Jahre alt**. 60 % von ihnen gaben als Grund für Fleischverzicht Nachhaltigkeit & Tierwohl an.
- Der deutsche Markt für Veggie Lebensmittel ist **über 1,2 Milliarden Euro** wert und wächst jährlich zwischen 25 % und 33 % .
- Deutschland ist **weltweit die Nummer 1 bei veganen Produkt-Neueinführungen** mit einem Anteil von 15 % der Lebensmittel und Getränke.

Abb. 18: Veganer und Vegetarier in Deutschland ²²

Andererseits kann sich auch das Kaufverhalten von Kunden oder das Investitionsverhalten der Finanzierer schneller ändern, als dies durch Gesetze möglich wäre. So ist beispielsweise die Anzahl der Vegetarier in Deutschland von 2016 bis 2022 von 5,3 Mio. auf 7,9 Mio. Personen ge-

stiegen (s. Abb. 18). Diese Entwicklung hat sich in den letzten Jahren im Lebensmittelangebot der Supermärkte, auch der Discounter, bemerkbar gemacht. In Europa oder auch in Amerika können wir als Kunden unser Einkaufsgewohnheiten ändern und damit auch zu einer Verbesserung der ökologischen Situation beizutragen. In großen Teilen der Welt ist dies aber nicht möglich, es sollte aber unser Ziel sein dies zu ermöglichen.

Aber auch die Lieferanten, insbesondere die Lieferanten von Geld, können schneller als wir uns das vorstellen können dazu beitragen, dass klimafreundliche Produkte und Prozesse einen größeren Stellenwert erhalten (s. Abb. 19).

Ein weiteres Beispiel sind die Anlagerichtlinien des Norwegischen Staatsfonds, die von den Prinzipien des ethischen Investments geprägt sind. Der Fonds investiert nach seinen Ethikrichtlinien nicht mehr in Unternehmen, die Massenvernichtungswaffen herstellen, gegen Menschenrechte verstoßen, Teilen der Rüstungsbranche oder der Tabakindustrie. Das norwegische Parlament beschloss im Juni 2015, dass alle Beteiligungen an Bergbaugesellschaften und Stromkonzernen verkauft werden sollen, deren Kohleanteil am Umsatz bei 30 Prozent oder höher liegt.²⁴

Die Entscheidung nicht mehr in klimaschädliche Produkte, Anlagen und Verfahren zu investieren, kann innerhalb kurzer Zeit – ein bis zwei Jahren – getroffen werden und eine große Wirkung zeigen. Die Veränderung des CO₂-Preises ist dagegen ein Instrument, das sehr viel langsamer wirkt.



Was ist zu tun?

Für jede Organisation – der große Konzern oder der kleine Handwerksbetrieb, die öffentliche Verwaltung oder der private Haushalt – ist die Transformation in eine nachhaltige Organisation notwendig.

(1) Dazu muss ein System von Risiko Sensoren installiert werden:

- Was bedeutet das Artensterben für mich? Welche Bedeutung hat die Honigbiene für mein Geschäft?
- Welche Bedeutung hat die Zunahme von Extremwetterereignissen für meine Organisation?

In einer Pressemitteilung der Munich Re vom 8.12.2011 heißt es nach flächendeckenden Über-

schwemmungen im Oktober und November 2011 in Thailand ²⁵:

.....„Thailand ist ein Weckruf. In Schwellenländern mit wachsender Bedeutung für die internationale *arbeitsteilige* Wirtschaft muss die Vorsorge für und die Anpassung an solche Naturgefahren verbessert werden, um Schäden zu begrenzen“, sagte Vorstandsmitglied Torsten Jeworrek.“.....

.....“ Insgesamt macht das Hochwasser erneut die Verletzlichkeit der vernetzten Weltwirtschaft deutlich. „Unternehmen tun gut daran, sich für ihre Schlüssellieferanten eine Alternative zu sichern, damit sie im Extremfall ausweichen und ihre Fertigung aufrechterhalten können.“.....

- (2) Wir müssen flexibler werden, um viel schneller auf unerwartete Ereignisse und heftige Veränderungen reagieren zu können.
 - Was bedeutet der schnelle Wechsel zwischen Trockenperioden und starken Regenfällen?
 - Was bedeuten veränderte Finanzierungsmöglichkeiten?
 - Änderung von Gewohnheiten und Anpassung an neue Gegebenheiten
- (3) Alle, die mit Kunden zu tun haben, müssen sich künftig darauf einrichten, dass diese ihr Verhalten unerwartet und ohne ersichtlichen Grund ändern.
- (4) Große Organisationen – Konzerne, Städte aber auch Verwaltungseinheiten – sollten die Widerstandsfähigkeit Ihrer Lieferketten (Resilienz) überprüfen:
 - Wo kommt die Ware eigentlich her? Über welche Häfen und Straßen wird sie transportiert?
 - Aus welchen Materialien besteht die Ware? Welche kritischen Anteile gibt es?
 - Ist die Lieferkette stabil? Sind die Lieferanten zuverlässig?
- (5) Gibt es genügend Eigenkapital, um flexibel und wirksam auf unerwartete Ereignisse reagieren zu können?

7. Positive Leitbilder für nachhaltige Lebensstile

Wenn die Bundesregierung zu einem Öko-Autogipfel mit großen schweren Limousinen vor dem Bundeskanzleramt vorfährt, dann wirkt dies sicherlich nicht glaubwürdig. Wenn aber der Bundestag, eine Landesregierung oder auch eine Kommune den Fuhrpark konsequent auf klimaneutrale Transportmittel - E-Autos, Fahrräder u.a. - umstellt, dann kann dies als Vorbild für andere Institutionen oder auch Einzelpersonen wirken. Jede Einzelperson kann durch ihr Verhalten als Vorbild wirken und damit positive Veränderungen bewirken.

„Wir brauchen positive Leitbilder für nachhaltige Lebensstile. „VoluntarySimplicity“ kann ein Leitprinzip werden auf dem Weg zu mehr Glück und weniger Verbrauch. In allen Weltreligionen findet sich ein Aufruf zur Mäßigung beim Konsum. Wir könnten allen Menschen weltweit einen beachtlichen Wohlstand ermöglichen und dennoch im Einklang mit der Natur leben, wenn wir Exzesse vermeiden, Fehlentwicklungen korrigieren und positive Leitbilder etablieren. Weniger kann mehr sein!“ ¹³.

TU ES ²⁷

„Nichtstun und Hoffnungslosigkeit sind gefährliches Gift gegen eine Wende zum Guten. Denkmuster können durchbrochen werden, Menschen können sich und ihre Gewohnheiten ändern – dafür gibt es viele Beispiele.

Wir sollten die Herausforderungen als Chance begreifen, die eigenen Prioritäten zu überdenken und die Folgewirkungen unseres Konsums zu betrachten, ohne dabei zu moralisieren. Nachhaltiger Konsum schont die Umwelt, ermöglicht ein besseres Leben für Menschen in ärmeren Län-

dern, verbessert die Lebensbedingungen unserer Kinder, und kann uns selbst erkennen helfen, dass Weniger auch Mehr sein kann.

Jeder kann seinen Beitrag leisten – Konsumenten, Bürger, Unternehmer, Politiker. Fangen wir damit gleich heute an, denn innerhalb von nur einer Generation muss der Wandel vollzogen sein!“¹³.

Literatur und Quellenhinweise

1. Bericht basierend auf dem Vortrag von Max Schön im Rahmen der Dienstagsvorträge am 23. Januar 2024 im Großen Saal der Gemeinnützigen in Lübeck
2. https://de.wikipedia.org/wiki/Hans_Carl_von_Carlowitz
Bildnachweis: Scan aus „Allgemeine Forstzeitschrift“, München, 7. Jahrgang, Nr. 39 vom 24.09.1952, S. 401
3. Hans Carl von Carlowitz, „Sylvicultura oeconomica oder haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur Wilden Baum-Zucht“, 1713, Cap. VII, § 20 S. 104 - 106
https://books.google.de/books?id=nFDAAAACAAJ&printsec=frontcover&hl=de&source=gbv_atb&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false (Button „E-Book lesen“, Download als pdf-Datei; Cap. VII § 20 befindet sich auf den Seiten 123 – 125 der pdf-Datei) digitalisiert von Google
4. Dennis Meadows, Die Grenzen des Wachstums, Deutsche Verlags-Anstalt Stuttgart 1972
5. Die Grenzen des Wachstums:
https://de.wikipedia.org/wiki/Die_Grenzen_des_Wachstums
6. Tabelle ausgewählter internationaler Konferenzen im Zuge der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen in <https://de.wikipedia.org/wiki/UN-Klimakonferenz>
7. Entnommen dem Vortrag von Max Schön (Folie Nr. 14); Quelle NDR
8. <https://www.atmosfair.de/de/>
9. Im Jahr 2023 betrug das verfügbare Einkommen privater Haushalte je Einwohner in Deutschland pro Jahr 27155 €.
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/258880/umfrage/verfuegbares-einkommen-privater-haushalte-je-einwohner-in-deutschland/>
10. <https://www.faz.net/aktuell/politik/ausland/fluechtlingsstroeme-in-afrika-und-doch-schon-in-europa-1594855.html>
11. [https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Lausitz Luftsport- & Techniktage 2013-Hinflug by-RaBoe_0369.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Lausitz_Luftsport-_%26_Techniktage_2013-Hinflug_by-RaBoe_0369.jpg)
12. Alistair Walsh, Extremwetter weltweit: Was sind die Gründe, Deutsche Welle 27.05.2024, <https://www.dw.com/de/extremwetter-weltweit-was-sind-die-gr%C3%BCnde/a-69148641>
13. 7 Thesen zur Wachstums-Diskussion, Deutsche Gesellschaft Club of Rome 2013, [https://web.leitz-cloud.com/1/files/share/2522/dgcor/kommunikation/publikationen/wachstum/thesen_wachstum .pdf/o0mTKCF0x1k?view=1](https://web.leitz-cloud.com/1/files/share/2522/dgcor/kommunikation/publikationen/wachstum/thesen_wachstum.pdf/o0mTKCF0x1k?view=1)
14. Planetare Grenzen <https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/infothek/planetare-grenzen/planetare-grenzen>
15. Weltweite CO₂-Emissionen
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2021 Worldwide CO2 Emissions \(by region, per capita, growth\); variwide diagram.png?uselang=de](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2021_Worldwide_CO2_Emissions_(by_region,_per_capita,_growth);_variwide_diagram.png?uselang=de)
16. Entwicklung der Weltbevölkerung <https://de.slideshare.net/slideshow/population-lesson-1-world-population-growth/11877887#2>
17. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/197703/umfrage/recyclingquoten-der->

- [hauptstroeme-von-abfaellen/](#)
18. <https://ourworldindata.org/grapher/co2-emissions-and-gdp?time=1990..latest&country=~DEU>
 19. Josef Settele, Jetzt ist die Zeit, die Natur zu retten
<https://www.spektrum.de/kolumne/biodiversitaet-ein-manifest-zum-schutz-der-artenvielfalt/1921888>
 20. Timm Lewerenz, Wozu ist die Zecke eigentlich gut?, <https://www.rnd.de/wissen/haben-zecken-einen-nutzen-3T3NA37RVZFDND7B7SHPGT7W2Y.html>
 21. https://www2.hu-berlin.de/bienenkunde2/Bilder-Downloads/FB/Aus-Weiterbildung/Lehrtafeln/LIB_Ertragssteigerung_100x70cm
 22. <https://veganivore.de/anzahl-veganer-statistiken-fakten/#2-wie-viele-veganer-und-vegetarier-gibt-es-in-deutschland>
 23. <https://www.munichre.com/en/company/about-munich-re/munich-re-group-ambition-2025.html>
 24. [https://de.wikipedia.org/wiki/Staatlicher_Pensionsfonds_\(Norwegen\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Staatlicher_Pensionsfonds_(Norwegen))
 25. <https://www.munichre.com/de/unternehmen/media-relations/medieninformationen-und-unternehmensnachrichten/medieninformationen/2011/2011-12-08-munich-re-erwartet-aus-ueberschwemmung-in-thailand-schaeden-von-etwa-500-mio-eur.html>
 26. <https://de.wikipedia.org/wiki/Solarindustrie>
 27. Motto an der Eingangstür des Katharineums in Lübeck



Max Schön wurde 1961 als Sohn einer Kaufmannsfamilie in Lübeck geboren. Im Jahr 1981 absolvierte er sein Abitur am Leibniz-Gymnasium Bad Schwartau.

Er studierte Betriebswirtschaftslehre mit den Schwerpunkten Absatzmarketing und Personalwirtschaft an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg in Stuttgart.

Nach dem frühen Tod seines Vaters Reinhold Schön übernimmt er 1985 im Alter von 23 Jahren die Leitung des Familienunternehmens MAX SCHÖN in Lübeck, einem Großhandel für Stahl, Rohre, Werkzeuge, Maschinen, Haustechnik-Produkten und Küchen. Nach dem Fall der Mauer gründet er Niederlassungen in Rostock, Stettin, Danzig, Riga und Tallinn.

Im Jahr 1995 bringt er die Großhandelsaktivitäten der MAX SCHÖN AG in die dänische Sanistål A/S, Aalborg ein, in der er heute noch Aktionär ist. Die Immobilienaktivitäten und den Kücheneinzelhandel bringt er in separate Unternehmen ein, in denen er bis heute Geschäftsführender Gesellschafter ist.

Seit rund 25 Jahren ist er zunehmend für Non-Profit-Organisationen tätig in den Sektoren der ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit, sowie in Sozial- und Kulturorganisationen.

Ergänzende Texte

1. Hans Carl von Carlowitz, „Sylvicultura oeconomica oder haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur Wilden Baum-Zucht“, 1713, Cap. VII, § 20 S. 105 ³

§. 20. Es ist aber auch bey dergleichen guten Vorsatz keine Zeit zu verlieren, natura progrediens semper multiplicatur per media. Das ist, weil die Natur ihre Vermehrung nicht anders als durch gewisse Mittel thut. Denn je mehr Jahr vergehen, in welchen nichts gepflanzt und gesäet wird, je langsamer hat man den Nutzen zu erwarten, und um so viel tausend leidet man von Zeit zu Zeit Schaden, ja um so viel mehr geschicht weitere Verwüstung, daß endlich die annoch vorhandenen Gehölze angegriffen, vollends consumiret, und sich je mehr und mehr vermindern müssen. Cum labor in damno est, crescit mortalium egestas. D. i. Wo Schaden aus unterbliebener Arbeit kömmt, da wächst der Menschen Armuth und Dürfftigkeit. Es läßt sich auch der Anbau des Holzes nicht so schleunig wie der Acker-Bau tractiren; Denn obgleich in zwey, drey oder mehr Jahren nach einander ein Mißwachs bey dem letztern sich ereignen solte, so kan hernach ein einig gesegnetes und fruchtbares Jahr, gleich wie bey dem Wein-Wachs, alles wieder einbringen; dahingegen wenn das Holz einmahl verwüstet, so ist der Schade in vielen Jahren, sonderlich was das grobe und starke Bau-Holz anbelanget, ja in keinem Seculo zu remediren, zumahl inzwischen sich allerley vicissitudines Rerum und Veränderungen begeben können.

Gestalt ein Haus: Wirth es befördert und bauet, der andere hingegen versäümet und wohl gar verwüstet, was etliche Jahr gebessert worden; und überhaupt zu reden, wo aus dem Verzug einige Gefahr zu besorgen und der daraus entstehende Schade unwiederbringlich, da muß man keine Zeit versäumen, und also man das Baum-Säen und Pflanzen eiligst zur Hand nehmen, aldiemeil eine lange Zeit erfordert wird, ehe die wilden Bäume zu gebührender Höhe, Stärke und Nutzen können gezogen werden, zumahl da, wie bereits erwehnet, ja auffer allem Zweifel ist, daß die Wunder-volle und schöne Gehölze bisher der größte Schatz vieler Länder gewesen sind, so man vor unerschöpflich gehalten, ja man hat es unzweifflich vor eine Vorraths-Kammer angesehen, darinne die meiste Wohlfarth und Aufnehmen dieser Lande bestehen, und so zu sagen das Oraculum gewesen, daß es ihnen an Glückseligkeit nicht mangeln könnte, indem man dadurch so vieler Schätze an allerhand Metallen habhaft

Aber da der unterste Theil der Erden sich an Erzten durch so viel Mühe und Unkosten hat offenbahr machen lassen, da will nun Mangel vorkommen an Holz und Kohlen, dieselbe gut zu machen; Wird deshalb die größte Kunst, Wissenschaft, Fleiß, und Einrichtung hiesiger Lande darinnen beruhen, wie eine sothane Conservation und Anbau des Holzes anzustellen, daß es eine continuirliche beständige und nachhaltende Nutzung gebe, weiln es eine unentbehrliche Sache ist, ohnewelche das Land in seinem Esse nicht bleiben mag. Denn gleichwie andere Länder und Königreiche, mit Getreyde, Viehe, Fischereyen, Schiffahrten, und andern von Gott gesegnet seyn, und dadurch erhalten werden; also ist es alhier das Holz, mit welchem das edle Kleinod dieser Lande, der Berg-Bau nemlich erhalten und die Erze zu gut gemacht, und auch zu anderer Nothdurfft gebraucht wird.

2. Thesenpapier des Club of Rome mit 7 Thesen zum nachhaltigen Wachstum (2013) ¹³

Wachstum? Ja bitte – aber 2.0!

„Mit seinem ersten Bericht über die „Grenzen des Wachstums“ stieß der CLUB OF ROME 1972 eine Debatte an, die heute aktueller ist denn je. Auch der gerade erschienene jüngste Bericht an den CLUB OF ROME „2052 –A Global Forecast for the Next Forty Years“ leistet dazu einen Beitrag. Wir belasten das Ökosystem Erde erheblich stärker als dauerhaft möglich ist –mit irreversiblen und dramatischen Folgen. Es gibt hierfür klare Signale der Natur und wissenschaftlich begründete Warnungen. Dennoch haben es die Industrienationen als die wesentlichen Verursacher bisher nicht geschafft, ihr Wirtschaftswachstum vom Naturverbrauch - also der nicht-erneuerbaren Nutzung der Natur - zu entkoppeln. Im Gegenteil, der Verbrauch steigt sogar. Wachstum wird vielfach immer noch als Selbstzweck angesehen und unkritisch mit Fortschritt und Lebensqualität identifiziert. Der damit faktisch verbundene Umwelt- und Ressourcenverbrauch wird ausgeblendet. Wachstum darf nicht zur Ideologie werden, es soll den Menschen dienen. Es gibt große Wert-schöpfungspotentiale durch Fortschritte im Umweltschutz, im Gesundheits- und im Bildungswesen, bei der Nutzung von Sonnen- und Windenergie, der Wasseraufbereitung, bei klimaschonenden Mobilitätssystemen, und nicht zuletzt schlicht beim Pflanzen von Bäumen, also kurz Wachstum 2.0. Dadurch verbessern wir zugleich die Lebensqualität vieler Menschen und schonen unsere natürlichen Lebensgrundlagen. Diese Potentiale neuartigen Wachstums 2.0 gilt es zügig und umfassend zu entwickeln, und dabei sind alle gesellschaftlichen Akteure gefragt.

1. Tief im roten Bereich – Ressourcenverbrauch und Umweltbelastung liegen bereits weit über den vertretbaren Grenzen

Eine öffentliche Diskussion um Wachstumsgrenzen muss sich an der Erkenntnis orientieren, dass wir unsere Ökosysteme bereits massiv und zum Teil irreversibel schädigen und damit unsere eigenen Lebensgrundlagen zerstören.

Der Klimawandel, die zunehmende Zerstörung fruchtbaren Bodens und lebenswichtiger Trinkwasserreserven, die Überfischung und Verschmutzung der Meere und das massive Artensterben zeigen ebenso wie zunehmende Konflikte um knapper werdende Energie- und Rohstoffreserven, dass wir kritische Wachstumsgrenzen überschritten haben und unseren übermäßigen Natur- und Ressourcenverbrauch schnell auf ein langfristig verträgliches Maß reduzieren müssen.

Wir müssen den absoluten Umweltverbrauch massiv reduzieren. Es gilt, möglichst vielen Menschen eine hohe Lebensqualität zu ermöglichen, ohne dass dies auf Kosten der Umwelt geschieht.

2. Den Industrienationen kommt eine besondere Verantwortung zu

Die Industrienationen tragen auch heute noch erheblich mehr zur gegenwärtigen Krise bei als andere Nationen. Sie sind daher auch in besonderer Weise verpflichtet, ihre Umweltbelastung zu reduzieren. In Deutschland stoßen wir zum Beispiel pro Kopf und Jahr etwa 10 Tonnen CO₂ aus, die Inder nur 2 Tonnen, die Afrikaner etwa eine Tonne. Damit wir das wichtige 2-Grad-Ziel bei der Klimaerwärmung erreichen, müssen wir uns weltweit bei maximal 2 Tonnen pro Kopf und Jahr treffen.

Unabhängig davon, was andere tun: Wir sollten in Deutschland engagiert auf Nachhaltigkeit setzen – aus Verantwortung, aber auch in der Erkenntnis, dass wir damit zugleich eine Blaupause schaffen, die unserer Wirtschaft zu Gute kommt.

3. In den Entwicklungsländern ist weiteres materielles Wachstum unabdingbar

Nach wie vor entbehrt ein Großteil der Menschen wesentlicher existentieller Lebensgrundlagen: sauberes Trinkwasser, ein Dach über dem Kopf, ausreichend Nahrung, medizinische Grundversorgung. Es ist nicht nur ein humanitäres Gebot, den Lebensstandard dieser Menschen möglichst rasch zu verbessern. Es liegt auch im Interesse der reichen Länder. Flankiert von Maßnahmen wie Geburtenregelung, besserer Bildung und verbesserter Berufschancen für Frauen wird dies helfen, das Bevölkerungswachstum zu verlangsamen – eine wichtige Bedingung für wirtschaftliche Entwicklung im Einklang mit der Natur. Dabei sollte das Wachstum der Entwicklungsländer auf Technologien basieren, die den Ressourcenverbrauch minimieren.

Wenn wir nicht wollen, dass die Menschen massenhaft dorthin gehen, wo der Wohlstand ist, muss man zulassen, dass sich Wohlstand weltweit entwickeln kann. Die reichen Länder müssen daher Wege für eine nachhaltige Wohlstandserzielung der armen Länder unterstützen.

4. Zusammenarbeit und Leapfrogging

Auf Basis bestehender Technologien ist es undenkbar, dass alle Menschen weltweit den gleichen materiellen Lebensstandard erreichen wie die Industrienationen. Doch was ist zu tun? Verbote wären weder wirkungsvoll noch legitim, denn zu lange haben nur wenige profitiert, und das auf Kosten der Umwelt. Deshalb ist es wichtig, dass wir aktiven Know-how Transfer bei Umwelttechnologien betreiben, Solidarität und inter-nationale Partnerschaften anstreben, und neue Mobilitäts- und Lebensstil-muster im Westen vorleben.

„Leapfrogging“ – das Überspringen alter Fehler und überholter Technologien – in den Schwellen- und Entwicklungsländern ist unsere einzige Chance. Deutschland muss dazu beitragen, dass unsere Fehler der Vergangenheit nicht von den aufstrebenden Ländern wiederholt werden. Darin liegen Chancen für gesellschaftliche Entwicklung, für die Umwelt und für die Wirtschaft.

5. Wirtschaften nach dem Vorbild der Natur: Kreislaufwirtschaft

Leben entsteht und vergeht, die Naturbewegt sich in Kreisläufen. Sie lehrt uns, wie perfektes Recycling aussieht.

Die einzige Energiequelle, die uns praktisch weltweit unbegrenzt zur Verfügung steht, ist die Sonne – denn auch Wind- und Wasserkraft nutzen sie letztlich. Das einzige Material, das wir unendlich nutzen können ist das wiederverwendete. All unsere Bemühungen müssen deshalb darauf abzielen, nur solche Ressourcen zu verbrauchen, die erneuert werden können. Hier liegen immense Innovationspotentiale und Chancen –zum Beispiel für neue Arbeitsplätze in den „kreativen Industrien“, für neue Geschäftsmodelle mit neuen Antworten auf alte Fragen.

Politik und Wirtschaft sollten sich klar zur Kreislaufwirtschaft bekennen. Eine „Null Abfall“-Politik könnte als Leitbild für Unternehmen ebenso dienen wie für Kommunen, als Orientierung für öffentliche Forschungsprogramme wie auch für die Mittelvergabe von Stiftungen. Denken und Wirtschaften in erneuerbaren Kreisläufen ermöglicht zukunftsgerichtete Innovationen, stei-

gert die Wettbewerbsfähigkeit und ist ein wichtiger Aspekt unternehmerischer Verantwortung.

6. Marktmechanismen sind der wichtigste Hebel – sofern die Rahmenbedingungen richtig gesetzt sind

Wo Angebot und Nachfrage zusammenkommen, kann der Markt, besser als jedes andere System, knappe Güter effizient verteilen. Allerdings benötigt jeder Markt auch Rahmenbedingungen. Auf einem nachhaltigen Markt müssen Güter wie biologische Artenvielfalt, saubere Umwelt oder intaktes Klima einen Preis haben – das ist heute nicht der Fall. Gerade auch die Entwicklung an den Finanzmärkten hat deutlich gemacht, dass falsche Anreizsysteme in Verbindung mit Maßlosigkeit und Gier in die Krise führen. Sie hat gezeigt, dass der Markt sich nicht selbst reguliert und wir kluge und entschiedene politische Weichenstellungen brauchen. Aus ökologischen Knappheiten müssen auch ökonomischen Knappheiten werden und letztere damit zu einem Kostenfaktor von praktischer mikroökonomischer Relevanz.

Umweltpolitische Maßnahmen sollten möglichst auf Wettbewerb und Marktmechanismen setzen, wie z.B. das Top-Runner-Modell, das Wettbewerb mit kontinuierlicher Verbesserung verbindet. Es gilt dabei, ein unbeirrtes Bemühen um internationale Übereinkünfte mit dem entschlossenen Voranschreiten bei nationalen oder europäischen Initiativen zu verbinden, damit die Preise die soziale und ökologische Wahrheit sagen.

7. Positive Leitbilder für nachhaltige Lebensstile

Verbesserte Umwelttechnologien und veränderte wirtschaftliche Rahmenbedingungen sind unverzichtbar für die Lösung unserer globalen Herausforderungen. Doch das alleine wird nicht genügen. Wir müssen verstehen lernen, welcher Ressourcenverbrauch mit unserem Konsum einhergeht und das zum Anlass nehmen, eingefahrene Konsummuster zu überdenken. Jeder soll lebenslang Entwicklungsperspektiven haben, die aber nicht mit stetiger Zunahme des Umweltverbrauchs verknüpft sind. Konsum ist kein Selbstzweck, sondern ein Mittel, um ein humanes und erfülltes Leben zu ermöglichen – für dieses Ziel kann Konsum nie Ersatz sein.

Wir brauchen positive Leitbilder für nachhaltige Lebensstile. „Voluntary Simplicity“ kann ein Leitprinzip werden auf dem Weg zu mehr Glück und weniger Verbrauch. In allen Weltreligionen findet sich ein Aufruf zur Mäßigung beim Konsum. Wir könnten allen Menschen weltweit einen beachtlichen Wohlstand ermöglichen und dennoch im Einklang mit der Natur leben, wenn wir Exzesse vermeiden, Fehlentwicklungen korrigieren und positive Leitbilder etablieren.

Weniger kann mehr sein!

Nichtstun und Hoffnungslosigkeit sind gefährliches Gift gegen eine Wende zum Guten. Denkmuster können durchbrochen werden, Menschen können sich und ihre Gewohnheiten ändern – dafür gibt es viele Beispiele.

Wir sollten die Herausforderungen als Chance begreifen, die eigenen Prioritäten zu überdenken und die Folgewirkungen unseres Konsums zu betrachten, ohne dabei zu moralisieren. Nachhaltiger Konsumschont die Umwelt, ermöglicht ein besseres Leben für Menschen in ärmeren Ländern, verbessert die Lebensbedingungen unserer Kinder, und kann uns selbst erkennen helfen, dass Weniger auch Mehr sein kann.

Jeder kann seinen Beitrag leisten – Konsumenten, Bürger, Unternehmer, Politiker. Fangen wir damit gleich heute an, denn innerhalb von nur einer Generation muss der Wandel vollzogen sein!“

Nobel Preis für Medizin und Physiologie 2023: Modifizierte RNA als Basis für die erfolgreiche Entwicklung von RNA-Impfstoffen

Eckhard Scheufler

Der Nobelpreis für Medizin und Physiologie 2023 würdigt die Ergebnisse zweier Wissenschaftler, die erst die rasante Entwicklung von hinreichend sicheren Impfstoffen zur Bekämpfung der Covid-19 Pandemie ermöglichten: Katalin Karikó und Drew Weissman (Nobel Assembly 2023). Es geht dabei nicht nur um die schnelle und kostengünstige Entwicklung von Covid-19-Impfstoffen, sondern um die Etablierung der RNA-Technologie für die Prävention anderer Infektionen bis hin zu immunbasierten Krebstherapien.



Abb.1: Katalin Karikó (geboren 17. Januar 1955 in Szolnok) ist eine ungarisch-US-amerikanische Biochemikerin.

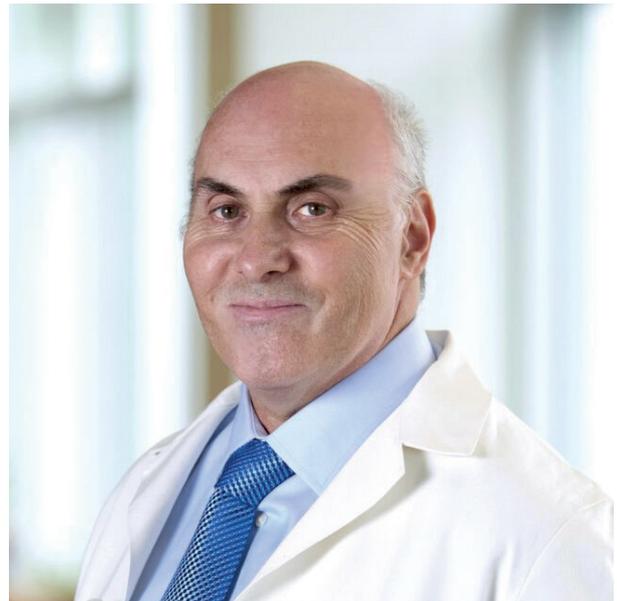


Abb. 2: Drew Weissman (geb. 7. September 1959 in Lexington) ist ein US-amerikanischer Immunologe und Mikrobiologe.

Die in Ungarn geborene und ausgebildete Biochemikerin Katalin Karikó forschte an der University of Pennsylvania an der Entwicklung von RNA-basierten Immun-Therapien, z.B. gegen Krebs. Sie traf dabei an derselben Universität auf den Immunologen Drew Weissmann, der wie sie sehr an den Erfolg von RNA-Technologien trotz vieler Widerstände glaubte.

Besonders die Verträglichkeit von synthetisch hergestellter nativer RNA erwies sich als Hürde für die Therapie. Das Nobelpreis-Komitee (2023) bezeichnet eine von beiden 2005 publizierte Arbeit als Durchbruch. Karikó und Weissman zeigen darin, dass der Ersatz von nativen Uridin durch das eng verwandte Pseudouridin in Lipid-Nanopartikeln „verpackter“ RNA unerwünschte Entzündungsreaktionen („Nebenwirkungen“) verhinderte (*Karikó et al 2005*).

Diese und andere Arbeiten waren später die Basis für die erfolgreiche Entwicklung der RNA Impfstoffe durch Biontech und Moderna in 2019/20. Weissman hält weiterhin einen Lehrstuhl an der University of Pennsylvania, während Karikó nach ihrer Zeit bei Biontech einen Lehrstuhl in ihrer Heimat an der Universität Szeged angenommen hat (FAZ 2023).

RNA-Impfstoffe im Konzert der verschiedenen Impfstofftypen

Ziel jeder Impfung ist es, geschwächte oder inaktivierte Viren oder auch nur charakteristische Teile eines krankheitserregenden Virus dem Immunsystem eines gesunden Menschen als Anti-

gen anzubieten, damit dieser Antikörper dagegen bildet und so vor einer späteren Infektion geschützt ist (Kurze Übersicht: Woody und Morelli 2021). Viele der bis heute verwendeten Impfstoffe basieren auf geschwächten ganzen Viren oder inaktivierten ganzen Viren: „Virus Vakzine“. Die bekanntesten Beispiele für geschwächte Viren sind die Impfstoffe gegen Mumps, Masern oder Gelbfieber. Sie ergeben meist eine langanhaltende Immunität, sind aber aufwändig in Entwicklung und Produktion. Max Theiler erhielt für die Entwicklung des Gelbfieber-Impfstoffes 1951 den Nobelpreis. Impfstoffe auf Basis inaktivierter Viren wie gegen Hepatitis A zeigen nicht selten eine mehr oder weniger kürzere Wirkungsdauer als die aus geschwächten Viren hergestellten und müssen dann aufgefrischt werden. Auch viele derzeitige Grippe-Impfstoffe nutzen inaktivierte Viren oder isolierte Protein-Komponenten solcher Viren. Bei allen bisher genannten Impfstoffen werden die betreffenden Viren in lebenden Systemen wie in ganzen Hühnereiern oder Zellkulturen zunächst vermehrt.

Die rasante Entwicklung der Molekularbiologie eröffnete in den letzten beiden Jahrzehnten neue Perspektiven. So können nun gezielt einzelne für ein Virus spezifische Proteine z.B. aus der Oberfläche des Virus *in vitro* synthetisiert werden und als Impfstoff verwendet werden:

„Protein Untereinheit Vakzine“. Ein prominentes Beispiel dafür ist der Novavax Covid-19 Impfstoff, der wie alle anderen modernen Impfstoffe auf dem sogenannten Spike-Protein 2 basiert. In diesem Fall ist der wirksame Bestandteil ein synthetisches Spike-Protein des Covid-19-Virus, wobei mehrere Spike-Proteine in einem speziellen Nanopartikel arrangiert werden.

Eine andere neu eröffnete Route für die Entwicklung von Impfstoffen besteht darin, dass man Teile des genetischen Codes von krankheitserregenden Viren in die DNA von nicht replizierenden Viren, z.B. spezielle Adenoviren-Linien, einschleust („Vector Vakzine“). Die so modifizierten Adenoviren befallen Zellen der geimpften Person und die körpereigenen Zellen produzieren nun das gewünschte Protein des krankheitserregenden Virus als Antigen für das Immunsystem. Bekannteste Beispiele dafür sind die Covid-19 Impfstoffe der Universität Oxford, der von Astra-Zeneca zur Zulassung gebracht wurde, und der Impfstoff von Johnson und Johnson. Die neueste Entwicklung sind die sogenannten „RNA-Vakzine“, die darauf beruhen, dass man die codierende RNA für ein Virus spezifisches Protein mit der Hilfe von Lipid-Nanopartikeln (LNP) verimpft. Genau für diese Art von Impfstoffen war die Forschung von Karikó und Weissman wegweisend. Die beiden Hauptvertreter sind die Impfstoffe von Biontech in Zusammenarbeit mit Pfizer und der von Moderna. Allen diesen biotechnologisch hergestellten Wirkstoffen ist gemeinsam, dass sie in kürzester Zeit entwickelt werden können, sobald der genetische Code des krankheitserregenden Virus bekannt ist. Dies zeigt sich exemplarisch daran, dass die vier wichtigsten Covid-19 Impfstoffe (von Biontech/Pfizer, Moderna, Astra-Zeneca und Johnson & Johnson/Janssen) ab Dezember 2020 nach etwa einem Jahr Entwicklungszeit jeweils kurz hintereinander von einer der beiden großen Arzneimittelbehörden, FDA oder EMA, zugelassen werden konnten.

Die beiden RNA-Impfstoffe zeigten dabei höchste Wirksamkeit mit Protektionsraten oberhalb von 90%. Trotz dieser beeindruckenden Wirksamkeit war den bisherigen RNA-Impfstoffen aber auch den anderen modernen Impfstoffen gemeinsam, dass sie nur einige Monate gegen Neuinfektionen wirksam waren (Lee et al. 2023) und deswegen zumindest eine weitere (dritte) Auffrischungsimpfung empfohlen wurde (RKI epidemiologisches Bulletin vom Mai 2023). Trotzdem zeigen sie aber einen langanhaltenden Schutz vor schweren Infektionen.

Struktur und Wirkung der RNA-Wirkstoffe

Wie schon vorher beschrieben liefern RNA-Impfstoffe den Bauplan, d.h. den genetischen Code, für ein charakteristisches Protein eines Virus. Im Fall der Covid-19 Impfstoffe wurde das sogenannte Spike-Protein des Virus gewählt. Dieses Protein soll von der geimpften Person selbst hergestellt werden, damit das eigene Immunsystem das fragliche Virus erkennen und bekämpfen kann. Die RNA ist theoretisch am besten für einen Impfstoff geeignet, weil die Ribosomen

das Spike-Protein direkt ohne Umwege aus der applizierten RNA herstellen können. Die praktischen Schwierigkeiten sind jedoch, dass die im Labor hergestellte RNA nicht ohne Hilfe die Zellwände durchqueren kann und dass sie sehr schnell abgebaut wird. Um dies zu umgehen, wird die RNA in sogenannte Lipid Nanopartikel (LNP) eingebaut (Übersicht bei Schoenmaker et al. 2021). LNPs sind künstliche Lipidtröpfchen mit definierter Struktur und bestehen aus Phospholipiden (natürlichen Zellmembran-Bestandteilen), Cholesterol, ionisierbaren stickstoffhaltigen Lipiden und aus einem Polyethylen-Glykol-Derivat, das z.B. mit zwei Fettsäuren kovalent verbunden ist. LNPs passieren die zellulären Membranen und lassen die RNA innerhalb der Zelle frei. Die Ribosomen des Geimpften erzeugen daraus das gewünschte körperfremde Protein als Antigen, im Fall der Covid-19 Impfstoffe das Spike-Protein. Das antigene Protein wird an die Zelloberfläche transportiert und dem Immunsystem präsentiert: es „lernt“, das Virus zu erkennen und zu bekämpfen (Abb.3)

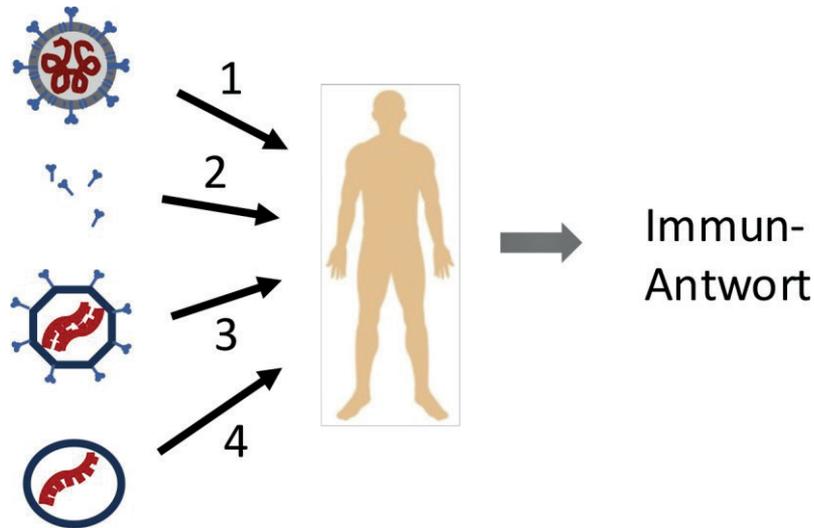


Abb. 3: Wirkprinzipien verschiedener Typen von Impfstoffen

- 1) Inaktivierte Viren
- 2) Protein Untereinheiten
- 3) DNA-Vektoren in Adenoviren
- 4) in LNP (Lipid Nanopartikel) eingeschlossene RNA

Höhere Wirksamkeit und Verträglichkeit eingeschleuster RNA durch Modifikation

Eine große praktische Schwierigkeit der RNA-Technologie besteht darin, dass körperfremde unmodifizierte RNA vom Immunsystem als solche erkannt wird. Der Körper reagiert mit Entzündungsreaktionen und verringert oder verhindert sogar die Wirkung der eingeschleusten RNA. An dieser Stelle kommen die Ergebnisse der beiden Nobelpreis-Träger ins Spiel: sie fanden, dass der Ersatz von nativem Uracil durch Pseudouracil in der eingeschleusten RNA Entzündungsreaktionen verhinderte (Kariko et al. 2005). Da der Ersatz von Uracil durch Pseudouracil in der RNA die Proteinproduktion durch Ribosomen nicht beeinflusst, können so ausreichende Mengen eines gewünschten Antigen-Proteins aus der modifizierten RNA hergestellt werden. Pseudouracil unterscheidet sich chemisch wenig von nativem Uracil und ist das Ergebnis einer Umlagerung im Basen-Ring des Uracils (Abb. 4)

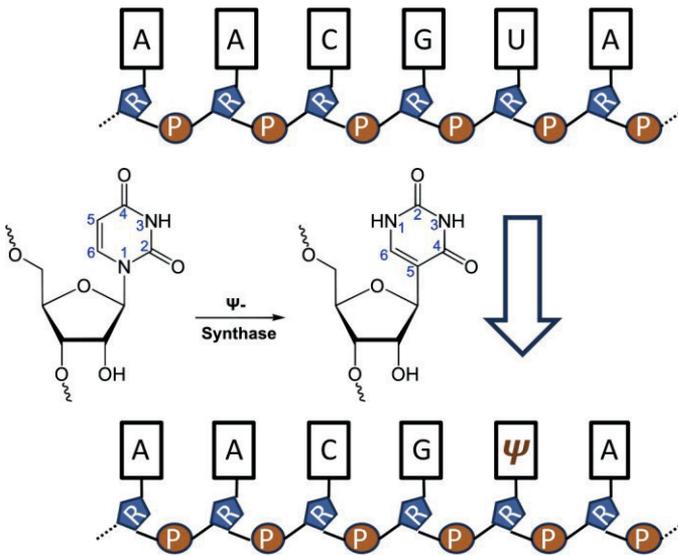


Abb. 4: Modifikation von Uracil (U) in nativer RNA (oberer Kettenausschnitt) zu Pseudo-Uracil (Ψ) in modifizierter RNA (unterer Kettenausschnitt) schützt eingeschleuste Fremd-RNA vor Entzündungsreaktionen des geimpften Organismus und erhöht so die Menge der auf Basis dieser RNA erzeugten Proteine. Zwischen den Kettenausschnitten ist die Konversion von Uridin (Uracil an Ribose gebunden) zu Pseudo-Uridin durch die Ψ-Synthase dargestellt. Verwendete Abkürzungen bei der RNA: Ribose (R), Phosphat-Rest (P); kodierende RNA-Basen sind Adenin (A), Cytosin (C), Guanin (G) und Uracil (U).

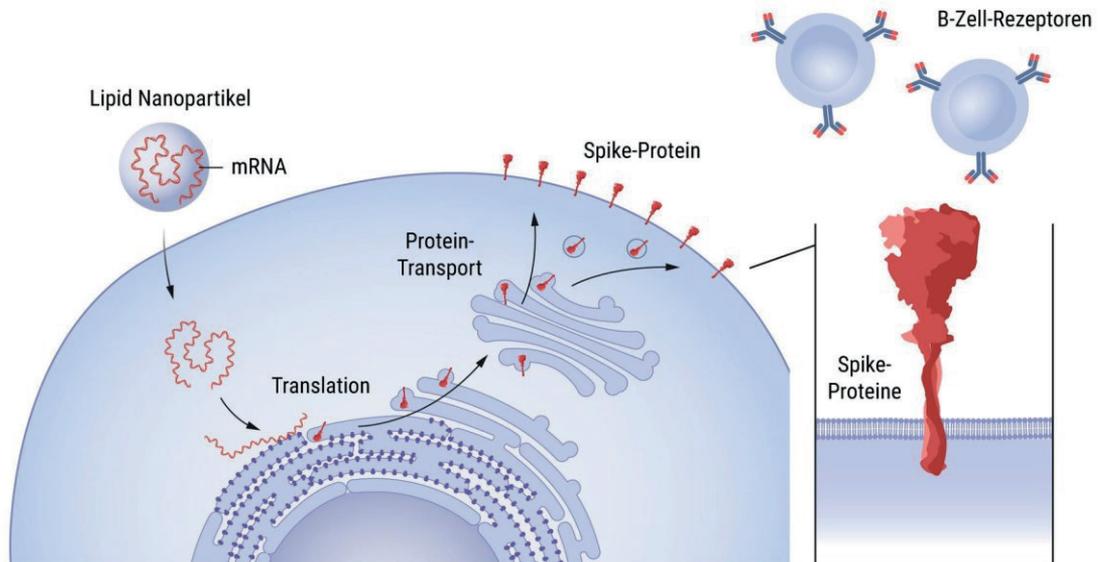


Abb. 5: Funktionsweise des mRNA Impfstoffes
Die mRNA des Impfstoffes ist von einer Lipidhülle umgeben, die es ihr ermöglicht, in die Zellen des Geimpften zu gelangen. Der Strang dient ihnen als Bauplan für die Produktion des Spike-Proteins. Das ist ein Molekül, das sich normalerweise auf der Oberfläche von SARS-CoV-2 befindet. B-Zellen erkennen die so produzierten Spike-Partikel als fremd und bilden spezifische Antikörper gegen sie aus (spektrum.de)

Potential der RNA-Technologie für weitere Therapien

Nachdem die Entwicklung der Impfstoffe in der Covid-19 Pandemie so erfolgreich war, werden nun vielfältige neue Wirkstoffe gegen Infektionen wie Grippe, die Zikavirus-Infektion, HIV/AIDS; Dengue-Fieber, Tollwut, Malaria oder Tuberkulose erforscht (Matarazzo and Bemencourt 2023). Darüber hinaus befinden sich schon seit einiger Zeit maßgeschneiderte Therapien gegen Krebszellen bis hin zu Gentherapie (Albertsen et al. 2022; Barbier et al. 2022) in der Entwicklung.

Literatur

- Albertsen CH, Kulkarni JA, Witzigmann D, Lind M, Petersson K, Simonsen JB (2022)
The role of lipid components in lipid nanoparticles for vaccines and gene therapy
Advanced Drug Delivery Reviews 188, 114416
DOI: 10.1016/j.addr.2021.114000
- Barbier AJ, Jiang AY, Zhang P, Wooster R and Anderson DG (2022)
The clinical progress of mRNA vaccines and immunotherapies
Nature Biotechnology 40, 840–854
DOI: 10.1038/s41587-022-01294-2
- FAZ.NET. Frankfurter Allgemeine. 19 August 2022: „Forscherin verlässt Biontech“.
- Karikó K, Buckstein M, Ni H, Weissman D (2005)
Suppression of RNA recognition by Toll-like receptors: the impact of nucleoside modification and the evolutionary origin of RNA.
Immunity 23: 165-75, 2005
DOI: 10.1016/j.immuni.2005.06.008
- Lee J, Woodruff MC, Kim EH and Nam JH (2023)
Knives Edge: Balancing immunogenicity and reactogenicity in RNA vaccines.
Experimental & Molecular Medicine (2023) 55:1305–1313
DOI: 10.1038/s12276-023-00999-x
- Matarazzo L and Bemencourt PJG (2023): mRNA vaccines: a new opportunity for malaria, tuberculosis and HIV.
Front. Immunol. 14:1172691.
DOI : 10.3389/fimmu.2023.1172691
- Nobel Assembly (2023)
https://www.nobelprizemedicine.org/wp-content/uploads/2023/10/Scientific_background_01.pdf
- RKI (2023)
https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2023/Ausgaben/21_23.pdf?__blob=publicaWonFile
- Schoenmaker L, Witzigmann D, Kulkarni JA, Verbeke R, Kerstena G, Jiskoota W, Crommelin DJA (2021) mRNA-lipid nanoparticle COVID-19 vaccines: Structure and stability. International Journal of Pharmaceutics 601 (2021) 120586 DOI: 10.1016/j.ijpharm.2021.120586
- spektrum.de: Nobelpreis für Physiologie oder Medizin 2023: Impfstoffe aus der Maßschneiderei
https://www.spektrum.de/news/nobelpreis-medizin-impfstoffe-aus-der-massschneiderei/2186085?utm_source=sdwv_daily&utm_medium=nl&utm_content=heute
- Wodi AP, Morelli V (2021)
Chapter 1: Principles of Vaccination
In Hall E, Wodi AP, Hamborsky J, Morelli V, Schillie S (eds.)
Epidemiology and Prevention of Vaccine-Preventable Diseases (14th ed.). Washington, D.C.: Public Health Foundation, Centers for Disease Control and Prevention.

Chemie-Nobelpreis 2023

Erforschung und Herstellung von Quantenpunkten

Wolfgang Czieslik

Moungi G. Bawendi, Louis E. Brus und Alexei I. Jekimow erhielten den Nobelpreis in Chemie 2023 für die Entdeckung und Synthese von Quantenpunkten. In Ultra-HD-Fernsehern optimieren Quantenpunkte die Hintergrundbeleuchtung und in LEDs sorgen sie für eine angenehme Lichttemperatur. In der Medizin dienen Quantenpunkte als Marker und sie katalysieren chemische Reaktionen.^{1,2}



Abb. 1: Alexei Iwanowitsch Jekimow (* 28. Februar 1945) wurde 1974 am Physikalisch Technischem Institut Joffe in St. Petersburg, Russland, zum Doktor für Physik promoviert. Ende der 1970er Jahre untersuchte er die Farbbildung von Gläsern, die mit Halbleitern dotiert waren. Dabei entdeckte er, dass die Größe der nanoskaligen Halbleiter-Kristalle maßgeblich für deren optische Eigenschaften ist. Seit 1999 lebt Jekimow in den USA. Er ist wissenschaftlicher Leiter des US-Unternehmens Nanocrystal Technology.³



Abb. 2: Louis Eugene Brus (* 10. August 1943) erhielt 1965 seinen Bachelor in chemischer Physik an der Rice University und wurde 1969 in chemischer Physik an der Columbia University promoviert. Von 1969 bis 1973 forschte er am United States Naval Research Laboratory, anschließend bis 1996 an den Bell Laboratories. Seit 1996 ist er Professor an der Columbia University. Brus ist der Entdecker kolloidalen Halbleiter-Nanokristalle, der Quantenpunkte.⁴



Abb. 3: Moungi Gabriel Bawendi (* 15. März 1961) erwarb 1982 einen Bachelor in Chemie und 1983 einen Master in Physikalischer Chemie an der Harvard University. 1988 wurde er in Chemie an der University of Chicago promoviert. Seit 1990 ist er Mitglied des Lehrkörpers am Massachusetts Institute of Technology (MIT), seit 1996 mit einer ordentlichen Professur. Bawendi entwickelte Methoden zur Herstellung von Halbleiter-Nano-Kristallen, deren Größe und Eigenschaften sehr genau festgelegt werden können.⁵

Quantenpunkte sind Materialstrukturen, beispielsweise Kristalle, in der Größenordnung von einem bis 10 nm und enthalten zwischen 10.000 und 1.000.000 Atomen. Einzelne Atome sind zwischen 0,1 und 1 nm groß. Viren, die man mit einem gewöhnlichen Lichtmikroskop nicht mehr sehen kann, sind etwa zwischen 20 und 300 nm groß.



Abb 4: Die Größe eines Quantenpunkts verhält sich zur Größe eines Fußballs wie die des Fußballs zur Erde. ¹

Quantenpunkte sind also Objekte, deren Größe zwischen der von Atomen und makroskopischen Objekten liegt. Objekte dieser Größenordnung sind schon sehr lange bekannt und werden dem Bereich der Kolloidchemie zugeordnet. Schon 1937 hat der Physiker Herbert Fröhlich (* 09. 12. 1905; † 23. 01. 1991) vorhergesagt, dass Objekte in der Größenordnung der Kolloide sich nicht wie makroskopische Objekte verhalten, sondern dass die Gesetze der Quantenmechanik wirksam werden. ⁶ In einem Praktikumsbuch zur Kolloidchemie von 1950 ⁷ findet man folgenden Abschnitt zum Thema „Teilchen und Farbe“:

„Zu einem roten Goldsol fügt man eine kleine Menge an 1n Aluminiumchlorid. Vor der Flockung ändert das Goldsol seine Farbe über violett nach blau. Die Farbe ist abhängig von der Teilchengröße. Rote Goldsole haben feinere Teilchen als blaue, wie die Ultrafiltration bestätigt. Die Teilchen vom roten Goldsol haben einen Durchmesser von etwa 20 μm , die vom blauen Goldsol von etwa 50 μm .“ ⁷

Die farbigen Gläser des Johannes Kunckel

Schon vor mehreren tausend Jahren fügten die Glasmacher dem geschmolzenen Glas Substanzen wie Silber, Gold und Cadmium hinzu und experimentierten mit verschiedenen Temperaturen, um schöne farbige Gläser herzustellen. Einer der herausragenden Glasmacher war Johannes Kunckel (* um 1630 in Wittenberg bei Plön; † 20. März 1703), dem es erstmals gelang gleichmäßig durchgefärbtes Glas und daraus größere Gefäße herzustellen. *„Genau genommen bestand das Geheimnis der Herstellung von massiven gleichmäßig durchgefärbten Gefäßen aus Goldrubinglas aus zwei Komponenten. Einmal ging es um die Zusammensetzung des Glasflusses, Rezeptur des Gemenges und chemische Natur und Anteil des Zusatzes an Gold und zum anderen um die Technologie des Aufschmelzens und die Temperaturführung beim Abkühlen bzw. bei nachfolgender Temperung der fertig geformten Gefäße. Gewöhnlich war das Goldrubinglas nach dem Abkühlen des Glasflusses nämlich zunächst farblos. Die prächtige Rubinfarbe entwi-*



„Wissenschaft, Erfahrung u. Verstand von allen Sachen, wollen diesen Lehren Maß nunmehr unvergleichlich machen: Und die Wahrheit, die das Ziel vor sich seine Augen funckeln! Krönete mit hohen Adel, schon dessen Namen JOHANN KUNCKELN.“
Ensc. a. L. Hübner von Wöhrd.

Abb. 5: Johannes Kunckel 1689 ⁸

ckelte sich erst durch einen nachträglichen sorgfältig kontrollierten Temperprozess. Bei diesem nachträglichen Tempern bilden sich die nanometrischen metallischen Goldteilchen, die die eigentlichen Träger der roten Farbe sind. Kunckel setzte das Gold in einer Präparation zu, die man auch noch heute als Cassiuschen Goldpurpur bezeichnet. Die Kenntnisse darüber hatten sich schon zu seiner Zeit verbreitet. Die erfinderische Leistung Kunckels bestand aber darin, diese chemischen Kenntnisse mit seinen umfangreichen Erfahrungen auf dem Gebiet der Glasschmelze zusammenzuführen. Sein eigentliches Know-how betraf die Technologie des gesamten Verfahrensablaufes.“⁹

Die Entdeckung von Alexei Jekimow

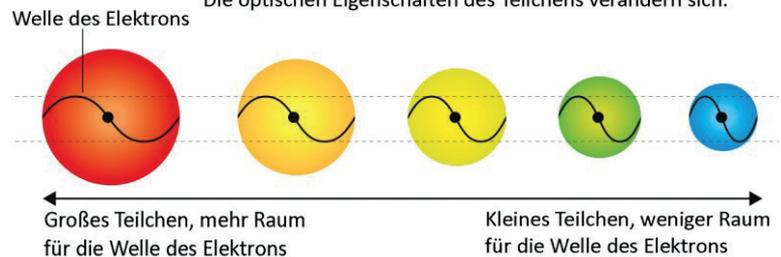
In den 1970er Jahren interessierte sich der diesjährige Nobelpreisträger für Chemie, Alexei Jekimow, für die Tatsache, dass eine einzelne Substanz je nach Herstellungsverfahren zu unterschiedlich gefärbten Gläsern führen kann. Am Ende der 1970er Jahre untersuchte er systematisch mit Kupferchlorid gefärbte Gläser, die sich durch die Herstellungsverfahren unterschieden. Er erhitzte das geschmolzene Glas auf Temperaturen zwischen 500°C und 700°C und variierte die Heizungszeit zwischen einer und 96 Stunden. Nach der Abkühlung des Glases untersuchte er das Glas mit der Röntgenspektroskopie und fand in jedem Fall, dass sich kleine Kupferchlorid-Kristalle gebildet hatten. Die Größe der Kristalle hing aber vom Herstellungsverfahren ab.

In einigen Glasproben waren sie nur 2 nm groß und in anderen bis zu 30 nm. Bei der Untersuchung der Absorption von Licht des Glases zeigte sich, das Glas mit den größten Kristallen das Licht in der gleichen Weise wie absorbierten wie normales Kupferchlorid. Je kleiner die im Glas vorhandenen Kristalle allerdings waren desto mehr verschob sich das Absorptionsmaximum zum blauen Licht, also dem Licht mit der kleineren Wellenlänge.



Abb. 6: Goldrubin Glas aus dem Museum Plön¹⁰

Wenn Teilchen nur einige Nanometer groß sind, verkleinert sich der für das Elektron zur Verfügung stehende Raum. Die optischen Eigenschaften des Teilchens verändern sich.



Quantenpunkte absorbieren Licht und emittieren es mit einer anderen Wellenlänge. Ihre Farbe hängt von der Größe der Teilchen ab.

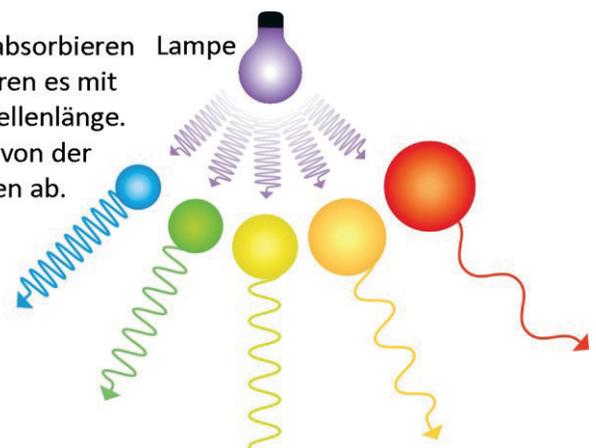


Abb. 7: Abhängigkeit optischer Eigenschaften von Nanoteilchen von ihrer Größe¹

Alexei Jekimow war der erste, dem es gelungen war, gezielt Quantenpunkte herzustellen, also Nanopartikel, die größenabhängige Quanteneffekte verursachen. 1981 veröffentlichte er seine Entdeckung in einer sowjetischen wissenschaftlichen Zeitschrift, die für westliche Forscher allerdings nur schwer zugänglich war.

Die Entdeckung von Louis Brus

Daher wusste der zweite Nobelpreisträger für Chemie 2023, Louis Brus, nichts von Alexei Jekimows Entdeckung, als er 1983 größenabhängige Quanteneffekte bei frei in einer Lösung schwimmenden Teilchen entdeckte. Louis Brus arbeitete damals in den Bell Laboratories an der Entwicklung von Katalysatoren für chemische Reaktionen, die mit Licht in Gang gesetzt werden. Brus machte die in einer Lösung befindlichen Teilchen möglichst klein, um eine möglichst große Oberfläche zu erhalten, an der die chemische Reaktion stattfinden kann.

Bei diesen Arbeiten beobachtete er, dass sich die optischen Eigenschaften der Lösungen änderten, wenn er sie eine längere Zeit stehen ließ. Es vermutete, dass dies mit einer Vergrößerung der Teilchen zu hat. Um dies zu bestätigen, stellte er in einer Lösung Cadmiumsulfid-Teilchen mit einem Durchmesser von 4,5 nm her und verglich deren Absorption von Licht mit der von Teilchen mit einem Durchmesser von 12,5 nm. Dabei stellte er fest, dass die kleineren Teilchen Licht mit einer kleineren Wellenlänge absorbieren als die größeren Teilchen. Das Absorptionsmaximum der kleineren Teilchen ist im Vergleich zu den größeren Teilchen zum blauen Licht verschoben. Brus, der seine Arbeit 1983 publizierte, erkannte genauso wie Jekimow, dass er einen von der Teilchengröße abhängigen Quanteneffekt entdeckt hatte.

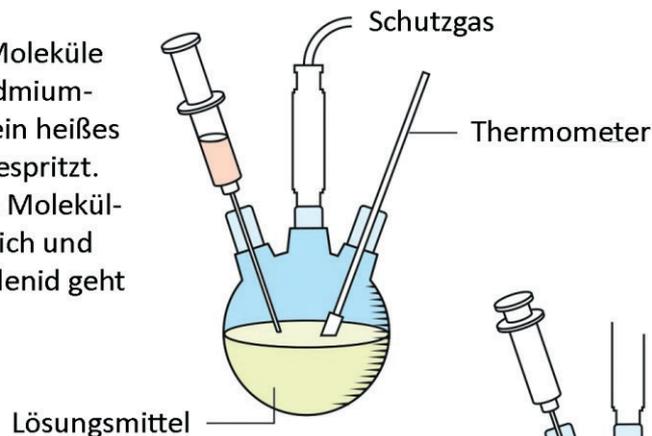
Die Herstellung von Quantenpunkten von genau definierter Größe durch Mounji Bawendi

Die optischen Eigenschaften eines Stoffes werden vereinfacht gesagt von den Energiestufen und der Verteilung der Elektronen auf den Energiestufen bestimmt. Aber auch andere Eigenschaften, wie beispielsweise die elektrische Leitfähigkeit oder die Fähigkeit chemische Reaktionen zu katalysieren, hängen von den genannten Größen ab. Wenn also optische Eigenschaften im Nanometer-Bereich von der Größe der Teilchen abhängen, dann spielt die Größe auch für andere Eigenschaften eine Rolle, was die Chemiker für die Entwicklung neuer Materialien nutzen konnten.

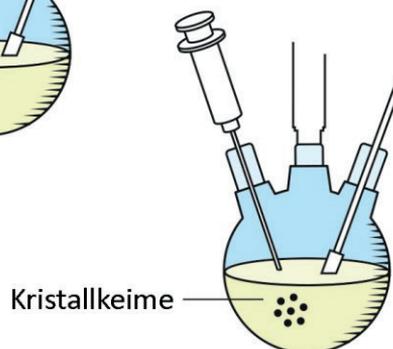
Allerdings waren die Methoden zur Herstellung von Nanoteilchen – die Quantenpunkte –, die Louis Brus zur Verfügung standen, nicht geeignet um Teilchen einheitlicher Größe und Qualität zu erhalten. 1988 begann Mounji Bawendi, der dritte Nobelpreisträger für Chemie des Jahres 2023, im Labor von Louis Brus die Methoden zur Herstellung von Quantenpunkten weiter zu entwickeln und konnte tatsächlich die Qualität der Kristalle verbessern. Für weitere Anwendungen war die Qualität allerdings noch nicht gut genug.

1990 wechselte Bawendi an das MIT und setzte dort seine Arbeit an der Entwicklung von qualitativ sehr hochwertigen Quantenpunkten fort. 1993 veröffentlichte er ein Verfahren, mit dem er gezielt Nanokristalle zwischen einem und 11,5 Nanometern herstellen konnte.¹¹ Als Ausgangssubstanz benutzte er metallorganische Verbindungen – dies sind Verbindungen, in denen Metallatome mit einer organischen Verbindung verbunden sind –, die er in ein sehr heißes Lösungsmittel einspritzte. Dabei zerfällt der organische Teil und an der Einspritzstelle bildet sich eine übersättigte Lösung des Metalls, wobei sich die gewünschten Kristalle bilden. Da sich die Lösung durch das Einspritzen schlagartig abkühlt, stoppt das Kristallwachstum, was gewünscht und entscheidend für den weiteren Prozess ist. Jetzt wird die Lösung langsam wieder erhitzt, was dazu führt, dass die entstandenen Kristallkeime an Größe zunehmen und eine wohlgeordnete Struktur entwickeln können. Ist die gewünschte Größe erreicht, dann lässt man die Lösung abkühlen.

1 An organische Moleküle gebundenes Cadmiumselenid wird in ein heißes Lösungsmittel gespritzt. Die organischen Moleküle zersetzen sich und das Cadmiumselenid geht in Lösung.



2 Da die Lösung an der Einspritzstelle übersättigt ist, kristallisiert das Cadmiumselenid sofort aus. Durch das Einspritzen kühlt die Lösung ab, so dass die Kristallbildung gestoppt wird.



3 Wenn Bawendi die Temperatur der Lösung erhöht, beginnen die die Kristalle sofort wieder zu wachsen. Je länger dies dauert, desto größer werden die Kristalle. Durch Abkühlung zum richtigen Zeitpunkt kann man die Größe der Kristalle präzise steuern.

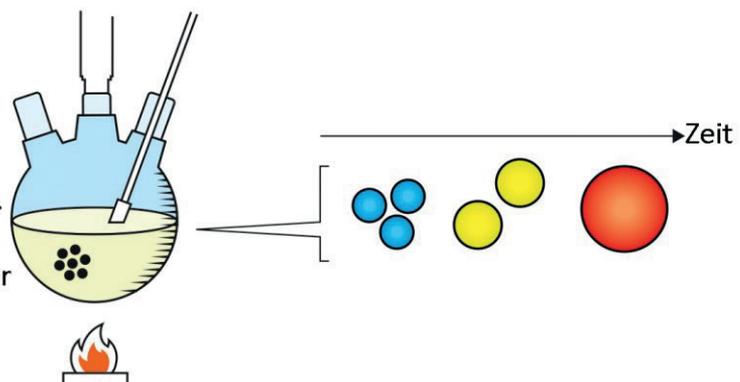


Abb. 8: Schematische Darstellung der Herstellung von Quantenpunkten mit genau definierter Größe ¹

Anwendung von Quantenpunkten in Wissenschaft und Technik

Durch Bawendis Arbeit war es nun möglich, Quantenpunkte gezielt für technische Anwendungen herzustellen. Solarzellen sollen künftig mit Quantenpunkten effektiver Energie absorbieren können. In der medizinischen Diagnostik können sie als leuchtkräftige, für das Gewebe unschädliche Markierungssubstanzen verwendet werden. Da die Quantenpunkte eine große Oberfläche haben, können sie auch als Katalysatoren für chemische Reaktionen eine größere Rolle spielen.

Bändertheorie

Die optischen Eigenschaften von Quantenpunkten lassen sich mit den Bindungen zwischen den Atomen in Metallen, beispielsweise Lithium, und Halbleitern erklären.

Ein Lithium-Atom besitzt drei Elektronen, zwei davon auf der ersten Energiestufe (1s – Orbital) ein Elektron auf der zweiten Energiestufe (2s-Orbital). Ein Orbital ist ein Raum, in dem sich die Elektronen am wahrscheinlichsten aufhalten. Nähern sich nun zwei Lithium-Atome, dann überlappen sich die beiden 2s – Orbital der Atome und bilden zwei Molekülorbitale, wobei eines eine kleinere Energie und das andere eine größere Energie hat als die beiden Atom-Orbitale (s. Abb. 9 beim Li_2).

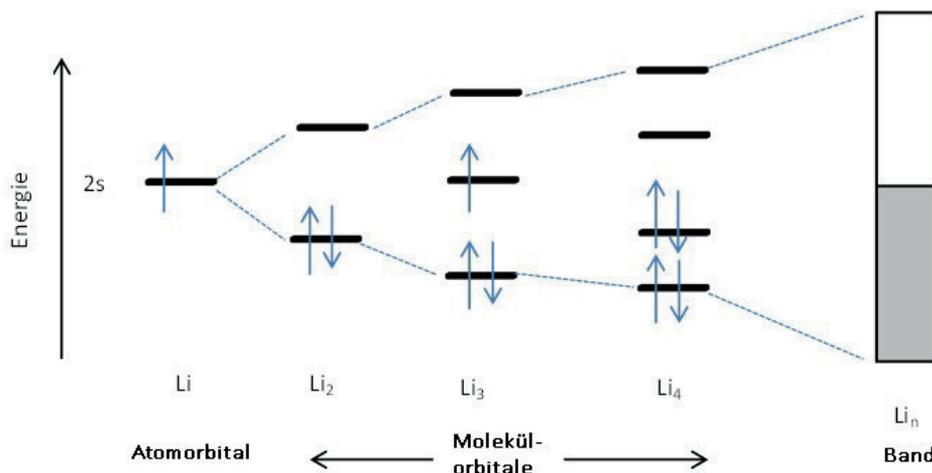
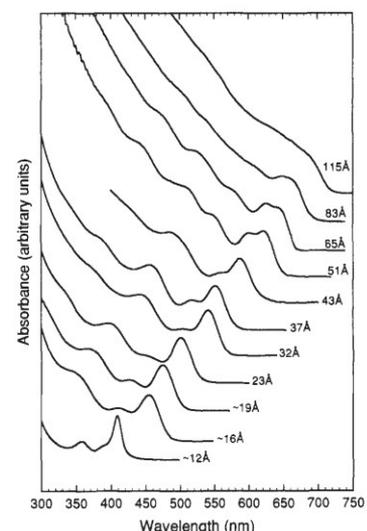


Abb. 9: Bändertheorie dargestellt am Beispiel der Bindung von Lithium-Atomen. Je mehr Lithium-Atome miteinander wechselwirken, desto mehr ähneln sich die Energien der Molekülorbitale. Durch die Überlappung von Millionen von Molekülorbitalen bildet sich ein Energieband, das zur Hälfte mit Elektronen gefüllt ist, die zur Bindung zwischen den Lithium-Atomen beitragen. Die Elektronen werden durch die Pfeile dargestellt.¹²

Vergrößert man nun die Anzahl der wechselwirkenden Lithium-Atome, z.B. auf 100, dann gibt es 100 Molekülorbitale, von denen 50 Orbitale mit einer kleineren Energie als die der Atomorbitale jeweils mit zwei Elektronen besetzt sind - dies sind die bindenden Molekülorbitale. Die 50 leeren Molekülorbitale mit der größeren Energie werden als nichtbindende Orbitale bezeichnet. Im festen Lithium gibt es nun Millionen von Lithium-Atomen mit einem Elektron in einem 2s-Orbital die miteinander in Wechselwirkung treten und Millionen von Molekülorbitalen mit sehr ähnlichen Energien. Die Energielücken zwischen diesen Molekülorbitalen sind so klein, dass sich ein Energieband bildet.

J. Am. Chem. Soc., Vol. 115, No. 19, 1993 8709



Optische Absorptionsspektren bei Raumtemperatur von CdSe Nanokristallen gelöst in Hexan in der Größe von etwa 12 bis 115 Å (1 Å = 0,1 nm)

Abb. 10: Bildunterschrift verändert nach Abb. 3 in¹¹

Grundsätzlich ist die Beschreibung der Bindungsverhältnisse im Lithium auch für Quantenpunkte geeignet. In kleinen Quantenpunkten mit 10.000 Atomen ist die Energielücke zwischen den bindenden und den nichtbindenden Molekülorbitalen größer als in solchen mit 1.000.000 Atomen. Bestrahlt man die Substanz mit Licht, dann können Elektronen von den bindenden Orbitalen in nichtbindende Orbitale wechseln, wenn die Energielücke zwischen diesen Orbitalen der Lichtenergie entspricht. Kleine Quantenpunkte mit einer großen Energielücke absorbieren beispielsweise blaues Licht mit einer Wellenlänge von etwa 400 nm, während größere Quantenpunkte z.B. grünes Licht mit einer Wellenlänge von etwa 550 nm absorbieren (s. Abb. 10).

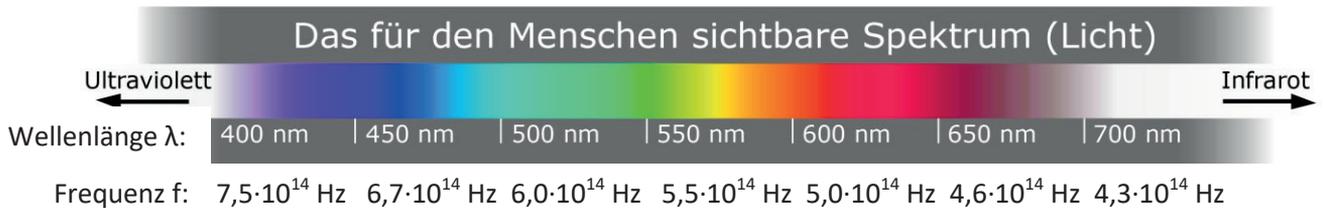


Abb. 11: Elektromagnetische Strahlung, also auch Licht, ist umso energiereicher je größer die Frequenz bzw. je kleiner die Wellenlänge ist. 1 Hz : Eine Schwingung pro Sekunde
Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Frequenz: $c = \lambda \cdot f$ (c: Lichtgeschwindigkeit)

Literatur und Quellenangaben

1. Dieser Text beruht im Wesentlichen auf dem entsprechenden Text des schwedischen Nobelpreiskomitees: Nobelprize in Chemistry 2023 – Popular science background
<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2023/popular-information/>
2. Ein deutschsprachiger Bericht „Chemie-Nobelpreis 2023: Quantenkristalle aus der Zwischenwelt“ von Lars Fischer und Verena Tang findet sich unter
https://www.spektrum.de/news/chemie-nobelpreis-2023-die-quantenpunkte-aus-der-zwischenwelt/2186634?utm_source=sdwv_daily&utm_medium=nl&utm_content=edi
3. https://de.wikipedia.org/wiki/Alexei_Iwanowitsch_Jekimow
4. https://de.wikipedia.org/wiki/Louis_Brus
5. https://de.wikipedia.org/wiki/Moungi_Bawendi
6. Fröhlich, H., Die spezifische Wärme der Elektronen kleiner Metallteilchen bei tiefen Temperaturen. Physica 1937, IV (5), 406 - 412.
7. H. Thiele, Praktikum der Kolloidchemie, Verlag Dr. Dietrich Steinkopff, Frankfurt a. M. 1950, S. 101; Maßeinheit $m\mu$: Milli-Mikro-Meter, 1 tausendstel von einem millionstel Meter); $1m\mu = 1nm$ (Nanometer)
8. <https://www.sil.si.edu/DigitalCollections/hst/scientific-identity/fullsize/SIL14-K002-10a.jpg>
9. Wörtliches Zitat aus „Lothar Kuhnert, Das Goldrubinglas“, https://www.chemieforum-erkner.de/bilder/personen/Kuhnert_Kunckel/Goldrubinglas.pdf
10. <https://sh-guide.de/de/eintrag/museum-des-kreises-ploen/>
Die norddeutsche Glassammlung, zu der auch das Goldrubin Glas gehört, ist eines der Highlights des Museums des Kreises Plön in Plön.
11. C. B. Murray, D. J. Norris and M. G. Bawendi, Synthesis and Characterization of Nearly Monodisperse CdE (E = S, Se, Te) Semiconductor Nanocrystallites, J. Am. Chem. Soc. , 115, 1993, 8706-8715
12. Andrew Burrows, John Holman, Andrew Parsons, Gwen Pilling, Gareth Price „Chemistry³ – introducing inorganic, organic and physical chemistry“, Oxford University Press New York 2009, S. 232 f.

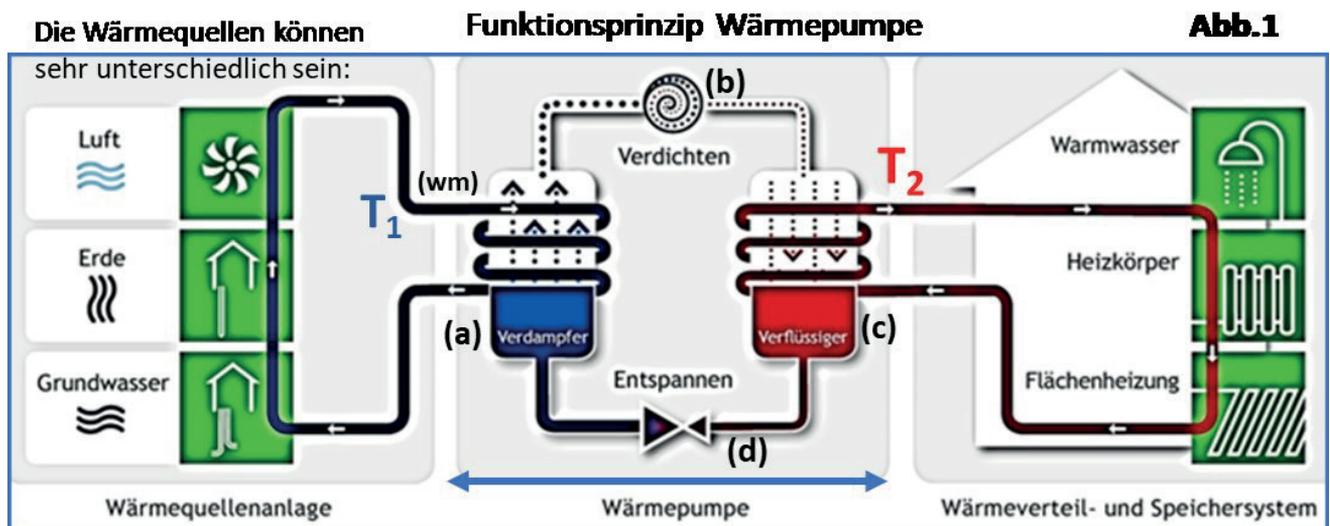
Nutzungskonzepte regenerativer Energien: Das Traumpaar Wärmepumpe mit Photovoltaik

©Thomas_Müller

Thomas Müller

Zusammenfassung eines Vortrag vom 21.09.2023 von Thomas Müller im Gesprächskreis des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Lübeck.

Eine Wärmepumpe entzieht einem kälteren Reservoir mit der Temperatur T_1 (z.B. Erdrich, Umgebungsluft, Grundwasser) Wärmeenergie und transportiert diese Wärme Q_1 in ein zweites Reservoir – beispielsweise eine Heizungsanlage - mit der höheren Temperatur T_2 . Die hierzu erforderliche Überführungsenergie wird der Wärmepumpe in der Regel als elektrische Energie zugeführt.



Das zentrale Funktionselement einer Wärmepumpe ist der Kältemittel-Kreislauf, in dem ein Kältemittel mit sehr niedrigem Siedepunkt zirkuliert. Dieser Kreislauf umfasst die vier Komponenten Verdampfer (a), Verdichter (b), auch Kompressor genannt, Verflüssiger (c), auch Kondensator genannt und Expansionsventil (d) (vgl. Abb.1)

Die Temperatur T_1 des Wärmequellenmediums - dieses strömt bei (wm) in den Verdampfer, vgl. Abb1 - ist im Vergleich viel höher als der Siedepunkt des Kältemittels, das bei (a) flüssig in den Verdampfer gelangt und diesen – nun „erhitzt“ durch das Wärmequellenmedium – gasförmig verlässt weiter nach (b) .

Der Verdichter (b) komprimiert dieses Gas erheblich und erhöht somit seine Temperatur auf ein für Heizanlagen nutzbares Niveau. Der Verflüssiger (c) überträgt die Wärme des heißen Gases über einen Wärmetauscher unmittelbar an das Heizungswasser, dieses verlässt den Verflüssiger mit der Vorlauftemperatur T_2 .

Das somit hier abgekühlte Kältemittel ist wieder flüssig und fließt weiter zum Expansionsventil (d), wird hier funktionsmäßig (u.a. druckvermindert) wieder dem Verdampfer angepasst, der Kreislauf beginnt somit bei (a) von neuem.

Die Vorlauftemperaturen (T_2 in obiger Abb.1) von modernen, marktgängigen Wärmepumpen erreichen Werte bis zu $70\text{ }^\circ\text{C}$ bei Außentemperaturen von etwa $-10\text{ }^\circ\text{C}$.

Hierzu zwei konkrete Beispiele: Die beiden Luft-Wasser-Wärmepumpen Viessmann Vitocal 250-A (Testsieger Platz 1 Sept. 2023 bei Stiftung Warentest) und Wolf CHA – 10/400V (Platz 2 im Test) erfüllen die o.g. Kriterien.

Üblicherweise haben Luft-Wasser-Wärmepumpen für den Notfall (sehr kalte Umgebungsluft)

einen leistungsstarken elektrischen Heizstab als zweites Heizsystem eingebaut. Das gilt auch für die soeben genannten Geräte.

Die Bezeichnung einer Wärmepumpe richtet sich nach der Wärmequelle (Reservoir1) mit der Temperatur T_1 und dem Wärmeabgabe- Bereich (Reservoir2) mit der Temperatur T_2 .

Abb.2 kennzeichnet hier eine Sole-Wasser-Wärmepumpe. Sole ist eine wässrige Lösung von Salzen und fließt hier in den frostfrei gelegenen Rohren des Erdkollektors (Reservoir1). Reservoir2 ist hier das mit Wasser gefüllte Heizsystem des Gebäudes.

Die Erdwärme in ca.1,5m Tiefe ist ganzjährig ziemlich konstant bei etwa $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Das ist ein Vorteil im Vergleich zur Luft-Wasser-Wärmepumpe, die erhebliche Temperaturschwankungen der Umgebungsluft erfährt.

Eine wichtige Größe zur Beschreibung der Leistungsfähigkeit einer Wärmepumpe ist ihre Leistungszahl, auch **COP** genannt.

Sie beschreibt das Verhältnis der an das Heizungsnetz abgegebenen Wärmeenergie Q_w zur aufgenommenen elektrischen Energie W der Wärmepumpe: **Leistungszahl COP = Q_w / W** (vgl. Abb.3).

Hierzu ein Beispiel: Eine Wärmepumpe liefert die Wärmeenergie $Q_w = 3,5\text{ kWh}$ an die Gebäudeheizung, hierzu benötigt sie die elektrische Energie $W=0,69\text{ kWh}$. Somit ist ihre Leistungszahl= $3,5\text{ kWh} / 0,69\text{ kWh} = 5,07$ (dimensionsfreie Zahl).

Die gesamte Wärmeenergie $Q_w = Q_1 + W$ ist hier also etwa 5-mal so groß wie die benötigte elektrische Energie W . Die Energie $Q_1 = 3,5\text{ kWh} - 0,69\text{ kWh} = 2,81\text{ kWh}$ ist Umgebungswärme. 1 kWh elektrische Energie erzeugt hier etwa 5 kWh Wärme.

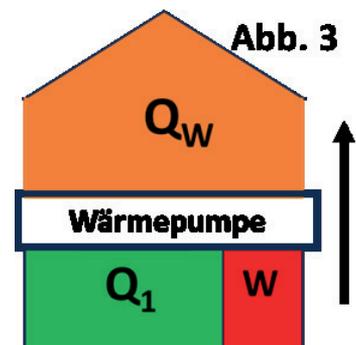
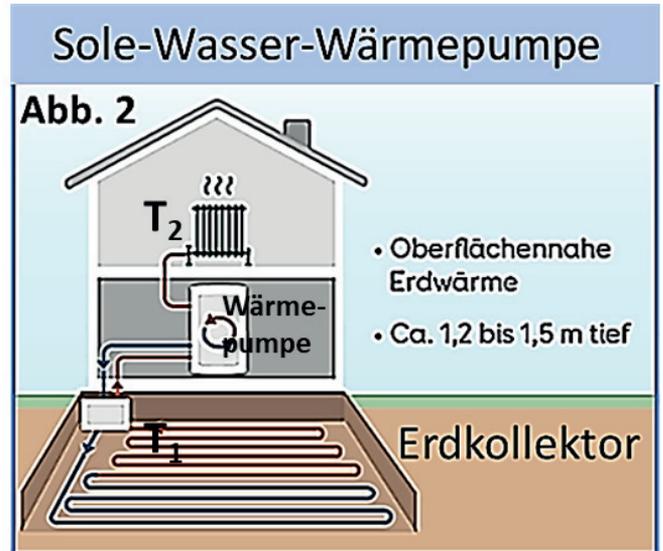
Übliche Luft-Wasser-Wärmepumpen haben im Durchschnitt die Leistungszahl ca. 4, Sole-Wasser-Wärmepumpen die Leistungszahl ca. 5. Diese Leistungszahlen sind stark abhängig von den jeweils vorliegenden Temperaturen T_1 und T_2 .

In Abb.4 ist die Abhängigkeit der Leistungszahl einer üblichen Luft-Wasser-Wärmepumpe von den Temperaturen T_1 (Umgebungsluft) und T_2 (Vorlauftemperatur). dargestellt.

Das Paar (T_1/T_2) nennt man auch den Betriebspunkt der Wärmepumpe.

Die Tabelle in Abb.4 stammt aus dem Datenblatt des Gerätes aroTHERM plus VWL 35/6. In allen 4 Fällen ist die gewählte Vorlauftemperatur $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, die jeweiligen Lufttemperaturen sind $-7\text{ }^{\circ}\text{C} / 2\text{ }^{\circ}\text{C} / 7\text{ }^{\circ}\text{C} / 10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Im Betriebspunkt ($10\text{ }^{\circ}\text{C} / 35\text{ }^{\circ}\text{C}$) (vgl. Pfeil in 4.Tabellenzeile) liefert die Wärmepumpe die Heizleistung $3,4\text{ kW}$, hier gilt $\text{COP} = 5,3$. Für den Betriebspunkt ($-7\text{ }^{\circ}\text{C} / 35\text{ }^{\circ}\text{C}$) ist die Leistungszahl



Heizleistung/Elekt.Leistung/COP bei A-7/W35	3,6 kW/ 1,55 kW / 2,2
Heizleistung/Elekt.Leistung/COP bei A2/W35	2,0 kW / 0,51 kW / 3,9
Heizleistung/Elekt.Leistung/COP bei A7/W35	3,3 kW / 0,69 kW / 4,8
Heizleistung/Elekt.Leistung/COP bei A10/W35 ←	3,4 kW / 0,64 kW / 5,3
Vaillant Heizungswärmepumpe Luft/Wasser	
Abb. 4 aroTHERM plus VWL 35/6 A	

©Thomas Müller

COP=2,2 , also viel kleiner.

Allgemein gilt: Der COP einer Wärmepumpe gilt nur für einen bestimmten Betriebs-punkt, er wird messtechnisch in Praxisanwendungen der Wärmepumpe bestimmt.

$$\text{Carnot-Leistungszahl} = \frac{T_2}{T_2 - T_1}$$

Temperaturen in Kelvin

Reale Wärmepumpen haben aufgrund von Reibungsverlusten in den internen Bauteilen (z.B. Kompressor, Pumpen) stets Leistungszahlen, die deutlich kleiner sind als im reversiblen Idealfall einer völlig verlustfrei – also reversibel – arbeitenden Wärmepumpe.

Eine gute Erläuterung betreffend diesen Idealfall der Carnot-Leistungszahl - auch mit COP_{max} bezeichnet - ist im Buch „Physik/ P.Tipler, G.Mosca“ dargestellt.

Die Leistungszahl COP ist nach oben begrenzt, der theoretisch maximal mögliche COP-Wert ist die Carnot-Leistungszahl COP_{max} , in der Praxis gilt $COP < COP_{max}$.

Das Verhältnis $\epsilon = COP / COP_{max}$ der realen zur idealen Leistungszahl heißt Gütegrad der Wärmepumpe; praktisch werden Gütegrade um 0.4 bis 0.6 erreicht.

Tatsächliche Leistungszahlen erreichen also nur 40% bis 60% von COP_{max} (Carnot).

vgl. hierzu: [www.effiziente-waermepumpe.ch/wiki/Leistungszahl_\(COP\)](http://www.effiziente-waermepumpe.ch/wiki/Leistungszahl_(COP))

Hier ein Anwendungsbeispiel: Zur Berechnung der Carnot-Leistungszahl wählen wir die Wärmepumpe aroTHERM plus gemäß Abb.4 im Betriebspunkt (10 °C / 35 °C).

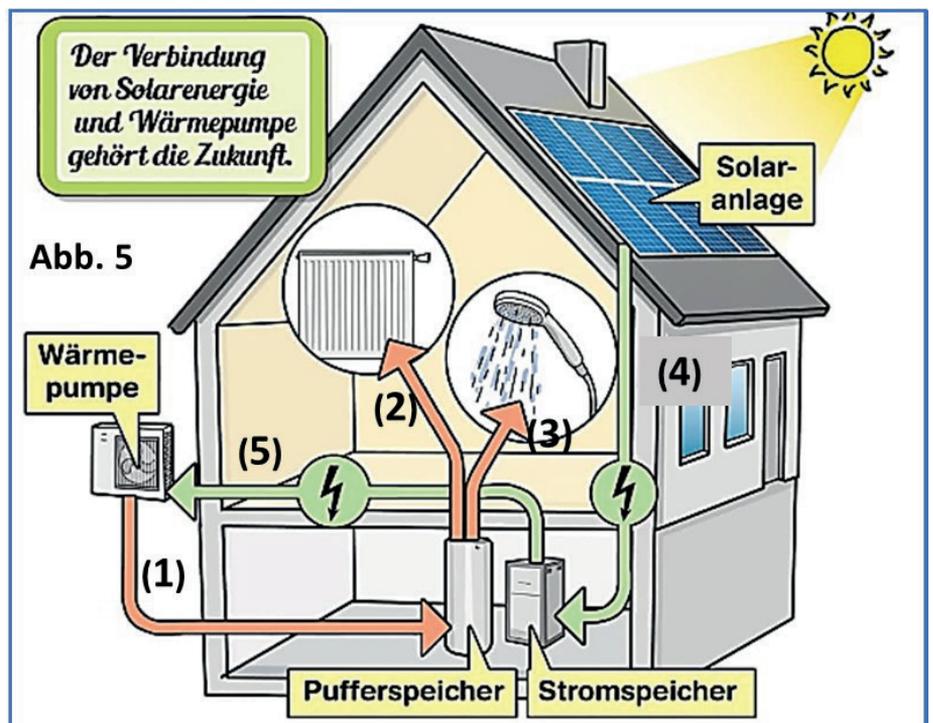
Umrechnung der Temperaturen in Kelvin: $T_1 = (10 + 273) K = 283 K$, $T_2 = (35 + 273) K = 308 K$; $COP_{max} = 308K / (308k - 283K) = 12,3$

Laut Tabelle in Abb.4 ist $COP = 5,3$ Der Gütegrad dieser Wärmepumpe im betrachteten Betriebspunkt ist also $\epsilon = 5,3 / 12,3 = 0,43$. Ergänzender Hinweis hierzu: Theorie (u.a. Carnot-Formel) und im offiziellen Datenblatt genannter COP-Wert des Herstellers (Messwert) passen plausibel zusammen.

Das Zusammenwirken von Wärmepumpe, Solaranlage, Stromspeicher (Batterie) und Pufferspeicher in einer haus-internen Verbundanlage ist hier – graphisch auf das Wesentliche reduziert – in Abb.5 gezeigt.

Nicht eingezeichnet ist der Anschluss an ein haus-externes Stromnetz.

In der Heiztechnik unterscheidet man Heizwasser und Brauchwasser (Trinkwasser). In Abb.5 betrachten wir wasser- und stromführende Leitungen. Über (1) fließt heißes Wasser aus der Wärmepumpe in den Pufferspeicher. (2) und (3) leiten Heiz- und Brauchwasser. Über Leitung (4) gelangt der elektrische Strom aus der Solaranlage in den Stromspeicher, über (5) erreicht der Strom die Wärmepumpe.



©Thomas_Müller

Wie leistungsfähig ist eine wärmetechnische Anlage von dieser Art (Abb.5) ?

Hierzu ein aktuelles Praxisbeispiel: Der Verbund einer Solaranlage mit 10 kWp, einem Batteriespeicher mit 8 kWh und einer Luft-Wasser-WP (max. 70 °C Vorlauf) in einem gut isolierten Neubau (Einfamilienhaus) bewirkt laut Hausbesitzer durchschnittlich 75 Prozent Selbstversorgung. Unter der Adresse:

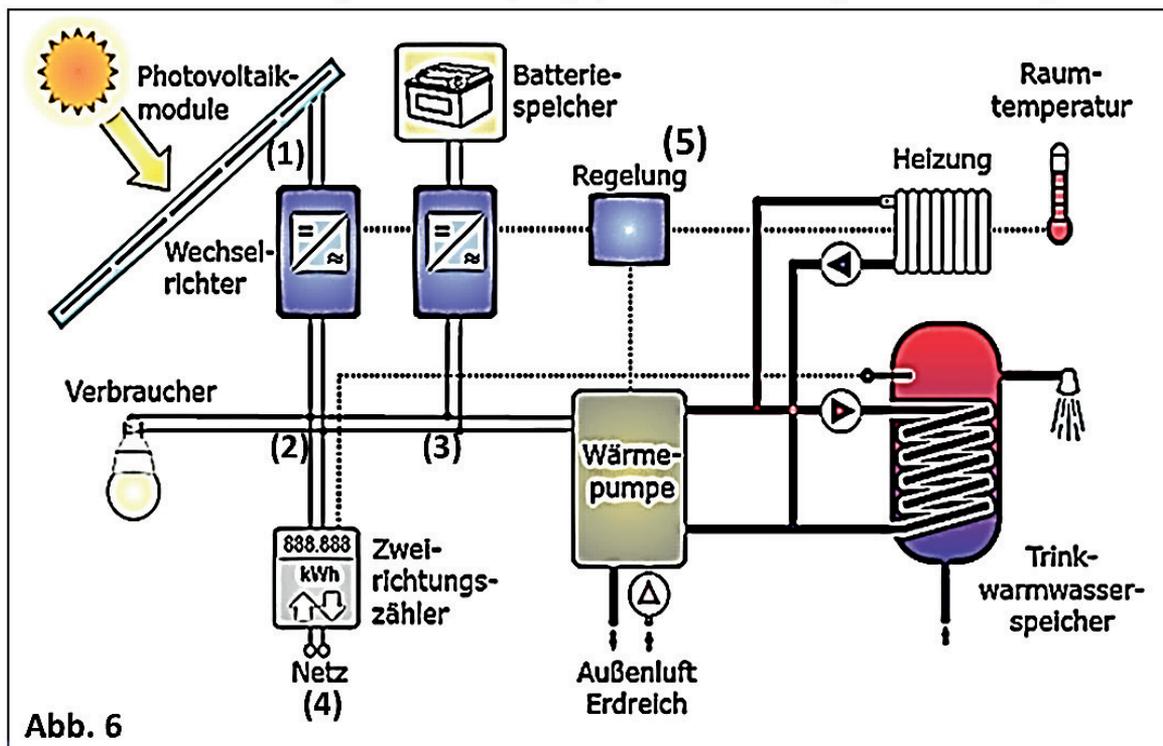
<https://www.thermondo.de/info/rat/waermepumpe/waermepumpe-mit-photovoltaik/> ist folgender Text zu finden: „Wenn die Kombination aus Wärmepumpe mit Photovoltaik plus Stromspeicher optimal genutzt wird, ist bei Häusern mit hohem Energiestandard ein Autarkiegrad von ca. 70 Prozent möglich. Selbst bei Häusern mit schlechterem Energiestandard sind es immer noch ca. 35 Prozent; / Text zuletzt aktualisiert am: 23.10.2023.“ (Zitatende)

Die wärmetechnische Anlage gemäß Abb.5 soll nun in Abb.6 deutlich detaillierter gezeigt werden. Hierzu betrachten wir zusätzlich eine Regelungs-Software („Energiemanagementsystem“), gespeichert im Modul (5). Diese Software regelt die Zusammenarbeit der einzelnen Komponenten der Anlage miteinander.

Hierzu ein Regelungs-Beispiel: Im Falle starker Sonneneinstrahlung soll der erzeugte Solarstrom (1) vorrangig für die hausinternen Verbraucher, danach für die eigenen Energiespeicher (z.B. Batterie und Wasserspeicher) verfügbar sein. Falls dann noch Solarstrom übrig ist, kann dieser ins externe Netz (4) eingespeist werden.

Der Wechselrichter bei (1) wandelt die von der PV-Anlage erzeugte Gleichspannung in Wechselspannung um (hier 230V), die bei (2) die Hauptleitung kontaktiert.

Hausinterne Vernetzung von Wärmepumpe, Photovoltaikanlage und Batteriespeicher



„Das schlaue Wärmepumpensystem mit Energiemanagement“ (Zitat) – so kennzeichnet ein hier führendes Unternehmen die oben beschriebene Kombination aus Wärmepumpe, PV-Anlage, Stromspeicher und Softwaremodul. Mit diesem durchaus humorvollen und fachlich guten Zitat möchte ich meinen Vortrag abschließen.

©Thomas_Müller

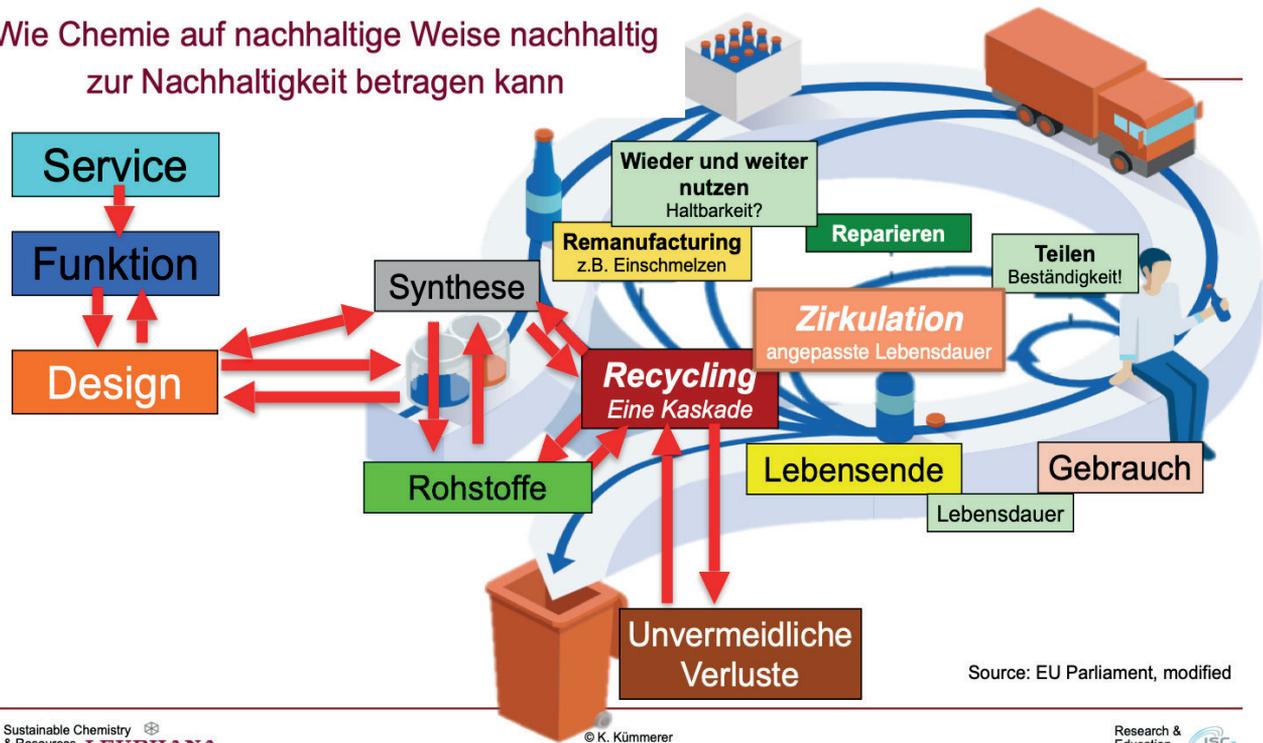
Die Evolution der Chemie: Von der grünen Chemie über die Chemie für eine Kreislauf- wirtschaft zur Chemie für Nachhaltigkeit

Klaus Kümmerer, Leuphana Universität Lüneburg

Die Chemie ist der einzige Wissenschafts- und Industriesektor, der Moleküle und Materialien transformieren kann. Daher ist die Chemie die Grundlage unseres hohen Lebensstandards, die hohe Qualität der Gesundheit und der Schlüssel für eine zukünftige nachhaltige Entwicklung im Allgemeinen. Vor etwa 20 Jahren wurden die 12 Prinzipien der grünen Chemie auf der Grundlage der Vorarbeiten der OECD, der Europäischen Union, der USA und viele Einzelperson eingeführt. Dies war ein großer Schritt nach vorne, um in der industriellen Chemie Stoffe mit geringem Gefährdungspotential, mit weniger Abfall und geringeren Energiebedarf zu synthetisieren und die Umweltbelastung durch einzelne Chemikalien zu reduzieren. So einleuchtend das Konzept ist, hat es aber auch Grenzen. Es ist beispielsweise nicht klar, wie viele der zwölf Prinzipien erfüllt sein müssen, um eine Chemikalie "grün" oder "grüner" zu nennen, und wie viel grüner sie sein wird oder sein sollte. Ein Prinzip besagt beispielsweise, erneuerbare Energien zu verwenden. Erneuerbare Energien sind jedoch nicht endlos verfügbar, benötigen selbst Energie und Technik, also materiellen Aufwand und wirken sich auf die Umwelt aus. Metalle und andere Elemente sind nicht erneuerbar, aber für (Elektro-)Mobilität, Kommunikation, erneuerbare Energien usw. unentbehrlich. Wie geht man mit ihnen um? Oft gibt es konkurrierende Anforderungen an bestimmte Ressourcen (z. B. Biomasse, erneuerbare Energien, ein bestimmtes Metall) für verschiedene Produkte und Anwendungen.

Viele Probleme entstehen nur, wenn die Konzentration einer bestimmten Verbindung an einem bestimmten Ort zu hoch ist. Daher ist es wichtig, die gesamten Stoff-, Material- und Produktströme unter den Aspekt des Systemdenkens zu betrachten, auch um möglicherweise verbundene Rebound-Effekte oder die Übertragung von Problemen auf andere Umweltmedien, Regionen, andere Interessengruppen oder in die Zukunft zu verhindern. Daher ist eine breitere Sichtweise erforderlich. Das Konzept der Kreislaufwirtschaft bietet sich dafür an. Der zunehmende Mangel an fossilen Ressourcen als materielle Quelle für Produkte sowie der zunehmende Bedarf an Metallen und anderen Elementen wie Phosphor, die für erneuerbare Energien, Elektronik, Kommunikation und Elektromobilität notwendig sind, ist ein Treiber dafür, ausgeleichte Produkte und Abfälle als Ressourcen zu verwenden. Chemie und ihre Produkte stehen daher im Mittelpunkt der der Kreislaufwirtschaft. Während die Chemie für die Kreislaufwirtschaft einige Schwächen der grünen Chemie überwindet, steht sie in einer Kreislaufwirtschaft vor neuen Herausforderungen. Die Chemie in einer Kreislaufwirtschaft muss mit einer interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Chemikern und Produktdesignern, Architekten, Anwendern der Produkte und vielen anderen einhergehen. Produkte müssen von Anfang an für die lange Nutzung einerseits und möglichst gute Rezyklierbarkeit konzipiert werden. Zirkulation und Recycling benötigen auch viel Energie. Die Stoffströme, Materialströme und Produktströme müssen von Schadstoffen und anderen „Störstoffen“ entlastet werden. In jedem Fall gibt es unvermeidliche Verluste von Stoffen und Materialien nach den unausweichlichen Gesetzen der Thermodynamik. Es gibt keinen endlosen Umlauf und Recycling. Je größer, desto dynamischer und je vielfältiger die mit Stoffen, Materialien und Produkten verbundenen Ströme sind, desto größer sind die Verluste. Nicht alle Produkte können zirkuliert werden. Darüber hinaus hängt die Nachhaltigkeit davon ab, wie und wann Produkte verwendet werden.

Wie Chemie auf nachhaltige Weise nachhaltig zur Nachhaltigkeit beitragen kann



Um die Ziele der Nachhaltigkeit zu erreichen, ist daher auch die Einbeziehung alternativer Geschäftsmodelle für chemische Produkte, Ethik und soziale Fragen unter vielen anderen erforderlich, wenn es um die Gewinnung von Ressourcen und die Verwendung von Produkten geht. Chemie für Nachhaltigkeit ("nachhaltige Chemie") beginnt mit dem Verständnis der benötigten Dienstleistung und Funktion. Sie können manchmal ohne den Einsatz von Chemikalien oder zumindest mit weniger Chemikalien erfüllt werden, z. B. durch unterschiedliches Verhalten, Ausbildung, unterschiedliches Design von Produkten oder Gebäuden. Um die Chemie in die Lage zu versetzen, auf nachhaltige Weise zu einer nachhaltigen Entwicklung beizutragen, wie z.B. in den Zielen für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen festgelegt, ist ein ganzheitlicher Rahmen und breites Verständnis erforderlich. Diese Nachhaltige Chemie überkommt die bisherige Chemie, die oft mit negativen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt einhergeht, integriert die grüne Chemie und die Chemie, die für eine Kreislaufwirtschaft benötigt wird, geht aber weit darüber hinaus, u.a. indem sie soziale, ethische Faktoren, aber auch alternative Geschäftsmodelle einbezieht. Dies alles muss natürlich auch Eingang in die (Aus)Bildung finden.

Dies ist die Zusammenfassung des Vortrags, den Prof. Kümmerer bei der Jahreshauptversammlung des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Lübeck am 6. März 2024 gehalten hat.

Literatur:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31996L0061>

<https://www.epa.gov/greenchemistry/basics-green-chemistry#definition>

K. Kümmerer, *Green Chem.*, **9**, 899 (2007)

C. Leder, et al., *ACS Sustainable Chem. Eng.* **9**, 28, 9358–9368 (2021)

M. Suk et al., *Green Chem.*, **22**, 4498 (2020)

K. Kümmerer et al., *Science*, **361**, 6399 (2018)

K. Kümmerer, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **56**, 16420 (2017)

K. Kümmerer et al. *Science* **367**, 369 (2020)

V.G. Zuin, K. Kümmerer, *Nature Rev. Chem.*, **5**, 76–77 (2021)

V.G. Zuin et al., *Green Chem.*, **23**, 1594-1608 (2021)

<https://www.leuphana.de/professional-school/berufsbegleitende-master-mba/sustainable-chemistry-management.html>

<https://www.leuphana.de/professional-school/berufsbegleitende-master-mba/sustainable-chemistry.html>

<https://www.leuphana.de/graduate-school/masterstudiengaenge/sustainability-science-resources-material-flows-and-chemistry.html>



Prof. Dr. Klaus Kümmerer hat Chemie an den Universitäten Würzburg und Tübingen studiert. Darüber hinaus absolvierte er ein Fernstudium am deutschen Institut für Fernstudien (DIFF) der Universität Tübingen im Bereich „Ökologie und ihre biologischen Grundlagen“. Anschließend war er als Wissenschaftler am Öko-Institut in Freiburg tätig sowie Privatdozent und Professor am Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene am Universitätsklinikum Freiburg. Darüber hinaus war er als Visiting Professor an der Case Western Reserve University (Cleveland, OH, USA) tätig.

Prof. Kümmerer ist Professor für Nachhaltige Chemie und Stoffliche Ressourcen sowie Leiter des Instituts für Nachhaltige Chemie und Umweltchemie an der Leuphana Universität Lüneburg. Seine Forschung und Lehre konzentrieren sich auf Nachhaltige Chemie, Nachhaltige Pharmazie, Stoffliche Ressourcen, aquatische Umweltchemie sowie die Rolle der Zeitformen in der Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung. Er leitet ein interdisziplinäres Forschungsteam und ist Direktor des Research & Education Hubs des International Sustainable Chemistry Collaborative Centre (ISC3).

Mitteilungen aus dem Verein

Jahreshauptversammlung 2024

Jahresbericht für 2023

Das Jahr 2023 verlief nach dem 150jährigen Vereinsjubiläum ruhiger als im Vorjahr. Zum 1.1.2023 übernahm der neue Vorstand in leicht geänderter Zusammensetzung.

Jahreshauptversammlung am 2.3.2023

Auf der Jahreshauptversammlung am 2. März 2023 wurde Frau Petra Bellm-Spiekermann als Kassenwartin gewählt. Heino Klitzing und Hans-Jürgen Kämpfert wurden als Kassenprüfer gewählt. Für den Fall der Verhinderung eines Kassenprüfers wird Dieter Löwe als Stellvertreter gewählt.

Den Vortrag hielt Dr. Wolfgang Czieslik unter dem Titel „Unsere Erde ist endlich“. Er vertrat damit Max Schön, der leider seine Teilnahme und seinen Vortrag kurzfristig absagen musste.

Vortragsveranstaltungen

Im Rahmen der Dienstagsvorträge fanden seit der letzten Jahreshauptversammlung drei Vorträge statt.

Dr. Bärbel Kunze berichtet am 21.3.2023 über den Medizin-Nobelpreis 2022, den Svante Pääbo für die Entschlüsselung der Genome ausgestorbener Hominiden erhielt. Seine Beiträge zur Entwicklung der Menschen lassen sich in dem Satz „Ihr seid alle Mischlinge mit Migrationshintergrund“ zusammenfassen. Dieser Satz findet sich als Bildunterschrift auch auf der Urania 54.

Prof. Dietrich von Engelhardt stellte am 23.10. 2023 Emil Du Bois-Reymond vor. Er sprach über dessen Beitrag Die Grenzen des Naturerkennens aus dem Jahr 1872. Du Bois-Reymond wandte sich gegen den Anspruch der Naturwissenschaften, Erkenntnisse auf dem Boden von ‚Kraft und Stoff‘ und ‚Materie und Bewusstsein‘ angemessen zu erklären. Dennoch hielt er an der überragenden Rolle der Naturwissenschaften als dem entscheidenden „Organ der Kultur“ fest.

Max Schön sprach am 23.1.2024 über „Wachstum? Ja bitte! Aber Wachstum 3.0“. Dabei sprach er die fünf großen Klimaschutz-Ausreden an und zeigte: Klimaschutz ist bezahlbar, er lohnt sich für die Region und Unternehmen, Wachstum und CO₂-Emission sind entkoppelt, Verzicht ist nicht zwingend erforderlich und wir sind selbst betroffen. Da dieser Vortrag ursprünglich für die Jahreshauptversammlung 2023 geplant war, wird er hier erwähnt.

Familienworkshops

Unter dem Motto „NaWi(e) geht das? – Entdeckungsreisen in die Welt der Chemie und Physik“ konnten Erwachsene zusammen mit Kindern am 22.1., 5.3., 15. 5. (Beteiligung am Internationalen Museumstag), 12. November 2023 und am 17. 12. 2023 Chemie- und Physikexperimente mit Materialien, die man im Supermarkt, in der Drogerie oder im Baumarkt kaufen kann, unter der Leitung von Dr. Wolfgang Czieslik durchführen. Weiterhin fand am 11.02.2023 einen Mikrobiologie Workshop unter der Leitung von Dr. Julia Schwach statt.

Gesprächskreis

Es fanden sieben Gesprächskreise statt, die auch mit Vorträgen aus unseren Reihen bereichert wurden. Die Termine waren: 19.01., 16.02., 16.03., 20.04., 25.5., 21.09. und 16.11.2023. Wir sprachen über die Nobelpreise für Chemie und Physik 2022,

- Aerodynamik von Bierdeckeln als Frisbee-Scheiben,
- die Energiewende,
- Therapie der Craniomandibuläre Dysfunktion mit Kiefergelenkorthopädie,
- das Traumpaar Wärmepumpe und Photovoltaik sowie
- Biodiversität im urbanen Raum.

Vorstandssitzungen

Es fand eine Vorstandssitzung am 17.8.2023 statt. Dort wurde auch die Übergabe des Inventars der ehemaligen Jugendgruppe an Mitglieder der Technischen Hochschule beschlossen und dann an die Technische Hochschule als Träger übergeben.

Mitgliederbewegung

Im Berichtszeitraum verminderte sich die Zahl der Mitglieder durch Austritte und Tod um drei, so dass der Verein 56 ordentliche Mitglieder hat.

Ausblick

Auch 2024 werden der Gesprächskreis, die Familienworkshops und Vortragsveranstaltungen weiter entwickelt werden und wesentliche Bestandteile der Aktivitäten des Vereins sein.

Dr. Jens-Uwe Hagenah
(Vorsitzender)

Februar 2024

Haushaltsübersicht 2023 und Plan 2024

Übertrag aus 2022: Giro-Kt.: 3292,99 €

Position	2023		2024
	Plan/ €	Ist /€	Plan /€
01. Beiträge Mitglieder	1 500	1 532,00	1 500
02. Beiträge Fördermitglieder	0	0,00	0
03. Spenden Mitglieder	100	95,00	100
04. Zuschüsse		0,00	0
05. Einnahmen aus Veranstaltungen			
- Spende JHV	30	40,00	30
- Spende Museumstag	0	45,00	0
06. sonstige Einnahmen			
- Zuschuss der GzBgT für Dienstagvortrag	400	200,00	400
Summe Einnahmen	2 030	1 912,00	2 030

Position	2023		2024
	Plan/ €	Ist /€	Plan /€
07. Verwaltungs- und Betriebskosten			
07.1 Büromaterial	200	56,97	100
07.2 EDV			
- Adobe	250	279,53	280
- Jimdo	150	164,00	170
- Festplatte	0	69,95	0
07.3 Kontoführungskosten, Sollzinsen,...	25	24,00	25
07.4 Sonstige Geschäftskosten	50	51,20	50
- Beerdigung Prof. Reusch	0	80,00	0
- Notar	0	86,61	0
08. Beitragsrückerstattung	0	0,00	0
09. Urania	1 000	1 049,99	1 000
10. Mitgliedschaften, Zuwendungen	50	50,00	50
11. Veranstaltungen	500		1 000
- JHV		82,50	
- Honorar von Engelhardt		200,00	
- Workshop Schwach		41,39	
- Workshop Czieslik		65,50	
- Marzipan für Referenten		13,80	
Summe Ausgaben	2 225	2 364,29	2 675

Bilanz 2023:	Ist 2022	Ist 2023	Plan 2024
Übertrag aus 2021/2022/2023	10 402,07	3 292,99	2 800
Einnahmen 2022/2023/2024	9 748,90	1 912,00	2 030
Ausgaben 2022/2023/2024	16 857,98	2 364,29	2 675
Guthaben Ende 2022/ 2023/2024	3 292,99	2 840,70	2 155

Geprüft und anerkannt: Lübeck , den 25.01.2024




Protokoll der Mitgliederversammlung des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Lübeck

Termin: 06.03.2024

Ort: Institut für Medizingeschichte und Wissenschaftliche Forschung (INGWF),
Königstraße 42, Lübeck

Beginn: 18:40 Uhr

Ende der Jahreshauptversammlung: 19:30 Uhr

Anwesende: s. Anwesenheitsliste

1. Begrüßung, Grußwort

Der Vorsitzende Jens-Uwe Hagenah begrüßt die Anwesenden.

2. Feststellung der ordnungsgemäßen Einladung

Die ordnungsgemäße Einladung wird festgestellt.

3. Benennung einer Protokollantin / eines Protokollanten

Heino Klitzing wird als Protokollant benannt.

4. Genehmigung der Tagesordnung

Die Tagesordnung wird ohne Änderung genehmigt.

5. Genehmigung des Protokolls der Mitgliederversammlung vom 2. März 2023

Das Protokoll ist allen Mitgliedern zugegangen. Da keine Anmerkungen oder Änderungswünsche vorliegen, wird das Protokoll so genehmigt.

6. Jahresbericht des Vorsitzenden mit Aussprache

Der Jahresbericht ist allen Mitgliedern mit der Einladung zur Jahreshauptversammlung zugegangen. Zu betonen ist die große Akzeptanz der Familienworkshops. Alle angebotenen Workshops waren binnen kurzer Zeit ausgebucht.

7. Kassenbericht mit Aussprache

Der Kassenbericht liegt schriftlich vor. Uwe Spiekermann erläutert den Bericht.

8. Bericht der Kassenprüfer

Die Kassenprüfung hat am 25.01.2024 stattgefunden. Das Kassenbuch ist sorgfältig geführt, die Belege sind vollständig vorhanden und alle Kontobewegungen sind nachvollziehbar. Es gibt keine Beanstandungen. Heino Klitzing dankt Uwe Spiekermann für seine Arbeit.

9. Entlastungen

Heino Klitzing beantragt die Entlastung des Kassenwartes Uwe Spiekermann. Der Kassenwart wird einstimmig entlastet. Auch der Vorstand wird einstimmig entlastet.

10. Anträge

Es liegen keine Anträge vor.

11. Verschiedenes

Es liegen keine Wortmeldungen vor.

Die Jahreshauptversammlung wird um 19:30 Uhr geschlossen.

Fortsetzung der Veranstaltung:

19:55 Uhr: Öffentlicher Vortrag „Die Evolution der Chemie“

Es ist ein Vortrag von Prof. Dr. Klaus Kümmerer von der Universität Lüneburg zum Thema „Die Evolution der Chemie“ angekündigt. Weil Prof. Kümmerer kurzfristig verhindert ist nach Lübeck zu kommen, findet der Vortrag in Form einer Videokonferenz statt. Schon während des Vortrages und auch danach gibt es zahlreiche Nachfragen und Diskussionsbeiträge.

Ende der Veranstaltung: 21:30 Uhr

Lübeck, 20. März 2024



(Protokollant)

