

# 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](mailto: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. Wolfgang Czieslik
- 2. Vorsitzende: Dr. Julia Schwach
- Kassenwart: Uwe Spiekermann
- Beisitzer: Dieter Löwe, Michael Möllers, Nele Twisselmann,

## Beratende Mitglieder:

Dr. Wolfram Eckloff  
Prof. em. Dr. Dietrich von Engelhardt  
Prof. em. Dr. Rudolf Taurit  
Prof. Dr. Hans-Dieter Reusch

**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: Fünf Gründungsmitglieder des Naturwissenschaftlichen Vereins, Montage zum 25-jährigen Stiftungsfest des Vereins im Mai 1898 (Archiv der Hansestadt Lübeck)



# Inhalt

<b>Vorwort zu den Themen dieses Heftes</b>	2
<b>Veranstaltungen 2021/2022</b>	3
<b>„NaWi(e) war das?“ Das Buch zum 150jährigen Jubiläum des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Lübeck</b>	4
<b>Nachwachsende Zellkulturen – Rohstoffquelle der Zukunft</b>	8
<b>Das verräterische Gedächtnis künstlicher Neuronaler Netze</b>	12
<b>Natur vor der Haustür</b>	14
<b>Berichte aus dem Gesprächskreis</b>	16
Das Ende Pandemie. Was dann?	16
Künstliche Intelligenz	18
Nobelpreis Chemie 2021 – Entwicklung der asymmetrischen Organokatalyse	23
Nobelpreis für Physik 2021	29
Nobelpreis für Physiologie oder Medizin 2021	32
Neue Covid 19 Medikamente: Virustatika im März 2022	35
Variation, Selektion, Mutation und alternatives Spleißen als Triebkräfte der Evolution	39
<b>Mitteilungen aus dem Verein</b>	44
Nachruf auf Einhard Schierenberg	44
Jahreshauptversammlung 2020	45
Jahresbericht für 2020	45
Haushaltsübersicht 2020 und Plan 2021	48
Protokoll der Mitgliederversammlung des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Lübeck am 31. August 2021 im Museum für Natur und Umwelt	49
Jahreshauptversammlung 2021	51
Jahresbericht für 2021	51
Haushaltsübersicht 2021 und Plan 2022	53
Protokoll der Jahreshauptversammlung des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Lübeck am 12. Mai 2022 in der Gemeinnützigen	54

# Vorwort zu den Themen dieses Heftes

## *Liebe Leserinnen und liebe Leser!*

Vor 150 Jahren, am 16. Dezember 1872, ist der Naturwissenschaftliche Verein zu Lübeck gegründet worden. Aus Anlass dieses Jubiläums haben wir das Buch „NaWi(e) war das ? – 150 Jahre Naturwissenschaftlicher Verein zu Lübeck“ herausgegeben, das Dr. Jan Zimmermann in der Jahreshauptversammlung des Vereins am 12. Mai 2022 vorgestellt hat.

Für den 17. November 2022, also einen Monat vor dem eigentlichen Geburtstag, laden wir zu einer Festveranstaltung mit einem Vortrag, musikalischen Beiträgen, einem kleinen Theaterstück und einer Gesprächsrunde zum Thema „Fakten versus Fake News - Vermittlung naturwissenschaftlicher Kenntnisse, Methoden und Denkweisen“ (Arbeitstitel) ein.

Diesen Termin sollten Sie sich schon einmal notieren. Weitere Informationen finden Sie nach der Sommerpause auf unserer Homepage und in Rundbriefen.

Wird es bald eine Zellkulturindustrie geben? Was bedeutet Clean Meat und wann kommt es auf den Markt? Können Zellkulturen Tiere bald in allen Bereichen ersetzen? Diese und weitere Fragen erörtert Prof. Dr. Charli Kruse in seinem Bericht über „Nachwachsende Zellkulturen - Rohstoffquelle der Zukunft“.

In dem Bericht von Dr. Jens-Uwe Hagenah, dem in der Jahreshauptversammlung am 12. Mai 2022 neu gewählten Vorsitzenden des NWV, geht es um das Gedächtnis von Neuronalen Netzen, über die Prof. Dr. Esfandiar Mohammadi in der Jahreshauptversammlung am 31. August 2020 vorgetragen hatte.

Die Berichte aus dem Gesprächskreis des Naturwissenschaftlichen Vereins beschäftigen sich mit den Nobelpreisen 2021 für Chemie, Physik und Physiologie oder Medizin. Mit der Zeit nach dem Ende der Corona Pandemie und den Triebkräften für die Evolution hat sich Prof. Dr. Einhard Schierenberg in zwei Beiträgen für den Gesprächskreis beschäftigt. Uwe Spiekerman beschäftigt sich in seinem Beitrag mit der Künstlichen Intelligenz und Dr. Eckhard Scheufler stellt neu Covid19 - Medikamente vor.

Unser Jubiläumsbuch „NaWi(e) war das ? – 150 Jahre Naturwissenschaftlicher Verein zu Lübeck“ und aktuelle Informationen und Berichte über die Veranstaltungen des Vereins finden Sie auch auf unserer Homepage unter <https://nwv-luebeck.de>.

Viel Freude bei der Lektüre wünscht Ihnen

*Ihr Wolfgang Czieslik*

## Veranstaltungen 2021/2022

Das Jahr 2021 ging ähnlich wie das Jahr 2020 zu Ende. Nach einem Sommer mit relativ niedrigen Corona Fallzahlen sind die 7-Tage Inzidenzen in den letzten Wochen des Jahres in nie gekannte Höhen angestiegen. Die **Familienworkshops NaWi(e) geht das?** mussten wegen der Corona-Pandemie bis zur Sommerpause 2022 ausfallen mit Ausnahme des Workshops am Internationalen Museumstag (15.5.2022).

Im Berichtszeitraum hat der **Gesprächskreis** sich mehr und mehr zu einer Veranstaltung mit einer vorher festgelegten Thematik mit Kurzreferat und anschließendem Gespräch entwickelt, wobei aber immer die Möglichkeit bestand spontan neue Gesprächsthemen einzubringen und zu diskutieren. Themen im Gesprächskreis, durchgeführt als Videokonferenz, waren

- Die Umgestaltung des Museums für Natur und Umwelt zu einem Umwelt-Bildungszentrum (UBZ),
- Nobelpreis für Medizin 2021,
- Nobelpreis für Physik 2021,
- Jetstram,
- Nobelpreis für Chemie 2021
- Künstliche Intelligenz
- Das Ende der Pandemie. Was dann?
- Neue Covid 19 Medikamente. Virustatika im März 2022
- Variation, Selektion Mutation und alternatives Spleißen als Triebkräfte der Evolution.

Am **6. Juli 2021** hat sich **Prof. Dr. Charli Kruse** - Direktor der Fraunhofer-Einrichtung für Individualisierte und Zellbasierte Medizintechnik (IMTE) – mit dem Thema **Clean Meat** beschäftigt. In dem Vortrag wurden Fragen wie „Wird es bald eine Zellkulturindustrie geben? Was bedeutet Clean Meat und wann kommt es auf den Markt? Können Zellkulturen Tiere bald in allen Bereichen ersetzen?“ erörtert.

Im Rahmen unserer **Jahreshauptversammlung, die vom traditionellen Termin im März auf den 31. August 2021 verlegt wurde, sprach Prof. Dr. Esfandiar Mohammadi**, Leiter der Arbeitsgruppe Privacy & Security am Institut für IT-Sicherheit der Universität zu Lübeck, über „**Das verätherische Gedächtnis von neuronalen Netzen**“.

Im März und April konnten zwei Dienstagsvorträge, die für 2020 vorgesehen waren nachgeholt werden. Was geschieht eigentlich in der Pathologie? Diese Frage beantwortete **Frau Prof. Dr. Sailer** am **Dienstag, 15. März 2022** in ihrem Vortrag "**Mikroskop und Molekulare Medizin - die neue Rolle der Pathologie**". Am **12. April 2022** informierte der bekannte **Humanbiologe Prof. Dr. Carsten Niemitz** unter dem Titel "**Das Eis wird dünn .....**" über wichtige ökologische Fragen, die für das Überleben der Menschheit auf dieser Erde von großer Bedeutung sind. Der Klimawandel kam in dem Vortrag genauso zur Sprache wie das Bevölkerungswachstum, die Biodiversität, Fragen der Ernährung, oder der Zustand unserer Meere.

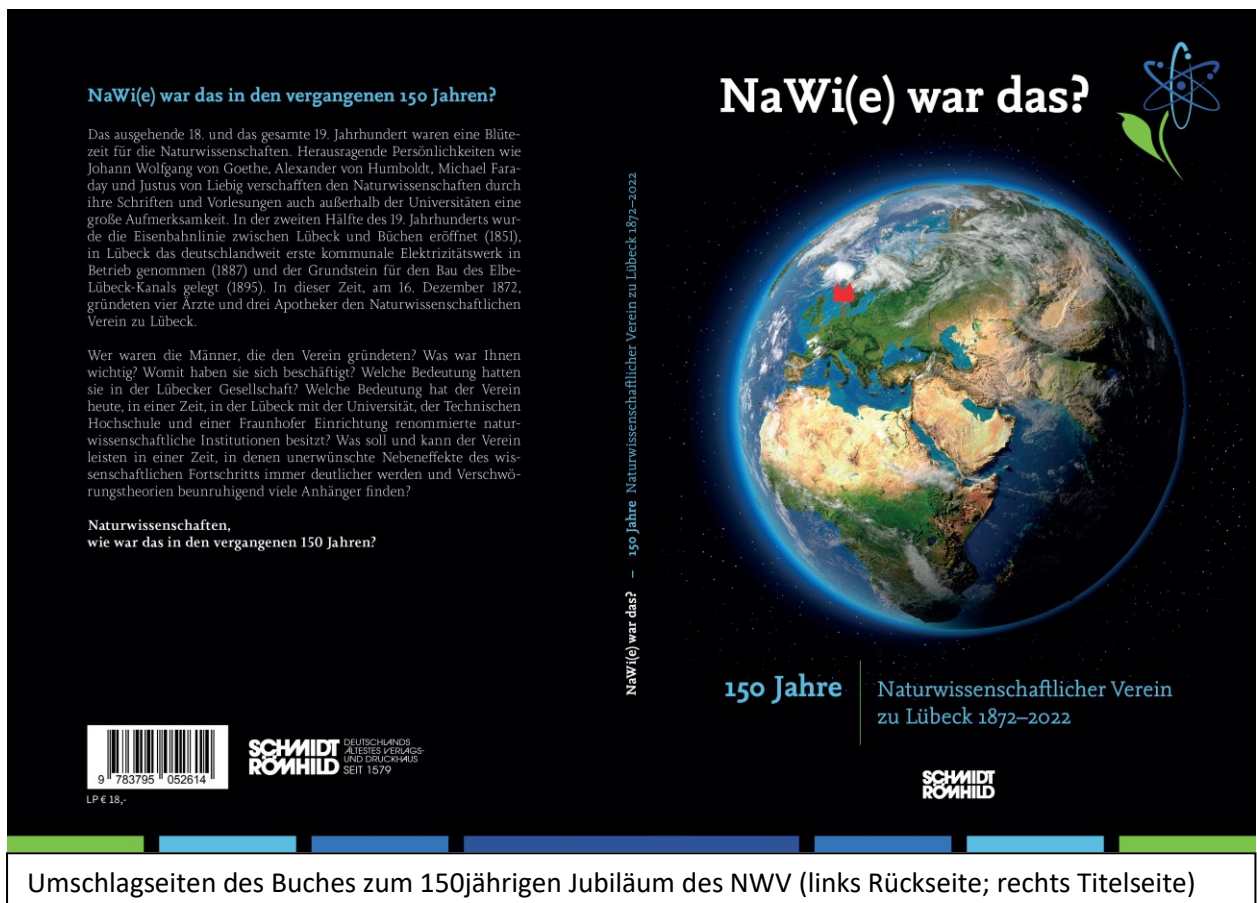
Vor der Sommerpause, am **17. Juni 2022**, lasen die **Schauspieler Jörn Kolpe und Peter Grünig** das Waggon-Gespräch aus Thomas Manns Schelmenroman „Bekenntnisse des Hochstaplers Felix Krull“, in dem die besonders fantasiebegabte Titelfigur mit dem Museumsdirektor Professor Kuckuck über die „Klumpchen der Urwesen“ und die „Dummheit“ der Saurier, über unsere Milchstraße als „Mauerblümchen“ und natürlich den „Spätkömmling“ Mensch diskutiert. Flankiert wurde dieser vergnügliche Streifzug durch das Werden der Welt und des Menschen von einem Gespräch zwischen **Dr. Susanne Füting** und **Dr. Birte Lipinski**, die aus heutiger Sicht auf Natur und Literatur schauten.

# „NaWi(e) war das?“ Das Buch zum 150jährigen Jubiläum des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Lübeck <sup>1</sup>

Jan Zimmermann

Sehr geehrte Mitglieder des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Lübeck und andere Gäste, die heute mit Ihrem Erscheinen das Interesse an der Geschichte der Naturwissenschaften bekunden!

Sie können heute die druckfrische Festschrift des Vereins in die Hände nehmen – eines Vereins, der vor knapp 150 Jahren, im Dezember 1872, sozusagen „um die Ecke“ gegründet wurde. Im Haus Breite Straße 13, damals das Hotel Hahn, in näherer Vergangenheit das Capitol Kino. Lübecker Ärzte und Apotheker, vornehmlich mit Bart, fanden sich zusammen zur „Förderung und Pflege naturwissenschaftlicher Interessen in einem Kreise von Fachgenossen“.



Umschlagseiten des Buches zum 150jährigen Jubiläum des NWV (links Rückseite; rechts Titelseite)

„NaWi(e) war das?“ ist der Titel der Festschrift.

Wie war das mit den Naturwissenschaften in Lübeck? Das war die Frage, die vor zwei Jahren am Anfang der Arbeiten stand. Aus dieser Frage ergaben sich zwei Richtungen, in die auf die Geschichte des Naturwissenschaftlichen Vereins – seit 1934 ein Tochterverein der Gemeinnützigen – geschaut werden konnte. Die eine Richtung betraf die Geschichte des Vereins als Körperschaft – ihre Satzungen, ihre Mitglieder, ihre Orte in 150 Jahren Vereinsleben. Die zweite Richtung bildete die Geschichte der einzelnen Naturwissenschaften seit dem 19. Jahrhundert, mit

einem jeweiligen fachspezifischen Blick, wenn möglich auf die Verbindung der Fachgeschichte mit der Vereinsgeschichte. Dies war meistens möglich, denn die Tätigkeit des Vereins war immer auch ein Spiegel der Entwicklung und Fortschritte der naturwissenschaftlichen Fächer. Robert Kochs und Wilhelm Conrad Röntgens Entdeckungen am Ende des 19. Jahrhunderts, die Entwicklung der Atomphysik, der Genetik, von der Pharmazie bis zur Raumfahrt: All das findet sich in den Protokollen des Vereins, die für die ersten einhundert Jahre lückenlos erhalten sind.

Zu den einzelnen Fächern finden Sie in der Festschrift die Beiträge von

- Eckhard Scheufler über Pharmakologie und Toxikologie.
- Einhard Schierenberg über den Aufstieg der Biologie als Wissenschaft vom Leben.
- Wolfgang Czieslik über 150 Jahre Physik und Chemie.
- Ulrich Bayer über die Geschichte der Astronomie in Lübeck.
- Susanne Fütting über Menschenaffen und Meteoriten im Museum.

Über den Wert lokaler und regionaler naturwissenschaftlicher Vereine schreibt Wolfram Eckloff, die Entwicklung der Naturwissenschaften und der naturwissenschaftlichen Bildung seit dem 18. Jahrhundert behandelt Dietrich von Engelhardt.

Die exemplarische Bedeutung Lübecker Sammlungsstücke – in diesem Fall tropische Vögel, die 1942 verbrannt sind – beschreibt Christoph Hinkelmann. Und einen Vergleich mit der 1743 gegründeten Naturforschenden Gesellschaft in Danzig, ebenfalls aus bürgerlichem Engagement entstanden, stellt Hans-Jürgen Kämpfert an.

Der Aufsatz von Cornelius Borck behandelt die medizinischen Themen in der Tätigkeit des Vereins, die bis in die 1950er Jahre einen erheblichen Anteil an seiner Arbeit ausgemacht haben. Das rührt aus der Tradition des 19. Jahrhunderts, als sich in der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte alle naturforschenden Fächer sammelten – denn auch die Medizin ist ja Naturforschung. Diese Universalität ging mit der zunehmenden Spezialisierung der Fächer im 20. Jahrhundert verloren. Auch hier spiegelt die Vereinsgeschichte die allgemeine Wissenschaftsgeschichte.

Als Historiker werde ich Ihnen, die Sie sicher in der Mehrzahl „vom Fach“ sind, an dieser Stelle nichts über die Geschichte Ihrer Fächer erzählen. Die kennen Sie besser. Die Wahl des Leistungskurses Biologie war bei mir in den 1980er Jahren mehr eine Verlegenheitslösung. Stattdessen berichte ich von einigen Details der Arbeiten zur Vereinsgeschichte, die die spezifische Fachgeschichte ergänzen. Was dabei herauskommt: eine Vereinsgeschichte ist in Lübeck auch immer eine Lokalgeschichte. Denn die Zahl der Personen ist überschaubar, die Orte wiederholen sich, Institutionen und Firmen tauchen wiederholt auf.

## 1. Der Professor

Bis in den 1960er Jahren in Lübeck die Vorstufen von Universität und Technischer Hochschule entstanden, bildete der Verein mit seinen Mitgliedern das wichtigste Forum zum Austausch naturwissenschaftlicher Kenntnisse. Seit 1934, als der Verein Tochtergesellschaft der Gemeinnützigen wurde, kamen vermehrt Universitätsprofessoren auf Einladung des Vereins und sprachen im Großen Saal der Gemeinnützigen bei öffentlichen Vorträgen. Einheimische Professoren gab es „nur“ als Gymnasialprofessoren. Aber diese Professoren waren neben den Ärzten und Apothekern diejenigen, die in Lübeck am nationalen und internationalen Wissenschaftsdiskurs teilnahmen, wenn auch meist nur rezipierend. Sie lasen die Fachzeitschriften, sie fuhren zu den



Jahresversammlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte, sie berichteten im Verein von Entdeckungen und Entwicklungen und versuchten in vielen Fällen, Dinge nachzustellen und Experimente mit eigens beschafften Geräten nachzuvollziehen. Hierzu fanden die Sitzungen oft in den naturwissenschaftlichen Unterrichtsräumen, zunächst des Katharineums, später des Johanneums und der OzD statt.

## 2. Orte der Vereinsgeschichte

Der große Saal und der Bildersaal im Haus der Gemeinnützigen sind zwei Orte, die mit dem Naturwissenschaftlichen Verein in Verbindung stehen. Schon 30 Jahre vor der Aufnahme als Tochterverein der Gemeinnützigen trafen sich die Mitglieder des Vereins – zu denen seit den 1920er Jahren auch einige Medizinerinnen gehörten – hier im Haus. Auch Feiern hielt der Verein hier ab, so die Festsitzung zum 65-jährigen Jubiläum im Dezember 1937. Die ersten Feiern des Vereins fanden als Sommerfeste in der Lachswehr statt – von wo die letzten Teilnehmer bei Sonnenaufgang zurück in Richtung Stadt zogen. Man kann es sich sehr gut vorstellen, vor allem wenn man selbst schon einmal dort gefeiert hat.

Von Oktober bis April trafen sich die Mitglieder des Vereins über viele Jahrzehnte einmal im Monat. Sehr gut vorstellen kann man sich auch folgenden Vereinsabend um 1890, die Orte sind alle noch da:

Zuerst finden sich die Mitglieder in der Löwenapotheke bei Apotheker und Vereinsmitglied Theodor Schorer zu einer außerordentlichen Sitzung zusammen. Ein Herr bat um Aufnahme in den Verein. Dann überquerte man die Straße und ging in die Gaststätte Zum Deutschen Kaiser. Aus der außerordentlichen Sitzung wurde hier die ordentliche Sitzung; in der konnte dann der Herr unverzüglich aufgenommen werden. Nach einer allgemeinen Besprechung wechselte der Verein dann in das Katharineum, wo Professor Friedrich Hermann Küstermann Experimente durchführte oder neue Geräte vorstellte. Zum Beispiel die erste Telefonleitung Lübecks, die vom Physikraum zum Zimmer des Direktors führte – zehn Jahre, bevor ein öffentliches Telefonnetz zu entstehen begann.

## 3. Das Dritte Reich

Wenn ein Verein in Deutschland seit 150 Jahre aktiv ist, hat er zwei Weltkriege überstanden. Und er hat, falls er seine Tätigkeit nicht 1933 eingestellt hatte, auch im Dritten Reich gewirkt. Das gilt auch in Lübeck für die bürgerlichen Vereine – damit auch für die Gemeinnützige und ihre Tochtervereine. Am 9. November 1933 nahm der Naturwissenschaftliche Verein einen „Arierparagrafen“ in die Satzung auf, in dem es heißt:

*„Wer in den Verein aufgenommen zu werden wünscht, hat vorher seine arische Abstammung im Sinne des Berufsbeamtengesetzes nachzuweisen“.*

Von einem Ausschluss jüdischer Mitglieder – die es vor allem unter den Ärzten gab – kann man in den sonst so detailreichen Vereinsprotokollen nichts lesen. Das Thema scheint sich durch natürlichen Tod oder den Weg ins Exil schon 1934 erledigt zu haben. Der jüdische Chemiker Hans Löwenthal, der von Lübeck nach Brasilien ins Exil gegangen war, hielt auf Einladung des Vereins 1955 und 1969 hier im Haus zwei Vorträge über Insekten. Ob am Rand der Vorträge auch über die Vergangenheit gesprochen wurde – kein Hinweis. Genauso fehlt in den Vereinsprotokollen ein Hinweis auf die erneute Änderung der Satzung Ende 1945 – stillschweigend wurde sicher als erstes der Arierparagraf gestrichen. Ein anderer Aspekt der Vereinsgeschichte, der aus dem Vereinsarchiv nur zu erahnen ist, ist die Beteiligung von Wissenschaftlern an Verbrechen des Dritten Reiches. Am selben Abend, als der Arierparagraf beschlossen wurde, trug Dr. Rudolf Grubel, Assistenzarzt an der Lübecker Heil- und Pflegeanstalt Strecknitz, über „*Die erbbiologischen Grundlagen des Gesetzes zur Verhütung erbkranken Nachwuchses*“ vor. Im Protokoll

heißt es: „Der Vortrag sollte einen Überblick geben über den Stand der menschlichen Erblchkeitsforschung, insbesondere der psychiatrischen Erbprognostik, und zeigen, daß das Gesetz wissenschaftlich gut begründet und als erste dringend notwendige Maßnahme der ausmerzenden Eugenik vorbildlich gefaßt ist.“ Sie kennen das Ergebnis, die Deportation und Ermordung psychisch kranker Menschen, auch von Patienten der Pflegeanstalt Strecknitz.

#### 4. Objekte der Naturwissenschaft

Sie wissen es selbst – in den Naturwissenschaften beschäftigt man sich mit den kleinsten Bausteinen der Materie genauso wie mit dem Universum. Wenn eine Stadt groß genug ist, findet sich auch ein Museum für die Naturwissenschaften; für die Biologie, die Geologie, die Erdgeschichte haben wir das Museum für Natur und Umwelt. Aber die Objekte der Physik, der Chemie, der Astronomie - in Lübeck verstecken sie sich. Zum Beispiel in den historischen Sammlungen des Katharineums. Oder – und das war auch für mich eine Entdeckung – in der „Wunderkammer“ des St. Annen-Museums. Dort finden Sie das „Uranorama“ von 1859, einen Himmelsglobus, der für den Unterricht im Katharineum angeschafft wurde. Von außen wirkt es unscheinbar, aber wenn Sie mit dem Hany hineinleuchten, erstrahlt ein bunter Kosmos mit mythologischen Figuren und goldenen Sternen.

#### Und zuletzt: ein Bezug zur Gegenwart

Bei der Bohrung nach Trinkwasser war Anfang November 1910 in Neuengamme bei Hamburg Erdgas ausgetreten und hatte sich entzündet. Die Flamme zog viele Schaulustige an, bevor sie nach drei Wochen gelöscht werden konnte. Auch einige Mitglieder des Naturwissenschaftlichen Vereins fuhrten mit dem Zug nach Neuengamme, um das „Flammenkreuz“ in Augenschein zu nehmen. In der nächsten Sitzung des Vereins sprach Dr. Stern über einige interessante Einzelheiten zu Vorkommen und Verwertung von Erdgas in Amerika, und der Protokollant hielt fest: „Der Preis des Gases, das zum Heizen gebraucht werden kann, ist sehr gering.“



Abb. 2: Die Herausgeber des Jubiläumsbuches des NWV Wolfgang Czieslik, Jan Zimmermann (v.l.n.r.)

1. Vortrag von Jan Zimmermann zur Vorstellung des Jubiläumsbuches des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Lübeck am 12. Mai 2022 im Großen Saal der Gemeinnützigen in Lübeck.

**Jan Zimmermann**, Jahrgang 1965, studierte Geschichte und Kunstgeschichte in Hamburg und wurde am dortigen Historischen Seminar 2001 mit einer Dissertation über die Alfred Toepfer Stiftung F.V.S. in der Weimarer Republik und im Dritten Reich promoviert. 2001-2011 Zeitschriftenredakteur im Hoffmann und Campe Verlag, Hamburg. 2001 Gründung der Bildagentur für historische Fotografie Vintage Germany. Herausgeber von Bildbänden zur norddeutschen Geschichte der Fotografie, Autor von Lübecker Firmen- und Vereinschroniken. Forschungen zur Zeitgeschichte in Lübeck, Ausstellungs- und Digitalisierungsprojekte für Lübecker Institutionen.



# Nachwachsende Zellkulturen – Rohstoffquelle der Zukunft

Charli Kruse

In den vergangenen Jahren entwickelte sich langsam aber stetig eine Veränderung in der Produktion biologischer Produkte. Mit der weltweiten Etablierung von Zellkulturen, d.h. der Vermehrung von lebenden Zellen außerhalb des Körpers, sowie der Möglichkeit, sie als Kryo-Stocks zu lagern und damit auf Abruf zur Verfügung zu haben, sind wesentliche Grundlagen für diese Entwicklung gelegt worden. Die Fähigkeit dieser speziellen Zellen, über viele Generationen lang vital und teilungsfähig zu bleiben, ermöglicht es, sie künftig als nachwachsende Rohstoffquellen zu verwenden. Dass das schon lange keine Utopie mehr ist, beweist eine Episode aus der Forschung mit Zellkulturen: Eine der am häufigsten verwendeten Zelllinien stammt aus dem Krebsgewebe einer Patientin aus den USA, die bereits 1951 ihrem Krebsleiden erlag. Dennoch leben ihre Zellen in vielen Laboren der Welt weiter und man schätzt, dass inzwischen mehr als 50 Millionen Tonnen Biomasse aus diesen Zellen entstanden ist [1]. Diese skurril anmutende Episode ist ethisch sicher nicht unproblematisch, aber sie illustriert gut, welche immense Syntheseleistungen von Zellkulturen erbracht werden können.

Neue Erkenntnisse im Bereich der regenerativen Medizin und die Entdeckung weiterer Stamm- und Progenitorzellen konnten auch auf Zellen von anderen Organismen übertragen werden.

Nachwachsende Rohstoffe, nachhaltige Bioökonomie und Ressourcenschonung sind **die** Themen unseres Jahrhunderts. Die Weltbevölkerung wächst kontinuierlich. Gleichzeitig sinkt die pro Kopf zur Verfügung stehende Ackerfläche auf der Erde [2]. Die Weltmeere sind nahezu in allen Regionen überfischt, so dass der Fischfang seit Mitte der 80er Jahre des letzten Jahrhunderts stagniert. Die dennoch weiter steigende Nachfrage kann nur über Aquakulturen befriedigt werden [3]. Generell ist die Menschheit aktuell auf der Suche nach alternativen Proteinquellen. Weltweit hält zudem der Trend der Urbanisierung an, so dass für immer mehr Menschen immer mehr Güter von weit entfernten Produktionsstätten herbeigeschafft werden müssen. Das führt zu einem stetig wachsenden Transportaufkommen in diesen Regionen [4]. Daher müssen Alternativen gefunden werden, um biologische Produktionen in oder an die Städte heranzubringen,

wie das durch eine Zellvermehrung in Bioreaktoren möglich ist. Hierfür wird kein Ackerland, werden keine Meere und Seen und keine großen Flächen benötigt. Diese Produktion kann in Fabrikhallen stattfinden, deren Energiebedarf über nachhaltige Erzeugung bereitgestellt wird.

Schaut man sich den Umgang mit den natürlichen Ressourcen an, so würden wir mehr als 1,5 Erden benötigen, um den jährlichen Bedarf zu decken [5]. Um die Ressourcen der Erde zu schonen,

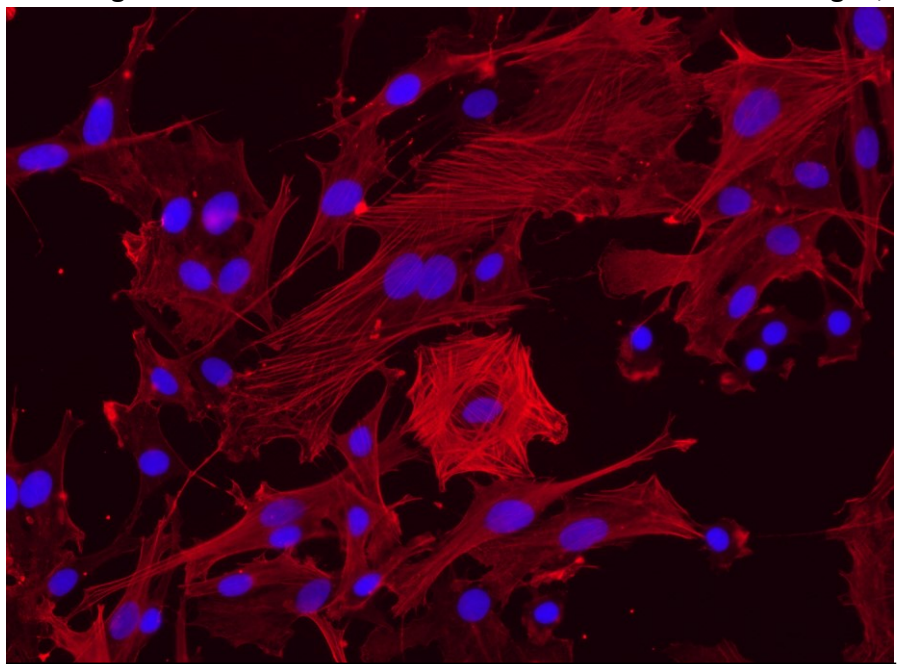


Abbildung 1: Muskelproteine (Aktin, rot) in kultivierten Rinderzellen. Die Zellkerne sind hier blau (DAPI) gefärbt.

wurden 2015 von den Vereinten Nationen 17 Nachhaltigkeitsziele definiert, die in immer mehr Ländern umgesetzt werden. So soll erreicht werden, dass weltweit ein menschenwürdiges Leben möglich wird, während gleichzeitig die natürlichen Lebensgrundlagen bewahrt werden. [6]. Der Aufbau einer nachhaltigen zellbasierten Industrie wird nicht nur immer machbarer, sondern auch notwendiger. Wenn die Menschheit auch künftig weiter die StoffwechsellLeistungen pflanzlicher und vor allem tierischer Zellen nutzen will, muss sie sich mit der Frage beschäftigen, welche von ihnen auch in Zellkulturen erbracht werden können. Es ist absehbar, dass sich eine zellbasierte Ökonomie in vielen wirtschaftlichen Bereichen etablieren und durchsetzen wird.

Warum aber können Zellkulturen viele bisherige biologische Rohstoffquellen ersetzen? Die Zelle ist die kleinste selbständig lebende biologische Einheit, die wir kennen. Auf sie geht sowohl die Entwicklung der Arten aber auch die Entwicklung jedes einzelnen Organismus zurück. Dementsprechend besteht also jeder Organismus aus einer Vielzahl von Zellen und ihrer Stoffwechselprodukte. Davon ausgehend liegt es nahe, Verfahren zu entwickeln, die es ermöglichen nur **die Zellen** von den Organismen zu züchten, die für die jeweilige Produktgewinnung (Nahrung, Hormone, Enzyme, Fettsäuren, etc.) notwendig sind (Abb. 2).

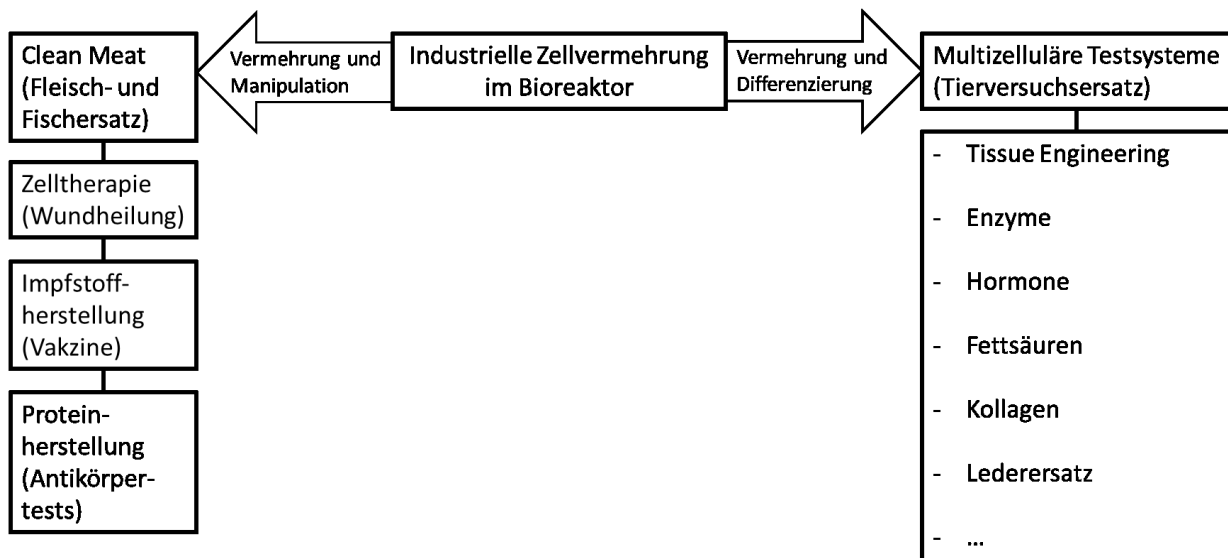


Abbildung 2: Möglichkeiten der Herstellung von Produkten auf Basis einer industriellen Zellvermehrung in geeigneten Bioreaktoren. Gezeigt werden Produktmöglichkeiten und Märkte, die durch Vermehrung und Manipulation von Zellen zugänglich werden (z.B. Herstellung von Impfstoffen durch Vermehrung von Virenbestandteile in Zellkulturen). Eine weitere Route führt über die Differenzierung der vermehrten Zellen, die dadurch zur Produktion bestimmter Genprodukte angeregt werden (z.B. Enzyme, Hormone Fettsäuren).

Schon Winston Churchill erklärte 1931 „In 50 Jahren werden wir der Absurdität entkommen, ein ganzes Huhn zu züchten, um dessen Brust oder dessen Flügel zu essen, indem wir diese Teile separat unter einem geeigneten Medium züchten.“

Heute erleben wir in der Lebensmittelproduktion eine Revolution, die genau diese Idee aufgreift. Das Prinzip, auf dessen Grundlage weltweit neue Firmen in diesem Bereich gegründet werden, basiert auf den neuen Möglichkeiten der Zellkultur. Dabei werden teilungsfähige Zellen aus den gewünschten Organismen isoliert und in Kultur genommen. Die erste Voraussetzung für eine erfolgreiche Produktion ist dabei die Entwicklung von Zellkulturen, die mindestens 30 bis 50 Teilungen ermöglichen. Wenn man davon ausgeht, dass eine Zelle ca. 2 ng schwer ist [7],

würde man nach 50 idealen Teilungen mehr als 2 t Biomasse erhalten. Diese enorme Vermehrungsrate entsteht dadurch, dass sich die Zellen bei jeder Teilung verdoppeln. Liegt diese Teilungsrate bei 24 h, eine Zeit, die bei vielen Zelltypen festzustellen ist, wäre es möglich, bei Erreichen der Produktionsgröße jeden Tag zu „ernten“, was in der traditionellen Landwirtschaft nicht erreichbar ist. Da aber die gewonnenen Zellen eine andere Struktur und Konsistenz besitzen als die klassischen Produkte, wird sich hier eine Prozessierung der Rohstoffe anschließen müssen. Derzeit werden hierfür Hybridstrukturen getestet, bei der die Zellen auf eine Pflanzengerüststruktur aufgebracht werden [8].

Seit 2015 wachsen die Investitionen in diese Entwicklung kontinuierlich an. Allein im Jahr 2020 wurden 275 Mio Dollar investiert [9] und es entstehen weltweit immer mehr Firmen, die sich mit der Herstellung sogenannter Clean-Meat-Lebensmittel beschäftigen. Natürlich werden die herkömmlichen Lebensmittel nicht komplett verdrängt werden. Zukunftsszenarien gehen davon aus, dass es zu einer Dreiteilung des Fleischproduktemarktes kommen wird, der sich dann in herkömmliche Produkte, Pflanzenersatzprodukte und

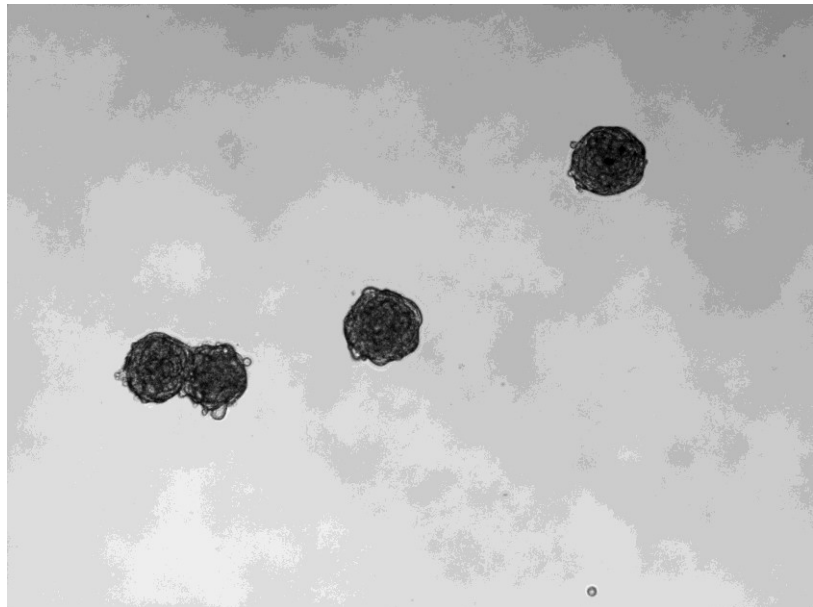


Abbildung 3: Dreidimensionale Zellaggregate in der Zellkultur, wie sie für die Massenproduktion von Zellen verwendet werden könnten.

zellbasierte Produkte aufteilt [10]. Diese Entwicklungen sind nicht nur ökonomisch und ökologisch lohnenswert. Sie bieten auch den ethischen Vorteil, die Massentierhaltung zu reduzieren und vielleicht eines Tages ganz abzuschaffen. Auf der ökologischen Seite schlagen die verminderte Landnutzung und die verringerte Emission klimaschädlicher Gase positiv zu Buche [11].

Trotz des anhaltenden internationalen Trends reagiert die Start-up Szene in Deutschland noch sehr zögerlich. Vorreiter sind hierzulande die beiden Firmen Innocent Meat und Bluu Biosciences. Die Bluu GmbH ist eine Ausgründung aus der Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie und Zelltechnik, an der bereits 2004 Patente zur Nutzung von Zellen für Nahrungsmittel und andere Verbrauchsgüter eingereicht wurden. Außerdem hat sie, zusammen mit der Universität zu Lübeck und verschiedenen Tierzuchteinrichtungen, mit dem Aufbau von Zellbiobanken von Wild- und Nutztieren, wie z.B. dem CRYO-BREHM, weitere Grundlagen für eine kommerzielle Verwertung von Zellkulturen geschaffen.

Die hier beschriebene Entwicklung wird in den nächsten Jahren sicher weiter an Dynamik gewinnen. Dementsprechend beschäftigt sich auch die BIO Deutschland, der deutsche Branchenverband der Biotechnologie-Industrie, in der AG Industrielle Zelltechnik mit dem wirtschaftlichen Einfluss dieser neuen Technologien auf die Branche. Eine wesentliche Herausforderung für die weitere erfolgreiche Entwicklung ist neben der Herstellung geeigneter Wachstumsmedien ohne tierische Inhaltsstoffe ein generelles Verfahren, das es ermöglicht, wirtschaftlich nutzbare Zellmengen kostengünstig herzustellen. Auch hierfür gibt es aber bereits einige erfolgversprechende Ansätze [12].

Sobald diese Verfahren zu wirtschaftlichen Bedingungen einsetzbar sind, wird sich eine Industrie, basierend auf Zellen als neuem Rohstoff, weltweit immer mehr ausbreiten. Zellen werden aber nicht nur Biomasse durch Verdopplung produzieren. Je besser die Differenzierungsprozesse in den Zellen verstanden werden, desto mehr spezialisierte Zellen können ebenfalls außerhalb des Organismus hergestellt werden, um damit die gewünschten Stoffe in geeigneten Bioreaktoren zu produzieren (Abb.1). Grundlage hierfür ist aber immer zuerst eine kostengünstige Massenproduktion der entsprechenden Zellen.

Mit der weiteren Etablierung dieser Technologie wird es möglich sein, in vielen Bereichen Tiere als Produktionsorganismen mehr und mehr abzulösen und dadurch eine neue nachhaltige Kreislaufwirtschaft zu etablieren.

#### Quellen:

1. [https://de.wikipedia.org/wiki/Henrietta\\_Lacks](https://de.wikipedia.org/wiki/Henrietta_Lacks)
2. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1188826/umfrage/ackerflaeche-pro-kopf-entwicklung/>
3. <https://www.aquakulturinfo.de/aquakultur-zahlen>
4. <https://www.slideserve.com/revelin-nunan/prognose-entwicklung-des-g-terverkehrs-bis-2025>
5. <https://de.wikipedia.org/wiki/Erd%C3%BCberlastungstag>
6. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/nachhaltigkeitsziele-verstaendlich-erklaert-232174>
7. <https://www.nature.com/articles/nature24288>
8. <https://loveveg.de/kulturfleisch/>
9. <https://www.gdi.ch/de/publikationen/trend-updates/zellulaere-landwirtschaft-investorinnen-im-goldrausch>
10. <https://www.idtechex.com/ko/research-article/cultured-meat-just-around-the-corner/18844>
11. <https://www.bundestag.de/resource/blob/592836/5d0ea08045a3e9bafc92393495d754a2/WD-5-151-18-pdf-data.pdf>
12. <https://patents.google.com/patent/DE102013018242A1/zh-cn>

**Prof. Dr. Charli Kruse**, geb. 1960, studierte Marine Ökologie in Rostock und promovierte 1992 an der Universität Rostock im Fachgebiet Zoologie zum Thema „Maskulinisierung von Regenbogenforellen mittels Methyltestosteron“.

Von 1991 bis 2004 leitete er am Institut für Medizinische Molekularbiologie an der Medizinischen Universität zu Lübeck die Gruppe „Intrazelluläre Transportmechanismen“ und habilitierte sich im Jahr 2000 für das Fachgebiet „Molekulare Biologie“. Seit 2007 ist er Professor an der Universität zu Lübeck und leitet seit 2012 das Institut für Medizinische und Marine Biotechnologie an der Universität zu Lübeck. Zwischen 2004 und 2007 leitete Prof. Kruse die Fraunhofer-IBMT-Arbeitsgruppe „Zelldifferenzierung und Zelltechnologie“ an der Universität zu Lübeck, aus der 2008 die Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie EMB hervorgeht – seit Dezember 2020 Fraunhofer-Einrichtung für Individualisierte und Zellbasierte Medizintechnik IMTE.

Heute ist er Direktor der Fraunhofer-Einrichtung für Individualisierte und Zellbasierte Medizintechnik IMTE und leitet das Fraunhofer-Entwicklungszentrum für Marine und Zelluläre Biotechnologie EMB.





# Das verräterische Gedächtnis künstlicher Neuronaler Netze

Bericht: Jens-Uwe Hagenah

Vortrag zur Jahreshauptversammlung, 31. August 2021, Naturwissenschaftlicher Verein zu Lübeck

Prof. Dr. Esfandiar Mohammadi, Universität zu Lübeck, Institut für IT Sicherheit, Arbeitsgruppe Privacy & Security

Die Sicherheit der persönlichen Daten und der Privatsphäre der Anwender von IT-Systemen können auf vielfältige Weise gefährdet sein.

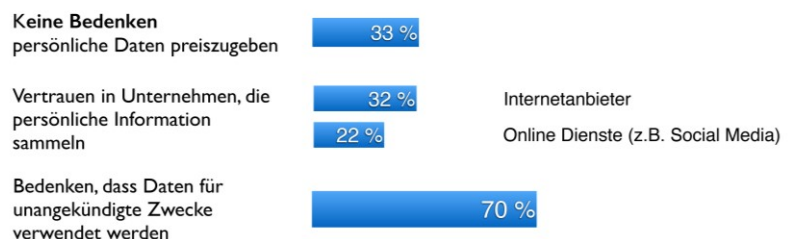
Die Privatsphäre kann durch unerwartete Preisgabe von persönlichen Daten verletzt werden. Dabei ist häufig der Datendiebstahl zur missbräuchlichen Authentifizierung (Identitätsdiebstahl) im öffentlichen Fokus. Dann drohen sowohl finanzielle Nachteile durch Bestellungen bei Online-Dienste oder Kontozugriffen oder das Bekanntwerden kompromittierender Informationen. Dafür besteht in der Bevölkerung der Europäischen Union eine hohe Aufmerksamkeit.

Auf der anderen Seite kann das bewusste Teilen von persönlichen Daten auch Vorteile bringen, z.B. durch Anwendungen des SmartHome (wann komme ich nach Hause und möchte es warm haben) oder SmartCity (wann nutze ich mein E-Auto und es soll geladen sein).

Maschinelles Lernen als Form der Künstlichen Intelligenz benötigt für gute Ergebnisse viele Datensätze um ein neuronales Netz zu trainieren. Dabei stellen z.B. die Nutzungshistorien von Streaming-Diensten eine (auch kommerziell) wichtige Ressource dar. Falls jemand die Einwilligung zur Nutzung solcher Daten gibt, geht er/sie in der Regel davon aus, dass diese Daten nicht

## Umfrage: Eurobarometer Data Protection (2010)

28 000 EU-Bürger mit 15+,  
~1000 Personen pro Land



ESFANDIAR MOHAMMADI - DAS VERRÄTERISCHE GEDÄCHTNIS NEURONALER NETZE

## Teilen von persönlichen Daten kann viele Vorteile bringen

- Viele Möglichkeiten, wenn wir Daten teilen würden
- Durch maschinelle Lernverfahren (z.B. in KI-Verfahren)
- Hürde: Datenschutzbedenken





zu ihm/ihr zurück zu verfolgen sind. Dazu werden die Daten pseudoanonymisiert und künstlich verrauscht. Sogenannte K-Anonymität soll die Daten schützen kann aber gebrochen werden, falls genügend Daten aus anderen Quellen (etwa Datendiebstahl im großen Umfang) zur Verfügung stehen.

Ein besonderes Augenmerk liegt bei dem Training von Gesichtserkennung-Software dem Model-Inversion-Angriff, der die Trainingsdaten aus einem neuronalen Netz (wie es etwa in einem SmartPhone hinterlegt ist) wieder gewinnen kann. Zusammen mit Daten aus anderen Quellen kann z.B. ein Gesicht aus dem Trainingsdatensatz rekonstruiert werden. Um trotzdem Neuronale Netze trainieren zu können, sind sichere statistische Verfahren erforderlich, um diejenigen zu schützen, die die Trainingsdaten zur Verfügung gestellt haben. Solche Verfahren werden in der Arbeitsgruppe von Prof. Mohammadi erforscht.

**Prof. Dr. Esfandiar Mohammadi** leitet seit 2019 die Arbeitsgruppe Privacy & Security am Institut für IT-Sicherheit der Universität zu Lübeck. Der Fokus seiner Forschung liegt auf Privatsphäre erhaltenden Berechnungsmethoden und anonymer Kommunikation. Von 2016 bis 2019 forschte Esfandiar Mohammadi als ZISC Fellow an der ETH Zürich am Institut für Information Security. Bis 2016 forschte er in seiner Alma Mater, der Universität des Saarlandes, wo er 2015 im Institut für Informationssicherheit promoviert wurde.



## Natur vor der Haustür

Die folgenden Bilder und Texte stammen von Prof. Dr. Carsten Niemitz, der in Mölln im NABU und bei Scientists for Future in Lübeck aktiv ist.



Ähnlich wie bei anderen Schmetterlingen nimmt auch die Häufigkeit des C-Falters (*Polygonia c-album*) wegen der Intensivierung der Landwirtschaft und schwindender Lebensräume allmählich ab. Seinen wissenschaftlichen und auch den Trivialnamen verdankt er seinen typischen Merkmalen, den unregelmäßig ausgezackten Flügeln und dem markanten „C“ auf der Unterseite seiner Hinterflügel. Aus der Nähe erkennt man dort auch seine dezenten grünen Tupfen.



Trotz seiner großen Häufigkeit ist der kleine Zilpzalp (*Phylloscopus collybita*) erstaunlich wenig bekannt. Sein einfacher, wohltönender, überall in den Gärten zu hörenden Gesang hat ihm seinen ungewöhnlichen Namen eingebracht. Viele Zilpzalps verbringen den Winter in Nordafrika; die meisten kehren gegen Ende März zu uns zurück.





An stehenden, oft kleineren, nährstoffreichen Gewässern findet man die hübsche Doldige Schwanenblume (*Butomus umbellatus*), die hier von einer Hainschwebfliege (*Episyrphus balteatus*) besucht wird. Diese hübschen, kleinen Schwebfliegen sind erstaunliche Zuginsekten, die den Winter im Mittelmeerraum verbringen und im Frühjahr wieder über die Alpen und Pyrenäen zurück nach Schleswig-Holstein fliegen.



Der kleine „Fliegenjäger“ (*Ectemnius lituratus*) gehört zu den Grabwespen. In weichem Moderholz legt das Weibchen einen langen Gang an und bestückt die Brutkammern mit oft mehr als 30 erbeuteten Fliegen. Während sich das Weibchen hier an den Pollen einer Wilden Möhre labt, unterbricht es diese Mahlzeit gelegentlich, um an Ort und Stelle auf Jagd für die Nachkommenschaft zu gehen. Auf der Stirn erkennt man die drei Punktaugen (Ocellen), die verschiedenen Orientierungs- und Stabilisierungsfunktionen dienen.

# Berichte aus dem Gesprächskreis des Naturwissenschaftlichen Vereins

## Das Ende Pandemie. Was dann?

Einhard Schierenberg

### Was sind die Prognosen?

#### 1. Das SARS-Cov-2 Virus kann zwar zurückgedrängt aber nicht ausgerottet werden.

##### Begründung:

In der Weltpopulation der Menschen wird es immer eine gewisse Zahl von ungeimpften Virus-trägern geben, es sei denn es gäbe eine lebenslang wirkende Schutzimpfung und in einer weltweiten konzertierten Aktion würden (fast) alle Menschen damit geimpft. Eine regelmäßige Auffrisch-Impfung mit an aktuelle Varianten angepasstem Vakzin ist nur in Ländern mit guter Infrastruktur vorstellbar.

Das Virus kann von Menschen auf bestimmte Haus-, Nutz- und Wildtiere übertragen werden, ohne dass diese krank werden, wo sich dann ein dauerhaftes Reservoir für Mutationen und Rückübertragung auf den Menschen bilden kann.

#### 2. In der Zukunft steigt die Gefahr für neue Pandemien durch tierische Viren, die von dort auf den Menschen überspringen (Zoonosen).

##### Begründung:

Zu den Hauptfaktoren bei der Verbreitung von Zoonosen zählen dieselben menschlichen Aktivitäten, die den Klimawandel und den Verlust der biologischen Vielfalt vorantreiben. Insbesondere die Ausweitung und Intensivierung der Landwirtschaft, nicht nachhaltiger Handel, Produktion und Konsum stören die Natur und erhöhen den Kontakt zwischen Wildtieren, Nutztieren, Krankheitserregern und Menschen. Je stärker der Mensch in den Lebensraum von Wildtieren eindringt, umso größer ist das Risiko, sich mit neuen, bisher unbekanntem Viren zu infizieren.

Die Bekämpfung einer Pandemie ist extrem aufwendig und teuer. Vorsorge, dass eine solche gar nicht erst entsteht, ist um einen geschätzten Faktor 100 billiger.

### Was sind sinnvolle vorsorgliche Maßnahmen?

#### 1. Natur- und Klimaschutz

Im Herbst 2020 veröffentlichte der Weltbiodiversitätsrat (IPBES) den Bericht einer Tagung zum Thema „*Biodiversity and Pandemics*“ (<https://ipbes.net/events/ipbes-workshop-biodiversity-and-pandemics>)

Danach sind ungefähr 70 Prozent aller neu auftretenden Krankheiten Zoonosen - bekannte Beispiele sind Ebola, Zika aber auch Influenza und das Aids auslösende HI-Virus. Überträgerarten können beispielsweise Fledermäuse oder Nagetiere sein, dazu Primaten, Wasservögel und Nutztiere wie Schweine, Kamele und Geflügel: Je stärker der Mensch in den Lebensraum von Wildtieren eindringt, umso größer ist das Risiko, sich mit neuen, bisher unbekanntem Viren zu infizieren.

Die Experten des IPBES schätzen, dass ca. 1,7 Millionen derzeit unentdeckte Viren in Säugetie-

ren und Vögeln schlummern. Davon könnten bis zu 850.000 die Fähigkeit entwickeln, den Menschen zu infizieren. Künftig könnten demnach Pandemien öfter auftreten, sich schneller ausbreiten und mehr Menschen töten als Covid-19.

#### **Vorschläge der IPBES- Kommission beinhalten:**

- Die Einrichtung eines internationalen Rats zur Pandemieprävention. Ein solcher Rat könnte auch ein globales Überwachungssystem koordinieren.
- Die Schaffung eines internationalen Abkommens mit klaren Vorgaben zu nationalen Pandemiepräventionsprogrammen.
- Landnutzungsprojekte, die auf Pandemieprävention ausgelegt sind.
- Regulierung des Fleischhandels mit Blick auf Tierarten mit hohem Pandemierisiko - beispielsweise durch Steuern oder Abgaben auf Fleischkonsum und Viehzucht.
- Verringerung oder Beseitigung von Arten mit hohem Krankheitsrisiko im Wildtierhandel und verstärkte Strafverfolgung bei illegalem Handel. Aufklärung der Bevölkerung in Seuchen-Hotspots. In den letzten Tagen rief die WHO sogar dazu auf, auf lokale Vermarktung und internationalen Handel mit wild eingefangenen Tieren völlig zu verzichten.

#### **2. Entwicklung von Pan-Virus Impfstoffen**

Ein kurzer Artikel vom 8. Februar 2021 in der angesehenen Zeitschrift Nature liefert dazu einige Hintergrund-Informationen (Burton, D. and Topol, E. „*Variant-proof vaccines — invest now for the next pandemic*“, *Nature* 590: 386-388; <https://www.nature.com/articles/d41586-021-00340-4>):

In gewissem Maße haben wir noch Glück mit der jetzigen Pandemie. Nur dadurch, dass es sich um ein Corona-Virus mit prominenten Spike-Proteinen an der Oberfläche handelt, war es möglich in so kurzer Zeit wirksame Impfstoffe dagegen zu entwickeln.

Der Erreger der nächsten Pandemie mag in dieser Beziehung wesentlich unangenehmer sein, indem es sehr viel länger dauern könnte, dagegen Impfstoffe zu entwickeln. Beim HI-Virus ist es trotz erheblicher Anstrengungen über Jahrzehnte bisher nicht gelungen.

Das Ziel ist es, Impfstoffe zu entwickeln, die eine Breitband-Wirkung haben, also in diesem Fall gegen möglichst viele Corona-Varianten Schutz bieten. Ansätze sind zum einen Epitope (Bindungsstellen für Antikörper) zu finden, die allen Corona-Viren gemein sind (insbesondere an der Spitze und am Stamm der Spikes) und deren Impfung (als Protein, DNA oder RNA) die Bildung von wirksamen Antikörpern induzieren. Solche Strukturen hat man identifiziert, aber die Immunwirkung ist bisher deutlich geringer als bei den momentan eingesetzten Impfungen gegen eine einzelne Virus-Variante. Der andere Ansatz ist eine Mischung aus vielen Komponenten (als mRNA und/oder Virus-Vektoren) zu spritzen, die Antikörperbildung gegen eine Vielzahl von Viren einer Gruppe (z.B. Corona oder Influenza) induzieren. Die Grippe-Impfung gegen 4 Varianten desselben Influenza-Virus ist ein praktizierter Vorläufer einer solchen Strategie.

Solche Pan-Virus Impfstoffe sollten im Voraus produziert und gelagert werden, um im Fall eines Ausbruchs schnell reagieren zu können. Die Kosten für eine solche Strategie sind erheblich, aber deutlich billiger und (hoffentlich) wirksamer als eine spätere Bekämpfung.

Vorschlag der Autoren: Wenige Prozent der Verteidigungshaushalte würden zur Finanzierung ausreichen.

Im Netz findet man zum Stichwort „*pan-virus vaccines*“ eine Reihe von Originalarbeiten.



# Künstliche Intelligenz

Uwe Spiekermann

Künstliche Intelligenz KI, engl. artificial intelligence AI, befasst sich mit der Automatisierung intelligenten Verhaltens und dem maschinellen Lernen. Eine KI kann selbstständig Probleme lösen.

Der Traum von künstlicher Intelligenz ist älter als der Computer selbst – sei es „Frankensteins Monster“ (Mary Shelley’s Roman „Frankenstein“, aus dem 19. Jh.) oder künstlich erschaffene Menschen wie der „Homunculus“ (aus Goethes „Faust 2“). In seiner Ballade „Der Zauberlehrling“ beschreibt Goethe die Gefahren und möglichen Folgen, die durch ein außer Kontrolle geratenes Lebewesen entstehen können, wahrscheinlich inspiriert durch die Figur des „Golem“, ein aus Lehm gebildetes, stummes menschliches Wesen im Mittelalter.

Vor allem in der Science Fiction begegnet uns der Begriff „künstliche Intelligenz“ und meint zu meist Roboter oder Computer, die selbstständig denken und handeln können, im Guten wie der Android „Data“ aus „Star Trek“ oder im Bösen wie der Computer „HAL 9000“ aus dem Film „2001: Odyssee im Weltraum“.



Abb. 1: Android „Data“

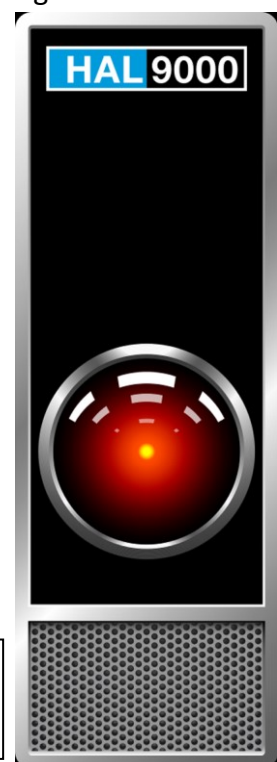


Abb. 2: Computer „HAL 9000“

## Der Unterschied zwischen der KI und einem simplen Computerprogramm:

Der Programmierer schreibt einen Code in einer Sprache seiner Wahl bestehend aus einem Satz beliebig komplexer Anweisungen, z. B.

- Wenn dies, dann das.
- Wenn der User auf „Senden“ drückt, schicke die E-Mail an Server X.

Bei einer KI gibt der Programmierer nicht jeden einzelnen Schritt vor, sondern schreibt einen Algorithmus, der selbstständig in der Lage ist, die Schritte zu erstellen. Das ist wichtig, da bestimmte Probleme wie z. B. die Bilderkennung so komplex sind, dass es unmöglich ist, dafür einen Code von Hand zu schreiben.

KI steht als Überbegriff für den Versuch, einem Computer menschliches oder komplexes Denken beizubringen – im Gegensatz zum stumpfen Abarbeiten von feststehenden, einmal vorprogrammierten Funktionen. Der Computer programmiert sich selbst, lernt aus Erfahrung und ist in der Lage, mit neuen Situationen umzugehen.

Eine spezielle Methode, dieses Ziel zu erreichen, ist das maschinelle Lernen. Dabei lernt ein Computer aus allgemeinen Daten ein Muster, eine Regel abzuleiten, das diesem bestmöglich

entspricht, und kann es auf neue Daten anwenden. Dabei kommt immer ein Wahrscheinlichkeitswert heraus, denn der Computer wird mit neuen, bisher unbekanntem Daten konfrontiert und errechnet daraus die beste Näherung – er kann sich aber auch irren.

Neuronale Netze sind das relevanteste Teilgebiet des maschinellen Lernens. Sie sind in der Lage, große Mengen an unstrukturierten Daten besonders gut auszuwerten und Muster in ihnen zu finden. Der Begriff kommt aus der Biologie.

Im menschlichen Gehirn ist ein Neuron eine Nervenzelle, die mit anderen Nervenzellen verbunden ist und elektrische Signale an diese weitergibt.

Ein künstliches neuronales Netz (KNN) funktioniert ähnlich. Hier ist ein Neuron eine mathematische Formel, die einen Input verarbeitet und daraus einen Output generiert.

Damit neuronale Netze funktionieren, benötigen sie Daten, deren Ergebnis sie kennen, um aus diesen zu lernen. Dieser Prozess wird Training genannt – das Netz führt eine Berechnung aus und schaut, ob diese zum erwarteten Ergebnis passt. Stimmt das Ergebnis der Formel nicht, muss das Netz noch weiter trainieren.

In letzter Zeit haben KNN für Aufmerksamkeit gesorgt, die im Bereich des Natural Language Processing – also der Verarbeitung von natürlicher Sprache – arbeiten. Diese sogenannten Transformer arbeiten mit Milliarden von Parametern und brauchen Monate, um trainiert zu werden.

Der Generative Pre-trained Transformer GPT-3 z. B. ist ein Sprachmodell, das auf einem per Deep Learning trainierten KNN basiert. Es ist u. a. in der Lage, selbstständig Texte zu verfassen, die nur schwer zu unterscheiden sind von Texten, die von Menschen erstellt wurden. Schwächen: Das Missbrauchspotential und der Energiebedarf für das Training sind hoch.

Beachtlich auch die Fortschritte der KNN im Bereich der Spiele. 2016 gewann die Google-KI AlphaGo im Spiel „Go“ 4 von 5-mal gegen Lee Sedol, der als einer der weltbesten Spieler galt. Go, wörtlich „Umzingelungsspiel“, ist ein strategisches Brettspiel aus dem antiken China mit 19x19 Feldern.

#### Anwendungsgebiete der KI:

- Suchmaschinen
- Maschinelle Übersetzung, z. B. DeepL
- Erkennung optischer Zeichen, Handschriften, Sprache (z. B. Cortana), Gesichtern, Bildern
- Computerspiele
- Humanoide Roboter
- Suche nach extrasolaren Planeten mittels Transitmethode
- Selbstfahrende Kraftfahrzeuge



Abb. 3: Spielbrett und Holzdose mit Go-Steinen

Bei der Anwendung der KI in der Medizin werden digital vorliegende Informationen ausgewertet, um möglichst aussagekräftige Diagnosen zu stellen und Therapien vorzuschlagen. KI spielt eine Rolle in der bildgebenden Diagnostik (Radiomics). Eingesetzt wird Radiomics zur Klassifizierung von Tumoren in Lunge, Brust, Gehirn und Haut. Mit der Methode ist es möglich, den Typ der Krebszellen genauer zu bestimmen, da die Unterscheidungsmerkmale oft schwer mit dem menschlichen Auge zu erkennen sind.

2018 haben Wissenschaftler eine Studie vorgestellt, die mit KNN anhand von Gehirncans eine Alzheimererkrankung im Schnitt 6 Jahre vor der finalen Diagnose erkennen kann. Oft wird Alzheimer von Ärzten erst dann diagnostiziert, wenn sich die ersten Symptome zeigen.

Eine weitere wichtige Anwendung der KI findet man beim autonomen Fahren. Dabei transportieren Roboterfahrzeuge selbstständig und zielgerichtet

Personen im realen Straßenverkehr, ohne dass ein Fahrer eingreift. Das soll Zeit sparen, Nerven schonen und Unfälle im Straßenverkehr verringern.

Miteinander vernetzte Autos können schneller unterwegs sein, da sie sich Informationen teilen und vor Unfällen, schlechtem Wetter oder Stau warnen.

Zurzeit gibt es noch keine autonom fahrenden Serienautos. Daher kann man nicht sagen, wie sicher die Autos in allen Situationen fahren würden.

Beim autonomen Fahren unterscheidet man 6 Stufen, sogenannte Level.

Während bei Level 0 der Fahrer das Fahrzeug vollständig kontrolliert, ohne Assistenzsysteme, übernimmt bei Level-5-Fahrzeugen das Auto vollständig die Kontrolle, das System steuert sich selbst, fährt also autonom. Lenkrad und Pedale benötigt das Auto nicht, ebenso keinen Fahrer. Jeder Insasse wird zum Passagier.

Einige Autos der Oberklasse können hochautomatisiert (Level 4) fahren. Die Funktionen dafür sind in ihnen integriert, aber noch nicht freigeschaltet, da zurzeit nicht vom Gesetzgeber freigegeben.



Abb. 4: Ein Wissenschaftler und ein Radiologe entwickeln gemeinsam ein klinisches KI-Werkzeug, mit dessen Hilfe Lungenerkrankungen schnell und präzise diagnostiziert werden können. Diese enge Partnerschaft zwischen Forschenden und Klinikerinnen und Klinikern ist die Stärke des Berner Zentrums für Künstliche Intelligenz in der Medizin (CAIM), sodass Patientinnen und Patienten schnell von Forschungsergebnissen profitieren. © Universität Bern



Abb. 5: Projekt „Heat“ der Hamburger Hochbahn



Abb. 6: Projekt „emoin“ der VHH



Autonome Kleinbusse, sogenannte People Moover, waren bereits erfolgreich im Einsatz, z. B. der Kleinbus „Heat“ der Hamburger Hochbahn in der Hafencity und der Shuttle-Kleinbus „emoin“ der Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein in Hamburg-Bergedorf.

Die meisten Hersteller der Autos übernehmen für ihre Assistenzsysteme zur Entlastung des Fahrers keine Haftung. Der Mensch hinter dem Lenkrad bleibt in den nächsten Jahren weiterhin der Fahrzeugführer und ist für das Fahrzeug verantwortlich. Bei Unfällen begleicht zunächst die Kfz-Versicherung den Schaden des Geschädigten.

Bei Fahrzeugen mit Level 5, bei dem der Passagier nicht mehr die Möglichkeit hat, einzugreifen, müsste der Hersteller haften.

In den vollautonomen Fahrzeugen muss ein Fahrmodusspeicher integriert werden, um nach einem Unfall die Fahrdaten auslesen und bewerten zu können.

Die Ethik-Kommission Automatisiertes und Vernetztes Fahren hat Leitlinien zur Zulassung von automatisierten Fahrzeugen erarbeitet, z. B.:

- In Gefahrensituationen hat der Schutz menschlichen Lebens immer höchste Priorität.
- In jeder Fahrsituation muss klar geregelt und erkennbar sein, wer für die Fahraufgabe zuständig ist: Mensch oder Computer.

Aus den gespeicherten Fahrdaten bei einigen Autoherstellern lässt sich nicht nur etwas über den Fahrstil des Kunden ableiten, sondern auch über seine Vorlieben (gläserner Kunde). Die Daten sind das neue Gold der Automobil-industrie. Stiftung Warentest hat sich dem Thema angenommen. Ihr Urteil: der Datenschutz der Autohersteller ist mangelhaft.



Abb. 7: VW will mit autonom fahrenden Shuttles in den internationalen Wettbewerb eintreten und ab 2025 mit Robotertaxis ohne Fahrer in Metropolen starten, zum einen mit dem Ride-pooling-Anbieter Moia, zum anderen mit dem Technologie-Start-up ArgoAI, das die Software für die autonomen Fahrprogramme beisteuert.

KI funktioniert mit Algorithmen, dem Versuch menschliches Denken und Handeln auf ein Computerprogramm zu übertragen. Grundlage sind die Ausgangsdaten, Statistiken und Standards, auf denen das jeweilige Programm aufbaut. Hier ist die kritische Stelle, die dazu geführt hat, dass man sich inzwischen

mit ethischen Fragen auseinandersetzen muss. Zwar ist die KI lernfähig, doch geschieht das immer auf Grundlage der Daten, die eingespeist wurden – weiß die Fußgängererkennung z. B. nicht, was ein Kind ist, wird sie es im Ernstfall ignorieren. Genau das Gleiche gilt für Hautfarben. Um einer Diskriminierung von Menschen entgegenzuwirken, braucht es, wenn die KI über Menschen urteilt, einen Anspruch auf Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Erklärbarkeit von KI-Entscheidungen, damit eine gerichtliche Überprüfung automatisierter Entscheidungen möglich ist.

### **KI und Arbeitsmarkt**

In Zukunft könnten mit der digitalen Revolution Computer und humanoide Roboter die Arbeit in ganzen Branchen übernehmen.

Im japanischen Versicherungskonzern Fukoku z. B. wurden Mitarbeiter durch KI ersetzt, die Arztberichte und andere Dokumente liest. Daraus berechnet sie die Auszahlungssummen für die Kunden.

Nach zahlreichen Studien werden viele Jobs durch Maschinen und Software ersetzbar sein – aber gleichzeitig werden ganz neue Stellen geschaffen. Vor allem Routinetätigkeiten werden automatisiert, die mit Datenverarbeitung und Erhebung zu tun haben (Bürokräfte in der Versicherungs- und Finanzbranche).

Um den Veränderungen gewachsen zu sein, kommt der Weiterbildung und dem flexiblen Umgang mit Soft- und Hardware von klein auf besondere Bedeutung zu,



Abb. 8: Mensch und Maschine

### Quellenangabe

Wikipedia: Künstliche Intelligenz; Künstliche Intelligenz in der Medizin; Künstliches Leben

Wirtschaftsforum Bremen: Was ist künstliche Intelligenz?; Was ist ein neuronales Netz?

Finanz und Wirtschaft: A. Komlosy: KI wird die Arbeit nicht abschaffen.

Bundesministerium für Bildung und Forschung: Sachstand künstliche Intelligenz (2019)

DGB: „Künstliche Intelligenz“ für gute Arbeit

www.zdf.de: Elisa Kart: Wenn Roboter unsere Jobs übernehmen

www.computerfutures.com: KI und die Folgen für den Arbeitsmarkt

Quarks-Newsletter: Fabian Hoberg: Was können autonome Autos?

Lübecker Nachrichten Juli 2021: Automobilindustrie und Datenschutz

### Bildnachweise

Abb.1: <https://memory-alpha.fandom.com/de/wiki/Data?>

Abb.2:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/73/HAL9000\\_Case.svg/330px-HAL9000\\_Case.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/73/HAL9000_Case.svg/330px-HAL9000_Case.svg.png)

Abb.3 : [www.istockphoto.com/de/fotos/go-brettspiel](http://www.istockphoto.com/de/fotos/go-brettspiel)

Abb.4:

[https://www.unibe.ch/aktuell/medien/media\\_relations/medienmitteilungen/2020/medienmitteilungen\\_2020/berner\\_zentrum\\_fuer\\_kuenstliche\\_intelligenz\\_in\\_der\\_medizin/index\\_ger.html](https://www.unibe.ch/aktuell/medien/media_relations/medienmitteilungen/2020/medienmitteilungen_2020/berner_zentrum_fuer_kuenstliche_intelligenz_in_der_medizin/index_ger.html)

Abb.5 [www.hochbahn.de/de](http://www.hochbahn.de/de)

Abb.6 [vhhbus.de/autonomes-fahren/](http://vhhbus.de/autonomes-fahren/)

Abb.7 [www.moia.io/de-DE](http://www.moia.io/de-DE)

Abb.8 [www.ki-note.de](http://www.ki-note.de)



# Nobelpreis Chemie 2021 – Entwicklung der asymmetrischen Organokatalyse

Wolfgang Czieslik

Chemiker können neue Moleküle schaffen, indem sie kleine chemische Bausteine miteinander verbinden, aber es ist schwierig, unsichtbare Substanzen so zu steuern, dass sie sich auf die gewünschte Weise verbinden. Benjamin List und David MacMillan erhalten den Nobelpreis für Chemie 2021 für ihre Entwicklung eines neuen und genialen Werkzeugs zum Aufbau von Molekülen: die Organokatalyse. Sie wird unter anderem für die Erforschung neuer Arzneimittel eingesetzt und hat auch zu einer umweltfreundlicheren Chemie beigetragen.<sup>1</sup>



**Benjamin List** (geb. am 11. Januar 1968 in Frankfurt am Main) studierte Chemie an der FU Berlin (Diplom 1993) und promovierte 1997 an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt /Main mit dem Thema *Synthese eines Vitamin-B12-Semicorrins*. Auf einen Postdoc-Aufenthalt am Scripps Research Institute in La Jolla, mit Arbeiten über katalytische Antikörper folgte von 1999 bis 2003 seine Berufung als Assistent Professor am Scripps Research Institute in La Jolla. Seit Juli 2005 ist er Direktor des Max-Planck-Instituts für Kohlenforschung. Benjamin List ist ein Urenkel des Chemikers Jacob Volhard und ein Neffe der deutschen Nobelpreisträgerin Christiane Nüsslein-Volhard, die 1995 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin bekam.<sup>2</sup>

Foto: © Frank Vinken / Max-Planck-Gesellschaft / DPA

**David William Cross MacMillan** (geb. 16. März 1968 in Bellshill, Schottland) studierte Chemie an der University of Glasgow mit dem Bachelor-Abschluss 1991 und wurde 1996 an der University of California, Irvine, promoviert. Als Post-Doktorand war er bei David A. Evans an der Harvard University. Ab 1998 war er an der University of California, Berkeley und ab 2000 am Caltech, an dem er 2004 Professor wurde. Seit 2006 ist er Professor an der Princeton University und dort Direktor des *Merck Center of Catalysis*.<sup>3</sup>

Foto: Frank-Wojciechowski / Princeton University

## Der Ablauf von chemischen Reaktionen

Damit es zu einer chemischen Reaktion kommt, müssen die kleinsten Teilchen, Atome oder Moleküle, der beteiligten Stoffe miteinander in Wechselwirkung treten. Am einfachsten lässt sich dies für chemische Reaktionen in der Gasphase beschreiben. Für eine chemische Reaktion müssen die kleinsten Teilchen der Ausgangsstoffe, die Edukte, mit einer bestimmten Mindestenergie zusammenstoßen. Es bildet sich dann ein aktivierter Komplex, beispielsweise ein loser Verbund von Atomen, aus denen die Endstoffe der Reaktion, die Produkte, entstehen. Dabei wird Energie, beispielsweise Wärmeenergie, freigesetzt.

Damit sich der aktivierte Komplex bilden kann, muss vielfach Energie (Aktivierungsenergie) zugeführt werden – die Stoffe müssen beispielsweise erwärmt werden. Erst dann kann die chemische Reaktion selbständig ablaufen, wenn die frei gesetzte Energie größer ist als die Aktivierungsenergie.

Ein Beispiel hierfür ist die Reaktion zwischen Wasserstoff und Sauerstoff, bei der Wasser entsteht. Mischt man Wasserstoff und Sauerstoff in einem Luftballon, dann geschieht erst einmal nichts. Hält man eine Kerzenflamme an den Luftballon, dann reagieren die beiden Gase explosionsartig, wenn das Volumenverhältnis von Wasserstoff zu Sauerstoff 2:1 beträgt.

Wasserstoff und Sauerstoff reagieren aber auch bei Raumtemperatur, also ohne zusätzliche Wärmezufuhr, wenn das Gasgemisch über fein verteiltes Platin geleitet wird. Dabei wirkt das Platin als Katalysator, der einen Reaktionsweg mit einer geringeren Aktivierungsenergie als die nichtkatalysierte Reaktion ermöglicht. Bei der katalysierten Reaktion reicht als die Energie, die Wasserstoff und Sauerstoff bei Raumtemperatur mitbringen als Aktivierungsenergie aus.

## Energieprofile chemischer Reaktionen

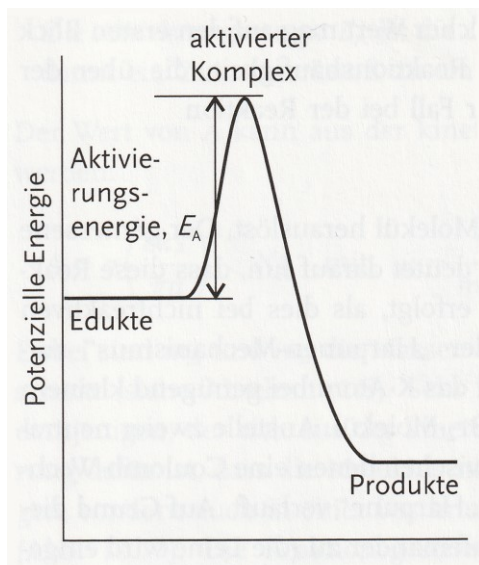


Abb. 1: Zwei Eduktmoleküle nähern sich ein-ander und bilden, wenn sie genügend Energie haben, einen aktivierten Komplex.<sup>4</sup>

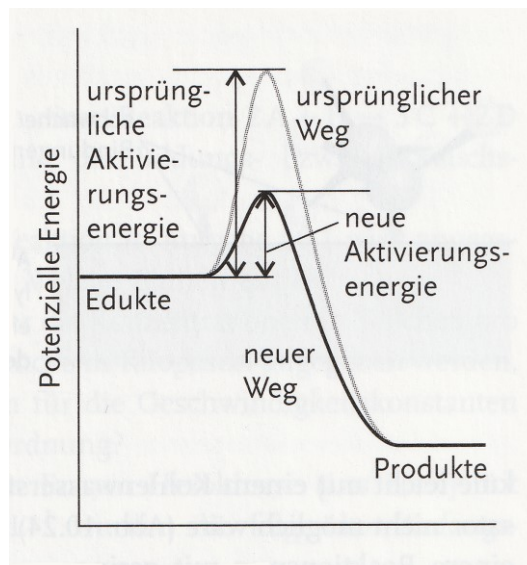
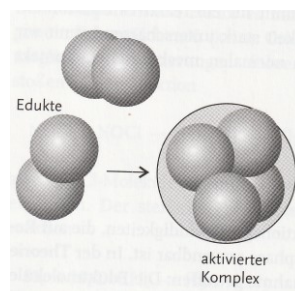


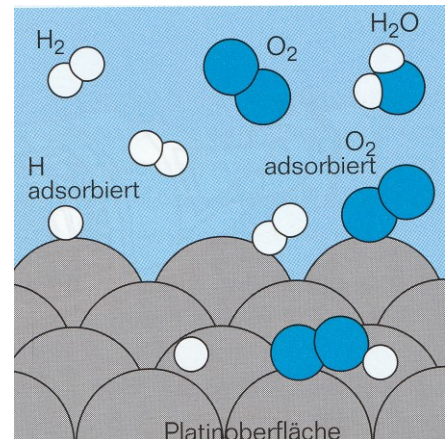
Abb. 3: Ein Katalysator ermöglicht einen alternativen Reaktionsweg mit einer geringeren Aktivierungsenergie als derjenige der nicht katalysierten Reaktion.<sup>6</sup>

Abb. 2: Beispiel für einen aktivierten Komplex, hier ein loser Verbund von Atomen, die sich zu Produkten umgruppieren können.<sup>5</sup>



## Durch Platin katalysierte Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff

Wasserstoff-Moleküle werden an der Platinoberfläche adsorbiert, wobei sich die Bindung zwischen den Wasserstoff-Atomen löst oder mindestens lockert. Einzelne Wasserstoff-Atome können auch ins Metallgitter eingelagert werden. Wasserstoff-Atome oder auch Wasserstoff-Moleküle mit gelockelter Bindung reagieren dann leicht mit ebenfalls adsorbierten Sauerstoff-Molekülen zu Wasser.<sup>7</sup>



## Katalysierte biochemische Reaktionen

In jedem lebenden Organismus finden zu jedem Zeitpunkt unzählige chemische Reaktionen zur Aufrechterhaltung der Lebensfunktionen statt. Dabei handelt es sich um katalysierte Reaktionen, in denen Molekülkomplexe, die Enzyme, als hoch spezifische Katalysatoren wirken. Als Beispiel sei hier die Auflösung einer Peptidbindung – das ist eine Bindung zwischen einem Kohlenstoff-Atom und einem Stickstoff-Atom in einem Protein – im Kollagen beschrieben. Kollagen ist ein besonders widerstandsfähiges Protein, das als eine Art molekularer Faden dient, mit dem beispielsweise unsere Muskeln an den Knochen befestigt sind (Sehnen) oder die Knochen miteinander verbinden (Bänder). Eine besonders grobe Methode Kollagene zu zerstören ist, diese mit einer starken Säure oder Lauge zu kochen.

Abb. 4: Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff an einer Platin-Oberfläche.<sup>7</sup>

Video zur mit Platin katalysierten Knallgasreaktion:  
<https://lp.uni-goettin-gen.de/get/video/2747><sup>8</sup>

Dabei wird, vereinfacht ausgedrückt, eine Bindung zwischen dem Sauerstoff-Atom des Wassers und dem Kohlenstoff-Atom der Peptidbindung aufgebaut. Dabei entsteht ein instabiler aktivierter Komplex (Übergangszustand), der durch zwei Formeln dargestellt werden kann (Abb. 5). Die Bindung zwischen dem Kohlenstoff-Atom und dem Stickstoff-Atom kann jetzt gelöst werden, so dass das Kollagen-Molekül an dieser Stelle zerschnitten ist (c in Abb. 5) oder der Ausgangszustand (a in Abb. 5) wird wieder hergestellt. Dabei ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Ausgangszustand wieder hergestellt wird sehr viel größer

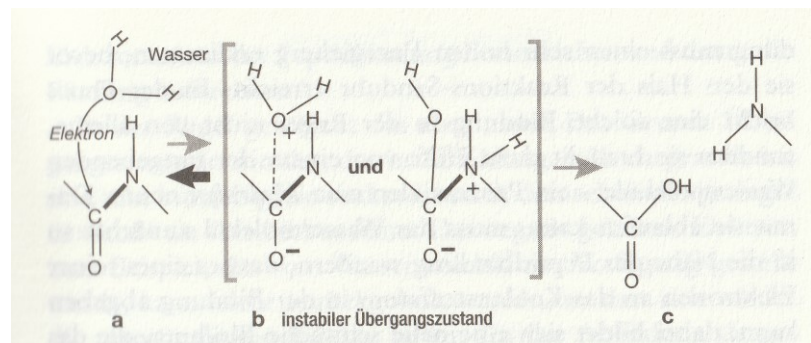


Abb. 5: Proteine wie Kollagen (a) sind Ketten aus Aminosäuren, die aus Atom von Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff bestehen und Peptidbindungen - dicke Linie in der Abbildung - verknüpft sind. Die Peptidbindung kann durch ein Wassermolekül hydrolysiert werden: Es löst die Peptidbindung auf, muss dazu aber einen instabilen Übergangszustand durchlaufen. Dieser besteht aus mindestens zwei Strukturen, die ineinander übergehen können (b).<sup>9</sup>

als die die Auflösung der Peptidbindung. Dies wird in Abb.5 durch den dicken Pfeil nach links symbolisiert. Die Auflösung des Kollagens würde es würde viele Jahre dauern.<sup>9</sup>



Sehr vielschneller läuft die Auflösung der Peptidbindungen im Kollagen mit Hilfe des Enzyms Kollagenase ab. Enzymmoleküle mit ihrem aktiven Zentrum im Innern des Molekülkomplexes umschließt den Kollagenstrang und es bilden sich Bindungen zwischen Atomen des Enzyms und des Kollagens, durch die ein stabilisierter aktivierter Komplex (Übergangszustand) entsteht. Das Kollagen befindet sich jetzt in einen reaktionsbereiten Zustand, in dem die Peptidbindung, die Bindung zwischen einem Kohlenstoff-Atom und einem Stickstoff-Atom im Kollagenstrang, gelockert ist und leicht aufgelöst werden kann.<sup>9</sup>

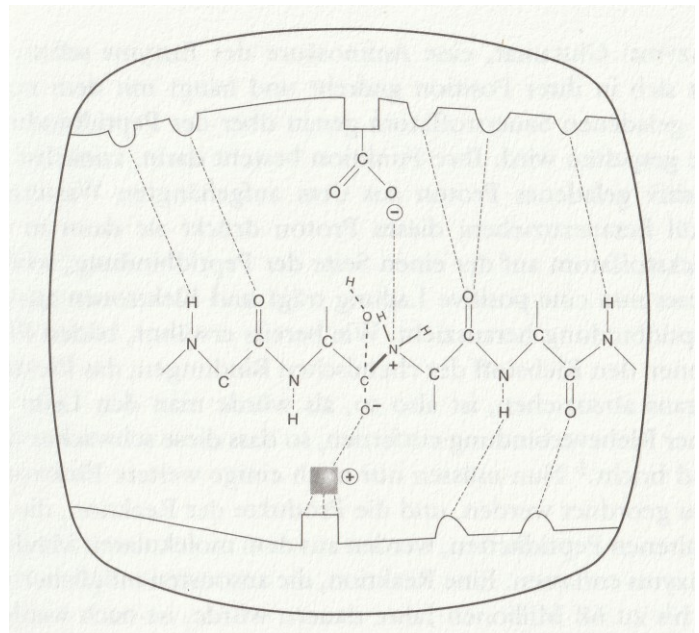


Abb. 6: Auflösung einer Peptidbindung (dicke Linie) des Kollagens am aktiven Zentrum der Kollagenase. Die gestrichelten Linien symbolisieren den Übergangszustand des Substrats. Die graue Kugel unten ist ein positiv geladenes Zink-Ion, die obere Carboxygruppe (COO<sup>-</sup>) gehört zur Aminosäure Glutamat im aktiven Zentrum des Enzyms. Die Abstände der Moleküle sind nicht maßstabsgerecht eingezeichnet.<sup>9</sup>

### Die Idee von Benjamin List

Enzyme bestehen aus hunderten von Aminosäuren, von denen nur wenige im aktiven Zentrum an der Reaktion beteiligt sind, wie auch bei der Auftrennung der Peptidbindung im Kollagen zu erkennen ist. Benjamin List fragte sich, ob tatsächlich das gesamte Enzym für die chemische Reaktion notwendig ist oder ob möglicherweise nicht eine Aminosäure aus dem aktiven Zentrum ausreicht.

Im Jahr 2000 zeigten Benjamin List und sein Team, das das natürlich vorkommende L-Prolin intermolekulare Adolreaktionen katalysieren kann.<sup>10</sup> Eine Adolreaktion ist eine Reaktion zwischen einem Alkanon und einem Alkanal mit der Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen hergestellt werden können. Diese Reaktionen haben beispielsweise für die Herstellung von Naturstoffen große Bedeutung.

**Wichtig ist hierbei, das bei Reaktionen, die durch Enzyme oder auch durch L-Prolin katalysiert werden, nur eine der chiralen Formen entsteht und nicht ein Gemisch aus beiden chiralen Formen, wie beispielsweise bei einer durch Platin katalysierten Reaktion.**

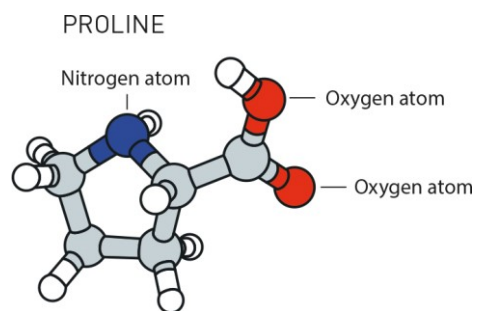


Abb. 7: Molekülmodell der Aminosäure Prolin.<sup>1</sup>

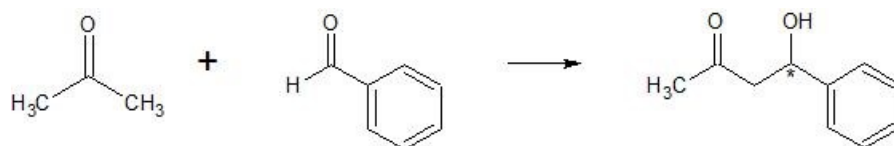
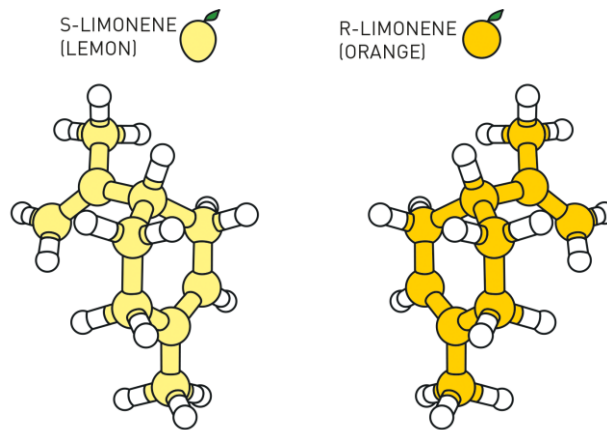


Abb. 8: Schematische Darstellung der Aldolreaktion zwischen Aceton und Benzaldehyd. Das mit einem \* versehene Kohlenstoffatom im Reaktionsprodukt ist ein chirales Zentrum (s. auch Kasten „Chiralität“).

## Chiralität

Von vielen Molekülen gibt es zwei Formen, wobei eine das Spiegelbild der anderen Form ist, so wie die linke Hand das Spiegelbild zur rechten Hand ist und umgekehrt. Die beiden Formen unterscheiden sich in der Regel nicht in den chemischen Eigenschaften, aber ihre Wirkung in Organismen kann sehr unterschiedlich sein. So hat das S-Limonen einen Zitronengeruch während das R-Limonen nach Orangen riecht.<sup>1</sup>



## Reaktionsschema einer mit L-Prolin katalysierte Aldolreaktion.<sup>10</sup>

Die Bildunterschrift ist der ins Deutsche übersetzte Text aus der Originalpublikation von Benjamin List, \* Richard A. Lerner und Carlos F. Barbas III .

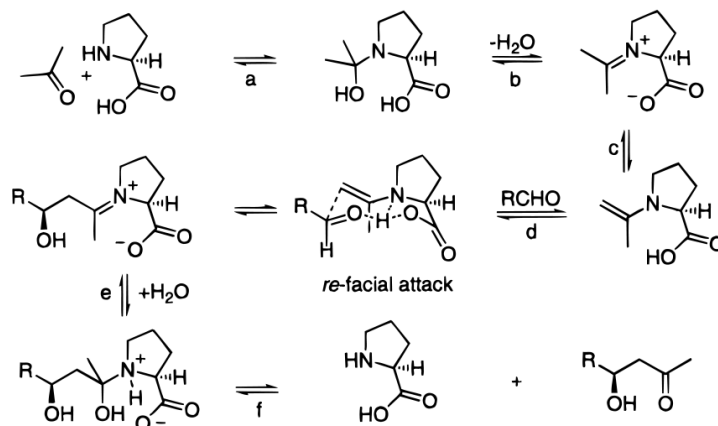


Abb. 9: Derzeit gehen wir davon aus, dass diese neuartige asymmetrische Aldolreaktion über einen Enamin-Mechanismus abläuft. Prolin fungiert vielleicht als „Mikro-Aldolase“, die sowohl die nucleophile Aminogruppe und einen Säure/Base-Cokatalysator in Form des Carboxylat zur Verfügung stellt.

Dieser Cokatalysator kann jeden einzelnen Schritt des Mechanismus erleichtern, einschließlich des nucleophilen Angriffs der Aminogruppe (a), die Dehydratisierung des Carbinolamin-Zwischenprodukts (b), die Deprotonierung der Iminium-Spezies (c), den Schritt zur Bildung der Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindung (d) und die beiden Schritte der Hydrolyse des Iminium-Aldol-Zwischenprodukts (e und f).<sup>10</sup>



## Literatur- und Quellenhinweise

1. The Nobel prize in Chemistry 2021, Popular Science Background  
<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2021/popular-information/>
2. [https://de.wikipedia.org/wiki/Benjamin\\_List](https://de.wikipedia.org/wiki/Benjamin_List)
3. [https://de.wikipedia.org/wiki/David\\_MacMillan\\_\(Chemiker\)](https://de.wikipedia.org/wiki/David_MacMillan_(Chemiker))
4. Peter W. Atkins, Kurzlehrbuch Physikalische Chemie, WILEY-VCH, 3. Auflage 2001 Abb. 10.20 S.392
5. Peter W. Atkins, Kurzlehrbuch Physikalische Chemie, WILEY-VCH, 3. Auflage 2001 Abb. 10.21 S.392
6. Peter W. Atkins, Kurzlehrbuch Physikalische Chemie, WILEY-VCH, 3. Auflage 2001 Abb. 10.22 S.395
7. Günter Baars, Hans Rudolf Christen, Chemie, hep Verlag 2008, Bern, Abb. 7.8 S. 221
8. <https://p.uni-goettingen.de/get/text/1899>
9. Die hier besprochenen Vorgänge sind sehr gut und sehr anschaulich von Jim Al-Khalili und Johnjoe McFadden in ihrem Buch „Der Quantenbeat des Lebens“, Ullstein Buchverlage, Berlin 2015, S. 72 f. (Kapitel 3: Die Motoren des Lebendigen) beschrieben. Abb.6 auf S. 89; Abb. 7 auf S. 97
10. Benjamin List,\* Richard A. Lerner and Carlos F. Barbas III, „Proline-Catalyzed Direct Asymmetric Aldol Reactions“, *J. Am. Chem. Soc.* **2000**, *122*, 2395-2396  
<https://www.scripps.edu/barbas/pdf/List00JACS.pdf>

## Nobelpreis für Physik 2021

### Uwe Spiekermann

Der Nobelpreis für Physik geht 2021 zur Hälfte an den Deutschen **Klaus Hasselmann** und den US-Forscher **Syukuro Manabe**, zur anderen Hälfte an den Italiener **Giorgio Parisi**.

Sie erhalten den Preis für bahnbrechende Beiträge zu unserem Verständnis komplexer physikalischer Systeme.



Abb.1: Klaus Hasselmann Giorgio Parisi Syukuro Manabe  
Bildquelle: Spektrum der Wissenschaft

**Hasselmann** schuf ein Modell, das Wetter und Klima miteinander verknüpft. Mit seinen Methoden konnte er nachweisen, dass der Temperaturanstieg in der Atmosphäre auf die menschlichen Kohlendioxidemissionen zurückzuführen ist.

Wie ein erhöhter Kohlendioxidgehalt in der Atmosphäre zu einem Anstieg der Temperaturen an der Erdoberfläche führt, hat **Syukuro Manabe** nachgewiesen. Mit seiner Arbeit habe er den Grundstein für die Entwicklung der heutigen Klimamodelle gelegt, befand die Jury.

**Giorgio Parisi** wiederum entdeckte verborgene Muster in ungeordneten komplexen Materialien. Seine Entdeckungen zählen laut dem Komitee zu den wichtigsten Beiträgen zur Theorie komplexer Systeme. Sie würden es ermöglichen, viele verschiedene und scheinbar völlig zufällige komplexe Materialien und Phänomene zu verstehen und zu beschreiben. Nicht nur in der Physik, sondern auch in Bereichen wie Mathematik, Biologie, Neurowissenschaften und maschinelles Lernen.

Die drei Preisträger fanden Regelmäßigkeiten in Systemen, die so komplex sind wie die ganze Welt. Physiker mögen wohlgeordnete Strukturen: Sonnensystem, Aber: Bei etlichen Prozessen auf der Erde und im Kosmos gibt es zu viele Beteiligte und Einfluss nehmende Faktoren, um ihnen mit relativ simplen Modellen beizukommen. Man spricht von komplexen Systemen. Simuliert man sie, können oft schon kleinste Änderungen am

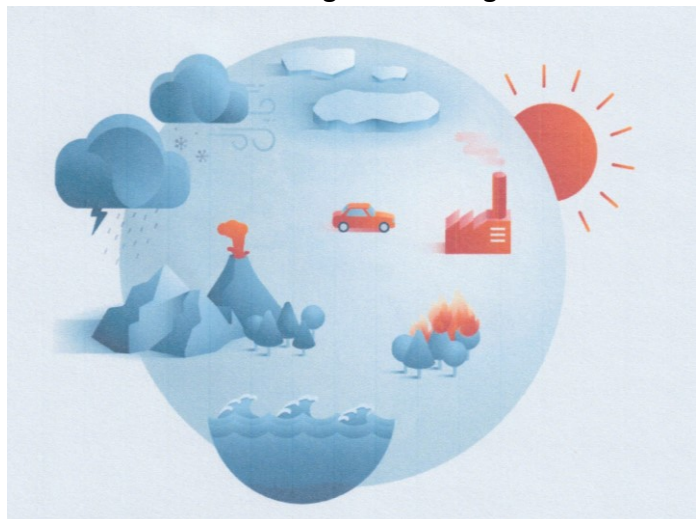


Abb.2 Ein Klimamodell simuliert das Klimasystem mit unterschiedlichen Komponenten: Ozean, Atmosphäre, Land, Meereis – hier in blau dargestellt. Beispiele für externe Antriebe in rot.

Bildquelle: Deutsches Klima Konsortium; klimasimulationen.de/modelle

Anfang zu völlig anderen Endergebnissen führen.

Mit dem nötigen mathematischen Rüstzeug lassen sich auch ihnen Regelmäßigkeiten und eine gewisse Vorhersehbarkeit entlocken, wie die Arbeiten der drei Physik-Nobelpreisträger zeigen.

Während Hasselmann und Manabe mit ihren Modellen dazu beitrugen, das Klima und die Erderwärmung besser zu verstehen und vorhersagen zu können, konnte Parisi mit seiner Arbeit zur Struktur von bestimmten Materialien den Grundstein legen, um komplexe Systeme auf der Ebene einzelner Atome nachzuvollziehen.

Hasselmann gelang es während seiner Forscherlaufbahn, eine Verknüpfung herzustellen zwischen Wetterphänomenen, die sich auf einer Zeitskala von Tagen abspielen, und Klimaentwicklungen, die über viele Jahre und Jahrzehnte anhalten.

Lange war man skeptisch, ob man das Klima mit dem Computer simulieren kann, wo doch das Wetter so wechselhaft und chaotisch ist. Hasselmann zeigte, dass dies möglich ist. Er war einer der Ersten, die erforschten, wie Sonneneinstrahlung, abgestrahlte Wärme und die Luftmassen in der Atmosphäre miteinander in Wechselwirkung stehen.

Seine vielfältigen Beiträge zu den Klimawissenschaften vollbrachte er am Hamburger MPI für Meteorologie, dessen Direktor er bis 1999 war. Von 1988 bis 1999 führte er zusätzlich als erster wissenschaftlicher Direktor das deutsche Klimarechenzentrum in Hamburg.

Seine Forschungsergebnisse brachten Hasselmann schon früh dazu, sich mit dem Treibhauseffekt und dem vom Menschen verursachten Klimawandel durch Kohlendioxidausstoß auseinanderzusetzen. Er war unter den Ersten, die davor warnten, dass das Nutzen von fossilen Brennstoffen zu erheblichen Klimaveränderungen führen werde. „Klimazonen werden sich verschieben, Niederschläge anders verteilen.“ Er rief dazu auf, mit Kohle und Öl sparsam umzugehen, da das Kohlendioxid wesentlich an der Treibhauswirkung schuld ist.

Seine Veröffentlichung von 1979 wird als entscheidender Schritt zum Nachweis des menschlichen Einflusses auf den Klimawandel angesehen. Darin erörtert er die Frage, wie die Atmosphäre auf externe Einflüsse reagiert. Um eine Antwort zu finden, brauche es gewisse Filtermethoden in der Modellierung, schreibt er. Würde man alle nur denkbaren Faktoren mit einbeziehen, würde man scheitern.

Solche und andere Klimasimulationen, die mit

Hilfe mathematischer Formeln die chemischen und physikalischen Prozesse nachbilden, hat auch Syukuro Manabe entwickelt. Seine Computermodelle konnten zeigen, wie eine erhöhte Konzentration des Treibhausgases die Erde stetig erwärmt.

Mehr CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre reflektiert mehr IR-Strahlung zurück in Richtung Erdboden, was zu

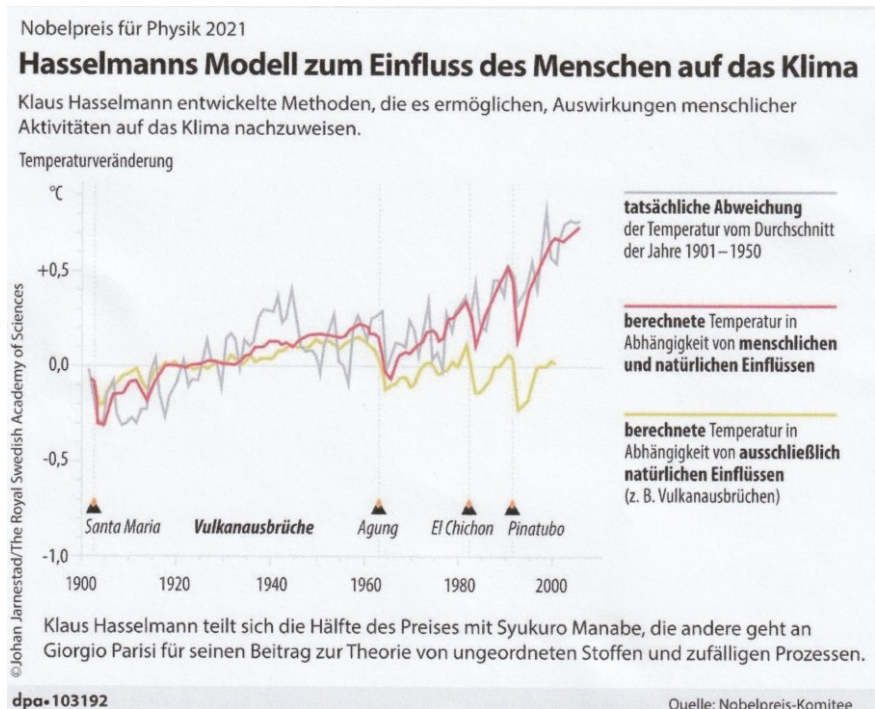


Abb.3 Hasselmanns Modell zum Einfluss des Menschen aufs Klima  
Atomanordnungen in Kristallen.  
Bildquelle: [www.swr.de/wissen/](http://www.swr.de/wissen/)



steigenden Temperaturen führt. Dadurch entsteht mehr Wasserdampf, was wiederum den Treibhauseffekt verstärkt – eine positive Rückkopplung, die am Ende extreme Auswirkungen haben kann.

Da es sich beim Klima um ein komplexes System handelt, spielen weitere Faktoren eine Rolle. Bereits Ende der 1960er Jahre erarbeitete Manabe die erste umfassende Klimasimulation, die ozeanische mit atmosphärischen Prozessen kombinierte. Fortan konnte man nachvollziehen, wie die Meere und die Atmosphäre miteinander agieren und das Klima beeinflussen.

Angesichts der Vielzahl ihrer klimawissenschaftlichen Beiträge gelten Manabe und Hasselmann heute als Pioniere, wenn es um das Verständnis der menschengemachten Erwärmung geht.

Mit dem Klima hat das Forschungsgebiet von Parisi, Experte für komplexe Systeme, auf den ersten Blick nur wenig zu tun. Schon viele Jahrzehnte erforscht er unter anderem den komplexen formgebenden Prozess in Materialien wie Glas.

Atome in Glas bilden keine geordnete Struktur, sondern ein unregelmäßiges Muster. Um einen solchen amorphen Zustand zu erzeugen, muss eine Schmelze oder Flüssigkeit schnell abgekühlt werden. Den Atomen oder Molekülen fehlt dann gewissermaßen die Zeit, sich regelmäßig anzuordnen. Gleichwohl gibt es auch in solchen zunächst chaotisch anmutenden Strukturen bestimmte Regeln und Muster.

Insbesondere befasste sich Parisi mit einer Metalllegierung namens Spin-Glas, bei der einzelne Eisenatome zufällig in ein Kristallgitter aus Kupferatomen gemischt sind. Auch bei wenig Eisen verändern sich die magnetischen Eigenschaften des Materials auf radikale und lange Zeit auf unverstandene Weise. Parisi fand heraus, dass es versteckte Regeln gibt, die das Verhalten solcher Materialien beeinflussen. Ihm gelang es als Erstem, solche Prinzipien mathematisch zu beschreiben

Das Nobelkomitee sah im komplexen Verhalten des Spin-Glases einen „Mikrokosmos“, der mit dem „Makrokosmos“ vergleichbar ist. Beide Systeme weisen auf den ersten Blick ein chaotisches, vom Zufall bestimmtes Verhalten auf. Erst die detaillierte Analyse fördert dann gewisse Muster zu Tage, die es möglich machen, die Systeme zu beschreiben und Vorhersagen zu treffen.

#### Quellen:

Spektrum - Die Woche 40/2021

wikipedia: Klaus Hasselmann

[www.br.de/wissen/](http://www.br.de/wissen/) und [www.swr.de/wissen/](http://www.swr.de/wissen/)

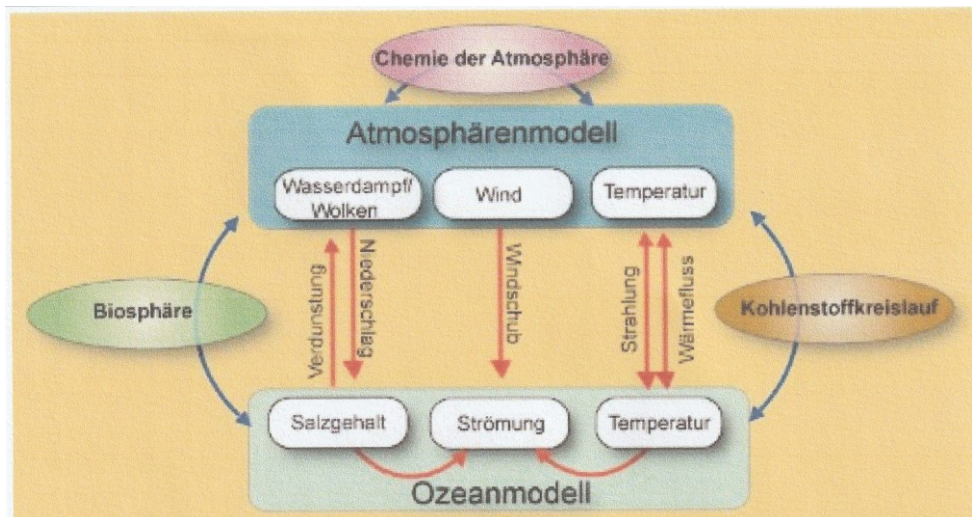


Abb.4 Schema eines gekoppelten Ozean-Atmosphäre-Modells mit weiteren angegliederten Modellen  
Bildquelle: [wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/klimamodelle](http://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/klimamodelle)



## Nobelpreis für Physiologie oder Medizin 2021

### Einhard Schierenberg

Der Nobelpreis für Physiologie oder Medizin 2021 geht an **David Julius** und **Ardem Patapoutian** für die Entdeckung von Rezeptoren für Temperatur und Druck. Diese Empfindungen sind für uns zwar alltäglich, waren aber bis vor kurzem in ihrer Funktionsweise unverstanden. Wie spüren wir Kälte, Wärme, Schmerz? Wie fühlen wir Berührungen? Und woher wissen wir, was unser Körper gerade tut? Mit ihrer Arbeit haben die beiden Forscher eine Grundlage geschaffen zu verstehen, wie unsere Sinne funktionieren.



Ardem Patapoutian (\*1967)



David Julius (\*1955)

#### Wer sind David Julius und Ardem Patapoutian?

**David Julius** ist US-amerikanischer Sinnesphysiologe und Professor an der University of California in San Francisco. Geboren 1955 in New York ging Julius nach dem Schulabschluss an das Massachusetts Institute of Technology (MIT). Seine Doktorarbeit in Biologie schrieb er an der University of California in Berkeley. Für ein paar Jahre kehrte er anschließend noch einmal in seine Heimatstadt New York zurück, bevor er 1990 an die University of California San Francisco (UCSF) ging, wo er sein eigenes nach ihm benanntes Labor hat.

**Arden Patapoutian** wurde 1967 in Beirut als Sohn armenischer Eltern geboren. Seine Kindheit war vom libanesischen Bürgerkrieg geprägt. Er studierte an der Amerikanischen Universität in Beirut, bevor er 1986 in die USA kam und dort die amerikanische Staatsbürgerschaft annahm. 1996 promovierte er am weltberühmten California Institute of Technology (Caltech) in Pasadena/Los Angeles. Seit 2000 ist er Professor für Neurowissenschaften am Scripps Research Institute in La Jolla /Südkalifornien.

#### Was haben die beiden erforscht?

Die Fähigkeit Hitze, Kälte und Berührungen zu spüren, erscheint für uns selbstverständlich ohne dass es uns bewusst wird, dass diese Fähigkeit überlebenswichtig ist. Wie genau die Wahrnehmung funktioniert, war lange nicht bekannt. Schon längst weiß man im Detail, wie zum Beispiel Licht oder Schallwellen die für sie zuständigen Rezeptoren im Auge und Ohr reizen, um so opti-

sche und akustische Neurone zu aktivieren und Informationen ins Gehirn zu senden. Aber wo waren diese Sensoren für Hitze oder Schmerz? Wie könnten sie überhaupt aussehen?

Die Arbeiten der beiden Forscher legten die Grundlage für viele Entdeckungen, die zum Verständnis beigetragen haben, wie wir die Welt um uns herum wahrnehmen und mit ihr interagieren. Konkret werden sie ausgezeichnet für die Entdeckung von Rezeptoren für Temperatur und Druck und ihre Funktion.

**David Julius** hatte sich in den 1990er Jahren auf die Suche nach den Sensoren der Schmerzwahrnehmung gemacht. Zum wichtigsten Hilfsmittel wurde ihm dabei ein chemischer Wirkstoff, der verlässlich Schmerzreize auf der Zunge auslöst, die Julius dann in Experimenten analysieren konnte: Das in rotem Pfeffer, Peperoni und Paprika enthaltene **Capsaicin**, welches je nach Dosis einen mehr oder weniger schmerzhaft brennenden Geschmack im Mund von Menschen hinterlässt, die scharfen Chili essen, war für seine Arbeitsgruppe der Ausgangspunkt. Offensichtlich reizt **Capsaicin** bestimmte Sensoren an der Oberfläche von schmerzsensitiven Zellen. Nur welche? Der Bauplan der Sensoren musste im Erbgut dieser Zellen stecken, und **Julius** und seine Mitarbeiter machten sich mit hohem Aufwand auf die Suche: Sie isolierten zunächst sämtliche RNA-Bauanleitungen (mRNA), die von den chilisensitiven Sinneszellen produziert werden, und erstellten daraus eine riesige Menge an DNA-Schnipseln, also eine Bibliothek von genetischen Einzelinformationen, in der auch ein Fragment stecken musste, das die Bauanleitung für die gesuchten Hitze- oder Schmerzsensoren der Zelle enthält. Abertausende solcher Fragmente schleusten sie einzeln in das Erbgut von in Kultur gehaltenen Zellen ein, die nicht auf Chili reagieren. So konstruierten sie leicht unterschiedliche Zellvarianten, unter denen, so war ihre Idee, nun auch solche sein sollten, die sensitive Rezeptoren für **Capsaicin** bilden können, anders als ihre Mutterzelllinie.

Am Ende lohnte sich die Mühe: Eine einzige unter den vielen veränderten Zell-Linien reagierte tatsächlich auf **Capsaicin**. Sie musste demnach auch den dafür zuständigen Rezeptor besitzen, den die Forscher nun suchen und untersuchen konnten. Das Rezeptor-Protein wurde dann **TRPV1** (*Transient Receptor Potential Vanniloid 1*) genannt.

Weitere Untersuchungen machten klar, dass dieses Rezeptorprotein in der Zellmembran steckt und auf Temperaturreize reagiert: Bei als schmerzhaft empfundenen Hitzereizen von über 40 Grad Celsius und eben auch bei Zugabe von **Capsaicin** wird es aktiv und lässt Kalziumionen durch die Membran. Der Schmerz-Temperatursensor arbeitet damit ähnlich wie andere Sensorproteine als **Ionenkanal**. Ionenkanäle bilden eine Art Tunnel in den Zellwänden, die z.B. für die Weiterleitung von Nervensignalen wichtig sind. Sie sind für bestimmte Ionen spezifisch und je nach Randbedingungen können diese Kanäle geschlossen oder geöffnet sein. Das Rezeptor-Protein wird, wie nachfolgende Studien zeigten, in verschiedenen schmerzleitenden Neuronen von Mäusen und Menschen produziert und fehlt dagegen in Nervenleitungen mit anderen Aufgaben. **Capsaicin** dockt an einer bestimmten Stelle des Rezeptors an, worauf sich der Ionenkanal in einem zweistufigen Prozess öffnet. Bekannt ist inzwischen, dass Schmerzreize nicht nur von TRPV1 sondern auch von weiteren, ähnlichen Rezeptoren wahrgenommen werden können.

Druck- oder Berührungssensoren hatten Wissenschaftler zunächst nur bei verschiedenen Mikroorganismen identifiziert und schnell vermutet, dass diese mit dem Sinnessystem der Menschen oder anderer Wirbeltiere nicht viel gemein haben dürften. Also machten sich **Arden Patapoutian** und seine Mitarbeiter auf die Suche nach alternativen Rezeptoren: In arbeitsintensiven Experimenten stupsten sie in Kultur gehaltene Zellen mit Mikropipetten an und warteten auf Reaktionen. Dabei fiel ihnen schließlich eine Zelllinie auf, die auf den mechanischen Reiz mit elektrischen Signalimpulsen reagierte. In dieser Zelllinie identifizierten sie dann 72 Gene, die als Kandidaten infrage kamen, um das besondere Zellverhalten zu erklären. Sie konstruierten dann

72 genetisch subtil veränderte Varianten ihrer ursprünglichen Zellkultur-Linie, die ja nicht auf mechanischen Reiz reagiert hatte. Dann wurden an diesen Varianten die mechanischen Reizversuche wiederholt. Am Ende entdeckte das Team ein einzelnes Protein, das nicht fehlen darf, damit Berührungsreize erkannt werden: ein bis dato völlig unbekannter mechanosensitiver Ionenkanal, der auf Druck reagiert und den Namen **Piezo1** bekam. Etwas später identifizierten die Rezeptorforscher dann eine Variante davon, genannt **Piezo2**. Beide zusammen werden aktiv, wenn die Membranen einer Zelle belastet werden.

Die Aufgabe dieser Druckrezeptoren ist allerdings deutlich vielfältiger, als dem Körper nur einen von außen kommenden Berührungsreiz der Haut weiter zu melden. **Piezo2** fungiert als sogenannter *Propriorezeptor*, der uns das Gefühl über die Haltung und Bewegung des Körpers durch ständige Signale vermittelt. Solche *Propriorezeptoren* reagieren dabei auf subtile Formveränderungen einzelner Körperzellen, wie sie bei den unwillkürlichen Bewegungen im Alltag auftreten. Ihnen verdanken wir, dass wir unser Körpergewicht in unterschiedlichsten Positionen ständig im Gleichgewicht halten. Aber sie fungieren auch als Sensoren für eine ganze Reihe weiterer, meist unbewusster Körperprozesse z.B. bei der Regulation des Blutdrucks und der Atmung aber auch der Meldung über die Füllung der Harnblase.

Die Arbeiten von **David Julius** und **Ardem Patapoutian** haben einerseits mit klassischer Grundlagenforschung Wissenslücken in der Physiologie geschlossen, darüber hinaus aber auch neue Forschungsansätze denkbar gemacht, etwa im Bereich der angewandten Medizin, z.B. für die Schmerzforschung. Mit dem Wissen um die Bau- und Funktionsweise der Schmerzrezeptoren lassen sich vielleicht Wirkstoffe entwickeln, die sehr präzise bei den Sensoren selbst ansetzen, für bessere Schmerzlinderung bei weniger Nebenwirkungen.

#### Quellen:

Nobel Foundation

Deutschlandfunk

Spektrum der Wissenschaft

Bionity.com

# Neue Covid 19 Medikamente: Virustatika im März 2022

Eckhard Scheufler

Die Struktur von Coronaviren und insbesondere der pathogenen SARS (*Severe Acute Respiratory Syndrome*) -Viren ist schon seit einiger Zeit bekannt. Besondere Bedeutung für die Wirkstofffindung hat dabei die Struktur und die Aufdeckung des RNA-Codes gespielt. Sie war für die schnelle Entwicklung der mRNA-, der Vektor-Impfstoffe und auch der neuen Pharmaka entscheidend. Abb. 1 zeigt den schematischen Aufbau eines solchen Virus.

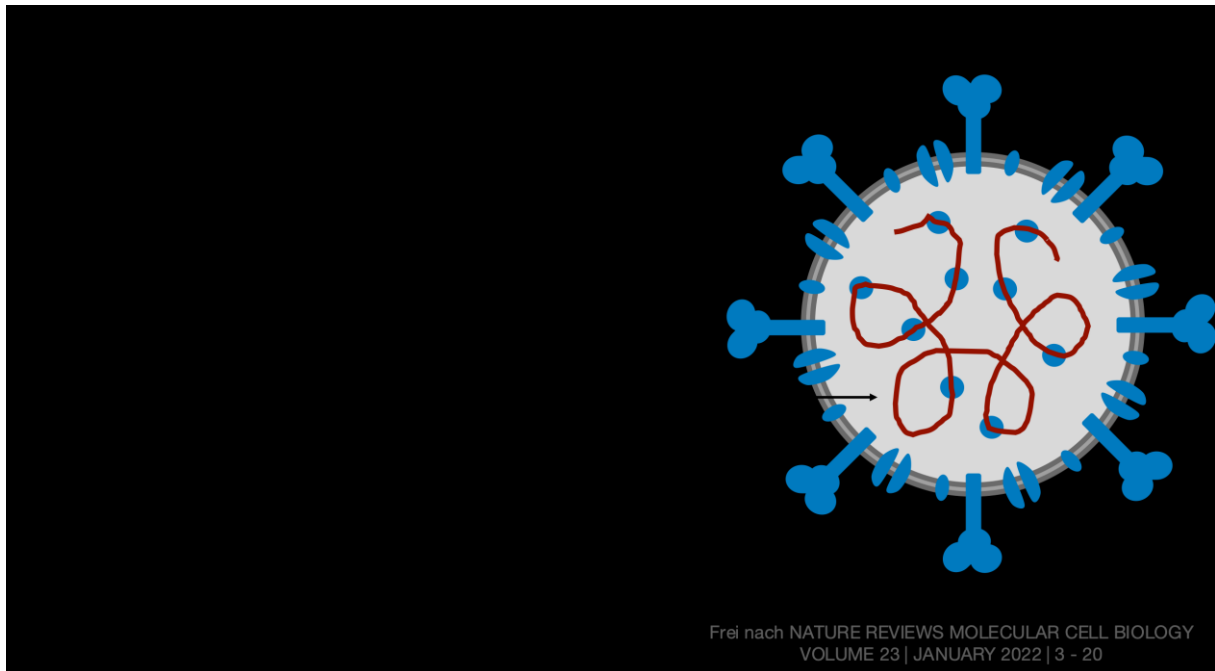


Abb. 1: Aufbau eines Corona Virus (SARS-Cov2), dem Erreger der Covid-19 Erkrankung

Ein weiterer wichtiger und notwendiger Schritt für die zielgerichtete Entwicklung von Pharmaka war der in Abb. 2 und 3 schematisch dargestellte Eindringmechanismus und der Entwicklungszyklus des SARS-Cov2 Virus

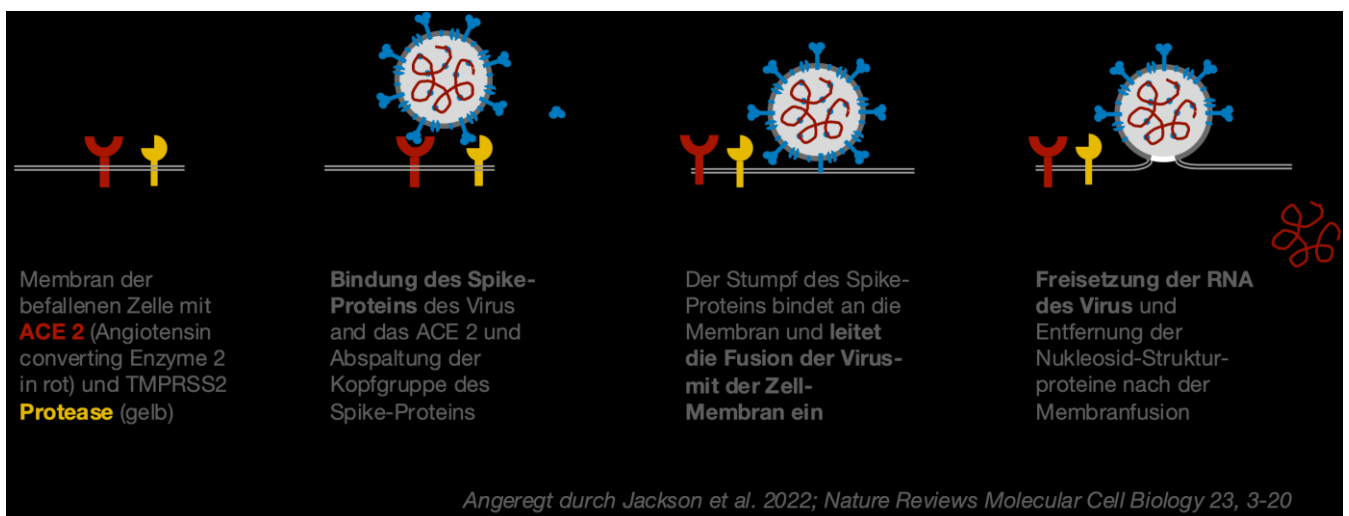


Abb. 2: Eintrittsweg von SARS-Cov2 in die Zelle über die Bindung an den ACE2 Rezeptor der TMPRSS2-Protease



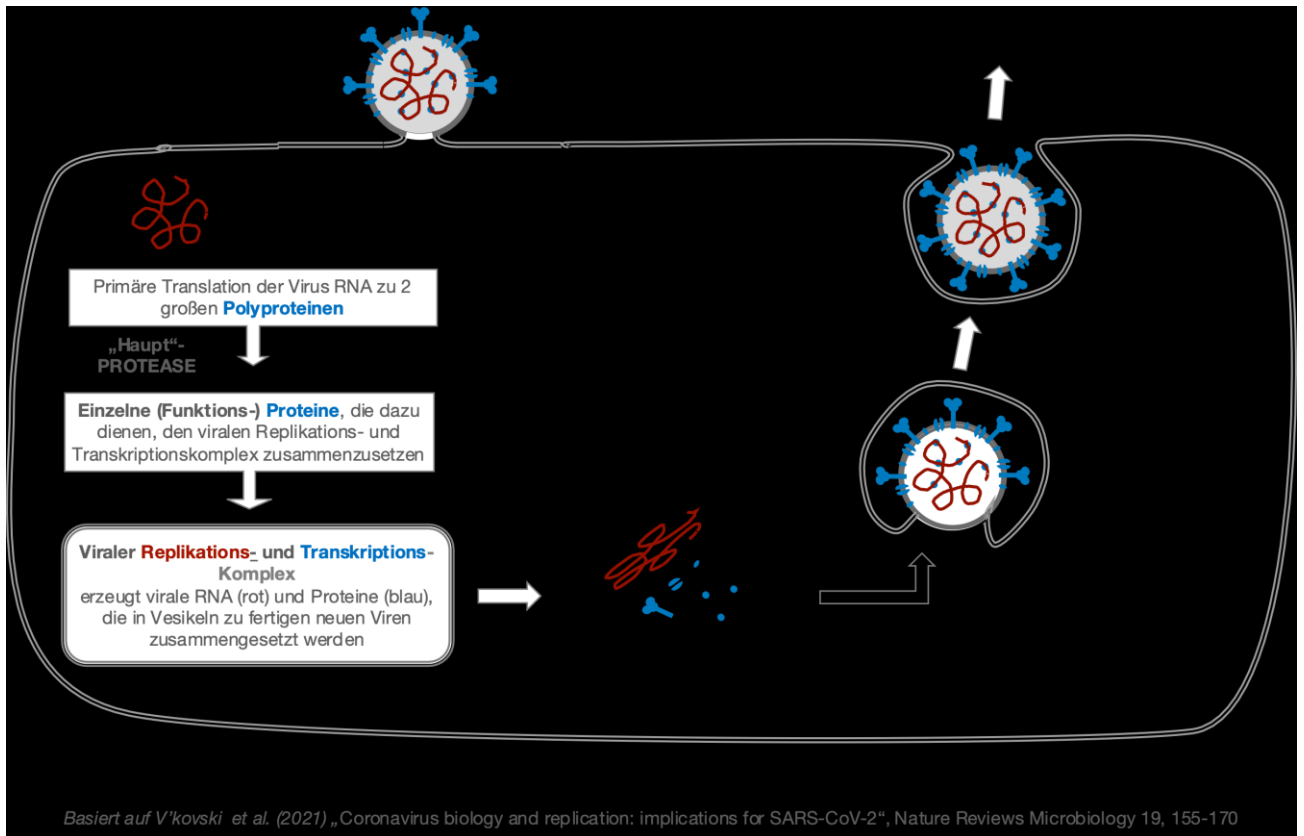


Abb. 3: Viraler Replikationszyklus beim Befall einer Wirtszelle

### Antivirale Medikamente

Auf die schon seit dem letzten Jahr bekannten **monoklonalen Antikörper** gegen SARS-Cov2 soll nur kurz eingegangen werden. Sie sind wichtige im klinischen Umfeld verabreichte Medikamente, die hauptsächlich in frühen Phasen der Erkrankung ihre volle Wirkung entfalten. Im Prinzip entsprechen sie einer passiven Impfung, indem sie genauso wie die vom befallenen Organismus gebildeten (endogenen) Antikörper Virus-Partikel binden und neutralisieren. Nur werden die mit der Infusion verabreichten Antikörper biotechnologisch hergestellt und nicht vom Virus befallenen Organismus gebildet. Es seien hier nur 3 wichtige Vertreter dieser Klasse genannt:

- Regdanvimab (Regkirona®)
- Sotrovimab (Xevudy®)
- Casivirimab/Imdevimab (Ronapreve®).

Hauptsächlicher Gegenstand dieses Textes sollen direkt antiviral wirkende Medikamente, auch **Virustatika** genannt, sein. Man kann sie als analog zu Antibiotika gegen Bakterien betrachten. Beide hemmen über die unterschiedlichsten Mechanismen die Vermehrung von Pathogenen. Virustatika sind verhältnismäßig neue Medikamente, deren Entwicklung zunächst im Zusammenhang mit der AIDS/HIV Epidemie blühte. Nach mehreren Entwicklungsphasen erreichte man unschätzbare Erfolge in der Therapie von AIDS. Im Gefolge dieser Bemühungen fanden sich auch sehr wirksame Medikamente gegen andere virale Erkrankungen. Es sei hier nur Hepatitis C genannt. Schon im Rahmen der SARS-Cov1 Epidemie in den frühen 2000er Jahren wurde nach Anti-Corona-Virus Medikamenten gesucht. Es kamen nur keine auf den Markt, weil die Epidemie schon früh erlosch. Prototypen antiviraler Medikamente zu SARS-Cov1 blieben zunächst in den Schubladen der pharmazeutischen Industrie. Von einem solchen Prototyp ausgehend konnte Pfizer Anfang dieses Jahres ein spezifisches und hochwirksames Medikament (Pax-

lovid®) zur Behandlung der durch SARS-Cov2 hervorgerufenen Covid-19-Erkrankung recht schnell fertig entwickeln und die Zulassung durch die europäischen und amerikanischen Arzneimittelbehörden erreichen. Der ursprünglich nur intravenös zu verabreichende Prototyp wurde weiterentwickelt und zusätzlich so modifiziert, dass er auch oral verabreicht werden kann. Dies ist ein nicht zu unterschätzender Vorteil, da das Medikament auch von Hausarzt-Praxen verschrieben werden und so sehr schnell nach der Infektion eingesetzt werden kann. Virustatika sind am wirksamsten, wenn eine hohe Replikationsrate des Virus vorherrscht, nämlich am Anfang der Erkrankung.

Besonders an Paxlovid® ist, dass es die Kombination aus der eigentlichen Wirksubstanz Nirmatrelvir und Ritonavir ist. Die Kombination von Ritonavir mit anderen Virustatika wurde schon bei modernen HIV und Hepatitis C erfolgreich angewendet. Obwohl Ritonavir selbst antivirale Eigenschaften besitzt, wird es hauptsächlich wegen seiner zusätzlichen Eigenschaft als Hemmer bestimmter arzneimittelabbauender Enzyme eingesetzt. Dadurch erhöht sich der Wirkspiegel des eigentlichen Virustatikums Nirmatrelvir und damit seine Wirksamkeit („pharmakokinetische Boosterung“). Nirmatrelvir gehört zur Gruppe der viralen Protease Hemmer (siehe Lebenszyklus des SARS-Cov2 Virus in Abb. 3: „Haupt Protease“) und blockiert so die Replikation des Virus in befallenen Zellen. Ein solcher Mechanismus hatte sich vorher schon bei der Entwicklung moderner Virustatika zur AIDS- und Hepatitis C-Therapie als sehr erfolgreich erwiesen.

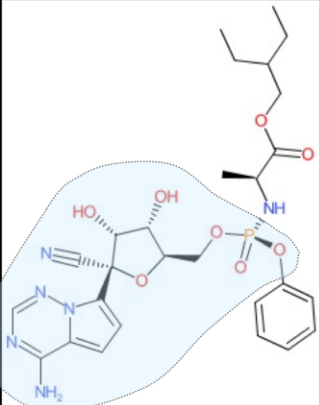
Neben dem ersten direkt für das SARS-Cov2 entwickelten Medikament wurden andere schon vorhandene Virustatika auf die Wirksamkeit bei Covid-19 Erkrankten getestet. Vorteil war hier, dass man notwendige klinische Daten, wie Nebenwirkungsprofile, zumindest schon zum Teil zu Beginn der Testung kannte und so die Entwicklungsdauer stark verkürzen wollte. Zu dieser Gruppe gehören Veklury® und Lagevrio®. Beide sind antivirale Nukleosid/Nukeotid Antagonisten, bei denen Teile des Medikaments als falsche Nukleoside/Nukleotide in das Virus eingebaut und so seine Replikation entscheidend gestört wird.

Im Tabelle 1 sind die (Frei-) Namen der den Markennamen zugehörigen Wirkstoffe gelistet und in den Abbildungen 4 bis 6 werden weitere Hinweise gegeben.

*Tabelle 1: Die wichtigsten neuen Virustatika gegen SARS-Cov2*

<b>Remdesivir (Veklury®)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ursprünglich für Ebola und Marburg-Virus entwickelt</li> <li>○ Wirksamkeit bei Covid 19 Infektionen</li> </ul>
<b>Molnupiravir (Lagevrio®)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Schon bei anderen Viren getestet, aber dafür nicht auf dem Markt gekommen</li> <li>○ Wirksamkeit bei Covid 19 Infektionen</li> </ul>
<b>Nirmatrelvir mit Ritonavir wirkungsverstärkt (Paxlovid®)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Neuentwicklung ursprünglich für SARS-Cov 1 entwickelt und weiter optimiert für SARS-Cov 2, dem Erreger der Krankheit Covid 19</li> <li>○ Substanz gehört zur Klasse moderner sog. Protease-Hemmer, die erfolgreich bei HIV und Hepatitis C eingesetzt werden</li> <li>○ Hohe Wirksamkeit bei Covid 19 Infektionen</li> </ul>

### Remdesivir

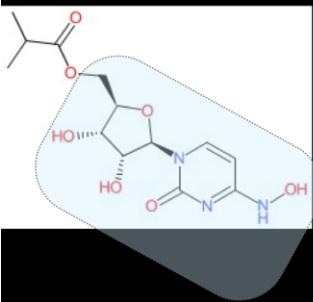


- Vor der Pandemie von Gilead Science als anti-Ebola and anti-Marburg entwickeltes Virustatikum, das aber auch gegen andere Viren aktiv ist
- FDA und EMA zugelassen für Covid-19
- „Prodrug“, d.h. befallenes Lebewesen verstoffwechselt das Medikament zur aktiven Form, dem Rem-Nukleotid
- Hemmt die RNA-Polymerase (RdRP), indem es „falsche“ Nucleotide bei der RNA Replikation einbaut und so die weitere Replikation stoppt.

Literatur: Kokic G. et al. (2021) Nature Communications 12:279 ff  
 Strukturformel aus <https://www.guidetopharmacology.org/GRAC/LigandDisplayForward?ligandId=10715>

Abb. 4: Hinweise zu Remdesivir (Veklury®). Blau unterlegt ist der Teil der Strukturformel, die eine Nucleotid-ähnliche Struktur aufweist und wichtig für den Wirkungsmechanismus ist

### Molnupiravir



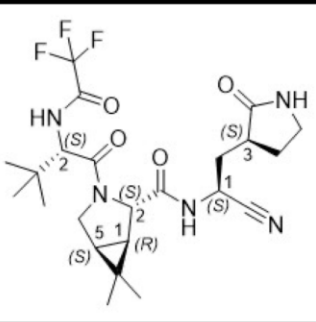
- Ursprünglich an der Emory Universität in Atlanta gegen Grippe entwickelt; von Merck & Co (MSD) für Covid 19 entwickelt
- FDA Not-Zulassung aber noch (?) nicht bei der EMA zugelassen
- Nucleosid Antagonist, der entweder an Uracil ODER Adenosin bindet und so nicht funktionale „Mutationen“ in das virale Erbgut einbaut
- Isopropyl-Ester Prodrug, das nach Verstoffwechslung im Wirt als N-hydroxycytidine-Nucleosid in die Virus RNA einbaut wird.

Kabinger F. (2021) Nature Structural & Molecular Biology 28:740-746  
 Strukturformel aus <https://www.guidetopharmacology.org/GRAC/LigandDisplayForward?ligandId=10737>

Abb. 5: Hinweise zu Molnupiravir (Lagevrio®). Blau unterlegt ist der Teil der Strukturformel, die eine Nucleosid-ähnliche Struktur aufweist und wichtig für den Wirkungsmechanismus ist.

### Nirmatrelvir

mit Ritonavir wirkungsverstärkt



- Von Pfizer speziell für die Covid 19 Therapie entwickelt; verwandt mit manchen modernen Hepatitis C und HIV Virustatika, die ebenfalls eine virale Protease hemmen
- Durch FDA und EMA zugelassen
- Sehr wirksamer Hemmer der Haupt-Protease im Virus-Replikations-Zyklus
- Wird durch Ritonavir „geboostert“:

#### Ritonavir

- Selbst ein älterer Protease-Hemmer, wird aber kaum als Einzelsubstanz eingesetzt
- Seine zusätzliche Hemmung des Arzneimittel-abbauenden Enzyms Cytochrom CYP3A erhöht die Konzentration und damit die Wirksamkeit moderner antiviraler Protease-Hemmer in heutigen HIV und Hepatitis C Therapien („Ritonavir-Boosterung“)

Strukturformel aus <https://www.pfizermedicalinformation.com/en-us/nirmatrelvir-tablets-ritonavir-tablets/description>

Abb. 6: Hinweise zur Kombination von Nirmatrelvir mit Ritonavir (Paxlovid®). Nur die Struktur von Nirmatrelvir ist dargestellt.

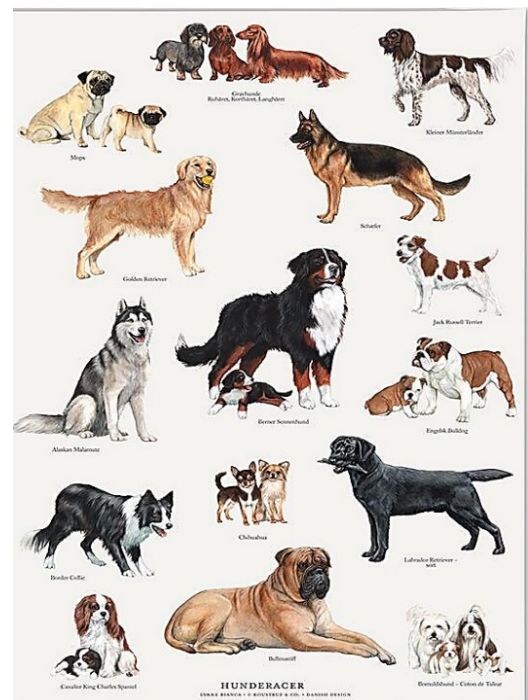
# Variation, Selektion, Mutation und alternatives Spleißen als Triebkräfte der Evolution

Einhard Schierenberg

Seit Darwin's Modellvorstellung von der Entstehung der Arten, gelten **Variation** und **Selektion** als die Triebkräfte, die evolutionäre Veränderungen bewirken. **Selektion**, d.h. der Prozess, in dem sich bestimmte organismische Varianten einer Population durchsetzen, die größere Chancen für Überleben und Fortpflanzung haben, hängt von äußeren Randbedingungen ab, wie z.B. Klima, Futtermittelverfügbarkeit, Konkurrenz oder auch Anpassungsfähigkeit. Ein beeindruckendes Beispiel für eine Selektion unter natürlichen Bedingungen ist der Polymorphismus im Schuppenmuster von Schlangen (**Abb.1**). Bewusste („künstliche“) Selektion durch den Menschen hat zur Entstehung von Haustierrassen von sehr unterschiedlicher Gestalt aber auch bestimmten Charaktereigenschaften geführt (**Abb. 2**).



**Abb. 1.** Variation und natürliche Selektion innerhalb einer Art: **Schuppenmuster bei Schlangen**. Dieses dient einerseits der Tarnung („Mimese“) in Anpassung an verschiedene Lebensräume aber auch als Abschreckung von Fressfeinden („Bates'sche Mimikry“).  
Quelle: Cox, C.L., Chippindale, P.T. (2014) Patterns of genetic diversity in the polymorphic ground snake (*Sonora semiannulata*). *Genetica* **142**, 361–370.



**Abb. 2.** Variation und künstliche Selektion innerhalb einer Art: **Hunderassen**.  
Quelle: koustrupco.dk/de.  
Letzter Aufruf: 23.2.2022

Nicht selten können insbesondere in kleinen Populationen aber auch rein zufällige Ereignisse ohne Selektionsvor- oder Nachteile („genetic drift“) zum schnellen Aussterben oder auch zur völligen Dominanz eines Merkmals führen.

Dem gegenüber gilt **Variation** immer als zufällig und ungerichtet. Sie entsteht einerseits durch Neukombination des vorhandenen genetischen Materials während der Meiose („crossing-over“) und andererseits durch die zufällige Verteilung der homologen Chromosomen von Mutter und Vater auf die Nachkommen. Dadurch ist jedes Individuum phänotypisch wie genotypisch einzigartig (**Abb. 3**), mit Ausnahme eineiiger Zwillinge. Eine Unterteilung in menschliche Rassen lässt sich damit nicht rechtfertigen, da individuelle genetische Variationen innerhalb einer Population oft größer sind als zwischen ausgewählten Vertretern verschiedener Populationen.





**Abb. 3.** phänotypische Variationen innerhalb der Spezies *Homo sapiens*.

Quelle:

<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/menschenrassen/42123>

Letzter Aufruf: 25.2.2022

### Zufälliges Auftreten von Mutationen

Neue Allele (Genvarianten) entstehen allerdings nur durch **Mutationen**, meist durch Kopierfehler bei der Replikation der DNA, (Punktmutationen) aber auch z.B. durch Deletion, Inversion, Insertion, Translokation oder Duplikation von Genombereichen.

Solche Mutationen, so glaubte man zumindest bisher, entstehen zufällig an beliebigen Stellen im Genom.

Berühmt gewordene Versuche von **Salvador Luria** und **Max Delbrück** (**Abb. 4**) von 1943, die ihnen 1969 den Nobelpreis einbrachten, demonstrierten das auf eindrucksvolle Weise. Sie zeigten, dass Mutationen in Bakterien, die eine Resistenz gegen Virenbefall bewirken, mit der gleichen Wahrscheinlichkeit auftreten, unabhängig davon, ob das Virus anwesend ist oder nicht.

Die Chance, dass durch Mutation eine Verbesserung entsteht, ist allerdings gering. In aller Regel führen Mutationen zu Defekten und Funktionsverlusten. Am ehesten können diese in regulatorischen Genen, d. h. solchen, die Ort, Zeitpunkt oder Dauer von nachgeschalteten Genen kontrollieren, zu positiver Selektion führen (Beispiel: Birkenspanner; **Industriemelanismus**; **Abb. 5**). Die Dunkelfärbung wird hier bewirkt durch ein Transposon („springendes Gen“), das in das Gen für Melaninfärbung springt und dort dessen räumliches Expressionsmuster ausweitet. Seit Rückgang der Verschmutzung ist - wie zu erwarten - die helle Variante wieder vorherrschend.

Durch die normalerweise große Zahl von Indivi-



**Abb. 4:** Max Delbrück (vorn) und Salvador Luria (hinten) in Cold Spring Harbor, 1952.

(Quelle: Calisphere; California Institute of Technology; letzter Zugriff: 22.2.2022)



**Abb. 5.** Birkenspanner (*Biston betularia*).

links: ursprüngliche Form; rechts: selektierte dunkle Variante. Quelle: Indizien für Evolution. williswissensweb.homepage.t-online.de. Letzter Zugriff: 22.2.2022.

duen in einer Population kommt es somit hin und wieder zu genetischen Variationen, die unter bestimmten Bedingungen vorteilhaft sind und sich je nach Generationszeit und Selektionsvorteil zunächst langsam, dann immer schneller in der Population ausbreiten können, wenn sie nicht durch Zufallsereignisse (z.B. gefressen werden oder verhungern) vorher zugrunde gehen, was allerdings das wahrscheinlichste Szenario ist. Ein solcher Prozess kann sich über sehr lange Zeiträume erstrecken (so sah es Darwin) aber sich bei hohem Selektionsdruck auch bei Eukaryoten (Organismen mit echtem Zellkern) innerhalb von nur Jahren oder Jahrzehnten abspielen. Sinnvoll wäre es aber in jedem Fall, wenn Gene mit essenzieller Funktion sich vor Mutationen schützen könnten. Dafür gab es bisher aber keine Hinweise.

### „Mutation bias reflects natural selection in *Arabidopsis thaliana*“

In einem *Nature* Artikel, der am 12. Januar 2022 erschien, berichteten 16 Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen unter Federführung von Detlef Weigel (**Abb. 6**), vom Max-Planck-Institut für Biologie in Tübingen ihre überraschenden Befunde, dass zumindest im Modellorganismus *Arabidopsis thaliana* (Ackerschmalwand; **Abb. 7**) offenbar Mechanismen existieren, die die Mutationsrate in (für Überleben und Fortpflanzung) essenziellen Genen stark verringert.

In der bisher bei weitem umfassendsten Analyse wurden tausende spontan entstandener Mutationen in mehr als 400 Inzuchtlinien aus ganz verschiedenen geografischen Regionen phänotypisch sowie durch Gen- und Genomsequenzierungen analysiert. Hierfür wurden sogenannte „mutation accumulation lines“ etabliert, in denen immer nur ein zufälliger Nachkomme für die nächste Generation verwendet wird. Dadurch soll natürliche Selektion minimiert werden, d.h. keine Eliminierung der bei bisexueller Fortpflanzung (*Arabidopsis* ist selbstbefruchtend!) entstehenden homozygot mutanten Nachkommen (s. 2. Mendel'sche Regel; meist nicht überlebens- oder konkurrenzfähig), was die Möglichkeit eröffnet, nach unterschiedlicher Zahl von Generationen die interessierenden, spontan entstandenen Mutationen zu identifizieren. Die Ergebnisse zeigten, dass die Mutationsrate/relativ zur Größe des untersuchten Genomabschnitts um 58% niedriger innerhalb von Genen war als außerhalb und um 37% niedriger in essenziellen als in nicht essenziellen Genen.

**Die zentrale Frage ist nun, welche Mechanismen dies bewirken.**

#### Antwort der Autoren:

Die Mutationsrate hängt von verschiedenen Parametern des Genoms ab:

- Ein erhöhter Prozentsatz der Basen Guanin und Cytosin in der DNA (bewirkt durch 3 statt 2 Bindungen miteinander u.a. höhere Thermostabilität; **Abb. 8**), führt in einem Genomabschnitt zu verringerter Mutationsrate.

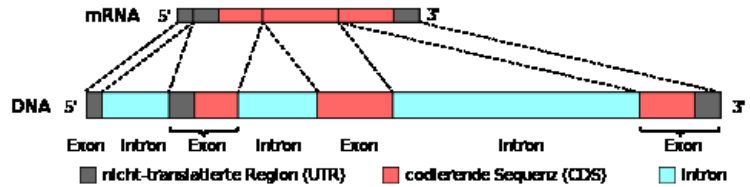
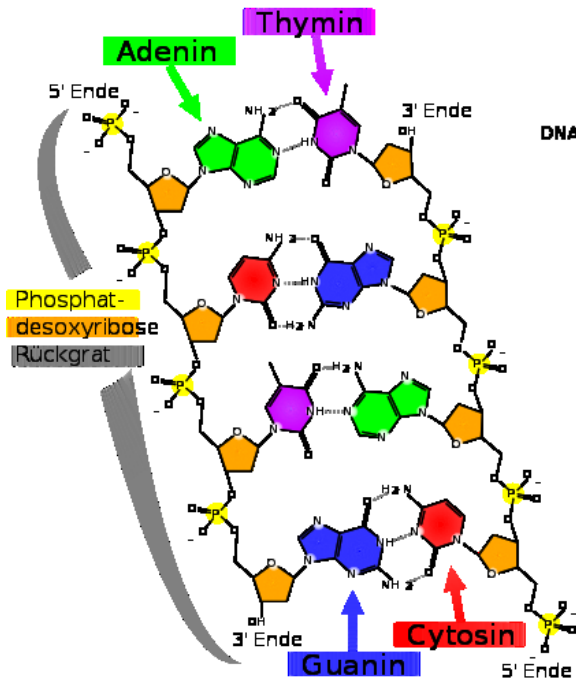


**Abb. 6.** Detlef Weigel.  
Quelle: tuebingen.mpg.de  
letzter Zugriff: 22.2.2022



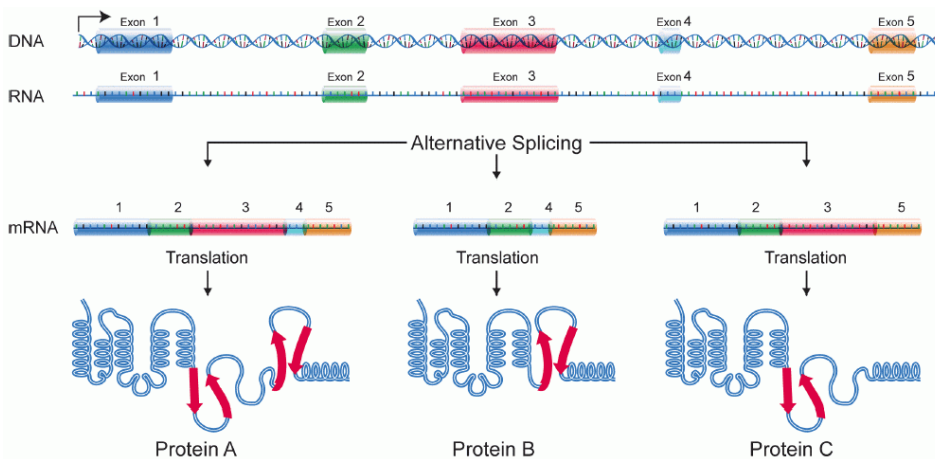
**Abb. 7.** *Arabidopsis thaliana* (Ackerschmalwand) Einjähriger, selbstbefruchtender Vertreter aus der Familie der Kreuzblütler.  
Quelle: pflanzenbestimmung.info/arabidopsis-thaliana.  
Letzter Zugriff: 22.2.2022

- Eine deutlich erhöhte Mutationsrate wurde in DNA-Bereichen gefunden, in denen sogenannte Introns (nicht-codierende Regionen, die zwar abgelesen aber deren Transkripte vor der Translation entfernt („gespleißt“) werden; (Abb. 9) fehlen und eine niedrigere Mutationsrate in Bereichen mit vielen oder längeren Introns.



**Abb. 9.** Introns und Exons in der DNA. Erhalten bleiben beim Vorgang des Spleißens am Anfang und Ende eines Gens die sogenannten 5' und 3' untranslatierten Regionen (UTRs; graue Bereiche), die verschiedene regulatorische Funktionen erfüllen. Quelle: Introns. wikipedia.org. Letzter Aufruf: 22.11.2022

**Abb. 8.** Strukturformel eines DNA-Ausschnitts. Quelle: Desoxyribonukleinsäure. wikipedia.org Letzter Aufruf: 22.2.2022



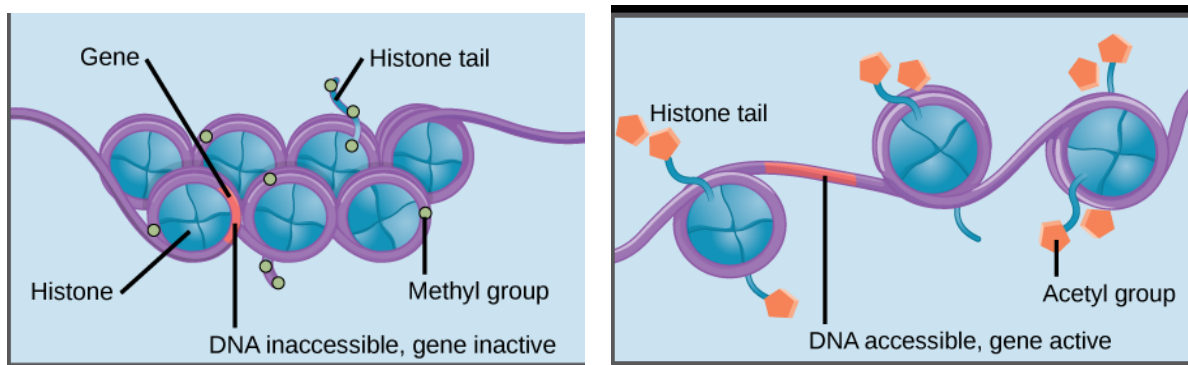
**Abb. 10.** Herstellung unterschiedlicher Proteine durch alternatives Spleißen. Quelle: Alternatives Spleißen. wikipedia.org. Letzter Aufruf 1.3.2022.

Ohne zusätzliche Einsichten erscheint das Phänomen des „Spleißens“ allerdings rätselhaft. Warum werden Bereiche zunächst transkribiert und dann doch entfernt? Warum wurden die Introns nicht schon im Zuge der Evolution eliminiert? Eine weitere Unverständlichkeit besteht in dem Befund, dass Modellorganismen wie *Arabidopsis*, *Caenorhabditis* (Fadenwurm), *Drosophila*, Maus und auch der Mensch eine sehr ähnliche Anzahl von Genen besitzen (ca. 20.000), die keinen Rückschluss auf die Komplexität eines Organismus zulassen. Außerdem finden sich dort (und auch bei anderen Eukaryoten) viel mehr verschiedene Proteine (beim Menschen hunderttausende!) als es Gene gibt. Wie kann das sein?

Die Erklärung liefert das Phänomen des „alternativen Spleißens“ (Abb. 10). Durch verschiedene Kombinationen von Exons können aus einem DNA-Abschnitt unterschiedliche mRNAs zusammengebaut werden. Eigentlich nicht-codierende Introns können unter solchen Bedingungen sogar zu codierenden Exons werden. Auch wenn für den Einzelfall die Chance durch diesen Me-

chanismus ein funktionsfähiges Protein zu generieren, das neuartige Funktionen ermöglicht, klein ist, ergibt sich durch die Verwendung von Exons als feste Baublöcke und die hohe Zahl von Kombinationsmöglichkeiten doch eine unvergleichlich viel höhere Wahrscheinlichkeit dafür als dies durch Mutationen zu erreichen wäre.

- Mutationen finden sich verstärkt in den Anfangs- und Endbereichen von Genen und seltener in den Mittelbereichen.
- Für verringerte Mutationsraten sind sogenannte epigenetische Veränderungen verantwortlich, wie Modifikationen durch Histone an der DNA, die Genregulation, DNA-Replikation und Verpackung des Erbmaterials beeinflussen, ohne jedoch die DNA-Sequenz selbst zu verändern.



**Abb. 11:** Methylierung (Transkription blockiert) und Acetylierung (Transkription ermöglicht) an der DNA.

Quelle: Christine Swords (Hsg.): *Informationen jenseits des genetischen Codes*. Nebula.org/blog/de. Letzter Aufruf: 23.2.2022

Generell postulieren die Autoren eine Assoziation von Mutationshäufigkeit und biochemischen Eigenschaften, die DNA-Reparatur und Empfindlichkeit für deren Schädigung betreffen. Die Frage, warum das so ist, wird in der Arbeit aber nicht vertieft beantwortet.

### Fazit

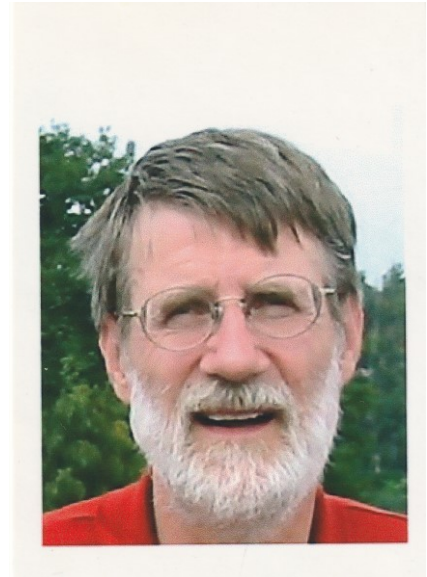
Ob die gemachten Beobachtungen bezüglich Mutationsraten adaptiv sind, d.h. einer natürlichen Selektion unterliegen, somit einen evolutionären Vorteil darstellen und sich deshalb in einer Population anreichern sollten, wird als Schlussfolgerung von den Autoren zwar favorisiert, kann momentan aber nicht abschließend beurteilt werden. Eine mögliche Erklärung, warum Mutationen präferenziell außerhalb von codierenden DNA-Regionen gefunden wurden, mag darin liegen, dass der überwiegende Anteil der DNA bei Eukaryoten in der Regel genau aus solchen Sequenzen besteht, beim Menschen sogar zu über 95%! Zum einen handelt es sich hier um Überreste von Genen, die im Verlauf der Evolution entbehrlich wurden und deshalb schädlos Mutationen akkumulieren konnten („Pseudogene“). Zum anderen wird eine massive Integration von viraler DNA postuliert, die über lange Zeiträume erfolgte. Über Details von Herkunft und möglichen Funktionen dieser „junk DNA“ wird noch gestritten. Außerdem bleibt offen, inwieweit *Arabidopsis* unter den hier betrachteten Aspekten eine Ausnahme darstellt. Andere Fälle wurden zwar auch schon beschrieben, sind aber weniger gut belegt. Immerhin besteht die Möglichkeit, dass ein seit langem bestehendes biologisches Dogma, nämlich, dass Mutationen zufällig und ungerichtet auftreten, ins Schwanken gerät.



## Mitteilungen aus dem Verein

### Nachruf auf Einhard Schierenberg

Am 24. Mai 2022 verstarb nach langer schwerer Krankheit unser Mitglied Prof. Dr. Einhard Schierenberg im Alter von 73 Jahren. Einhard Schierenberg war ein Mensch der für die Biologie brannte und es verstand aktuelle und schwierige Themen wie Biodiversität, die SARS COV2- Pandemie und Fragen der Evolution auch einem Laienpublikum zu vermitteln.



Einhard Schierenberg, studierte Biologie in Marburg und Freiburg, promovierte an der Universität Göttingen und war ab 1978 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Max-Planck-Institut für Experimentelle Medizin in Göttingen. Nach einem Forschungsaufenthalt an der University of Colorado, Boulder (1982-84) habilitierte er sich 1986 an der Universität Göttingen. Von 1987 bis 2014 war er Professor am Zoologischen Institut der Universität zu Köln.

Seit 2017 lebte er in Lübeck und war seit 2019 aktives Mitglied des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Lübeck.

Mit seinen Beiträgen im Gesprächskreis, in der Urania und zuletzt auch in unserem Jubiläumsbuch hat Einhard Schierenberg Wesentliches für die Vermittlung von Naturwissenschaften, eine der Kernaufgaben des Vereins, geleistet.

In seinem Beitrag „Kein Platz für wilde Tiere“ (Urania Nr. 51 2019/2020) hat er sehr kompetent und gut verständlich den Bericht des Weltbiodiversitätsrats 2019 zusammengefasst. Im Jubiläumsbuch des Naturwissenschaftlichen Vereins ( „NaWi(e) war das? – 150 Jahre Naturwissenschaftlicher Verein zu Lübeck“, 2022) hat er mit seinem Aufsatz „150 Jahre Naturwissenschaftlicher Verein zu Lübeck und der Aufstieg der Biologie als Wissenschaft vom Leben“ einen wichtigen Beitrag zur Geschichte der Biologie geleistet.

In der aktuellen Ausgabe der Urania (Nr. 53 2021/2022) ist er mit drei Beiträgen vertreten, die die große Bandbreite seiner Kenntnisse zeigen: „Das Ende der Pandemie. Was dann?“, „Nobel Preis für Physiologie oder Medizin 2021 für die Entdeckung von Rezeptoren für Temperaturen und Druck“ und „Variation, Selektion und alternatives Spleißen als Triebkräfte der Evolution“.

Einhard Schierenberg wird uns fehlen und wir werden ihm immer ein ehrendes Andenken bewahren.

*W. Cieslik*

# Jahreshauptversammlung 2021

## Jahresbericht für 2020

Das Jahr 2020 wird uns allen sicherlich als ein besonderes in Erinnerung bleiben. Am 31. Dezember 2019 kamen zwar die ersten Meldungen über die Verbreitung eines neuartigen Coronavirus aus Wuhan in China, aber niemand glaubte ernsthaft, dass dies auch konkrete Auswirkungen auf jeden Einzelnen von uns haben würde.

Bis zur Jahreshauptversammlung am 9. März 2020 konnten wir das geplante Programm mit Vorträgen, Workshops und dem Gesprächskreis im üblichen Rahmen durchführen.

### Vortragsveranstaltungen

**Am 23. Januar erklärte Ute Ojowski** warum Moore bedeutende terrestrische Kohlenstoffspeicher sind und wie man sich durch ein Engagement für die Erhaltung und Wiedervernässung von Mooren für den Klimaschutz engagieren kann (weitere Informationen unter [www.moorfutures-schleswig-holstein.de](http://www.moorfutures-schleswig-holstein.de) ).

Im Rahmen der Dienstagsvorträge der Gemeinnützigen referierte **Prof. Dr. Enrico Leibold** (Universität zu Lübeck) am **11. Februar 2020** über die „Wahrnehmung von Schmerzen und die Rolle von Ionenkanälen“.

**Am 16. Februar nahm uns Wolfram Eckloff** unter dem Motto „Als die Eiszeit ging zu Ende“ auf eine musikalische Zeitreise über die Moore mit (Text und Noten des Moorlieds können unter <https://journals.ub.uni-heidelberg.de/index.php/arch-inf/article/download/13250/7063/> abgerufen werden.).

Im Rahmen unserer **Jahreshauptversammlung am 9. März 2020 hat uns Hans-Jürgen Kämpfert** den Danziger Astronomen, Bierbrauer und Bürgermeister Jan Hevelius vorgestellt.

In diesem Zusammenhang sei auf das 2020 erschienene Buch „Naturwissenschaft am Unterlauf der Weichsel“ hingewiesen, in dem Hans Jürgen Kämpfert sich mit der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig, Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Danzig sowie Wissenschaftlern und Forschern, die entweder in Danzig oder Westpreußen geboren wurden oder längere Zeit in Danzig gearbeitet haben, befasst (Hans-Jürgen Kämpfert, Naturwissenschaft am Unterlauf der Weichsel, Nicolaus-Copernicus-Verlag, Münster/Westfalen 2020).

Nachdem im Sommer die Corona-Neuinfektionen zurückgingen war es möglich am **23. Juli 2020** einen Vortrag mit **Prof. Dr. Carsten Niemitz** zum Zustand unserer Erde durchzuführen. (Buchhinweis: C. Niemitz, Die Menschheit retten? - Packen wir's an! OEKOM Verlag München 2019; Video: <https://youtube.com/watch?v=jRdEkhFX3cY> ).

Die schon im März 2020 geplanten Dienstagsvorträge mit Frau Prof. Dr. Verana Sailer (Mikroskop und molekulare Medizin – Die neue Rolle der Pathologie) und mit Prof. Dr. Esfandiar Mohammadi mussten wegen der Corona-Pandemie ausfallen.

### Familienworkshops NaWi(e) geht das?

Die für Januar und Februar geplanten Workshops (26. 1. 2020 Chemie/Physik; 23. 2. 2020 Mikrobiologie) konnten noch regulär durchgeführt werden. Am 26. Juli 2020, als die Zahl der Neuinfektionen stark gesunken war, konnten wir einen Chemie/Physik Workshop mit maximal 12 Teilnehmenden auf dem Hof zwischen Dom und Museum für Natur und Umwelt anbieten. Dieser Workshop war sehr schnell ausgebucht, was uns darin bestärkt, die Familienworkshops sobald als möglich sowohl als Indoor- als auch als Outdoor-Veranstaltung anzubieten.

## Gesprächskreis

Insgesamt haben im Jahr 2020 sieben Sitzungen des Gesprächskreises als Präsenzveranstaltung (15.1.2020; 16.9.2020) oder als Videokonferenz (15.4.2020; 7.5.2020; 4.6.2020; 26.11.2020 und 16.12.2020) stattgefunden. Die Videokonferenzen wurden technisch von Eckhard Scheufler organisiert, wofür ich ihm ganz herzlich danke.

Im vergangenen Jahr hat der Gesprächskreis sich mehr und mehr zu einer Veranstaltung mit einer vorherfestgelegten Thematik mit Kurzreferat und anschließendem Gespräch entwickelt, wobei aber immer die Möglichkeit bestand spontan neue Gesprächsthemen einzubringen und zu diskutieren.

Gesprächsthemen waren

- Die Sicherheit von Medizinprodukten
- Nobelpreis für Medizin 2019, Mechanismus des biologischen Sauerstoffsensors
- Nobelpreis Chemie 2019, Lithium-Ionen-Akku
- COVID 19 Testverfahren und Impfstoffe
- Nobelpreis Physik 2020, Schwarze Löcher; Nobelpreis Chemie 2020, CRISPR/Cas9
- Nobelpreis Medizin 2020, Hepatitis C; „Was ist Wahrheit? – Anmerkungen über Glauben und Wissen

Der Teilnehmerkreis des Gesprächskreises wurde leider dadurch eingeschränkt, dass nicht alle Interessierten die technischen Möglichkeiten hatten an den Videokonferenzen teilzunehmen.

## Vorstandssitzungen

Der Vorstand hat seit der Jahreshauptversammlung am 9. März 2020 bedingt durch die Corona Pandemie nur einmal am 19. Januar 2021 getagt. Diese Sitzung wurde als Videokonferenz durchgeführt. Der wichtigste Tagesordnungspunkt war ein Gespräch über den Sachstand zur Herausgabe eines Buches zum 150jährigen Jubiläum des Naturwissenschaftlichen Vereins im Jahr 2022.

Im Frühjahr 2020 sind die Anträge auf Förderung unseres Buchprojektes zum 150jährigen Vereinsjubiläum im Jahr 2022 positiv beschieden worden (Posssehl-Stiftung: 14.000 €, Gemeinnützige Sparkassenstiftung: 4.000€). Dr. Jan Zimmermann, ein Lübecker Historiker, arbeitet daran drei Protokollbände, die für die ersten hundert Jahre einen vollständigen Überblick über die Tätigkeit des Vereins geben, zu erschließen. Für das erste Halbjahr 2021 ist geplant, die Recherchearbeit fortzusetzen und mit der Erstellung der Texte für das Buch zu beginnen.

Die Texte zu dem Buch sollen bis zum 30. September 2021 fertiggestellt sein.

Erste Vorschläge für Themen sind (Arbeitstitel)

- Aufgaben des Vereins im Wandel der Zeit
- Biographisches zu wichtigen Personen des Vereins
- Neue Technologien in der jeweiligen der Zeit
- Gesellschaftliche Einbindung des Vereins
- Betrachtung von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen aus der damaligen und heutigen Sicht
- Personen und Aktivitäten zwischen 1933 und 1945 und Wirkungen auf die Zeit nach dem 2. Weltkrieg

## Öffentlichkeitsarbeit

Die Öffentlichkeitsarbeit wurde im Jahr 2020 im Wesentlichen durch Berichte zu unseren Veranstaltungen auf unserer Homepage unter <https://www.nwv-luebeck.de> geleistet

### **Mitgliederbewegung**

Im Berichtszeitraum sind gab es 4 Austritte und 2 Eintritte. Damit hat der Verein insgesamt 59 ordentliche Mitglieder.

### **Ausblick**

Für das Jahr 2021 gibt es bisher keine konkrete Veranstaltungsplanung. Die Termine für die Familienworkshops und den Gesprächskreis als Präsenzveranstaltungen können auch kurzfristig angesetzt werden. Zurzeit kann auch die Mitgliederversammlung, die traditionell Anfang März stattfinden würde, nicht seriös geplant werden.

Der Gesprächskreis soll regelmäßig jeweils am 3. Donnerstag im Monat als Videokonferenz stattfinden, solange keine Präsenzveranstaltungen möglich sind. Ansonsten werden die Arbeit am Buch zum 150jährigen Jubiläum und die Planungen von Veranstaltungen im Jubiläumsjahr 2022 einen wesentlichen Teil unserer Arbeit ausmachen.

*W. Cieslik*

Februar 2021



## Haushaltsübersicht 2020 und Plan 2021

Übertrag aus 2019: Giro-Kt.: 6 105,52 €

Einnahmen 2020		2020	2021
Position	Plan/ €	Ist /€	Plan /€
01. Beiträge Mitglieder	1 700	1 495,00	1 600
02. Beiträge Fördermitglieder	0	0,00	0
03. Spenden Mitglieder	150	210,00	150
04. Zuschüsse			
- Ges. z. Bef. gem. Tätigkeit	175	175,00	175
- Possehl-Stiftung. Fördermittel Buchprojekt			7 000
- Sparkassenstiftung: Fördermittel Buchprojekt			4 000
05. Einnahmen aus Veranstaltungen	100	95,00	0
06. sonstige Einnahmen			
- Guthabenzins	0	0,00	0
<b>Summe Einnahmen</b>	<b>2 125</b>	<b>1 975,00</b>	<b>12 925</b>

Ausgaben 2020		2020	2021
10 Geschäftskosten			
10.1 Porti	150	145,95	150
10.2 Büromaterial, Papier, Kopien	50	136,90	50
10.3 Kontoführungskosten, Sollzinsen,...	25	24,00	25
10.4 Sonstige Geschäftskosten	100	46,60	300
11. Beitragsrückerstattung	0	0,00	0
12. Buchprojekt „150 Jahre NWV zu Lübeck“			
Erste Teilzahlung			7 225
13. Jugendgruppe (Reusch)	0	0,00	0
14. Urania	550	850,01	850
15. Mitgliedschaften, Zuwendungen	70	50,00	70
16. Veranstaltungen			
- Jahreshauptversammlung	200	179,94	50
- Vorträge (Honorare, Reisespesen), Workshops	1 000	127,03	100
17. Werbung	100	116,00	140
<b>Summe Ausgaben</b>	<b>2 295</b>	<b>1 676,43</b>	<b>8 960</b>

Bilanz 2020:	Ist 2019	Ist 2020	Plan 2021
Übertrag aus 2018/2019/2020	6 445,64	6 105,52	6 404
Einnahmen 2019/2020/20201	2 475,14	1 975,00	12 925
Ausgaben 2019/2020/2021	2 815,27	1 676,43	8 960
Guthaben Ende 2019/ 2020/2021	6 105,52	6 404,09	10 369

Geprüft und anerkannt: Lübeck, den 11.03.2021  
gez. Kämpfert, Klitzing

# Protokoll der Mitgliederversammlung des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Lübeck am 31. August 2021 im Museum für Natur und Umwelt

Beginn: 19:05 h

Ende: 21:10 h

Anwesend: s. Liste der Anwesenden vom 31.8.2021

1. Begrüßung, Grußworte  
Der Vorsitzende Dr. Czieslik begrüßt die Anwesenden (darunter mehrere Vereinsfremde, die nur zum Vortrag gekommen sind) und überbringt auch die Grüße der Museumsleitung.
2. Feststellung der ordnungsgemäßen Einladung mit Tagesordnung  
Festgestellt!
3. Wahl einer Protokollantin / eines Protokollanten  
Vorschlag: Mike Möllers  
Zustimmung!
4. Genehmigung der Tagesordnung
  - Genehmigt!
  - Hinweis des Vorsitzenden zu TOP 11, Anträge : keine Anträge vorliegend
  - Dr. Bayer kündigt einen Beitrag zu TOP 12, Verschiedenes, an.
5. Genehmigung des Protokolls der Mitgliederversammlung vom 09. März 2020  
Genehmigt!

Unterbrechung der Mitgliederversammlung

**Vortrag von Prof. Dr. Esfandiar Mohammadi, Universität zu Lübeck:**

**Das verräterische Gedächtnis von neuronalen Netzen**

Fragen und Antworten gab es im Vortragsverlauf

**Fortsetzung der Mitgliederversammlung**

6. a) Jahresbericht des Vorsitzenden für 2020 mit Aussprache
  - Ausfall der Präsenz-Aktivitäten durch Corona
  - Mehrere Video-Konferenzen ermöglichten jedoch einen gewissen Ausgleich
  - Beschluss zum Buchprojekt (siehe b ) wurde gefasstb) Buchprojekt 150 Jahre NWV, Sachstand (Dr. Jan Zimmermann)  
Dr. Zimmermann stellt sich selbst vor: Historiker, Kunst, Fotografie, viele Projekte zum 20. Jahrhundert  
Stichworte zu unserem Projekt: Von Vereinsgründung bis 1970 gutes Archivmaterial mit Fotos, Schwerpunkte gebildet, z.B.:  
Selbstbild des Vereins (Mitglieder-Auswahl), frühes Aufgreifen zukunftsorientierter Technologien wie Röntgen und Telefonie, Darstellung zahlreicher Einzelpunkte etc.  
H. Klitzing bietet Informationen an zu der jahrelang durchgeführten Arbeit in der Jugendgruppe (Prof. Reusch)  
Vorsitzender weist darauf hin, dass im März 2022 die Fördermittel enden und das Buch fertig sein muss.  
Fördermittel € 18.000, Vereinsbeitrag € 2000, Auflage 200, die großen Bibliotheken bundesweit sollen berücksichtigt werden, freier Verkauf ist bisher nicht vorgesehen.  
1. wegen der Fördermittel und 2. weil öffentliches Interesse kaum zu erwarten ist. Es wird angeregt, die Erfahrung von Schmidt-Römhild einzubeziehen.
7. Kassenbericht mit Aussprache

Die Übersicht wird per Folie angezeigt.  
Der Haushalt 2022 enthält schon die Fördermittel für das Buchprojekt.  
Keine Fragen.

8. Bericht der Kassenprüfer  
Prüfer sind die Herren Kämpfert und Klitzing.  
Hr. Kämpfert berichtet von der stichprobenartigen Prüfung und verweist auf einen leichten wohl coronabedingten Rückgang.  
Er bezeichnet die Kassenführung als „hervorragend“ und spricht dem Kassenführer große Anerkennung aus!  
Bericht wird in mehrfacher Ausführung von beiden Prüfern unterschrieben und dem Protokollführer ausgehändigt. Der gibt sie weiter an den Vorsitzenden, der den Bericht mit dem Protokoll versenden wird.
9. Entlastungen  
Kassenführer wird einstimmig entlastet!
10. Wahlen  
Benennung eines Wahlleiters / einer Wahlleiterin  
Vorschlag: Wolfgang Czieslik  
Vorschlag angenommen!  
  
Wahl von zwei Kassenprüferinnen / Kassenprüfern gemäß § 12(3) der Satzung vom 14.3.2016  
Vorschlag: Hans-Jürgen Kämpfert, Heino Klitzing  
Bei eigenen Enthaltungen beide wiedergewählt!
11. Anträge  
Anträge liegen keine vor!
12. Verschiedenes
  - Dr. Bayer berichtet von der neuen Sternwarte am Grönauer Baum, die dadurch möglich geworden ist, dass er 250.000 Euro Fördergeld einwerben konnte, was naturgemäß nicht leicht gewesen ist, aber durch Beharrlichkeit erreicht wurde.  
Die Sternwarte ist jetzt einsatzfähig! Dr. Bayer appelliert, in solchen Fragen „Demokratie wirklich von unten“ zu wagen und dranzubleiben.
  - Der aktuelle Klein-Pampau – Urmeermuseum – Komplex wird angesprochen (heute in LN).  
W. Czieslik verweist darauf, dass bislang vorgesehen ist, das Museum für Natur und Umwelt in Lübeck zu einem „Umweltbildungszentrum“ weiter zu entwickeln. Eine mögliche Umwandlung in ein Urmeermuseum mit Schwerpunkt der Klein-Pampau - Funde würde dem vermutlich nicht entsprechen.  
Ein Vor-Ort-Gespräch im Museum zwischen dem Gesprächskreis und anderen Mitgliedern des Naturwissenschaftlichen Vereins und der Museumsleiterin wird am 16.09.21 stattfinden, damit der Gesprächskreis sich in der Sache positionieren kann.

Protokoll: Michael Möllers



*150 Jahre*  
*Naturwissenschaftlicher Verein zu Lübeck*  
*1872 - 2022*



## Jahreshauptversammlung 2022

In der Jahreshauptversammlung am 12. Mai 2022 wurde Dr. Jens Uwe Hagenah zum neuen Vorsitzenden des NWV gewählt. Dr. Wolfgang Czieslik wurde sein Stellvertreter und Uwe Spiekermann wurde wieder zum Kassenwart gewählt. Zu Beisitzern im Vorstand wurden Dr. Eckhard Scheufler und Michael Möllers gewählt. Der neue Vorstand wird sein Amt am 1. Januar 2023 antreten.



Der Vorstand des NWV ab 1. Januar 2023: Dr. Jens Uwe Hagenah, Dr. Wolfgang Czieslik, Uwe Spiekermann, Dr. Eckhard Scheufler (v.l.n.r.)

## Jahresbericht für 2021

Das Jahr 2021 ging ähnlich wie das Jahr 2020 zu Ende. Nach einem Sommer mit relativ niedrigen Corona Fallzahlen sind die 7-Tage Inzidenzen in den letzten Wochen des Jahres in nie gekannte Höhen angestiegen. Unsere Veranstaltungen fanden überwiegend als Videokonferenzen statt, sofern sie überhaupt durchgeführt werden konnten. Die **Familienworkshops NaWi(e) geht das?** mussten wegen der Corona-Pandemie ausfallen.

### Vortragsveranstaltungen

Im Juli und August, als die Zahl der Neuinfizierten relativ gering war, konnten wir mehrere kleine Veranstaltungen im Vortragssaal des Museums für Natur und Umwelt durchführen.

Am **6. Juli 2021 hat sich Prof. Dr. Charli Kruse** - Direktor der Fraunhofer-Einrichtung für Individualisierte und Zellbasierte Medizintechnik (IMTE), Leiter des Fraunhofer-Entwicklungszentrum für Marine und Zelluläre Biotechnologie (EMB), Leiter des Instituts für Medizinische und Marine Biotechnologie an der Universität zu Lübeck – mit dem Thema **Clean Meat** beschäftigt. In dem Vortrag wurden Fragen wie „Wird es bald eine Zellkulturindustrie geben? Was bedeutet Clean Meat und wann kommt es auf den Markt? Können Zellkulturen Tiere bald in allen Bereichen ersetzen?“ erörtert.

Im Rahmen unserer **Jahreshauptversammlung, die vom traditionellen Termin im März auf den 31. August 2021 verlegt wurde, sprach Prof. Dr. Esfandiar Mohammadi**, Leiter der Arbeitsgruppe Privacy & Security am Institut für IT-Sicherheit der Universität zu Lübeck, über „**Das verräterische Gedächtnis von neuronalen Netzen**“.



## **Gesprächskreis**

Insgesamt haben im Jahr 2021 drei Sitzungen des Gesprächskreises als Videokonferenz (21.10.2021; 18.11.2021; 2.12.2021) und eine Sitzung (19.8.2021) als Präsenzveranstaltung stattgefunden. Die Videokonferenzen wurden technisch wieder von Eckhard Scheufler organisiert, wofür ich ihm ganz herzlich danke.

Gesprächsthemen waren

- Die Umgestaltung des Museums für Natur und Umwelt zu einem Umwelt-Bildungszentrum (UBZ),
- Nobelpreis für Medizin 2021,
- Nobelpreis für Physik 2021,
- Jetstram,
- Nobelpreis für Chemie 2021 .

Der Teilnehmerkreis des Gesprächskreises wurde leider dadurch eingeschränkt, dass nicht alle Interessierten die technischen Möglichkeiten hatten, an den Videokonferenzen teilzunehmen.

## **Vorstandssitzungen**

Der Vorstand hat im Jahr 2021 am 19. Januar 2021, am 17.6.2021 und am 9.12.2021 getagt. Diese Sitzungen wurden als Videokonferenz durchgeführt. Themen waren der Sachstand zur Herausgabe eines Buches zum 150jährigen Jubiläum des Vereins im Jahr 2022, die Vorbereitung der Mitgliederversammlung am 31.8.2021 und die Planung der Veranstaltungen im Jahr 2022, insbesondere die Jahreshauptversammlung am 12.5.2022 und die Festveranstaltung am 17.11.2022.

Im Verlauf des Jahres konnten die Texte für das Buch zum 150jährigen Jubiläum des Vereins im Jahr 2022 weitgehend fertiggestellt werden, so dass der Verlag (Schmidt Römhild) mit der Herstellung im Februar 2022 beginnen konnte.

## **Mitgliederbewegung**

Im Berichtszeitraum gab es zwei Austritte und zwei Eintritte, so dass der Verein weiterhin 59 ordentliche Mitglieder hat.

## **Ausblick**

Für das Jahr 2022 wurden im Berichtszeitraum die Jahreshauptversammlung am 12. Mai 2022 mit der Vorstellung des Jubiläumsbuches und die Jubiläumsveranstaltung am 17. November 2022 geplant. Für die Dienstagsvorträge wurden der Vortrag von Frau Prof. Sailer (Mikroskop und molekulare Medizin – Die neue Rolle der Pathologie) und Herrn Prof. Niemitz (Das Eis wird dünn - Eine Analyse der ökologischen Lage der Menschheit) angemeldet.

Der Gesprächskreis soll regelmäßig jeweils am 3. Donnerstag im Monat als Videokonferenz stattfinden, solange keine Präsenzveranstaltungen möglich sind. Die Termine für die Familienworkshops werden je nach Corona-Lage ggf. kurzfristig festgelegt.

*W. Lieslich*

März 2022

## Haushaltsübersicht 2021 und Plan 2022

Übertrag aus 2020: Giro-Kt.: 6 404,09 €

Einnahmen 2021		2021		2022
Position	Plan/ €	Ist /€		Plan /€
01. Beiträge Mitglieder	1 600	1 522,00		1 500
02. Beiträge Fördermitglieder	0	0,00		0
03. Spenden Mitglieder	150	146,00		150
04. Zuschüsse				
- Ges. z. Bef. gem. Tätigkeit	175	0,00		350
- Possehl-Stiftung. Fördermittel Buchprojekt	7 000	7 000,00		7 000
- Sparkassenstiftung: Fördermittel Buchprojekt	4 000	4 000,00		0
- Keller-Stiftung	0	0,00		1 000
05. Einnahmen aus Veranstaltungen	0	31,00		0
06. sonstige Einnahmen				
- Guthabenzins	0	0,00		0
<b>Summe Einnahmen</b>	<b>12 925</b>	<b>12 699,00</b>		<b>10 000</b>

Ausgaben 2021		2021		2022
10 Geschäftskosten				
10.1 Porti	150	165,65		150
10.2 Büromaterial, Papier, Kopien	50	17,61		50
10.3 Kontoführungskosten, Sollzinsen,...	25	24,00		25
10.4 Sonstige Geschäftskosten	300	23,60		50
11. Beitragsrückerstattung	0	0,00		0
12. Buchprojekt „150 Jahre NWV zu Lübeck“				
3/4 Teilzahlung in 2021; 4. Teilzahlung in 2022	7 225	7 222,50		2 407
Bilder, Druck und Versand				8 900
13. Jugendgruppe (Reusch)	0	0,00		0
14. Urania	850	849,90		850
15. Mitgliedschaften, Zuwendungen	70	50,00		70
16. Veranstaltungen				
- Jahreshauptversammlung	50	0,00		50
- Vorträge (Honorare, Reisespesen), Workshops z. B. Lesung „Felix Krull“	100	0,00		1 900
17. Werbung	140	347,76		350
<b>Summe Ausgaben</b>	<b>8 960</b>	<b>8 701,02</b>		<b>14 802</b>

Bilanz 2021:	Ist 2020	Ist 2021	Plan 2022
Übertrag aus 2019/2020/2021	6 105,52	6 404,09	10 402
Einnahmen 2020/2021/2022	1 975,00	12 699,00	10 000
Ausgaben 2020/2021/2022	1 676,43	8 701,02	14 802
Guthaben Ende 2020/ 2021/2022	6 404,09	10 402,07	5 600

# Protokoll der Jahreshauptversammlung des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Lübeck am 12. Mai 2022 in der Gemeinnützigen

Beginn: 18:00 Uhr

Ende: 20:30 Uhr

Anwesend: s. Liste der Anwesenden vom 12. Mai 2022

1. Begrüßung  
*Der Vorsitzende Dr. Wolfgang Czieslik begrüßt die Anwesenden.*
2. Feststellung der ordnungsgemäßen Einladung  
*Die ordnungsgemäße Einladung wird festgestellt.*
3. Wahl einer Protokollantin / eines Protokollanten  
*Dr. Eckhard Scheufler wurde gewählt*
4. Genehmigung der Tagesordnung  
*Nach Einfügen des TOP „Verschiedenes“ nach dem TOP Anträge wird die Tagesordnung genehmigt.*
5. Genehmigung des Protokolls der Mitgliederversammlung vom 31. August 2021  
*Das Protokoll wird genehmigt.*
6. Jahresbericht des Vorsitzenden für 2021 mit Aussprache  
Jahresbericht liegt schriftlich vor und ist mit den Einladungen verschickt worden.  
*Der Vorsitzende erläutert die wichtigsten Punkte des Jahresberichts. Es gibt keine Nachfragen und Anmerkungen.*
7. Kassenbericht mit Aussprache  
Kassenbericht liegt schriftlich vor und ist mit den Einladungen verschickt worden.  
*Der Kassenbericht wurde von Uwe Spiekermann vorgestellt.*
8. Bericht der Kassenprüfer  
*Der Kassenbericht wurde vom Prüfer vollumfänglich autorisiert. Es wurden keine Unstimmigkeiten gefunden und Uwe Spiekermann's Arbeit als hervorragend befunden.*
9. Entlastungen  
*Der Vorstand wurde einstimmig entlastet.*
10. Wahlen  
Benennung eines Wahlleiters / einer Wahlleiterin für die Wahlen zum Vorstand  
*Dr. Wolfgang Czieslik wurde zum Wahlleiter einstimmig benannt.*
  - a) Wahl einer Vorsitzenden / eines Vorsitzenden  
*Dr. Jens-Uwe Hagenah wird für das Amt des Vorsitzenden vorgeschlagen. Erstellt sich kurz vor. Weitere Vorschläge liegen nicht vor. Dr. Hagenah wird einstimmig zum Vorsitzenden gewählt. Er nimmt die Wahl an.*
  - b) Wahl einer stellvertretenden Vorsitzenden / eines stellvertretenden Vorsitzenden  
*Dr. Hagenah übernimmt die Wahlleitung. Dr. Wolfgang Czieslik wird für das Amt des stellvertretenden Vorsitzenden vorgeschlagen. Weitere Vorschläge liegen nicht vor. Dr. Czieslik wird einstimmig zum stellvertretenden Vorsitzenden gewählt. Er nimmt die Wahl an.*
  - c) Wahl einer Kassenwartin / eines Kassenwartes  
*Dr. Czieslik übernimmt die Wahlleitung für die weiteren Wahlen.*

*Uwe Spiekermann wird für das Amt des Kassenwartes vorgeschlagen. Uwe Spiekermann ist bereit dieses Amt für ein Jahr noch einmal zu übernehmen. Er wird einstimmig gewählt und nimmt die Wahl an.*

d) Wahl von Beisitzerinnen / Beisitzern

*Als Beisitzer werden Michael Möllers (nicht anwesend) und Dr. Eckhard Scheufler vorgeschlagen. Michael Möllers hat Dr. Czieslik gegenüber mündlich seine Bereitschaft zur Kandidatur erklärt. Dr. Scheufler stellt sich kurz vor. Beide Kandidaten werden im Block einstimmig gewählt.*

e) Wahl von zwei Kassenprüferinnen / Kassenprüfern

*Es wird die Wiederwahl von Hans-Jürgen Kämpfert und Heino Klitzing (nicht anwesend) vorgeschlagen. Heino Klitzing hat Dr. Czieslik gegenüber mündlich seine Bereitschaft zur Kandidatur erklärt. Beide Kandidaten werden einstimmig gewählt.*

11. Anträge

*Es liegen keine Anträge vor.*

12. Verschiedenes

*Es liegen keine Wortmeldungen zum TOP Verschiedenes vor.*

Ende des ersten Teils der JHV: 18:45 Uhr

Beginn des zweiten Teils der JHV: 19:00 Uhr

Vorstellung des Jubiläumsbuches „NaWi(e) war das? - 150 Jahre Naturwissenschaftlicher Verein zu Lübeck“

13. Einführung durch den Vorsitzenden

*Dr. Wolfgang Czieslik stellt die Autorin und Autoren des Buches vor, würdigt die Arbeit von Dr. Jan Zimmermann sowie den Mitarbeitern des Verlages Schmidt Römhild und bedankt sich bei der Possehl Stiftung und der Gemeinnützigen Sparkassenstiftung für die großzügige Förderung dieses Buchprojektes.*

14. Grußworte von Gästen

*Silke Mählenhoff (stellvertretende Stadtpräsidentin) und Senator Ludger Hinsen (stellvertretender Bürgermeister; Leiter Fachbereich 3 (Umwelt, Sicherheit, Ordnung)) übermitteln die Grüße der Bürgerschaft und des Bürgermeisters der Hansestadt Lübeck.*

15. Vorstellung der Festschrift zum 150jährigen Jubiläum des NWV, Dr. Jan Zimmermann

*Dr. Zimmermann stellt die Themen und inhaltliche Schwerpunkte im Buch „NaWi(e) war das? – 150 Jahre Naturwissenschaftlicher Verein zu Lübeck“ vor.*

Ende der Veranstaltung: 20:30 Uhr

Gelegenheit zu Gesprächen, Nachsitzung im Restaurant der Gemeinnützigen

*Lübeck, den 13. 5. 2022*

*Das Protokoll wurde von Dr. Eckhard Scheufler elektronisch erstellt und an die Vorsitzenden per Email versendet. Es ist gültig ohne Unterschrift.*