

# pcws

CLUBCOMPUTER · DIGITAL SOCIETY

**CLUB**EDU

**Unsere Welt in 25 Jahren**

**CLUB**SYSTEM

**Neuronale Netze und  
Transformer-Modelle**

**KI und die Blackbox**

**PCnewsGPT**

**CLUB**DIGITALHOME

**E-Landwirtschaft**

**Versorgung mit elektrischer  
Energie**





# Liebe Leser! Inhalt

**Franz Fiala**

Wir bitten alle Leser, unseren wöchentlichen Newsletter zu abonnieren. In diesem Newsletter werden neu erschienene Artikel und Veranstaltungen angekündigt:  
<https://clubcomputer.at/newsletter-signup/>

## Wenn der ~~Hergott~~ Körper net will, nutzt es gar nix! (Hans Moser)

Für die Amateurmediziner: der Entzündungsmarker CRT soll unter 5 sein, ist aber bei mir über 200!. Hämoglobinwerte unter 8 sind transfusionspflichtig, mein Wert liegt bei 8,5 und damit wird alles steiler, sogar die Horizonte. Im Oktober hat sich das Gehör verabschiedet, siehe Beitrag „Hörgerät für Arme“ (clubcomputer.at). Alles das erschwert den Alltag, das Bett wird zum Freund und Voraussagen schwierig. Daher kann ich nicht—wie alle Jahre vorher—zusagen, dass ich es schaffe, vier Ausgaben PCNEWS 2024 allein herzustellen.

Glücklicherweise sind wir ein funktionierender Verein. In diesen Tagen konstituiert sich unter der Leitung von Werner Illsinger eine Redaktions- und Verlagsgruppe im Rahmen von ClubComputer und Digital Society, die sich zum Ziel gesetzt hat, die PCNEWS weiterzuführen, und das allein ist eine große Anerkennung, denn gleichzeitig verschwinden in diesen Tagen viele prominente Zeitungs-Projekte wie zum Beispiel die „Wiener Zeitung“ und „biber“. Ich gebe also einfach das Stafettenholz weiter und werde mitlaufen, so lange es geht.

Ein große Hilfe wird es sein, wenn uns alle Mitautoren mit Beiträgen und alle Mitglieder durch ihre Mitgliedschaft unterstützen.

Vielen Dank für Euer Vertrauen!

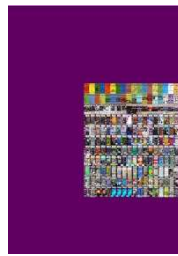
*Franz Fiala*

## LIESMICH

1

### Cover

Franz Fiala  
38 Jahre PCNEWS  
198 Ausgaben (18x11)  
seit 1986  
Coverbilder von Franz Fiala, Werner Krause, Siegfried Pflegerl, Walter Riemer  
Hintergrundfarbe aus der ersten Version von pcnews.at (siehe Beitrag „PCNEWS“, Seite 31)



2

### Liebe Leser, Inhalt

Franz Fiala

2

### Impressum, Autoren, Inserenten

3

### ClubComputer und PCNEWS

Werner Illsinger

31

### PCNEWS

Franz Fiala

## CLUBEDU

7

### Unsere Welt in 25 Jahren

Christian Dorninger

## CLUBSYSTEM

23

### Neuronale Netze und Transformer-Modelle

Christian Dorninger

11

### Artificial Intelligence und die berühmte Blackbox

Nora Aurer

21

### KI-basierte Wissensabfrage auf deutsch - PCnewsGPT

Andreas Kunar

23

## CLUBDIGITALHOME

3

### Sikstu atreze

Günter Hartl

13

### E-Landwirtschaft

Christian Zahler

18

### Versorgung mit elektrischer Energie

Christian Zahler

# Autoren

## Dorninger Christian MR Dipl.-Ing. Dr. 19545,23



Sonderbeauftragter für pädagogische Reformprojekte

Firma bmbwf

Absolvent TU-Wien, Technische Physik

Interessen Informatik, Didaktik, Curriculumentwicklung

[cdorninger@it4education.at](mailto:cdorninger@it4education.at)

<https://www.it4education.at/>

## Fiala Franz Dipl.-Ing. 1948

1,2,31



Vizepräsident von ClubComputer, Leitung der Redaktion und des Verlags der PCNEWS, Lehrer für Nachrichtentechnik und Elektronik i.R.

Werdegang Arsenal-Research, TGM Elektronik

Absolvent TU-Wien, Nachrichtentechnik

[franz.fiala@clubcomputer.at](mailto:franz.fiala@clubcomputer.at)

<http://ffiala.cc/>

## Hartl Günter Ing. 1963

3



Wirtschaftsingenieur, Systemadministrator für Windows Clients und Linux Server in Logistikcenter

Hobbies Krav Maga, Windsurfen, Lesen

[ghartl3@gmail.com](mailto:ghartl3@gmail.com)

## Illsinger Werner Ing. 1968

3



Präsident der Digital Society und von ClubComputer, Inhaber Vividity Strategieberatung, Managing Partner Digital Society Institute. Lektor an der FH Kärnten für Digital Transformationmanagement.

Absolvent: TGM-Nachrichtentechnik

[werner@digisociety.ngo](mailto:werner@digisociety.ngo)

<https://vividity.eu>

## Kunar Andreas Dipl.-Ing. 1960

28



Pensionierter IT-Techie, Marketer, Manager und Fotograf

Absolvent TU-Wien, Informatik, div. Marketingausbildungen

[andreas@kunar.at](mailto:andreas@kunar.at)

<http://www.kunar.at/andi/>

## Zahler Christian Ing. Mag. 1968

13,18



Prov. AV der Abteilung "IT in der Landwirtschaft" am Francisco Josephinum Wieselburg

Firma HBLFA Francisco-Josephinum; WIFI

[office@zahler.at](mailto:office@zahler.at)

<http://www.zahler.at/>



# Impressum Inserenten

## Impressum, Offenlegung

**Richtung** Auf Anwendungen im Unterricht bezogene Informationen über Personal Computer Systeme. Berichte über Veranstaltungen des Herausgebers.

**Erscheint** 4 mal pro Jahr: Mär, Jun, Sep, Nov  
ISSN 1022-1611

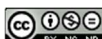
**Herausgeber und Verleger** ClubComputer  
Siccardsburggasse 4/1/22 1100 Wien  
01-6009933-11 FAX: -12  
[buer@clubcomputer.at](mailto:buer@clubcomputer.at)  
<https://clubcomputer.at/>  
ZVR: 085514499  
IBAN: AT74 1400 0177 1081 2896  
Mitgliedsbeitrag 2019: 46-Euro  
Konto: AT74 1400 0177 1081 2896  
oder  
PayPal [office@clubcomputer.at](mailto:office@clubcomputer.at)

**Digital Society**  
Graben 17/10 1010 Wien  
01-314 22 33  
[info@digisociety.at](mailto:info@digisociety.at)  
<https://digisociety.at/>  
ZVR: 547238411  
IBAN: AT45 3266 7000 0001 9315

**Druck** Ultra Print  
Pluhová 49, SK-82103 Bratislava  
<http://www.ultraprint.eu/>

**Versand** 162040679 M

**PDF-Version** [http://d.pcnews.at/\\_pdf/n179.pdf](http://d.pcnews.at/_pdf/n179.pdf)



Namensnennung, nicht kommerziell, keine Bearbeitungen  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

## techbold

36



Dresdner Straße 89 1200 Wien  
+43 1 34 34 333  
[office@techbold.at](mailto:office@techbold.at)  
<http://www.techbold.at>

**Produkte** Reparatur, Aufrüstung, Softwareinstallation, Datenrettung. Installation und Wartung von IT-Anlagen.

Um die PCNEWS ohne Franz fortzusetzen, müssen wir das Layout extern vergeben, was jährlich etwa 2.000 € zusätzliche Kosten verursacht (zu einem Freundschaftspreis).

Während der Corona-Pandemie haben wir die Mitgliedsbeiträge nicht angehoben. Wie allgemein bekannt ist, herrscht derzeit eine hohe Inflation, wodurch die Mitgliedsbeiträge an Wert verloren haben, da die Kosten für externe Dienstleistungen wie Zeitungsproduktion, Druck, Energiekosten für den Serverbetrieb

usw. gestiegen sind. Effektiv steht uns daher weniger Geld als zuvor zur Verfügung.

Aus diesem Grund sind wir gezwungen, die Mitgliedsbeiträge auf 55 € pro Jahr anzuheben, was monatlich 4,58 € entspricht – weniger als der Preis einer Tasse Kaffee in vielen Lokalen. Wir sind der Überzeugung, dass der Mitgliedsbeitrag für PCNEWS, Vereinsabende, die Webseite, cc-Drive usw. nach wie vor äußerst moderat ist. Herzlichen Dank für Deine finanzielle Unterstützung!

Fortsetzung von Seite 3 ◀◀



# ClubComputer und PCNEWS

Werner Illsinger

ClubComputer wurde 1986 als „Personal Computer Club am TGM“ (HTL Wien 20) gegründet, mit dem Ziel, Schülerinnen und Schülern den Zugang zur damals noch neuen Welt der Personal Computer und aktueller Technologie zu ermöglichen. Trotz seiner Position als eine der größten HTLs in Österreich hatte die Schule zu diesem Zeitpunkt keine zeitgemäße Ausrüstung, um eine angemessene Ausbildung zu gewährleisten. Ich war zu dieser Zeit Schüler und Franz Fiala mein Klassen- vorstand.

Die Lebenskraft eines Vereins hängt stark von der ehrenamtlichen Beteiligung seiner Mitglieder an der Vereinsarbeit ab. Im Laufe der Jahre hat der Verein verschiedene Dienste für seine Mitglieder angeboten, wobei einige verschwunden und andere hinzugekommen sind.

Zu Beginn des Vereins war das Kopieren von Software für Bildungszwecke noch legal. Damals boten wir beispielsweise einen Kopierservice für Datenträger (Disketten) an und versendeten Schulungssoftware an unsere Mitglieder. Spätere Verschärfungen im Urheberrecht machten dies jedoch unmöglich, und wir sahen uns gezwungen, diesen Dienst einzustellen.

Andere Dienste haben sich im Laufe der Jahre verändert. Die von mir initiierte Mailbox „His Masters Voice“, die anfänglichen Schritte in der Telekommunikation ermöglichte, entwickelte sich im Laufe der Zeit zu einem Internetanbieter (CCC.at), der auch heute noch unsere Mitglieder kostengünstig mit Internetdiensten versorgt.

Der einzige Dienst, der über all die Jahre unverändert geblieben ist, ist PCNEWS. Seit 1986 erscheint PCNEWS wie ein Schweizer Uhrwerk, derzeit viermal im Jahr mit 24 Seiten voller Inhalte.

Was sich jedoch über die Jahre hinweg verändert hat, sind die Mitwirkenden im Verein. In den 1980er Jahren waren viele Lehrer, insbesondere in den Werkstätten, äußerst aktiv. Es gab sogar einen Richter, der uns mit seinem juristischen Wissen ehrenamtlich unterstützte, und die Buchführung wurde von einer bezahlten Fachkraft geführt. Die meiste Arbeit wurde jedoch von vielen ehrenamtlichen Mitgliedern erledigt.

Die Arbeitsbelastung wurde in den letzten Jahren nicht weniger, aber die Zahl der ehrenamtlichen Helfer hat abgenommen. Franz Fiala hat weiterhin die PCNEWS produziert, während ich mich nach wie vor um die Internetdienste kümmere,

obwohl CCC.at formal inzwischen ein Unternehmen ist und keine Gewinne, sondern oft Verluste erwirtschaftet. Georg Tsamis hat in den letzten Jahren die Organisation der Vereinsabende übernommen.

Leider werden wir alle nicht jünger, und wie bekannt, kämpft Franz Fiala in den letzten Jahren mit gesundheitlichen Problemen. Seine Belastbarkeit ist nicht mehr dieselbe wie früher, und deshalb wird er 2024 die PCNEWS nicht mehr weiter produzieren können. Im März 2023 hat mich Covid erwischt und ich leide immer noch unter den Langzeitfolgen. Aufgaben, die früher kaum der Rede wert waren, sind nun eine Herausforderung, und Dinge, die früher in einer Stunde erledigt waren, dauern jetzt viel länger.

Angesichts von Franz' eingeschränkter Möglichkeit stehen nur zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

**Ehrenamtliche Mitwirkende:** Wir suchen im Verein Personen, die sich ehrenamtlich einbringen möchten. Die Menge des Aufwands und die Art der Tätigkeit sind dabei eigentlich nebensächlich. Jede helfende Hand trägt dazu bei, die Arbeit auf mehr Schultern zu verteilen.

**Bezahlte Mitwirkende:** Wir vergeben Aufgaben an externe Fachkräfte und lassen diese gegen Bezahlung erledigen.

Wenn Du den Verein als ehrenamtlich(er) Mitwirkende(r) unterstützen möchtest, melden Dich bitte bei uns. Wir freuen uns über jeden Beitrag, unabhängig von Deinen Fähigkeiten und Interessen – es wird sicherlich eine passende Aufgabe geben.

Im Verein fallen folgende Aufgaben an:

- Administration / Buchhaltung / Verrechnung der Mitgliedsbeiträge / Mahnwesen
- Organisation von Veranstaltungen
- Verfassen von Fachartikeln für Online und PCNEWS
- Redaktion (Zusammentragen und Aufbereiten von Artikeln)
- Layout der PCNEWS
- Druck und Versand der PCNEWS
- Betreuung der Webseite (WordPress)
- Serveradministration (Windows / Linux)
- Auf- und Abbau bei Veranstaltungen
- Tontechnik / Video bei Veranstaltungen
- Videoschnitt von Aufnahmen
- Betreuung der Social-Media-Kanäle
- Telefondienst (Hotline)

◀ Fortsetzung auf Seite 2

# sikstu atreze

Günter Hartl

Alle paar Monate nimmt ein Autohändler die Dienste eines befreundeten Softwareentwicklers in Anspruch. Gewünscht wird meist ein Skript, das automatisch Anfragen abschickt, sobald ein Inserat auf einer Onlineplattform eingestellt wird. Eigentlich unnötig, da ChatGPT so etwas sicher auch coden kann. Aber auch auf den Verkaufsplattformen sind mitunter starke Nerven oder ein Tourette-Syndrom sehr hilfreich. Ein nicht ungeläufiger Wortlaut könnte dort so aussehen—oder besser gesagt trug sich dieser so zu:

A: Wasletztepreis!

B: Das Auto ist nicht mehr zu haben

A: Komme morgen mit Kusenk anschauen

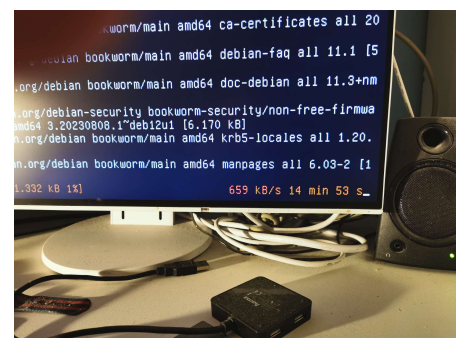
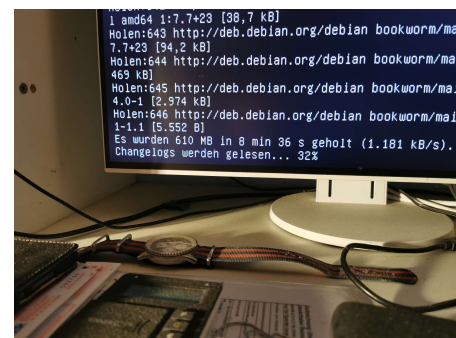
B: Das Auto wurde schon verkauft

A: Das klären wir dann morgen

So weit, so normal. Und ja, die Leute sind wahlberechtigt und ziehen auch Kinder auf. Was hat das jetzt mit dem Artikel zu tun? Ich frage mich öfters, ob das von ChatGPT oder einem anderen Bot automatisch generiert wurde oder nicht. Keine Ahnung, aber ich befürchte Letzteres.

## Debian

Endlich habe ich mich dazu durchgerungen, das Upgrade auf Debian 12 durchzuführen. Kurz gesagt, es war ein Desaster. Die Daten waren alle schon vorsorglich gesichert, womit das Upgrade auf die neue Version angestoßen werden konnte.



Nach dem durchgeführten Upgrade wollte die Kiste partout nicht starten. Also um korrekt zu sein, wurde der Startvorgang nicht korrekt zu Ende geführt, weil er immer bei Exim4 (dem internen Mailserver) als Fehlermeldung stoppte. Über drei





# Unsere Welt in 25 Jahren

prognostiziert aus dem Blickwinkel der Naturwissenschaften

**Christian Dorninger** (gemeinsam mit einer Physik-Abschlussklasse an der HTL-Favoriten)

## I. Einleitung

Was kann man in den letzten Physik- oder Chemiestunden einer Oberstufenform tun? Irgendetwas mit Partizipation und Meinungsbildung unter Nutzung des bisher angesammelten Fachwissens: Ja, schon, aber wie aufziehen, damit es spannend ist?

Die Geschichte der Naturwissenschaften hat uns ja gelehrt, dass viele Entdeckungen und Erfindungen Teil des medizinischen oder technischen Grundrepertoires werden. Röntgenstrahlen oder Halbleiter werden heutzutage selbst verständlich eingesetzt, und wurden natürlich einige Jahre vorher entdeckt bzw. entwickelt. Wie wäre es, sich in der Jetztzeit auf aktuelle naturwissenschaftliche Befunde zu konzentrieren und abzuschätzen, was in zwanzig oder mehr Jahren daraus an Geräten, Verfahren oder Prozessen entstehen wird. Das würde doch gut passen, um ein oder zwei „Zukunftsstunden“ gestalten zu können. Die Schüler\*innen wären aufgefordert, ihre Prognosen zu einzelnen Fachgebieten, die uns derzeit äußerst wichtig erscheinen, abzugeben. Ist ja eigentlich erstaunlich, dass ein fundiert naturwissenschaftliches Thema wie der Klimawandel unsere öffentliche Berichterstattung und auch die politische Agenda derart prägen – und dies noch dazu mit Gegenwind der „Schwurbler“, „Verschwörungstheoretiker“ und „Ignoranten“.

Vorsicht ist schon geboten: Vieles wurde schon gutwillig vorhergesagt und ist nie eingetroffen: Der „sprechschreibende Computer“, die vielen „Lufttaxis“ in den Städten oder Züge mit extrem hoher Geschwindigkeit zwischen diesen Städten. Tolle Unterwasserbehausungen und Weltraumsiedlungen wurden uns vorhergesagt, die internationale Raumstation ISS für Militärs und Wissenschaftler ist hier die einzige Ausbeute, die wir vorweisen können. Der perfekte menschliche Körper, der durch Gentechnik oder bisher ungeahnte Operationstechniken neu entsteht; oder der einfach eingefroren wird, um später wieder erweckt zu werden, sind dann doch eher „Dystopien“ als Utopien.

Aber auch reale Utopien sind gescheitert: Überschall-Passagierflugzeuge sind aus wirtschaftlichen Gründen wieder zurückgenommen worden (letzter Concordeflug Air-France-Flug 4590 im Juli 2000). Auf der anderen Seite ist nach über 60 Jahren hoffnungsvoller Prognosen die künstliche Intelligenz jetzt wirklich so weit, dass von einem „ingenieurmäßigen“ Durchbruch

gesprochen werden kann. Man muss einfach aufpassen – nichts ist so schwer vorherzusagen wie zukünftige Entwicklungen.

Trotzdem ist es reizvoll, über eine derartige Diskussionsschiene Entwicklungen ans Licht zu bringen, von denen wenige Leute wirklich etwas wissen. Die unheimliche Quantenwelt beispielsweise oder Messverfahren im Attosekundenbereich, nur um zwei Nobelpreisarbeiten mit österreichischer Beteiligung aufzuzählen. Wir widmen uns hier exemplarisch den Themenbereichen „Umweltkatastrophen und Klimawandel“, „Energietechnik und Kernfusion“, „Digitalisierung und Quantentechnologien“, „Medizintechnik und Nanowelten“, „Werkstoffe der Zukunft“ sowie „Weltraumtechnik und Besiedelung von anderen Planeten“.

## II. Umweltkatastrophen und Klimawandel

**II.1** Zweifellos ist der Klimawandel, der laufend Umweltkatastrophen verursacht, das am meisten herausfordernde aktuelle Problem, das die Menschheit die nächsten Jahre und Jahrzehnte beschäftigen wird. Naturwissenschaftliche Fakten dazu seien kurz erwähnt:

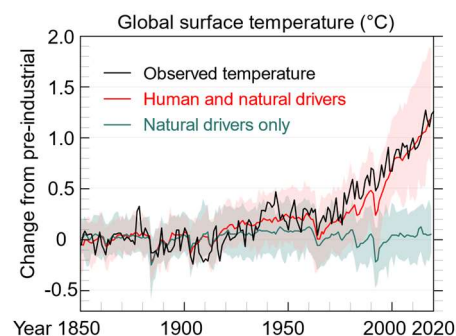
Der *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen), im Deutschen oft als Weltklimarat bezeichnet, wurde im November 1988 vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) und der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) als zwischenstaatliche Institution ins Leben gerufen. Hauptaufgabe des Ausschusses ist es, die naturwissenschaftlichen Grundlagen und den weltweiten Forschungsstand über die Auswirkungen der globalen Erwärmung und seine Risiken sowie Minderungs- und Anpassungsstrategien zusammenzutragen und aus wissenschaftlicher Sicht zu bewerten. Dazu beruft der IPCC tausende Wissenschaftler aus aller Welt. Diese erstellen die Sachstandsberichte des IPCC. Bisher hat der IPCC fünf Sachstandsberichte und mehr als zehn Sonderberichte sowie Richtlinien für die Erstellung von Treibhausgasinventaren veröffentlicht.

Die IPCC-Berichte gelten als „Goldstandard“ der Klimaforschung. Sie werden innerhalb der Wissenschaft als glaubwürdigste und fundierteste Darstellung bezüglich des naturwissenschaftlichen, technischen und sozioökonomischen Forschungsstandes über das Klima und seine Veränderungen sowie über Möglichkeiten des Umgangs damit betrachtet. Die

Schlussfolgerungen des IPCC werden von allen großen US-amerikanischen wissenschaftlichen Gesellschaften mit einschlägiger fachlicher Kompetenz bestätigt, unter anderem von der *American Geophysical Union*, der *American Meteorological Society* und der *American Association for the Advancement of Science*. Zudem werden sie u. a. von den nationalen Akademien der Wissenschaften vieler Staaten wie Frankreich, Russland, Deutschland, Japan, Italien, Kanada, China und Brasilien sowie der Royal Society bekräftigt. Der IPCC wurde 2007, gemeinsam mit dem ehemaligen US-Vizepräsidenten Al Gore, mit dem Friedensnobelpreis ausgezeichnet.

Der Sechste Sachstandsbericht (englisch Sixth Assessment Report, AR6; auch Sechster Weltklimabericht 2020/21) ist eine systematische Übersichtsarbeit zum Forschungsstand der Klimaforschung. In einem wesentlichen Diagramm sieht man, wie deutlich die vom Menschen verursachten „Triebkräfte“ (CO<sub>2</sub>-Ausstoß und weitere) die Oberflächentemperatur der Erde erhöhen.

Bild: Menschlich oder natürlich verursachter Temperaturanstieg



**II.2.** Die Kernaussagen des Berichts sind folgende:

### A. Gegenwärtiger Zustand des Klimas

**A.1** Es ist unbestritten, dass der Mensch die Atmosphäre, die Ozeane und das Land erwärmt hat. Weitreichende und schnelle Veränderungen in der Atmosphäre, den Ozeanen, der Kryosphäre und der Biosphäre sind eingetreten

**A.2** Das Ausmaß der jüngsten Veränderungen im Klimasystem als Ganzes und der gegenwärtige Zustand vieler Aspekte des Klimasystems sind beispiellos über viele Jahrhunderte bis Tausende von Jahren

**A.3** Der vom Menschen verursachte Klimawandel wirkt sich bereits auf viele Wetter- und Klimaextreme in allen Regio-

nen der Erde aus. Belege für beobachtete Veränderungen bei Extremen wie Hitze- wellen, Starkniederschlägen, Dürren und tropischen Wirbelstürmen und insbeson- dere deren seit dem Fünften Bewertungs- bericht (AR5) haben sich die Hinweise auf den menschlichen Einfluss verstärkt.

A.4 Verbesserte Kenntnisse über Klima- prozesse und die Reaktion des Klimasys- tems auf einen zunehmenden Strahlungs- antrieb führen zu einer besten Schätzung der Gleichgewichts-Klimasensitivität von 3°C.

Der Anstieg der globalen Temperaturen ist menschgemacht, die Natur allein würde die blaue Kurve erzeugen.

## B. Mögliche Klimazukünfte

B.1 Die globale Oberflächentemperatur wird bei allen betrachteten Emissionssze- narien mindestens bis zur Mitte des Jahr- hunderts weiter ansteigen. Die globale Erwärmung von 1,5°C und 2°C wird im Laufe des 21. Jahrhunderts überschritten werden, wenn nicht in den kommenden Jahrzehnten die Emissionen von Kohlen- stoffdioxid (CO<sub>2</sub>) und anderen Treibhaus- gasen stark reduziert werden.

B.2 Viele Veränderungen im Klimasystem werden in direktem Zusammenhang mit der zunehmenden globalen Erwärmung größer. Dazu gehören die Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Hitzeextre- men, marinen Hitzewellen und Starknie- derschlägen, landwirtschaftlichen und ökologischen Dürren in einigen Regionen, und der Anteil intensiver tropischer Wir- belstürme sowie der Rückgang des arkti- schen Meereises, der Schneedecke und ständig gefrorener Böde.

B.3 Die fortgesetzte globale Erwärmung wird voraussichtlich den globalen Wasser- kreislauf weiter verstärken, einschließlich seiner Variabilität, der globalen Monsun- Niederschläge und der Schwere von Re- gen- und Trockenperioden.

B.4 In Szenarien mit steigenden CO<sub>2</sub>- Emissionen werden die Kohlenstoffsinken im Meer und an Land weniger wirksam sein, um die Anreicherung von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre zu verlangsamen.

B.5 Viele Veränderungen, die auf vergan- gene und künftige Treibhausgasemissio- nen zurückzuführen sind, sind für Jahrhun- derte bis Jahrtausende unumkehrbar. Jahrhunderte bis Jahrtausende unumkehr- bar, insbesondere Veränderungen der Ozeane, der Eisschilde und des globalen Meeresspiegels.

## C. Klimainformationen für Risikobewer- tung und regionale Anpassung

C.1 Bei einer weiteren globalen Erwär- mung wird jede Region den Projektionen zufolge zunehmend mit gleichzeitigen und mehrfachen Veränderungen der klimati- schen Einflussfaktoren konfrontiert sein.

Veränderungen bei mehreren klimati- schen Einflussfaktoren wären bei 2°C im Vergleich zu 1,5°C globaler Erwärmung weiter verbreitet und bei höheren Erwär- mungsgraden noch weiter verbreitet und/ oder ausgeprägter.

C.2 Wenig wahrscheinliche Folgen wie der Zusammenbruch von Eisschilden, abrupte Änderungen der Ozeanzirkulation, einige zusammengesetzte Extremereignisse und eine Erwärmung, die deutlich größer ist als die sehr wahrscheinliche Bandbreite der künftigen Erwärmung, können nicht ausgeschlossen werden und sind Teil der Risikobewertung.

II.3 Soweit die für naturwissenschaftlich Denkende klaren Befunde. Im geopoliti- schen Prozess stellt sich immer wieder die Frage, warum **klare Maßnahmen** zur Ver- meidung dieser Klimazukünfte nicht ener- gisch genug getroffen werden. Das hat mit unterschiedlichen Interessen und vorder- gründigen kurzfristigen Vorteilen des der- zeitigen Weges zu tun: Eine gemeinsame „Weltpolitik“ in diesen Fragen gibt es nicht, und *er ist durch die unterschiedli- chen Entwicklungsgrade der Regionen der Erde auch nicht herstellbar*. Bleibt die Fra- ge, ob es „technische Innovationen“ gibt, die mithelfen können, den Temperaturan- stieg der Erde zu mildern (mehr wird nicht möglich sein).

### II.3.1. Künstliche Aerosole - auf einen großen Vulkanausbruch vertrauen

Eine Idee ist es, einen Vulkanausbruch "nachzuahmen"; entstand nach dem Aus- bruch des Vulkans Pinatubo auf den Phi- lippinen 1991. Damals gelangten Schwef- felpartikel in die Stratosphäre, reflektier- ten die Sonnenstrahlung und sorgten da- für, dass die Durchschnittstemperatur auf der Erde kurzzeitig um ein halbes Grad sank. Berechnungen legen nahe, dass die Erdbevölkerung jährlich fünf bis achtmal so viel Aerosole in die Stratosphäre brin- gen müssten als nach dem Ausbruch des Vulkans Pinatubo. Um jährlich ein einziges Grad Celsius zu senken, bräuchten wir täglich mindestens 7.000 Flüge mit Spezi- alflugzeugen, die die Partikel in der Strato- sphäre versprühen. Und dann stellt sich noch die Frage, woher wir die Schwefel- partikel nehmen: Dafür müssten wir wohl andere Ressourcen verbrauchen. Wegen der vielen Risiken rät der Weltklimarat in seinen aktuellen Berichten von Solar Ra- diation Management ab. Die künstlichen Aerosole wären nicht nur ein immenser Eingriff in die Natur mit Risiken für den ganzen Planeten, sondern hätten auch gesellschaftliche Konsequenzen: Es gäbe keinen blauen Himmel mehr. Dadurch hätten vermutlich mehr Menschen De- pressionen."



Ausbruch des Pinatubo

### II.3.2. CO<sub>2</sub>- Capturing – CSS-Verfahren

Nach Berechnungen des Weltklimarats wird die Erdbevölkerung das 2-Grad-Ziel wohl nur noch mit "negativen Emissionen" erreichen können. Die Idee dahinter: CO<sub>2</sub> soll wieder aus der Luft geholt werden. Auch für unsere "Restemissionen" werden sie demnach unvermeidlich sein. Dabei handelt es sich um Bereiche, die wohl unvermeidlich nach wie vor Treibhausgase ausstoßen werden - auch wenn wir unsere Klimaziele erreicht haben. Dazu werden wohl die Landwirtschaft oder die Industrie zur Herstellung von Beton und Zement zählen. Forschende gehen davon aus, dass diese Bereiche auch dann noch etwa eine Menge an Treibhausgasen emittieren wer- den, die mit 10 bis 15 Prozent der heuti- gen Emissionen vergleichbar sind.



CO<sub>2</sub> – Entnahme aus Island

Wissenschaftler versuchen schon jetzt mit Maschinen CO<sub>2</sub> aus der Luft zu filtern oder direkt an Kohlekraftwerken zu entneh- men. Unterirdische Lager in der Erde oder am Meeresboden müssten das CO<sub>2</sub> im Anschluss lange und sicher lagern können. In Norwegen wird bereits flüssiges CO<sub>2</sub> in ehemalige Erdgas- und Erdöllagerstätten in die Erde oder in den Meeresgrund ge- presst. Ob das CO<sub>2</sub> dann dauerhaft gespei- chert wird, ist nicht unbedingt klar. Die Projekte erwiesen sich bisher als relativ sicher. Ein Problem dieser Methoden: Die riesigen Maschinen, die das CO<sub>2</sub> filtern, haben bisher selbst einen immensen Ener- gieverbrauch - und wir würden sehr viele von ihnen brauchen. Um einen Effekt auf die Erderwärmung zu haben, müssten sie mit erneuerbaren Energien betrieben wer- den. Eine andere Idee ist, die Energie zu nutzen, die bei der Müllverbrennung ent- steht, um die Maschinen zum Laufen zu bringen.

Künstliche Bäume an der Autobahn filtern CO<sub>2</sub>. Bei diesem visionären Projekt holen Bäume aus Stein, - hier neben Windroto- ren - das CO<sub>2</sub> direkt aus der Atmosphäre. Die Steinriesen können auch CO<sub>2</sub>, das schon vor Jahren emittiert wurde, wieder einfangen. Es soll wie beim CCS-Verfahren (*carbon dioxide capture and storage*) unterir-





disch gelagert werden. Nachteil: Die Technik ist kostspielig, da das CO<sub>2</sub> in der Luft nur in sehr geringer Konzentration vorkommt und es sehr aufwendig ist, das Gas aus der Atmosphäre zu holen. Ein künstlicher Baum könnte zehn Tonnen CO<sub>2</sub> pro Tag absorbieren.

### II.3.3 Künstliche Verwitterung

Das Prinzip der Verwitterung nachahmen. In der Natur entfernen verschiedene Gesteinsarten in Kombination mit Wasser CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre und binden es dauerhaft. Man nutzt diesen Effekt schon jetzt, um saure Böden zu bearbeiten und Felder zu düngen. Gleichzeitig macht Kalk oder Basaltgestein den Boden fruchtbarer. Künftig kann man Gestein auf Felder und in Ozeane streuen. Eine Studie von der Universität Augsburg kam sogar zu dem Ergebnis, dass der klimaschützende Effekt in natürlichen Ökosystemen mit nährstoffarmen Böden noch stärker ist als auf Feldern. In diese Ökosysteme einzugreifen, wäre jedoch riskant: Der Boden kann mit Schwermetallen belastet werden, aber es kann auch zu uns noch völlig unbekannten Nebeneffekten kommen. Außerdem wäre der Aufwand immens: Man braucht sehr viel Gestein - global gesehen jedes Jahr die Größenordnung eines Berges, den man kleinraspeln müsste. Auch das Gestein zu verteilen, würde eine Kraftanstrengung bedeuten. Eine Option jedoch ist, die Infrastruktur der Kohleindustrie zu nutzen.

### II.3.4. Gigantische Aufforstung

In der Natur wird CO<sub>2</sub> aufgenommen, gespeichert und umgewandelt - nur dauert das teilweise lange. Deshalb gibt es die Idee, natürliche Prozesse künstlich zu beschleunigen und nachzuahmen. Zum Beispiel, indem man Wälder ausdehnt. Eine weitere Möglichkeit ist, schnellwachsende Pflanzen wie Elefantengras auf Biomasseplantagen anzubauen. Verbrennt man diese Biomasse, könnte man die dabei gewonnene Energie anstatt fossiler Brennstoffe verwenden. Das CO<sub>2</sub> könnten wir dabei abzweigen. Dann müssten wir es sicher im Boden speichern.

In Szenarien, die die globale Erwärmung auf 1, 5 Grad begrenzen, bräuchte man

nach Berechnungen bis 2050 weltweit rund 300 Millionen Hektar zusätzlichen Wald und 200 Millionen Hektar Ackerland für Bioenergie. Das entspricht ungefähr der Größe von Indien beziehungsweise Mexiko. Viele Forscher gehen sogar von einer benötigten Fläche aus, die fünfzig mal so groß wie Deutschland sein müsste - nur um unsere weltweiten Restemissionen zu tilgen.

Eine der größten Hürden dabei ist, dass wir die meisten Flächen für die Landwirtschaft nutzen. Daher werden immer wieder Vorschläge laut, Wüsten und Steppen, die sich weltweit stärker ausbreiten, zu nutzen. Die Idee, eine "Great Green Wall", einen Grünstreifen in der Sahara zu pflanzen, kam bereits im vergangenen Jahrhundert auf. Auch dann würden wir jedoch Ökosysteme und Wasserkreisläufe verändern. Forsten wir in den oft hellen Wüsten auf, könnte es auf der Erde sogar wärmer werden. Die Farbe der Erde würde sich verändern und das Sonnenlicht nicht mehr so stark reflektieren.

Die Liste von möglichen Maßnahmen ließe sich fortsetzen. Nun kann man darüber diskutieren, welche ethischen Bedenken es für derart weitreichende Maßnahmen gäbe und welche gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Auswirkungen derartige Eingriffe in die Natur hätten. Läuft „Geoengineering“, wie der Fachbegriff heißt, nur darauf hinaus, CO<sub>2</sub>-Sparrmaßnahmen zu stoppen und bei Aussetzen des Geoengineering eine umso größere Temperaturerhöhung zu riskieren? Mit diesen Fragen müssen sich zukünftige Ingenieure auseinandersetzen! Soweit zur ersten „Zukunft“!

## III. Energietechnik und Kernfusion

Bei krisenhaften Entwicklungen und Kriegen ist die Energieversorgung immer ein großes Thema. Seit der Klimawandel auch eine „Energiewende“ bedingt, umso mehr. Übrigens: Für Naturwissenschaftler\*innen wird Energie nie „erzeugt“, sondern immer nur von einer nicht so praktikablen Form (fossiles Gas, Öl, Uran oder Kohle, „höher“ liegendes Wasser im Stausee) in eine praktikable (elektrische Energie, Bewegungsenergie, Wärmeenergie) umgewandelt. Das hat jetzt mit der Energiewende wenig zu tun; sie lautet ja:

Raus aus Kohle, Gas, Öl und Kernenergie (letzteres für manche Ländern nur bedingt), hinein in die Erzeugung regenerativer Energiequellen wie Wasserkraft (Flusskraftwerke, (Pump)speicherkraftwerke, Gezeitenkraftwerke etc.), Solarenergie (photovoltaisch oder solarthermisch), Windenergie, Geothermie oder Energie aus Biogas. Bei der Wärmearbeitung soll der Wärmepumpe gegenüber der Verbrennung der Vorzug gegeben werden. Lokal erzeugte Energie, die direkt genutzt wird (Solarstrom vom Dach im Haushalt) sollte der (meist elektrischen) Energie in großen zentralen Kraft-

werken der Vorzug gegeben werden. Gebäude sollten so gebaut werden, dass sie die Wärme (bzw. Kälte) bereits passiv durch ihre Konstruktion oder bauphysikalisch speichern. Durch Bepflanzung in Städten sollen im Sommer „Hitzeinseln“ vermieden werden. Durch eine ausgefeilte Regelungstechnik sollen die Energemedien effizient eingesetzt werden. Effiziente neue Speichermedien wie „grüner Wasserstoff“ wären zu finden.

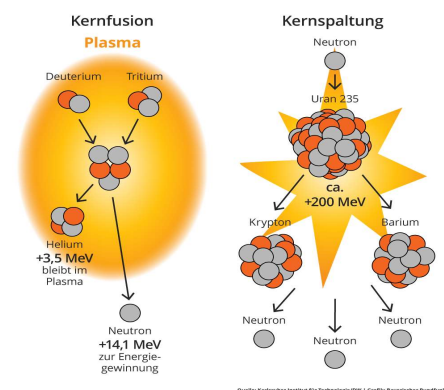
Wozu das alles? Um den CO<sub>2</sub> - Ausstoß einzuschränken bzw. auch teure Energie einzusparen. Eine ökologische Lebensweise macht die Erde besser bewohnbar und verringert Emissionen und Abfall. Das eine derartige Lebensweise mit persönlichen Einschränkungen verbunden ist und auch manchmal umständlich und nicht so komfortabel ist, erzeugt gesellschaftliche Spannungsfelder und politische Auseinandersetzungen.

Physiker\*innen haben jetzt noch einen Einwurf: Möglicherweise ist eine Kasteiung mit vorübergehendem Energiesparen nur einige Jahre notwendig, weil uns in Zukunft eine unerschöpfliche Energiequelle bevorsteht. Die Kernfusion. Alles paletti also?

*Forschenden aus den USA ist es gelungen, mehr Energie aus einer Kernfusion herauszuholen, als sie reinstecken mussten. Eine Sensation! Doch ist das Experiment wirklich der große Durchbruch? Fünf Antworten auf die wichtigsten Fragen*

Wie funktioniert eine Kernfusion?

Um aus einer Kernfusion Energie zu gewinnen, braucht es dieselbe Grundlage, die auch die Kernspaltung so attraktiv macht: Atomkerne. Bei Fusionen, die auf der Erde herbeigeführt werden, nutzen Forscherinnen und Forscher die Wasserstoffisotope Deuterium und Tritium. Erstes kommt in Wasser vor und ist damit in riesigen Mengen verfügbar. Tritium kann aus Lithium gewonnen werden. Verschmelzen nun die beiden Ausgangsstoffe Deuterium und Tritium zu einem Heliumkern – genauer: einem Alphateilchen und einem Neutron –, wird Energie freigesetzt.



Bei einer Kernfusion entsteht zwar auch radioaktiver Müll, aber wesentlich weni-

ger als bei der Kernspaltung, zudem ist die Zerfallszeit kürzer. Auch besteht keine Gefahr einer unkontrollierten Kettenreaktion, die in einem Gau mündet. Wenn die Kernfusion außer Kontrolle gerät, erlischt sie von selbst – einer der Gründe, warum es so schwer ist, sie überhaupt in Gang zu setzen.

Warum weckt die Methode solch große Hoffnungen?

Die Kernfusion gilt als letzte primäre Energiequelle, die die Menschheit noch nicht für sich nutzt. Dabei ist das Potenzial gewaltig, denn der Prozess ist im Vergleich zu anderen um ein Vielfaches effizienter. "In unserem Institut steht immer ein Tablett mit Wasserflaschen und zwei lithiumhaltigen Steinen", erzählt Direktor Linsmeier am Institut für Energie- und Klimaforschung in Jülich. "Der darin steckende Energiegehalt an Deuterium und Lithium reicht, um eine durchschnittliche Familie das ganze Jahr zu versorgen."

Außerdem werden bei der Kernfusion keine Treibhausgase freigesetzt, die die Erwärmung der Erdatmosphäre weiter anheizen. Der Mix aus schier unendlicher Verfügbarkeit, vergleichsweise sehr geringen Treibhausgasemissionen und ausbleibenden radioaktiven Abfällen macht die Kernfusion neben den Solar- und Windenergiequellen zu einem der Hoffnungsträger für die Energiegewinnung der Zukunft.

Woran hapert es?

Dass zwei Wasserstoffatomkerne zu einem Heliumatomkern fusionieren und Energie freigesetzt wird, passiert ständig. Allerdings geschieht dies nicht auf der Erde und nicht unter kontrollierten Bedingungen, sondern im Innern der Sonne. Dort ist die Temperatur hoch genug, um den Prozess der Kernfusion dauerhaft aufrecht zu erhalten.

Daran scheitern die irdischen Versuche bislang allerdings. Im Grunde gebe es zwei Möglichkeiten, um Deuterium und Tritium miteinander zu verschmelzen, erläutert Linsmeier. Entweder man heize sie durch leistungsstarke Laser so schnell und heiß auf, dass die beiden Isotope, die sich normalerweise abstoßen würden, nicht schnell genug voneinander entfernen können und dank der Hitze fusionieren. Dieser Ansatz wurde im aktuell diskutierten Experiment der US-Forscherinnen und Forscher verfolgt. Oder man verwende ein bis zu 150 Millionen Grad Celsius heißes Plasma, das die Atomkerne in eine ausreichend hohe Geschwindigkeit versetzt, sodass deren Abstoßung überwunden und die Fusion eingeläutet wird. "Diese Bedingungen herzustellen ist jedoch unglaublich schwierig und wenn irgendetwas schief geht, fällt die Reaktion sofort in sich zusammen", sagt Linsmeier. "Im Gegensatz zur Kernspaltung ist die Fusion keine Kettenreaktion, ihre Bedingungen müssen

dauerhaft und sehr aufwendig künstlich aufrechterhalten werden. Darin liegt bislang die große Schwierigkeit."

Warum wird das Experiment der Forschenden aus den USA als ein so großer Erfolg gehandelt?

Am 5. Dezember 2022 ist es einem Forschungsteam am Lawrence Livermore National Laboratory in Kalifornien gelungen, eine Kernfusion auszulösen, bei der mehr Energie gewonnen als verbraucht wurde – so zumindest die Sensationsmeldung, die seit Montagabend um die Welt geht. Die US-Energieministerin Jennifer Granholm sprach sogar von der "beeindruckendsten wissenschaftlichen Leistung des 21. Jahrhunderts" und dem Beginn einer neuen Ära der Energiegewinnung.

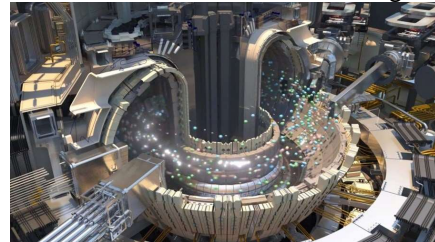
Die Forscherinnen und Forscher nutzten 192 Hochleistungslaser, um wenige Milligramm gefrorenen Wasserstoff so stark zu erhitzen, dass der Fusionsprozess ausgelöst wurde. Dass dies prinzipiell möglich ist, war schon länger klar, Nachrichtenwert hatte jedoch die Energiebilanz des Experiments: 2,1 Megajoule waren nötig, um die Fusion auszulösen, frei wurden 3,2 Megajoule. "Das zeigt, dass es den Kollegen gelungen ist, zum ersten Mal eine Fusionsreaktionen auszulösen, die sich selbst erhalten hat", sagt Linsmeier. "Die aus der ersten Fusionsreaktion gelieferte Energie wurde genutzt, um weitere Fusionen auszulösen, ohne dass der Laser weiter darauf schießen musste. Die Fusionsreaktion hat sozusagen gebrannt – und das ist tatsächlich ein großer Erfolg."

Der Haken? Bezieht man den gesamten Versuchsaufbau in die Rechnungen mit ein, ist die Energiebilanz negativ, und zwar deutlich. Insgesamt verbrauchten die Laser, die nicht direkt auf den Wasserstoff gerichtet, sondern zunächst in Röntgenstrahlung umgewandelt wurden, 300 Megajoule Strom. "Um also wirklich Energie zu gewinnen, müssten die Laser um ein Vielfaches effizienter werden", sagt Linsmeier. Eine solche technologische Entwicklung sei jedoch derzeit nicht absehbar. Außerdem müsste dieser Prozess nicht nur einmalig passieren, sondern sich zuverlässig viele Male pro Sekunde wiederholen. Auch das gelang im US-Experiment noch nicht.

Welcher Zeithorizont für ein kommerziell funktionierendes Kernfusionskraftwerk ist realistisch?

Seit den 1950er-Jahren suchen Forscherinnen und Forscher nach einer Möglichkeit, den Fusionsprozess der Sonne auf der Erde im großen Stil zu replizieren. Seit 2007 baut ein Forschungsteam im südfranzösischen Kernforschungszentrum den Versuchs-Kernfusionsreaktor ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor). Im Gegensatz zum kalifornischen Experiment setzt das ITER-Projekt

auf diejenige Methode, die ohne Laser auskommen möchte: Ausreichend heißes Plasma soll so eingeschlossen werden, dass es nicht abkühlt und die Fusionsreaktion dauerhaft ablaufen kann. Läuft alles nach Plan, soll ITER im Jahr 2025 fertig gestellt werden und dann die ideale Bauweise eines kommerziellen Kernfusionsreaktors ermitteln. Wie lange das dauert, ist schwer abzuschätzen. Linsmeier gibt sich jedoch zuversichtlich: Stelle die Politik ausreichen finanzielle Mittel zur Verfügung, könne man bereits in 15 Jahren einen ersten Kernfusionsreaktor zu Demonstrationszwecken ans Netz bringen.



Aufbau des ITER-Reaktors in Südfrankreich

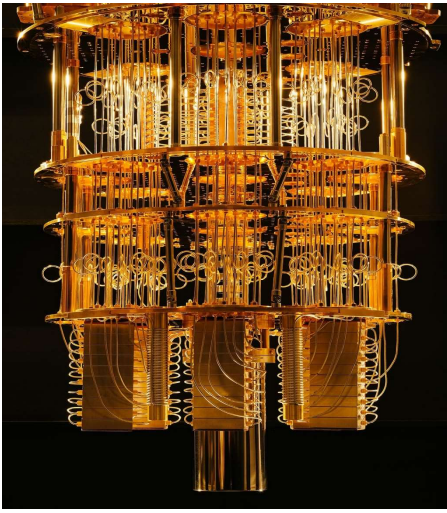
Wie lange es dann dauern wird, bis die Kernfusion in Reaktoren nutzbringend industriell einsetzbar ist, steht noch in den Sternen. Fachleute sehen eine praktische Anwendung in eben 15 bis 20 Jahren. Bis dorthin müsse man mit den derzeitigen Technologien auskommen. Daher stellt sich die Frage derzeit nicht, welchen Weg man einschlägt: Die Energiegewinnung aus Wasser, Sonne und Wind hat derzeit noch keine Alternative. Möglicherweise braucht man dann die Energie aus fusionierten Atomkernen nicht mehr...

#### IV. Quantentechnologien und Digitalisierung

Quantentechnologie ist ein interdisziplinäres Feld auf dem die ingenieurwissenschaftliche Nutzbarmachung von Quanteneigenschaften im Mittelpunkt steht. Solche Quanteneigenschaften können etwa diskrete Energieniveaus, Zustandsüberlagerung oder Quantenverschränkung sein. Eine Orientierung über die Teilgebiete bietet die Einteilung in Quantencomputing, Quantenkommunikation, Quantenmesstechnik und Basistechnologien für Quantensysteme.

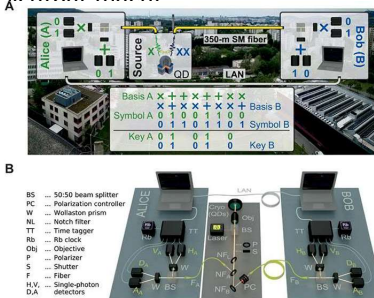
Quantencomputer sind Maschinen, die statt mit herkömmlichen Bits (die den Wert 0 oder 1 annehmen können) mit „Quantenbits“ oder „Qubits“ arbeiten (die einen Überlagerungszustand von 0 oder 1 annehmen können). Aus der quantenmechanischen Überlagerung folgt zumindest aus theoretischer Sicht eine deutliche Beschleunigung der Rechenleistung, die eine Vielzahl heute gebräuchlicher Verfahren beschleunigt, wie etwa Datenbanksuche, Navigation oder Primzahlzerlegung. Weiterhin wird von Quantencomputern erwartet, dass sie eine Reihe neuartiger Anwendungen im Computerbereich beschleunigen, wie bestimmte Optimierungen und Maschinenlernen.





Analysten von Morgan Stanley prognostizieren, dass sich der Markt für High-End-Quantencomputer bis 2025 auf zehn Milliarden Dollar pro Jahr verdoppeln wird. Neben IBM und Google bauen auch der chinesische Internetriesen Alibaba und Start-ups wie Novarion, Rigetti oder D-Wave an den Superrechnern.

Quantenkommunikation ist eine verschlüsselte Kommunikation, die auf dem Prinzip, dass das Entschlüsseln ohne Kenntnis des Schlüssels verhältnismäßig hohe Rechenkapazitäten benötigt, beruht. Da aber Rechenkapazitäten stetig wachsen, wird eine sichere Verschlüsselung immer aufwändiger. Quantenkryptographie ist hier ein Ausweg, da sie auf dem fundamentalen Prinzip beruht, dass Quanteninformationen nicht einfach dupliziert werden können („No-Cloning Theorem“). Eine wesentliche Komponente der Kommunikation ist der Quantenschlüsselaustausch (*Quantum Key Distribution*): Es ist ein Verfahren, Schlüssel in einer Art und Weise mit verschränkten Lichtquanten zu übertragen, die jedweden Eingriff in die Übertragung, etwa durch einen Lauscher im Kommunikationskanal, für den Benutzer sichtbar macht.



Messanordnung zur Quantenkommunikation, Uni Wien

Um auf das Thema Digitalisierung zurückzukommen, ist in den vergangenen Jahrzehnten seit 1980 die zunehmende Miniaturisierung der Halbleiterchips (Moorsches Gesetz), aber auch die rasche Zunahme der Datenverarbeitungsgeschwindigkeiten zu beobachten. Trotzdem ist man weit weg vom großen Sprung bei diesen Geschwindigkeiten. Eine Ver-

schlüsselung durch Primzahlenzerlegung wird noch Jahrzehnte halten, mögen konventionelle Computer noch so schnell werden. Es ist immerhin bemerkenswert, dass die Gefahr, die Schlüssel mit Rechnerkapazität zu knacken, durch eine neue Technologie verunmöglicht wird: Die Quantenkryptographie mit verschränkten Photonen. Die obige kleine Anordnung mit Alice und Bob kann nun bald industriell genutzt werden – wohl eine der kurzfristigsten „Utopien“, wie man in diesem Aufsatz im Programm hat. Die Quantenverschränkung lässt eine Kommunikation mit hoher Reichweite zu, sodass diese Technologie auch über Satelliten weltweit erfolgen kann.

Trotzdem schauen alle auf „Quantencomputing“: Die Vorarbeiten mit unterschiedlichen Technologien (Ionenfallen, supraleitende Qubits, Quantencomputer realisiert mit Kernspins in Molekülen, Quantencomputer auf Basis von Stickstoff-Fehlstellen-Zentren in Diamant, Quantencomputer auf Basis optischer Gitter neutraler kalter Atome, Quantencomputer mit Elektronenspins in Quantenpunkten von Halbleitern.) erweisen sich als mühsam, der Durchbruch dieser Technologien scheint nicht einfach zu sein. Die Auswirkungen allerdings lassen sich vorhersagen: Extreme Erhöhung der Rechengeschwindigkeit durch „naturgegebene“ Parallelprozesse (Quantensuperposition), eine Anpassung an einzelne Problemstellungen (recht unterschiedliche Quantencomputer für unterschiedliche Problemfälle) und derzeit noch eine hohe Fehleranfälligkeit, an deren Reduktion gearbeitet werden muss. Die erfolgten Vorteile – und hier gibt es kaum Nachteile – würden viele neue Anwendungen erlauben, unter anderem Anwendungen zur künstlichen Intelligenz, die im Lernprozess von neuronalen Netzen von der hohen Berechnungskapazität leben. Ohne auf Details einzugehen, die jetzt begonnene „Revolution“ des Einsatzes künstlicher Intelligenz wird sich in den folgenden Jahren kontinuierlich erweitern. Mit dem Einsatz von Quantentechnologien bekäme sie nochmals einen „Schub“. Auch hier muss man wieder über ethische Fragen, aber auch über die Risiken eines Einsatzes sprechen. Es ist kein Zufall, dass in den letzten Jahren bedeutende Wissenschaftler\*innen vor einem zu intensiven Einsatz von KI-Systemen warnen...

## V. Medizintechniken und Nanowelten

Der Nobelpreis für Physik 2023 ging unter anderen an Ferenc Krausz, der mit ultraschnellen Laserblitzen in die Attosekundenwelt vorstieß (1 Attosekunde =  $10^{-18}$  Sekunden). Er vermass damit nicht die Größe eines Atoms – dies war schon vor Jahren durch die Rastertunnelmikroskopie gelungen – sondern die Zeit, die Bewegungsvorgänge in einem Atom brauchen. In einigen Attosekunden durchmisst Licht ein Atom. Als eine Anwendung nennt

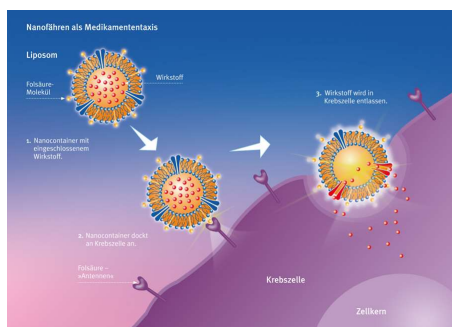
Krausz die Entwicklung eines Bluttests, der Krebserkrankungen frühzeitig entdeckt. Die Vision dahinter wird von vielen Wissenschaftlern geteilt. Während heute Menschen zumeist erst Symptome entwickeln und dann zum Arzt gehen, sollen zukünftig regelmäßige Checks und Tests dafür sorgen, dass Krankheiten früher erkannt werden. Dadurch wiederum erhöhen sich dann auch die Chancen auf eine erfolgreiche Behandlung.

Die Medizin im 21. Jahrhundert wird sich so schnell verändern wie nie zuvor – und mit ihr das Gesundheitswesen. Bahnbrechende Entwicklungen in Forschung und Digitalisierung werden die Auswertung und Nutzung riesiger Datenmengen in kurzer Zeit ermöglichen. Das wird unsere Kenntnisse über Gesundheit und gesund sein sowie über die Entstehung, Prävention und Heilung von Krankheiten vollkommen verändern. Gleichzeitig wird sich die Art und Weise, wie Medizin praktiziert wird, fundamental verändern. Das Selbstverständnis nahezu aller Akteure wird sich rasch weiterentwickeln. Das Gesundheitssystem wird in allen Bereichen umgebaut und teilweise neu erfunden werden. Nanomedizin, digitale Transformation, Personalisierung und Prävention sind die Treiber der neuen Medizin.

**Nanomedizin** ist grob vereinfacht die medizinische Anwendung von Technologien im Nanobereich. Klar ist, dass die Nanomedizin noch am Anfang steht, denn noch gibt es erst wenige zugelassene Therapien, die auf Nanomedizin basieren. So funktionieren bestimmte Impfstoffe gegen Grippe und Hepatitis mithilfe der Nanomedizin und es gibt gewisse zugelassene Medikamente gegen Krebs und Erkrankungen des Nervensystems. Klar ist aber auch, dass die Nanomedizin für die Zukunft unzählige, interessante Horizonte eröffnet und sehr vielfältig anwendbar ist. Denn viele Krankheitsprozesse im menschlichen Körper spielen sich im Nanobereich ab. Die Bausteine des Lebens – Proteine, Enzyme, DNA und andere wichtige Moleküle – sie alle haben Größenordnungen im Nanometerbereich.

Die Nanomedizin vermag die Grenzen der heutigen Therapieformen zu überschreiten. Ihre Risiken sind jedoch noch weitgehend unerforscht. Sie sind etwa 500-mal kleiner als der Durchmesser eines Erythrozyts und 80 000-mal kleiner als der eines menschlichen Haars – und dennoch sehr beeindruckend: Minimalinvasiv direkt in Tumorgewebe injizierte, etwa 20 Nanometer große Eisenoxidpartikel erzeugen nach Anlegen elektromagnetischer Wechselfelder Wärme, die Tumorzellen angreift oder zerstört.

Auch Nanofahren als Träger von wichtigen Medikamenten sind Teil des Nanomedizinprogramms.



Die Therapie unterscheidet zwischen Tumor- und Normalgewebe. „Jede Körperregion kann präzise erreicht werden, ohne das Normalgewebe zu beschädigen.“ Auch wiederholte Anwendungen seien aufgrund der geringen Nebenwirkungen möglich. Eine europäische Produktzulassung für das Glioblastom ist Anfang 2020 erfolgt. Aktuelle Forschungen richteten sich auf das Prostata-, das Mamma- und das Pankreaskarzinom sowie auf verschiedene Unterleibskrebsarten.

**Die Digitalisierung** im professionellen Gesundheitswesen soll im Wesentlichen die an den Behandlungsprozessen Beteiligten unterstützen und zu einer Verbesserung des Behandlungsergebnisses beitragen. Dabei entsteht jedoch regelmäßig ein Spannungsfeld hinsichtlich der ärztlichen Vorstellung, wie eine diesbezüglich gute IT-Lösung aussieht. Ein wesentlicher Faktor sind standardisierte Schnittstellen: Sowohl die Arzt-Arzt-Kommunikation (früher: Telefon und Fax, heute/künftig: E-Mail und Messenger) als auch die Arzt-Patient-Kommunikation (früher: persönliche Vorstellung, heute/künftig: Fernbehandlung) erfordern technisch kompatible Möglichkeiten für den Austausch von Informationen. Dafür ist aber auch der Zustand der zugrunde liegenden Patientendaten von entscheidender Bedeutung. Clinical Decision Support beispielsweise profitiert insbesondere davon, wenn ausreichend strukturiert und mit einheitlicher Terminologie dokumentiert wird, da die erforderliche Aufbereitung und Interpretation von freitextlichen Befunden zusätzlichen Aufwand und auch zusätzliches Unsicherheitspotenzial bedeuten.

Im weitesten Sinn bedeutet **personalisierte Medizin** die Berücksichtigung individueller Eigenschaften von Patient\*innen in der Diagnose, Therapie, und auch in der Prävention. Damit steht der Mensch mit seinen spezifischen Merkmalen im Mittelpunkt der Personalisierten Medizin. Das ist die Vision, die hinter dem Begriff steht. Ein breiteres Verständnis von personalisierter Medizin geht über die Nutzbarmachung von großen Datenmengen hinaus. Diesem Verständnis zufolge soll es bei der Vorsorge, Diagnose und Therapie von Krankheiten stärker darum gehen, den Menschen als Ganzes zu sehen. Das heißt, insbesondere auch die psychische Gesundheit und das soziale Umfeld einer/s Patient\*in zu berücksichtigen.

Obwohl die personalisierte Medizin noch am Anfang ihrer Entwicklung steht, wirft der Ansatz der Personalisierung schon heute eine Reihe von Fragen auf. Das betrifft zum

Beispiel die technische Umsetzung und den Umgang mit gesammelten Daten. Wie können große Datenmengen verarbeitet und interpretiert werden und vor allem, wie kann der Schutz der Daten gewährleistet werden? Ebenso ist ungeklärt, wie sich die Kosten entwickeln werden und wer diese tragen soll. Darüber hinaus muss man sich der Frage stellen, wie sich mit der Umsetzung der personalisierten Medizin das Verhältnis zwischen Ärzt\*innen und Patient\*innen verändern wird.

**Prävention** ist im Gesundheitswesen ein Oberbegriff für zielgerichtete Maßnahmen und Aktivitäten, um Krankheiten oder gesundheitliche Schädigungen zu vermeiden, das Risiko der Erkrankung zu verringern oder ihr Auftreten zu verzögern. Präventive Maßnahmen lassen sich nach dem Zeitpunkt, zu dem sie eingesetzt werden, der primären, der sekundären oder der tertiären Prävention zuordnen.

Die primäre Prävention zielt darauf ab, die Entstehung von Krankheiten zu verhindern. Gerade "Volkskrankheiten" wie Diabetes mellitus Typ 2 oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen (z. B. Herzinfarkt), aber auch einige psychische Störungen (z. B. Depression) können in vielen Fällen durch eine gesundheitsbewusste Lebensweise – unterstützt von gesundheitsfördernden Lebensbedingungen – vermieden, verzögert oder in ihrem Verlauf günstig beeinflusst werden. Zu den begünstigenden Faktoren zählen u. a. eine gesunde Ernährung, sportliche Aktivitäten oder eine gute Stressbewältigung. Durch Impfungen, die auch zu Maßnahmen der primären Prävention zählen, lassen sich verschiedene schwerwiegende Infektionskrankheiten verhindern.

Die sekundäre Prävention ist auf die Früherkennung von Krankheiten gerichtet. Erkrankungen sollen zu einem möglichst frühen Zeitpunkt erkannt werden, um so eine frühzeitige Therapie einleiten zu können.

Die tertiäre Prävention hat das Ziel, Krankheitsfolgen zu mildern, einen Rückfall bei schon entstandenen Krankheiten zu vermeiden und die Verschlimmerung der Erkrankung zu verhindern. Die tertiäre Prävention ist weitgehend identisch mit Kuraufhalten und medizinischen Rehabilitationsmaßnahmen.

Welche Entwicklungen können die Schüler\*innen persönlich treffen? Gibt es schon Erfahrungen mit einigen dieser Entwicklungen? Wann werden sie realisiert werden können?

## VI. Werkstoffe der Zukunft

Werkstoffe der Zukunft spielen eine viel größere Rolle als wir im Alltag sehen. Dabei geht es um die verbesserte Organisation von Konstruktion und Fertigungen, aber auch um neue Materialien:

Der Dreiklang „Werkstoff – Konstruktion – Fertigung“ ist besonders zu beachten; damit wird interdisziplinäres Arbeiten ausgebaut und die Lücke zwischen Materialentwicklung und fertigem Produkt schließen. Eine ausgeprägte interdisziplinäre Forschung zwischen

Werkstoffentwicklung, Produktentwicklung und Fertigungstechnologie ist in Deutschland und Österreich zu wenig ausgebaut und muss in Form von Pilotprojekten an Hochschulen und Forschungseinrichtungen forciert werden. Die Entwicklung von Demonstratoren, die Einrichtung von Innovation-Labs sowie die vermehrte Durchführung von Validierungsprojekten sind wichtig.

Neue, innovative Werkstoffe werden von Unternehmen oft zögerlich eingesetzt, weil damit häufig ein hohes ökonomisches Risiko einhergeht sowie Normen und Standards verändert werden müssten. Außerdem erfordern sie häufig markante Umstellungen im eigenen Betrieb: Beispielsweise ändern sich der etablierte Produktionsprozess, die Verarbeitung der Produkte und die Arbeitsorganisation. Über Jahre aufgebaute Kompetenzen werden plötzlich hinfällig, neue müssen erlernt werden. Ein Beispiel dafür ist der Einsatz von innovativen Glasfaserleitungen für die Telekommunikation: Für die Unternehmen war es kurzfristig betrachtet günstiger, wie gewohnt klassische Kupferleitungen zu verlegen – neue Arbeitsabläufe, neue Geräte oder neue Kompetenzen bei Mitarbeitenden waren dafür nicht nötig. Heute liegt darin eine Ursache des schleppenden Netzausbaus in Deutschland (in Österreich ist es etwas besser). Daher erfordert es Mut von Unternehmen, innovative Werkstoffe schneller in die Umsetzung zu bringen. Was sind nun die neuen Werkstoffe?

### Lithium: Das weiße Gold

Lithium wird in unserem Leben bald eine größere Rolle einnehmen. Bereits jetzt läuft ein Großteil der elektronischen Geräte mit Lithiumbatterien, egal ob iPhone oder Akku-Bohrer. Doch mit den Alltagsgeräten ist das Potenzial des Materials noch lange nicht ausgeschöpft. Leistungsstarke Batterien können etwa der E-Mobilität den entscheidenden Anstoß geben. Die Rechnung ist einfach: Je leistungsstärker der Akku, umso länger die Fahrt, umso attraktiver das E-Vehikel. Bis sich Elektro-Mobilität durchsetzen wird, ist der Hauptabnehmer von Lithium die Keramik-Branche: Der Stoff macht Keramik widerstandsfähiger und erhöht die Haltbarkeit und Festigkeit. Elektroautos gewinnen in Firmenflotten langsam an Bedeutung. Hohe Anschaffungskosten und eine schwach ausgebaute Infrastruktur schrecken Flottenmanager ab. Neue Mobilitätskonzepte wie das Carsharing liegen dagegen voll im Trend.



reines Lithium

### Keramikfasern: Der Hightech-Stoff für Extremfälle

Sie kann fein wie Spinnenseide sein, stabiler als Stahl oder extremer Hitzebelastung standhalten: Die Hochleistungsfaser ist ein kleines Wundermittel, das je nach Herstellungsverfahren und den Bestandteilen unter-



schiedliche Eigenschaften haben kann. Keramikfasern kommen bei der Wärmeisolation zum Einsatz oder können zu hitzeisolierenden Schutzanzügen verarbeitet werden.

### Siliziumkarbid: Ein Super-Halbleiter der Kosten spart

Siliziumkarbid ist ein weiterer Stoff, der extrem hitzebeständig sein kann, allerdings ist er dabei auch noch enorm energieeffizient. Der Halbleiterwerkstoff hat dem „normalen“ Silizium deshalb einiges voraus: Es kann Temperaturen von 550 Grad überstehen, während Silizium nur 350 Grad aushält. Das macht Siliziumkarbid für verschiedene Branchen interessant. In den kommenden Jahren wird deshalb mit einer steigenden Nachfrage gerechnet, gerade aus dem Bereich der Leistungs- und Hochtemperaturelektronik, der Luft- und Raumfahrt sowie der Automobil-Branche.

### Biokunststoffe: Die nachhaltige Alternative

Biokunststoffe sind vielleicht nichts Neues, sie erleben aber gerade einen regelrechten Aufschwung. Die Industrie setzt vermehrt auf nachwachsende Rohstoffe für die Herstellung ihrer Verpackungen. Dazu gehören biobasierte Polyamide und Polyurethane sowie Polymilchsäure. Durch die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen ist es möglich, mit fossilen Rohstoffen wie Erdöl künftig sorgfältiger umzugehen.

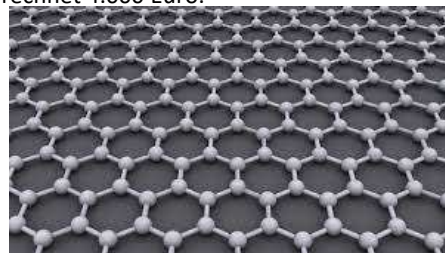
### Carbon: Vom Rennsport in den Alltag

Nicht nur für Autoingenieure: Carbonfaser-verstärkter Kunststoff (CFK) wird im Motorsport schon lange beim Bau von Rennwagen eingesetzt. Bald kann es allerdings auch abseits der Rennstrecke zu finden sein: Carbon ist bisher zwar noch sehr teuer, es bietet jedoch viele Vorteile. Das Material ist leichter als Aluminium und Magnesium. Außerdem ist es nur halb so schwer wie Stahl, trotzdem genauso fest. Gerade in der Luft- und Raumfahrtbranche kommen die Vorteile des Materials zum Tragen. Zurück geht die Entdeckung des Werkstoffs auf den General Electric -Gründer und Erfinder der Glühbirne Thomas Alva Edison. Noch 80 Jahre bevor NASA-Ingenieure Carbon für ihre Zwecke wiederentdeckten, extrahierte Edison im Jahr 1879 in seinem Labor im Menlo Park den vielfältigen Werkstoff. Dessen Einsatzgebiet erforscht GE bis heute und hat in den Laboren von Global Research etwa die metallenen Luftschaukeln in einem Düsenjet mit Carbon ersetzt, der nun leichter und damit effizienter unterwegs ist.

### Graphen: Das gehypte Wundermaterial

Hauchdünn, biegsam und trotzdem stärker als Stahl: Auf diesen Stoff setzt die Technikbranche gerade ihre ganze Hoffnung, denn Graphen könnte sie revolutionieren. Es ist steif, dabei aber auch flexibel und 100- bis 300-mal zugfester als Stahl – bei gleichem Gewicht. Außerdem leitet es Strom und Wärme, aber keine Gase. Graphen entsteht durch die mechanische oder chemische Ablösung von Graphit, es kann allerdings auch künstlich zum Wachsen gebracht werden. Deutsche Wissenschaftler haben das Material außerdem zu Aerographit weiterentwi-

ckelt, dem momentan leichtesten Material der Welt. Der einzige Haken an Graphen ist die aufwändige Herstellung und der Preis: Ein briefmarkengroßes Stück kostet umgerechnet 4.000 Euro.



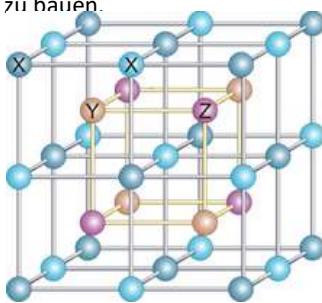
Graphen sind reiner Kohlenstoff in einer Schicht

### Titanaluminid macht das Fliegen leichter

Die Luftfahrt steckt in der Krise, zu hohe Treibstoffkosten machen der Branche zu schaffen. Um effizient zu bleiben, suchen die Triebwerkshersteller deshalb nach neuen Möglichkeiten, den Wirkungsgrad ihrer Antriebsaggregate zu erhöhen – und scheinen sie in Titanaluminid gefunden zu haben. Die intermetallische Verbindung aus Titan und Aluminium zeigt die gleiche Warmfestigkeit wie Nickel-Legierungen, hat allerdings eine viel geringere Dichte. Deshalb sind Bauteile aus Titanaluminid viel leichter und der Stoff ist gerade für die Luftfahrt- und Autobranche sehr interessant.

### Heusler-Materialien: Ein superkleiner Datenspeicher

Schneller, kleiner, cleverer: Bei der Computertechnik wird künftig auf größere Leistungsfähigkeit in immer kleineren Bauteilen gesetzt. Vielleicht werden Heusler-Materialien der Industrie bald dabei helfen, diesen Traum zu verwirklichen. Heusler-Materialien bestehen aus mehreren metallischen Elementen in einer Gitterstruktur. Sie könnten ein neuer Werkstoff sein, um kleinere Datenspeicher mit höherer Speicherdichte zu bauen.



Heusler – Werkstoffe: Legierungen mit einer Phase

Mit der Analyse von neuen Werkstoffen sind wir an der Zukunft nahe dran. Sie passiert laufend und hat uns schon manche Annehmlichkeit im täglichen Leben beschert? Das kann ein Ausgangspunkt für eine interessante Diskussion sein.

### VII. Weltraumtechnik und Besiedelung von anderen Planeten

Der Kreis unserer NAWI – Zukunftsbetrachtung schließt sich: Nicht nur ein bekannter Wetterredakteur spricht in seinem neuen Buch davon, dass die Erde nach einem Anstieg der Oberflächentemperatur von 4 bis 5

K (K Kelvin, die Einheit der absoluten Temperatur) durch lange Hitzeperioden praktisch unbewohnbar wird. Also muss man an „Aussiedelung“ denken. Im Angebot hat das Planetensystem den Mars (wenn dort Wasser zu finden ist) und neuerdings einige Jupitermonde. Als Lebensgrundlage müssen Wasser und (aus Wasser erzeugter) Sauerstoff vorhanden sein. Dann wäre mit umfassenden technischen Vorkehrungen ein bescheidenes Leben möglich. Aber wie dorthin gelangen: Immerhin geht es um große Entfernungen, die Menschen bis zum neuen „Wohnort“ zurücklegen müssen. Antriebe von Raumschiffen sind zu analysieren:

### Der heutige Standard – Wasserstoff und Sauerstoff

Der „chemische“ Antrieb mit Wasser- und Sauerstoff ist heute weit entwickelt und kaum noch steigerbar. So beträgt die Energieausnutzung eines Treibstoffes heute zirka 98 %, d.h. man kann Raketentriebwerke nicht wesentlich effizienter bauen. Auch besteht wenig Hoffnung, noch leistungsfähigere Treibstoffe zu entwickeln. Noch leistungsfähigere Treibstoffe sind entweder giftig, instabil oder haben einen zu hohen Preis. Die Kombination Wasserstoff mit Sauerstoff erreicht heute Ausströmungsgeschwindigkeiten von 4500 m/s, das technisch nutzbare Maximum liegt bei 4600 m/s.

Die meisten unten vorgestellten alternativen Antriebe können funktionsbedingt oder aus sicherheitstechnischen Gründen erst in einer Erdumlaufbahn betrieben werden, sodass der Transport in eine niedere Umlaufbahn auch heute noch durch chemische Antriebe bewerkstelligt werden muss.

### 1. Der Ionenantrieb

Grundprinzip: Der Ionenantrieb ist eine Antriebsmethode für Raumfahrzeuge; ein Ionenantriebwerk nutzt den Rückstoß eines erzeugten (neutralisierten) Ionenstrahls zur Fortbewegung. Je nach genutzter Energiequelle wird zwischen solarelektrischem (engl. Solar Electric Propulsion, SEP) und nuklearelektrischem Antrieb (engl. Nuclear Electric Propulsion, NEP) unterschieden.

Ionenantriebe erzeugen zwar einen für einen Raketenstart direkt von der Erde zu geringen Schub, verbrauchen aber weniger Stützmasse als chemische Triebwerke. Deshalb sind sie als Sekundärtriebwerke für den energieeffizienten Dauerbetrieb geeignet, besonders für die langen Flugbahnen. Ein Stoff wird ionisiert. Ionisieren bedeutet das dem Stoff einige Elektronen entzogen werden. Dadurch wird der restliche Atomkern positiv geladen. Schon auf einer kurzen Strecke erreicht das Teilchen eine sehr hohe Geschwindigkeit, die weit höher liegt als die von chemischen Treibstoffen.

Aussichten: Bisherige Ionenantriebe besitzen gegenüber konventionellen chemischen Raketentriebwerken einen weit geringeren Schub, bei Sondenantrieben etwa vergleichbar mit der Gewichtskraft einer Postkarte (70 Millinewton), jedoch bei einer deutlich erhöhten Austrittsgeschwindigkeit des Gases (10 bis 130 km/s, Prototypen bis 210 km/s).

Ionenantriebe herkömmlicher Bauart funktionieren nur im Vakuum. Die durch übliche Luftbewegungen ausgeübte Kraft ist meist größer als der Schub. Im November 2018 stellten Wissenschaftler des MIT die Entwicklung eines in der Atmosphäre funktionsfähigen Ionenantriebs vor. Zum Transport größerer Massen eignen sich Ionentriebwerke daher nur, wenn sie über längere Zeit (Wochen, Monate oder Jahre) arbeiten können.

## 2. Nukleare Triebwerke

**Grundprinzip:** Der nukleare Pulsantrieb ist ein Vorschlag für den Antrieb von Raumschiffen, dem zufolge durch Atomexplosionen Schub erzeugt würde. Nukleare Triebwerke basieren auf einem Kernreaktor als Wärmequelle. Ein Kernreaktor erzeugt eine große Hitze, die dazu benutzt wird, Wasserstoff auf über 2000 Grad Celsius aufzuheizen. Neuere Konzepte, die die Trägheitsfusion verwenden, sind die Grundlage für die meisten Projekte nach Orion gewesen. Zur Durchführung eines nuklearen Triebwerkes muss ein Reaktor wesentlich kleiner als ein herkömmlicher Kernreaktor sein, gleichzeitig sind die Anforderungen an die Arbeitstemperatur sehr viel höher. Bedingt durch die geringe Molekülmasse des Wasserstoffs erreichen nukleare Triebwerke sehr hohe Ausström-Geschwindigkeiten. Bei dem schon realisierten Versuchstriebwerk NERVA (Nuclear Engine for Rocket Vehicle Application) beträgt der spezifische Impuls 8100 N \* s / kg. Damals erreichte dieses Triebwerk einen Schub von 245 kN.

**Aussichten:** Ein nukleares Triebwerk liefert den mit Abstand größten Schub aller hier vorgestellten Triebwerke. Der Wasserstoff tritt mit sehr hoher Austrittsgeschwindigkeit durch die Raketendüse und sorgt damit für einen kraftvollen Vortrieb der Rakete.

## 3. Wasserstoff solar erhitzt

**Grundprinzip:** Die NASA möchte ein Triebwerk entwickeln, das Wasserstoff auf 2700 Grad erhitzt. Die Wärmequelle ist dabei aber kein Reaktor, sondern die Sonne, die durch Spiegel und Linsen in einem Brennpunkt die hohe Hitze erzeugt. Das prinzipielle Problem dieses Reaktors ist die Isolierung des Wasserstoffes, der flüssig bei -253 Grad gelagert werden muss.

**Aussichten:** Aufgrund des Funktionsprinzips ist anzunehmen, dass mindestens der spezifische Impuls von nuklearen Triebwerken erreicht wird.

## 4. Magnetschienen Bahnen

**Grundprinzip:** Auf einer Schiene wird ein metallener Körper durch ein bewegtes Magnetfeld beschleunigt. Am Ende der Magnetschienen erreicht er eine hohe Geschwindigkeit. Das Prinzip ähnelt also dem einer Magnetschienenbahn.

**Aussichten:** Beim Aufprall auf die Luft in 8 Kilometer Höhe wird zudem die Nutzlast stark abgebremst und verformt. Angekommen in einem Orbit muss die Bahn stabilisiert werden, da der erdnächste Punkt durch den Abschuss auf der Erdoberfläche liegt.

## 5. Sonnensegel

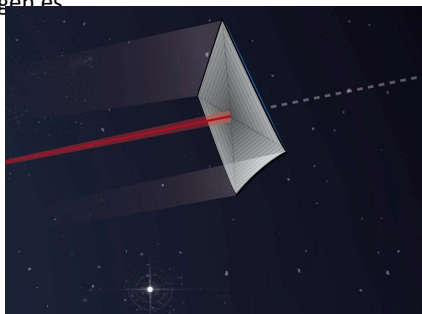
**Grundprinzip:** Auf jede Fläche übt die Sonne durch das Licht oder geladene Teilchen ein von der Sonne abgewandten Druck aus. Dieser beträgt in Erdnähe 9 N/km<sup>2</sup>. Dieser Druck ist sehr gering. Die Segel nutzen die Photonen der Sonne für ihren Antrieb. Sie schweben zunächst nur langsam durchs All – die Geschwindigkeit beschleunigt sich aber mit der Zeit. Dadurch braucht ein Raumschiff mit Solarsegel keinen zusätzlichen Antrieb. Nur durch eine große Fläche und ein leichtes Material für das "Segel" kann eine Nutzlast beschleunigt werden.



**Aussichten:** Ein Segel ist wegen der großen Masse nicht so einfach nach der Sonne auszurichten, weshalb der Start in einer Erdumlaufbahn Probleme aufwirft. Der große Vorteil eines Sonnensegels ist, dass es keinerlei Treibstoff benötigt. Solange sich die Sonde in der Nähe der Sonne bewegt, kann jedes Ziel erreicht werden, auch wenn es dauern kann.

## 6. Laserantrieb

**Grundprinzip:** Analog dem Antrieb eines Sonnensegels über den Strahlungsdruck der Sonne würde ein Laser eine größere Fläche bestrahlen. Bei einer hohen Reflexion und einer temperaturbeständigen Legierung könnte auf diese Fläche ein Vielfaches der Sonnenenergie eingestrahlt werden, so dass ein Raumschiff erheblich schneller beschleunigt werden kann und die Masse für die Auffangfläche kleiner sein kann. Um die Erde würden in diesem Fall am besten mehrere leistungsstarke Laser kreisen. Die wären auf das zu beschleunigende Raumschiff ausgerichtet. Dabei übertragen die Photonen einen Impuls auf das Segel - und beschleunigen es.



**Aussichten:** Ein Vorteil der Technologie ist, dass das Antriebssystem nahe der Erde bleibt und nicht im Raumschiff steckt. Das spart Energie, weil deutlich weniger Masse beschleunigt werden muss. Der Nachteil ist, dass im Vergleich zum Schub der Sonne eine sehr hohe Strahlungsleistung nötig ist. (Bild: Der Spiegel, März 2016)

**Fazit:** Die meisten viel versprechenden Antriebe funktionieren nur im Orbit. Mit den

leistungsfähigsten chemischen Antrieben kann man maximal 7 % Nutzlast in den Orbit befördern. Man startet nicht vom Erdboden aus, sondern in größerer Höhe um einen Teil der Höhe zum Orbit schon zurückzulegen und vor allem die Reibung in den unteren Luftschichten zu vermindern. Diesem Hucklepack Prinzip sind aber Grenzen gesetzt. Das größte Flugzeug ist eine A-380, die ein Leergewicht von 291 t und ein maximales Startgewicht von 560 t hat. Da man auch Treibstoff für das Flugzeug zuladen muss kann dieses maximal 200 t Nutzlast transportieren.

Mit welcher Antriebstechnologie auch immer würde eine Reise zu anderen Planeten oder Monden mehrere Monate in Anspruch nehmen. Wie der menschliche Körper auf längere Reisephasen ohne Schwerkraft und hohen Dosen kosmischer Strahlung ausgesetzt, reagieren wurde, ist erst zum Teil erforscht.

Es braucht noch eine Menge Forschung und Praxistests, um über die konventionellen Antriebe, der Kombination von Wasserstoff und Sauerstoff hinauszukommen. Es ist daher technologisch keineswegs leicht, dauerhaft in den Weltraum zu anderen Himmelskörpern zu „pendeln“. Daher gibt es wohl, die Erde als lebenswerte Umgebung zu bewahren. Derzeit ist die Dämpfung des Klimawandels die wichtigste und auch einzige Option.

Abschlussdiskussion mit den Schülerinnen und Schülern und klare Schlussfolgerungen auf allen Ebenen ziehen. Welche drei Punkte sind für das Überleben der Menschheit besonders wichtig?

## Literatur

- ARD – Alpha: Mit Geoengineering die Klimakrise stoppen: Science fiction oder Zukunftsoption? Autorin: Delia Friess, Heike Westram
- ARD – Alpha: Kernfusion - Die Energie der Sonne nutzen. Autorin: Franziska Konitzer
- Die Quantencomputer kommen, Ulf Hoffmann, Director Corporate Communications, Fraunhofer Institute for Open Communication Systems FOKUS, 10589 Berlin, Germany
- Johannsen et al. 2007, Jordan et al. 1999, Magforce AG 2008
- Bernd Leitenberger  
[//www.bernd-leitenberger.de/zukuenftige\\_antriebe.shtml](http://www.bernd-leitenberger.de/zukuenftige_antriebe.shtml)
- Holger Dambeck, In 30 Minuten zum Mars, in: Der Spiegel, 3. März 2016.
- DerStandard, Diese 35 Erfindungen könnten uns die Zukunft eröffnen (1.11.2023) <https://www.derstandard.at/story/3000000191894/>



# E-Landwirtschaft

Christian Zahler

Während bis 2020 der Elektrofahrzeuganteil an den PKW-Neuanmeldungen im einstelligen Prozentbereich lag, ist seit 2021 ein sprunghafter Anstieg auf etwa 20 % zu verzeichnen.

Gründe dafür sind neben dem langsam günstiger werdenden Anschaffungspreis eine Reihe von staatlichen Förderungen bzw. Sonderregelungen

(Quelle: <http://www.austrian-mobile-power.at> und <https://www.oeamtc.at/thema/elektromobilitaet/>).

- Für Elektrofahrzeuge wird in Österreich keine NoVA (Normverbrauchsabgabe) eingehoben. Diese beträgt für andere Fahrzeuge 8 – 16 % des Anschaffungspreises.
- Für Kraftfahrzeuge, die ausschließlich elektrisch betrieben werden, entfällt die motorbezogene Versicherungssteuer.
- Für Elektrofahrzeuge, die als Firmenwagen dem Arbeitnehmer zur Verfügung gestellt werden, wird kein Sachbezug angesetzt (sonst 1,5 – 2,0 %, je nach Fahrzeug).
- Elektro-PKW sind vorsteuerabzugsberechtigt, wenn sie als Firmenfahrzeug angeschafft werden. (Achtung: „Luxustangente“ € 40.000; ab € 80.000 Anschaffungspreis kein Vorsteuerabzug mehr möglich!)
- Zusätzliche Förderungen von Ländern und Gemeinden.
- E-Mobilitätsförderung für Betriebe: 2022 – 2000 € für reine Batterie-Elektrofahrzeuge (BEV), 2022 – 1000 € für Plug-In-Elektrofahrzeuge (PHEV). **Diese Förderschiene läuft aus.**
- E-Mobilitätsförderung für Private (seit 01.07.2020): 2022 und 2023 – 5000 € für BEV, 2500 für PHEV
- Seit April 2017: Nummerntafeln mit grüner Schrift für gemeindespezifische Vorteilsregelungen (Benutzung von Busspuren, Gebührenfreiheit bei Parkplätzen etc.) – derzeit allerdings kaum genutzt
- Weniger Wartungsaufwand und niedrige Betriebskosten (Strompreis derzeit ca. € 0,20/kWh; auf 100 km werden etwa 15 kWh benötigt, d.h. € 3/100 km); es wird erwartet, dass der Strompreis stabiler bleibt als etwa der Preis für fossile Rohstoffe.
- Weniger Geräusentwicklung (Motor fast lautlos, von außen hört man nur das

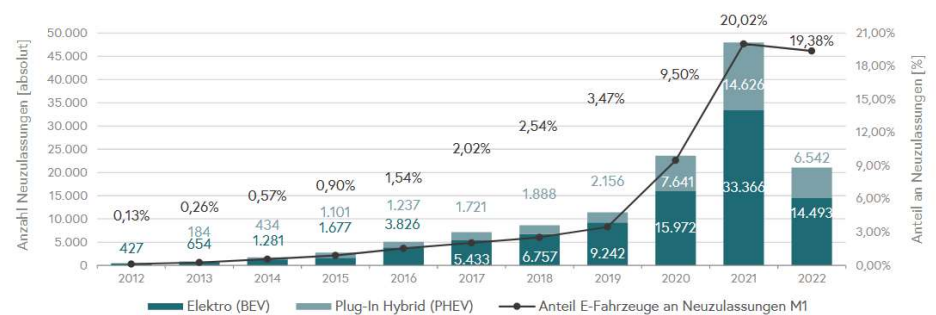
Fahrzeugarten, Kraftstoffarten bzw. Energiequellen	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022 Okt
Personenkraftwagen Kl. M1	319.035	303.318	308.555	329.604	353.320	341.068	329.363	248.740	239.803	179.270
Benzin inkl. Flex-Fuel	134.276	126.503	122.832	131.756	163.701	184.150	176.706	107.771	91.478	67.568
Diesel	180.901	172.381	179.822	188.820	175.458	140.111	126.311	90.909	58.263	40.756
Elektro (BEV)	654	1.281	1.677	3.826	5.433	6.757	9.242	15.972	33.366	26.764
Erdgas CNG (monovalent & bivalent)	628	788	703	484	435	641	578	407	85	53
Plug-In Hybrid (PHEV)	184	434	1.101	1.237	1.721	1.888	2.156	7.641	14.626	10.501
Wasserstoff (FCEV)	0	3	9	5	0	7	19	14	14	14
E-Fahrzeuge Neuzulassungen M1 (BEV, PHEV, FCEV)	838	1.718	2.787	5.068	7.154	8.652	11.417	23.627	48.006	37.279
Elektrofahrzeug-Anteil an Neuzulassungen M1	0,26%	0,57%	0,90%	1,54%	2,02%	2,54%	3,47%	9,50%	20,02%	20,79%

Weitere reine Elektrofahrzeuge der Klassen L, M, N	791	876	930	1.949	1.910	2.724	3.141	3.558	6.155	5.856
Motorbikes/Trikes/Quadricycles (KL L)	585	672	651	1.478	1.667	2.251	2.617	2.805	3.765	4.075
Omniбусse Klasse M2, M3	15	1	12	22	6	17	22	14	11	23
Lastkraftwagen Klasse N1 (< 3,5 t)	191	203	267	449	237	446	500	739	2.341	1.711
Lastkraftwagen Klasse N2, N3 (> 3,5 t)	0	0	0	0	0	10	2	0	38	47

Quelle: Statistik Austria; Darstellung: [www.austriatech.at](http://www.austriatech.at)

Neuzulassungen von E-Fahrzeugen der Kategorie M1 nach Jahr (für Österreich)



Neuzulassungen von E-Fahrzeugen und Anteil an der Gesamtzahl der neu zugelassenen PKW:

Abrollgeräusch).

Als Nachteile können genannt werden:

- Kein flächendeckendes Netz von Schnell-Ladestationen; Fahrten über größere Distanzen müssen genau geplant werden.
- Hohe Kosten beim Austausch des Akkusatzes.
- Im Vergleich zu Diesel- bzw. Benzinfahrzeugen nach wie vor hoher Anschaffungspreis

Im **landwirtschaftlichen Bereich** ist derzeit (2023) im Segment rein elektrisch betriebener Traktoren, Muldenkipper oder Mähdrescher noch keine vergleichbare Dynamik in Sicht. Hier werden eher Hybrid-Systeme bei den einschlägigen Messen vorgestellt. Grund dafür ist die eingeschränkte Akku-Kapazität für leistungsintensive Einsätze.

## Beispiele

**Fendt e300 Vario:** Vorgestellt 2023, Nachfolgemodell zum e100 Vario (2017).



Quelle: [www.fendt.com](http://www.fendt.com),  
<https://www.fendt-e.nl>

Es handelt sich um einen vollelektrischen Kompakttraktor mit 100 kW (136 PS) Antriebsleistung; zwei AEF-konforme Leistungsschnittstellen für elektrische Arbeitsgeräte. Der Traktor wird von Holland-Utrecht im Auftrag von Fendt gebaut.

Energiespeicher: 650 V Lithium-Eisenphosphat-Batterie, wahlweise 2 oder 3 Akkupacks mit je 120 kWh Ladekapazität; Ladung mit 400 V/22 kW Wechselspannung (CEE-Dose) oder mit Gleichspannung. Mit einem genormten CCS Typ 2-Stecker kann die Batterie innerhalb von 40 Minuten auf 80 % aufgeladen werden.



Laut Hersteller soll mit einer Akkuladung 8 Stunden Alltagseinsatz möglich sein. Dieser Traktor eignet sich besonders für den kommunalen Einsatz.

Geplanter Bruttopreis: € 495 000

**Weidemann 1160e Hoftrac:** Vollelektrisches Konzept (Batterie)



**John Deere SESAM 2** (Sustainable Energy Supply for Agriculture Machinery): 2022 vorgestellter Prototyp; Bauweise mit oder ohne Kabine für vollautomatischen Betrieb. Zwei Elektromotoren mit je 250 kW (340 PS) Leistung; Batterie mit einer Kapazität von ca. 1000 kWh. John Deere gibt an, dass „ein Arbeitstag“ mit dieser Kapazität möglich ist.



## Ladetechnologien für Elektrofahrzeuge

**Typ-2-Stecker (IEC 62196 Typ 2):** Dieser Anschluss wurde speziell für das Laden von Elektro- und Plug-In-Hybrid-Fahrzeugen vom Steckdosenhersteller Mennekes entwickelt. Wie der CEE-Drehstromstecker gibt es auch hier 5 Leistungskontakte (L1, L2, L3, N und PE). Außerdem verfügt dieser Anschluss über zwei Kommunikationskontakte (CP = Contact Pilot, PP = Proximity Pilot), über die das Elektrofahrzeug mit dem Ladepunkt kommuniziert. Der PP-Kontakt wird dabei für die Übermittlung des maximalen Ladestroms verwendet.

Dieser Stecker hat auch eine mechanische Verriegelung; deshalb ist es nicht möglich, den Stecker während des Ladevorgangs einfach abzuziehen.



In den meisten Fällen kann über den Typ-2-Anschluss mit einer Leistung von 11 kW (bei 16 A Stromstärke) bzw. 22 kW (32 A) geladen werden. Es gibt vereinzelt auch Ladestationen, welche 43 kW (63 A) zulassen. Da sich die Anschlüsse äußerlich nicht unterscheiden, kann man nicht erkennen, welche Maximalleistung der Ladepunkt zur Verfügung stellt.

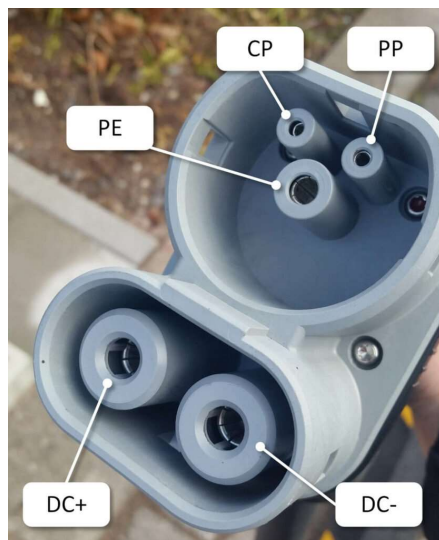
Da die Batterie mit Gleichstrom geladen werden muss, ist im Bordladegerät (OBC = On Board Charger) ein Gleichrichter verbaut. Außerdem steuert eine Ladeelektronik den Ladevorgang, sodass es zu keinen Überlastungen kommt.

**CCS2-Anschluss (Combined Charging System):** Der obere Teil dieses Steckers ist identisch mit dem Typ-2-Stecker, allerdings ohne die Kontakte für Wechselstrom.

Der CCS-Anschluss dient daher für das Laden mit Gleichstrom. Das hat den Vorteil, dass kein Gleichrichter (der immer ein Nadelöhr darstellt) zwischen Ladepunkt und Batterie geschaltet werden muss.

Mit diesem Schnellladeanschluss lassen sich Ladeleistungen von 50 kW (125 A), 150 kW (400 A) oder sogar 350 kW (500 A) abrufen.

Für den CCS-Stecker gibt es an den Ladesäulen keine Anschlussdose, sondern nur ein fest angeschlagenes Kabel. Man darf daher auch kein separates Ladekabel mitführen, da man das Kabel der Ladestation verwendet.



**CHAdEMO-Anschluss (Charge de Move):** Dieses Gleichstrom-Schnelladesystem ist in älteren japanischen bzw. koreanischen Fahrzeugen (etwa Nissan Leaf, Kia Soul EV) anzutreffen. Dieser Ladestandard spielt in Europa nur noch eine untergeordnete Rolle. Die maximalen Ladeleistungen betragen 50 kW (125 A) bzw. 100 kW (200 A).



Natürlich können auch CEE-Drehstromstecker (AC 400 V) verwendet werden; dann ist allerdings eine mobile Ladestation („Wallbox“) nötig. Diese kann mit einem bestehenden 400-V-Stromanschluss verbunden werden. Eine Schuko-Steckdose sollte nur im Notfall verwendet werden, da sie nur geringe Ladeleistungen ermöglicht (1,8 – 2,3 kW bei einem max. Dauerstrom von 8 – 10 A).

Die Ladeleistung an der Wallbox beträgt meist 11 kW.

Einige Wallboxen können so konfiguriert werden, dass die Lade-Tätigkeit sogar mit der Verfügbarkeit von günstigem Nachtstrom abgestimmt wird.

Quelle: u.a. <https://ladehero.de/blog/was-man-ueber-das-laden-wissen-muss>





## Hybridantriebe

Das Wort „hybrid“ stammt ursprünglich aus dem Griechischen („hybris“ = Übermut, Anmaßung) und kam über das Lateinische („hybrida“ = Mischling, Bastard) zu seiner heutigen Bedeutung „gemischt“ bzw. „gekreuzt“.

Ein Hybridantrieb verwendet also verschiedene Antriebstechnologien. Ein Hybridfahrzeug ist nach UNO-Definition ein Fahrzeug, in dem mindestens **zwei Energieumwandler** und **zwei im Fahrzeug eingebaute Energiespeichersysteme** vorhanden sind, um das Fahrzeug anzutreiben.

Dazu ist zu sagen, dass elektrische Energiespeicher wesentlich höhere Massen für dieselbe abgegebene Leistung benötigen als etwa ein Dieselmotor. Beispiel: 100 kW, 2 Stunden Betrieb -> 1260 kg Li-Ionen-Akku, aber nur 50 kg Diesel.

### Einteilung nach dem Anteil der elektrischen Leistung

**Voll-Hybrid:** Ein kleiner Akku wird in erster Linie durch Verzögern des Fahrzeugs geladen („rekuperieren“), statt dass die Bremsenergie an den Bremsscheiben in Wärme umgewandelt wird. Kurze Strecken (maximal 2 – 5 km) können auch rein elektrisch zurückgelegt werden. Eine Aufladung der Batterie an der Steckdose ist nicht möglich.

**Mild-Hybrid:** Diese Variante funktioniert ähnlich wie der Voll-Hybrid, rein elektrisches Fahren ist hier allerdings nicht möglich – der Elektromotor agiert nur unterstützend. Zusätzlich zur 12 V-Starterbatterie kommt eine 48 V-Batterie zum Einsatz, die den Elektromotor versorgt; eine Aufladung dieser Batterie an der Steckdose ist nicht möglich.

**Plug-in-Hybrid (PHEV, plug-in hybrid electric vehicle):** Darunter versteht man Hybridfahrzeuge, deren Batterie auch an der Steckdose aufgeladen werden kann. Sie haben einen deutlich stärkeren Elektromotor und einen Akku mit größerer Kapazität als „normale“ Hybride. Bei PKWs können Strecken zwischen 50 km und 100 km rein elektrisch zurückgelegt werden.

Die Bezeichnung **Mikro-Hybrid** wird beschönigend für Fahrzeuge mit Start-Stopp-Automatik verwendet; solche Fahrzeuge zählen aber nicht zu den Hybridfahrzeugen.

### Einteilung nach Systemstruktur

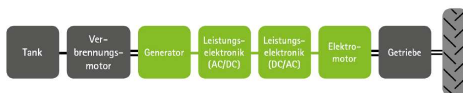
Quelle der Zeichnungen: Dr. J. Karner, Josephinum Research; weitere Quellen: DI R. Stirnimann, KTBL-Vortrag „Elektrifizierung von mobilen Maschinen“ 2020; KTBL-Schrift 519: Alternative Antriebssysteme für Landmaschinen.

### Serieller Hybrid: Dieselelektrische Konzepte mit Traktionsbatterie

Verbrennungskraftmaschine, Generator und E-Motor in Serie

## Beispiel: Hybrid-Kraftfahrzeug

Energieumwandler	Energiespeicher
Otto- oder Dieselmotor	Kraftstofftank <ul style="list-style-type: none"> <li>Diesel, Benzin</li> </ul>
Elektromotor	Akku <ul style="list-style-type: none"> <li>elektrochemisch: NiCd-Akku, Li-Ionen-Akku</li> <li>induktiv: zB Supraleiter</li> <li>elektrostatisch: zB Supercaps</li> </ul>



Quelle: [www.ktbl.de](http://www.ktbl.de)

Der Verbrennungsmotor hat keine mechanische Verbindung mit den Antriebsrädern. Er treibt einen elektrischen Generator an, der die Fahrenergie bereitstellt bzw. den Fahrakku lädt.

Kann der Fahrakku auch über eine externe Steckdose geladen werden, so hat man ein Plug-In-Hybrid-System.

Der Elektromotor muss immer das gesamte geforderte Drehmoment sowie die gesamte geforderte Leistung bringen.

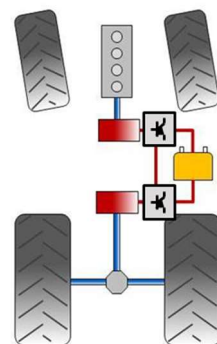
Die häufigsten Anwendungsfälle sind dieselelektrische Lokomotiven, U-Boote und Schiffe sowie große Lastkraftwagen wie Großmuldenkipper.

Grund dieses Verfahrens ist, dass Dieselmotoren wie alle Verbrennungsmotoren nur in einem eng begrenzten Drehzahlbereich mit optimalem Wirkungsgrad betrieben und nicht unter Last angefahren werden können.

Derzeit verfügbare landtechnische Hybridsysteme sind fast ausschließlich mit serieller Hybridtechnologie ausgestattet.

- Spitzenleistung von Batterie abgedeckt
- ermöglicht Freiheiten in der Konstruktion
- E-Antrieb und VKM auf Dauerleistung ausgelegt

In letzter Zeit setzt sich die Verwendung von Drehstromgeneratoren mit Drehstrom-Asynchron-Motoren durch, zusammen mit einer elektronischen Leistungsregelung durch IGBTs oder GTO-Thyristoren, bei der die Frequenz des Stroms durch Frequenzumrichter der jeweiligen Fahrsituation angepasst wird.



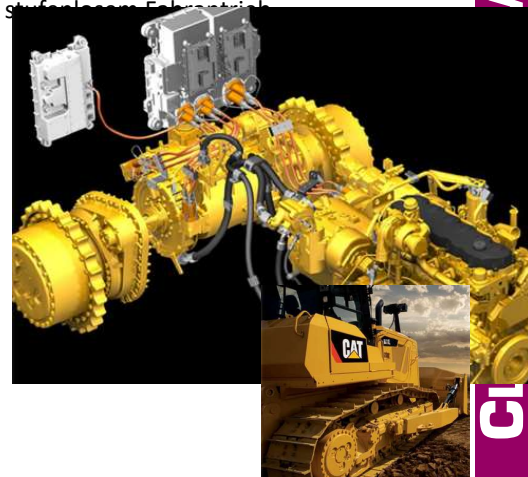
Beispiel: BMW i3 mit Range Extender



Beispiel: Der BMW i8 (Sportwagen) läuft mit einem Plug-In-Hybrid-System.



Beispiel: Kettendozer Caterpillar D7E mit Stufenlosem Fahrantrieb



Beispiel: Rigitrac EWD120 (Prototyp 2011, TU Dresden)

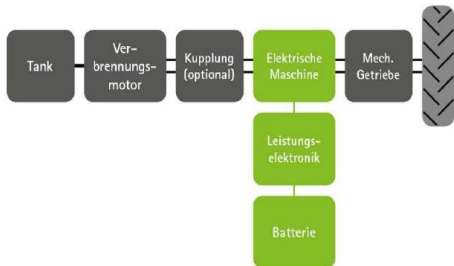
Dieselelektrisches Konzept mit vier Radnabenmotoren



### Paralleler Hybrid: Generatorkonzept

Die Leistungsübertragung für den Fahrtrieb erfolgt hier weiterhin rein mechanisch.

Im Gegensatz zum seriellen Konzept ist nur eine elektrische Maschine notwendig.

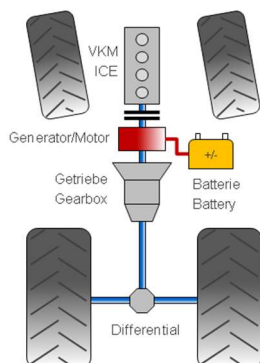


Quelle: [www.ktbl.de](http://www.ktbl.de)

Hier wirkt der Elektromotor gemeinsam mit dem Verbrennungsmotor auf den Antriebsstrang. In mindestens einem Betriebszustand sind die Kräfte oder Drehmomente der einzelnen Antriebe gleichzeitig verfügbar. Das ermöglicht eine schwächere Auslegung des Elektromotors und des Verbrennungsmotors, was Kosten, Gewicht und Bauraum spart, im Falle des Verbrennungsmotors auch Kraftstoff (downsizing).

- Leistungs-/Momenten-Addition
- Drehzahladdition
- Zugkraftaddition

Rein elektrisches Fahren wäre mit zusätzlicher Kupplung möglich.



Mit dem durch den Generator erzeugten Strom werden externe Verbraucher (z. B.

Wirkungsgradkette: (Kühlbedarf!)

$$\eta_{ges} = \eta_{VKM} \cdot \eta_{Getr} \cdot \eta_{Gleichr} \cdot \eta_{Leitungen} \cdot \eta_{Batt.lad} \cdot \eta_{Batt.entlad} \cdot \eta_{Wechselr} \cdot \eta_{E-Motor} \cdot \eta_{Getr2} \cdot \eta_{AchsrGetr}$$

kleine Elektromotoren auf Anbaugeräten und/oder Nebenaggregate auf dem Fahrzeug selber (z. B. Ventilator, Kompressor) angetrieben.



Beispiel: John Deere 7030 ePremium / 6RE

### Leistungsverzweigter Hybrid

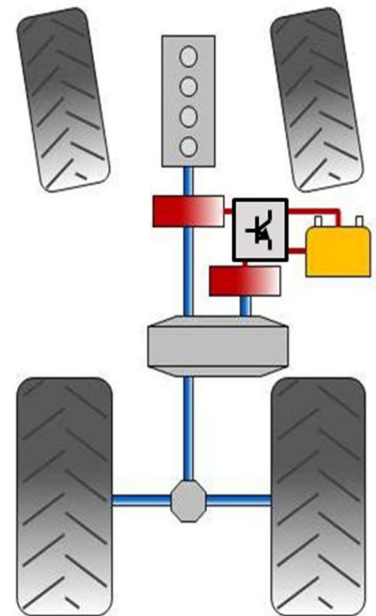
Elektrisch-mechanisch leistungsverzweigte Getriebekonzepte sind ähnlich aufgebaut wie ihre hydrostatisch-mechanischen Pendant. Anstelle der Hydroeinheit (Pumpe/Motor) wird hier eine elektrische Einheit (Generator/Motor) in den variablen Zweig eingebaut.

Mischhybride kombinieren den seriellen und den parallelen Hybridantrieb (oft variabel) während der Fahrt entsprechend den Fahrzuständen. Je nach Betriebsart und Fahrzustand kann entweder die Verbrennungskraftmaschine mit dem Generator nur den elektrischen Energiespeicher (Hybridbatterie) laden und den Elektromotor antreiben (serieller Hybridantrieb) oder mechanisch mit den Antriebswellen gekoppelt sein (paralleler Hybridantrieb). Bei diesem kombinierten Hybridantrieb wird lediglich mittels einer (automatisch betätigten) Kupplung zwischen den beiden Betriebsarten umgeschaltet.

- VKM-Leistung auf zwei Stränge aufgeteilt
- 2 elektrische Maschinen
- elektrischer Zweig sorgt für Drehzahlvariabilität; mehrmalige Energieumwandlung
- mechanischer Zweig für guten Wirkungsgrad
- zur Verringerung der Verluste möglichst wenig elektrische Leistung

Wirkungsgrad gesamt:

$$\eta_{ges} = \left(1 - \frac{\varepsilon}{\eta_{E1}}\right) \cdot \eta_{mech} + \varepsilon \cdot \eta_{E2}$$



Beispiel für ein „echtes“ elektrisch-



### Kleingeräteträger Metron von Reform

mechanisch leistungsverzweigtes Getriebekonzept.



## Leistungsübertragung Traktor – Gerät

### Variante 1

- Traktor: Generator, Gleichrichter und Wechselrichter
- Schnittstelle: Wechselstrom (closed loop)

### Variante 2

- Traktor: Generator und Gleichrichter
- Schnittstelle: Gleichstrom
- Gerät: pro Antrieb ein Wechselrichter

### Variante 3: Zapfwellengeneratoren

Keine Voraussetzungen am Traktor, Stromerzeugung ausschließlich im Aggregat)

- Traktor: Zapfwelle
- Schnittstelle: Gelenkwelle, mechanische Leistungsübertragung
- Gerät: Generator, Gleich- und Wechselrichter, Motoren

### Elektrisch betriebene Nebenaggregate

„Steckdose am Traktor“ (Marketing-Begriff – beinhaltet Steuerung übers Mobiltelefon, ISO-Bus usw.)

- John Deere e-Premium, 6210RE
- Fendt X-Concept

**Traktor und Sämaschine:** ZF, SDF, Amazon

- Elektrifizierung von Nebenaggregaten am Traktor
- elektrische Antriebe am Gerät (Gebläse, Vereinzelung)
- Generator (PSM, 50 kW Dauerleistung) am Eingang des hydrostatisch leistungszweigigen Getriebes (VKM-Drehzahl, kein Hochsetzen)
- 6% Verbrauchseinsparung durch Elektrifizierung der Nebenaggregate

**Kreiselschwader:** Pöttinger

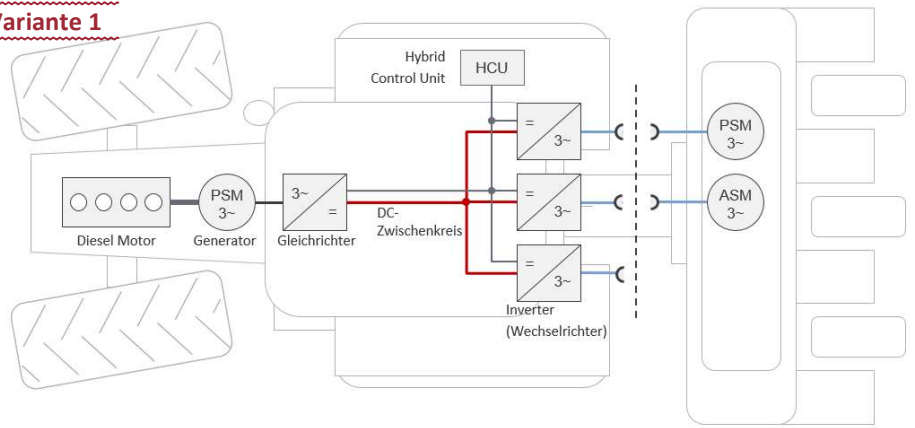
variable Kreiseldrehzahl durch elektrischen Antrieb

### Ziele

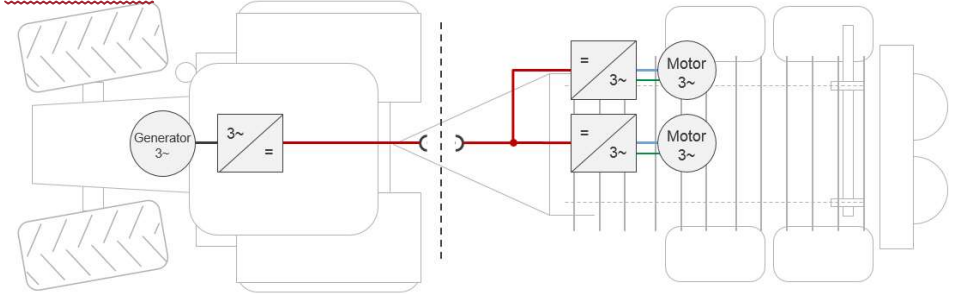
- Drehzahlanpassung an die Futtermasse
- Verringerung von Bröckelverlusten
- Verringerung der Futterschmutzung



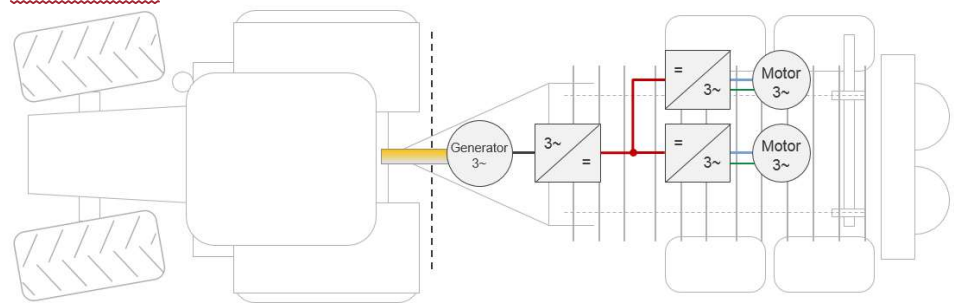
### Variante 1



### Variante 2



### Variante 3



# Versorgung mit elektrischer Energie

Christian Zahler

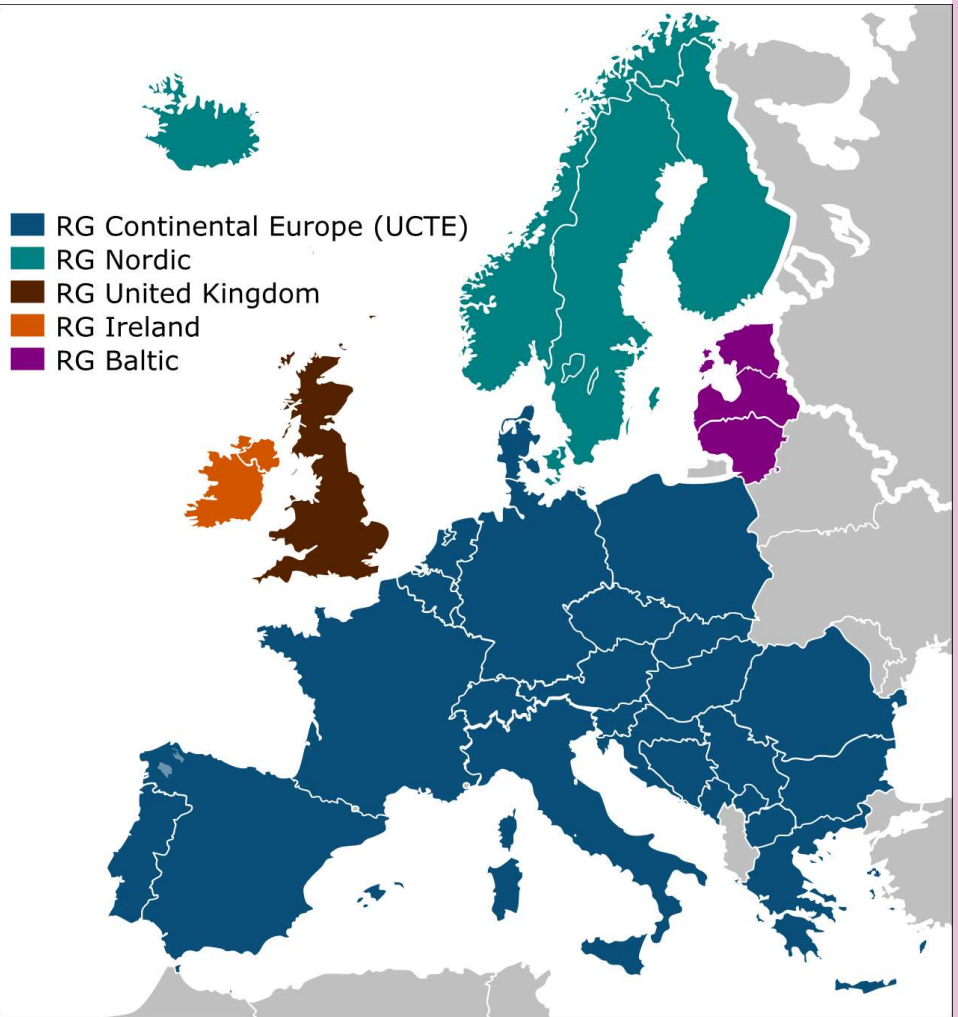
Das **Europäische Verbundsystem** ist ein europaweites engmaschiges Netz aus Hoch- und Höchstspannungs-Leitungen zur Stromverteilung. Es existieren in Europa mehrere solche Verbundsysteme parallel, welche alle mit Wechselspannung bzw. Dreiphasenwechselstrom betrieben werden. Der Vorteil eines solchen Netzes ist, dass Schwankungen erheblich besser ausgeglichen werden können als wenn jedes Land ein eigenes alleinstehendes Netz hätte. Fällt zum Beispiel ein Kraftwerk aus, so verändert sich die Netzfrequenz des Netzes nicht zu stark nach unten.

Die *Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity* (**UCTE**) ist für die Koordinierung des Betriebes und für die gemeinsame Erweiterung des Übertragungsnetzes in West- und Zentraleuropa zuständig. Aus technischen Gründen nicht dem UCTE-System zugehörig sind die eigenständigen Verbundnetze der Inselstaaten Irland, Großbritannien, Malta und Zypern. 2009 übernahm die **ENTSO-E** (*European Network of Transmission System Operators for Electricity*; [www.entsoe.eu](http://www.entsoe.eu)) an die organisatorischen Aufgaben der UCTE und kümmert sich um die laufende Weiterentwicklung des europäischen Verbundnetzes.

Die Stromnetze der nordeuropäischen Staaten Finnland, Schweden, Norwegen, Island und der dänischen Inseln Seeland, Falster, Lolland und Bornholm (ohne Jütland und Fünen) gehören dem Stromverbund NORDEL an. Die räumlich größte Ausdehnung bis in den asiatischen Raum weist der Regelbereich des russischen Verbundsystems und der angrenzenden Staaten wie die Ukraine auf.

Ein kleines, eigenständiges Verbundsystem existiert auch zwischen den **Bahnstromnetzen** Deutschlands, Österreichs und der Schweiz (Einphasen-Wechselspannung mit eigener Frequenz von 16,7 Hz und 15 kV Spannung). (Anmerkung: Die Mariazellerbahn fährt allerdings mit 25 Hz!)

Ein **Regelverbund** besteht aus vielen **Regelzonen**, wobei innerhalb des Verbunds die Frequenz und Phasenlage des Drehstroms konstant gehalten wird. Österreich besteht aus einer einzigen Regelzone, die von der **Austrian Power Grid AG** ([www.apg.at](http://www.apg.at); 100 %-Tochterunternehmen der Verbund AG) betrieben wird. Die APG ist unter anderem verantwortlich für den Betrieb des 380-kV-Hochspannungs-rings und der Hauptschaltleitung im Umspannwerk Wien-Südost. Auch die Schweiz hat nur eine Regelzone, der entsprechende Netzbetreiber heißt **Swissgrid**.



Regelverbünde innerhalb der ENTSO-E  
RG ... regional group

In Deutschland gibt es vier **Regelzonenbetreiber** (auch: *Transmission System Operators* = TSO oder Übertragungsnetzbetreiber) und damit vier Regelzonen:

- **Amprion** (vormals RWE Transportnetz Strom GmbH), umfasst heute das frühere Netz der RWE und der VEW,
- **TransnetBW GmbH**, umfasst das Netz der früheren Badenwerk AG und der EVS (Energie-Versorgung Schwaben AG),
- **TenneT TSO GmbH** (vormals E.ON Netz GmbH, jetzt im Besitz der niederländischen TenneT), umfasst heute das frühere Netz von PreussenElektra und der Bayernwerk AG, und
- **50Hertz Transmission** (vormals Vattenfall Europe Transmission GmbH), umfasst heute das frühere Netz der VEAG, der BEWAG und der HEW. 50Hertz wurde im März 2010 an einen australischen Investmentfonds und Elia, den belgischen TSO, verkauft. Damit ist die Idee der deutschen Bundesregierung, die vier deutschen TSO in einen einzigen zu vereinigen, hinfällig.

Diese vier Regelzonen bilden seit 2008 einen gemeinsamen **Netzregelverbund**,

Quelle:  
Wikipedia (Stichwort: Übertragungsnetzbetreiber)





an dem seit 2012 auch Nachbarländer wie Dänemark, die Niederlande, die Schweiz, die Tschechische Republik und Belgien teilnehmen.

Netze bzw. Regelverbünde mit unterschiedlicher Netzfrequenz oder asynchroner Phasenlage sind durch **Gleichstrom-Kurzkupplungen** (engl. Back-to-Back-Stations) miteinander verbunden. Eine große Anlage steht in Wyborg (Russland) und verbindet das russische mit dem finnischen Stromnetz. Die im Umspannwerk Südost befindliche Gleichstrom-Kurzkupplungsanlage wurde 1995/96 stillgelegt, da die Stromnetze West- und Osteuropas synchrongeschlossen wurden.

In mehreren Phasen erfolgte die **Strommarkliberalisierung**; die erste EU-Richtlinie dazu stammt aus dem Jahr 1996, der österreichische Strommarkt ist seit 01.10.2001 geöffnet. Ein zentraler Bestandteil dafür war das sogenannte „**Unbundling**“, d.h. die Trennung zwischen Netzen (Übertragungs- und Verteilernetzen) und Wettbewerb (Erzeugung, Vertrieb, Handel):

Schließlich gibt es noch **Marken**, wobei jedem Stromanbieter freisteht, verschiedene Marken anzubieten:

- Drei Energie (Marke der easy green Energy GmbH & Co KG)
- Lidl Energie (Marke der easy green Energy GmbH & Co KG)
- Unsere Wasserkraft (Marke der easy green Energy GmbH & Co KG)

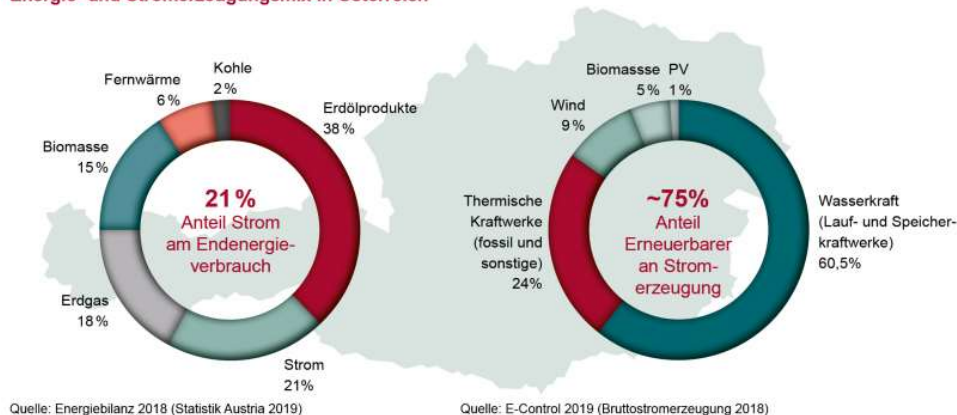
Eine der Hauptaufgaben der Regelzonenbetreiber ist die **Konstanthaltung der Netzfrequenz**. In jedem Moment muss die in Kraftwerken erzeugte Wirkleistung genau mit der an den Verbrauchern aufgenommenen Wirkleistung übereinstimmen. Wird zu viel elektrische Energie erzeugt, so steigt die Netzfrequenz, da die überschüssige Energie die Drehzahl der Generatoren erhöht. (Anschaulich: Die Generatoren drehen bei niedrigem Verbrauch leichter und schneller bzw. tun sie sich bei größerem Verbrauch schwerer und drehen langsamer.) Der „Normalbetrieb“ ist möglich, wenn die Netzfrequenz zwischen **49,8 und 50,2 Hz** liegt.

Bei **Überfrequenz** („zu viel Strom im Netz“) müssen daher die Einspeiseleistung von Kraftwerken schrittweise reduziert werden. Das kann durch Zurückfahren von Wind- und Solarkraftwerken, aber auch Gaskraftwerken geschehen.

Bei **Unterfrequenz** („zu wenig Strom im Netz“) werden zunächst Leistungsreserven von den Kraftwerksbetreibern aktiviert. Sinkt die Netzfrequenz unter 49,0 Hz, so wird nach und nach Last abgeworfen, d.h. es werden bestimmte Bereiche vom Netz getrennt. Unterhalb von 47,5 Hz werden alle Kraftwerke vom Netz genommen

Netz	Erzeugung, Vertrieb, Handel
<p>APG: koordiniert 122 verschiedene Netzbetreiber</p> <p>APG = 100 %-Tochter der Verbund AG, aber organisatorisch unabhängig!</p> <p>Der Kunde schließt mit dem Netzbetreiber einen <b>Netznutzungsvertrag</b> ab. Der Netzbetreiber ist nicht frei wählbar. Die Netztarife sind behördlich geregelt. Als Regulator tritt die <b>E-Control</b> auf (<a href="http://www.econtrol.at">www.econtrol.at</a>).</p> <p>Der erste Ansprechpartner nach einem Stromausfall ist der Netzbetreiber und nicht der Stromanbieter.</p> <p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Netz Niederösterreich GmbH (<a href="http://www.netz-noe.at">www.netz-noe.at</a>, Tochter der EVN AG)</li> <li>• Netz Oberösterreich Strom GmbH (<a href="http://www.netzooe.at">www.netzooe.at</a>)</li> <li>• Energie Netze Steiermark GmbH (<a href="http://www.e-netze.at">www.e-netze.at</a>)</li> <li>• KNG (Kärnten Netz GmbH; <a href="http://kaerntennetz.at">http://kaerntennetz.at</a>)</li> <li>• E-Werk Wüster KG (Ybbs; <a href="http://www.wuesterstrom.at">www.wuesterstrom.at</a>)</li> <li>• Anton Kittel Mühle Plaika GmbH</li> </ul>	<p>Energieversorgungsunternehmen (EVU):</p> <p>Der Kunde schließt mit dem Stromanbieter (Lieferanten) einen <b>Stromliefervertrag</b> ab. Der Kunde kann seit 2001 den Stromlieferanten frei wählen. Die Anbieter stehen im freien Wettbewerb.</p> <p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbund AG (<a href="http://www.verbund.at">www.verbund.at</a>)</li> <li>• EVN AG (<a href="http://www.evn.at">www.evn.at</a>)</li> <li>• Energie AG Oberösterreich (<a href="http://www.energieat.at">www.energieat.at</a>)</li> <li>• Energie Steiermark Kunden GmbH</li> <li>• KELAG AG (<a href="http://www.kelag.at">www.kelag.at</a>)</li> <li>• Linz Strom Vertrieb (<a href="http://www.linzag.at">www.linzag.at</a>)</li> <li>• OMV AG</li> <li>• Wien Energie GmbH (<a href="http://www.wienenergie.at">www.wienenergie.at</a>)</li> </ul>

Energie- und Stromerzeugungsmix in Österreich



Grafik: <http://oesterreichsenergie.at>

(„Blackout“) und das Netz danach neu aufgebaut.

Die aktuelle Netzfrequenz für die APG-Regelzone kann unter folgender Web-URL abgefragt werden: <https://www.apg.at/de/markt/Markttransparenz/Netzregelung/Netzfrequenz>

Folgende Leistungsreserven können unterschieden werden:

- **Primärregelreserve:** Einsatz innerhalb von 30 Sekunden; wird bereits bei Abweichungen von  $\pm 0,01 \text{ Hz}$  aktiviert. Im Netz von Kontinentaleuropa wird eine ständige Primärregelreserve von

$\pm 3000 \text{ MW}$  ständig bereitgehalten; davon entfällt auf die APG etwa  $\pm 70 \text{ MW}$ .

- **Sekundärregelreserve:** Einsatz innerhalb von 5 Minuten
- **Tertiärregelreserve** oder **Minutenreserve:** Einsatz innerhalb von 15 Minuten

Diese Leistungsreserven werden von bestimmten Kraftwerken bereitgestellt.

Zusätzlich stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Kurzfristige Börsengeschäfte
- Notreserven bei anderen Netzbetreibern

Eine weitere Aufgabe der Regelzonenbetreiber ist die **Blindleistungskompensation**. So wie die verfügbare Wirkleistung eine direkte Auswirkung auf die Netzfrequenz hat, so wirkt sich die Blindleistung auf die **Netzspannung** aus. Bisher war das kaum ein Problem, da Blindleistung vor allem durch Generatoren von konventionellen Großkraftwerken bereitgestellt wurde. Im Zuge der „Energiewende“ gehen aber viele dieser Kraftwerke vom Netz. Heute werden dazu „Drosselpulen“ eingesetzt, die immer dann ins Netz geschaltet werden, wenn die Spannung auf einer Leitung zu hoch ist. Ist die Spannung zu niedrig, kommen Kondensatorbänke zum Einsatz. Teilweise werden auch leistungselektronische Kompensationsanlagen sowie Synchrongeneratoren („rotierende Phasenschieber“) eingesetzt.

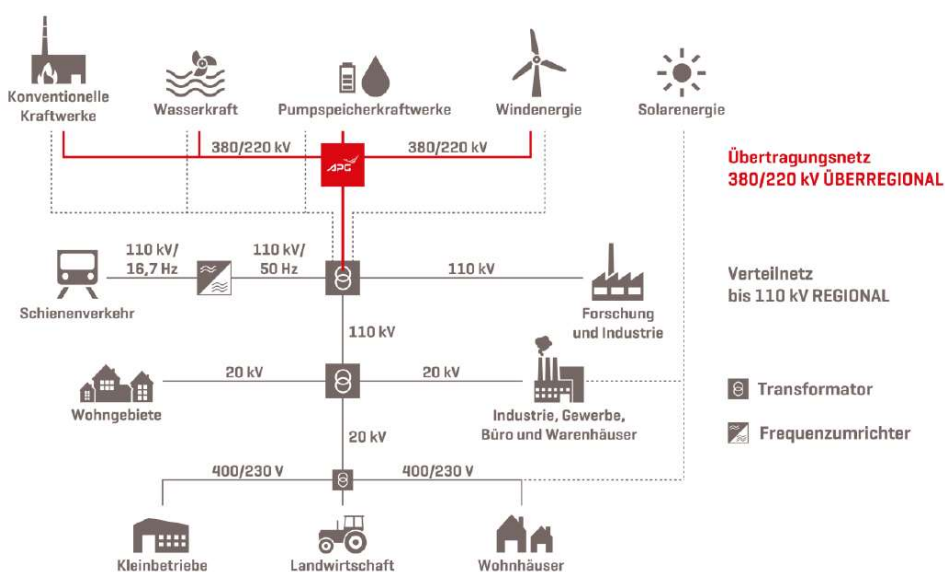
**Netzebenen:** In Deutschland, Österreich und der Schweiz ist die Strukturierung und Verrechnung des elektrischen Energieversorgungsnetzes in 7 Netzebenen gegliedert:

- **Ebene 1:** Höchstspannungsnetz mit 380/220 kV (wird in Österreich ausschließlich von der APG betrieben) – Übertragungsnetz überregional
- **Ebene 2:** Umspannung zwischen Höchst- und Hochspannungsnetz
- **Ebene 3:** Hochspannungsnetz mit 110 kV – Verteilnetz regional
- **Ebene 4:** Umspannung zwischen Hoch- und Mittelspannungsnetz
- **Ebene 5:** Mittelspannungsnetz mit verschiedenen Spannungen, etwa 10 kV – 36 kV
- **Ebene 6:** Umspannung zwischen Mittel- und Niederspannung (Trafostation)
- **Ebene 7:** Niederspannungsnetz mit 400/230 V (Endverbraucher)

Die **Versorgungssicherheit** von Stromnetzen gehorcht der „**n - 1**“-Regel“, d.h. bei Ausfall einer Hochspannungsleitung, eines



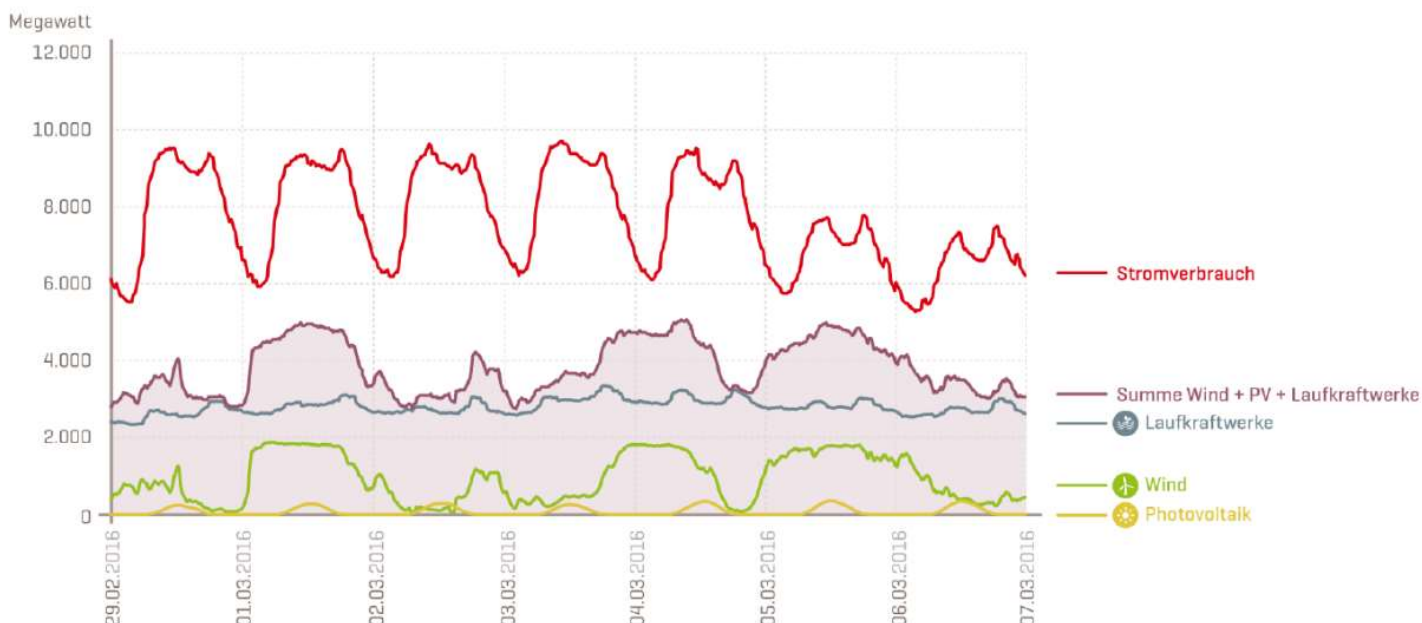
Die 2013 eröffnete Blindleistungs-Kompensationsanlage der TransnetBW in Englstatt. Im Vordergrund sieht man die drei Drosselpulen, dahinter die Kästen mit den Kondensatoren. (Quelle: [www.transnetbw.de](http://www.transnetbw.de))



Kraftwerks oder eines Umspannwerks wird durch Umleitung der Gesamtbetrieb ungestört aufrechterhalten.

Wie man an der folgenden Abbildung (Quelle: APG) erkennen kann, unterliegt

der Stromverbrauch periodischen Schwankungen („Tagesgang“). Während Laufkraftwerke in Österreich einen etwa gleichbleibenden Sockelwert liefern, muss die Spitzenabdeckung durch andere Energieerzeuger erfolgen. Dafür kommen vor





allem Speicherkraftwerke (Kaprun, Maltatal/Kölnbreinsperre) in Frage. Gut erkennbar sind die großen Schwankungen bei der Erzeugung von Energie durch Windkraftwerke und Photovoltaik-Anlagen.

Die Windkraftanlagen sind vor allem im Osten Österreichs vorhanden. Der dort erzeugte, aber nicht benötigte Strom sollte nun gespeichert werden – dafür kommen derzeit nur die Pumpspeicherkraftwerke in Frage, die sich allerdings im Westen Österreichs befinden. Für den Energietransport benötigt man daher leistungsfähige Leitungen.

In der folgenden Abbildung ist erkennbar, dass der 380 kV-Hochspannungsring Lücken aufweist. So fehlt eine 380 kV-Leitung durch Salzburg und eine weitere Leitung durch Kärnten. Der Transport großer Energiemengen von Osten nach Westen ist also derzeit nicht möglich.

Im APG-Masterplan 2030 sollen folgende TOP 10-Projekte realisiert werden:

### Freileitungen

Man kann die Betriebsspannung einer Freileitung durch bloßes Betrachten nicht erkennen. Anhand der Isolatoren ist es jedoch möglich, zu erkennen, wie hoch die maximale Bemessungsspannung sein kann.

Die tatsächliche Betriebsspannung kann niedriger als die Bemessungsspannung sein und „passt“ dann nicht zu der Länge der Isolatoren. Die tatsächliche Betriebsspannung ist nur dem Netzbetreiber bekannt.

Die Höhen einzelner Masten können in Abhängigkeit von der Spannfeldlänge (= Abstand zwischen zwei Masten), der Anzahl der Traversen und dem Gelände (Acker, Hügel, Fluss) stark von diesen Angaben abweichen. Als Leiterseil kommen Kupfer, Kupferlegierungen, Aluminium und Aluminium-Stahl-Seile zum Einsatz; Aluminiumseile hauptsächlich im Niederspannungsnetz. Bei einem Aluminium-Stahl-Seil werden durch den Stahlseil-Anteil die mechanische Zugfestigkeit und über den Aluminium-Anteil die gute elektrische Leitfähigkeit realisiert.

### Bauweisen von Freileitungsmasten

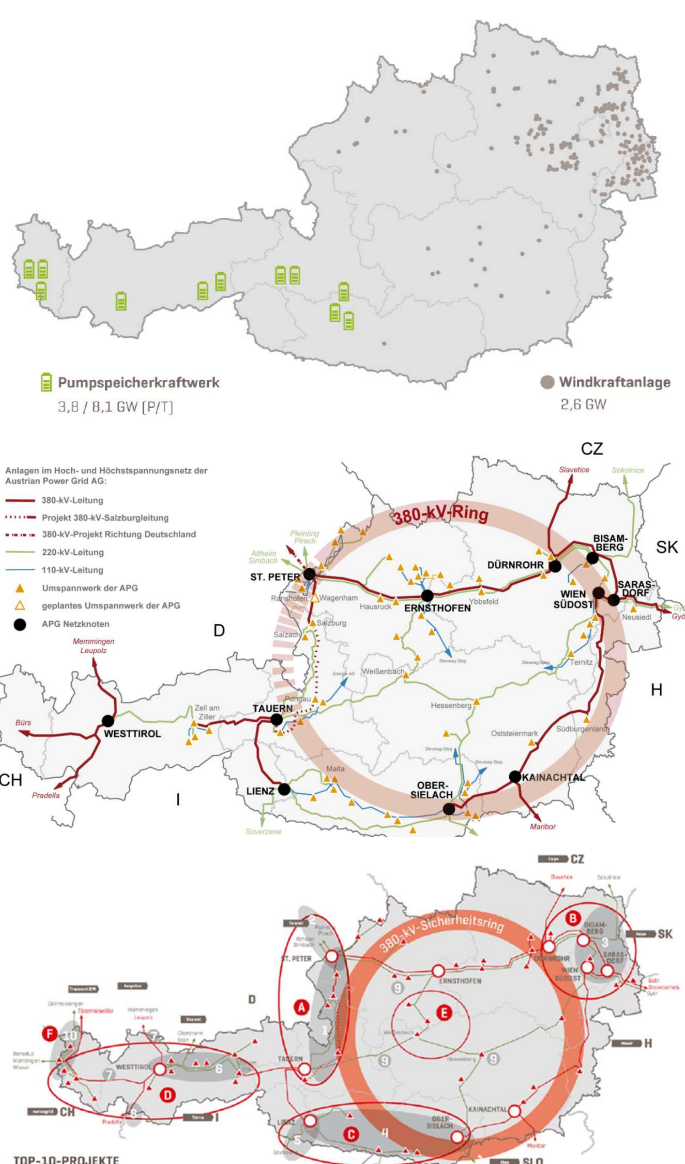
Ein typischer Freileitungsmast besitzt einen oder mehrere Querträger – die sogenannten Traversen. Daran hängen Isolatoren, an denen Leiterseile befestigt sind. Durch diese fließt der Strom. Es handelt sich in der Regel um Verbundseile mit einem Stahlkern und einem Aluminiummantel, die je nach Übertragungsleistung unterschiedliche Querschnitte haben. Für die Spannung von 380 Kilovolt kommt üblicherweise ein sogenanntes Viererbündel aus vier Seilen je Phase zum Einsatz. Zu einem Stromkreis gehören jeweils drei Phasen. Ein Freileitungsmast trägt im Regelfall mehrere Stromkreise.

Die Isolatoren werden heutzutage aus Kunststoff gefertigt, bestehen meistens aus Porzellan, können aber auch aus Glas oder Keramik hergestellt sein. Sie trennen die hohen Spannungen der Freileiterseile von den geerdeten Masten und verhindern, dass Strom von den Seilen auf die geerdeten Masten übertragen wird. Zum Blitzschutz der spannungsführenden Leiterseile verläuft von Mastspitze zu Mastspitze ein Erdseil.

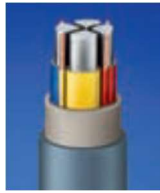

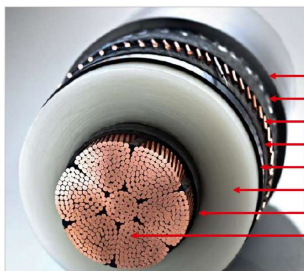
Moderne Freileitungen werden nicht mehr mit Kupferseilen ausgestattet, da Kupfer zu teuer und zu schwer ist.







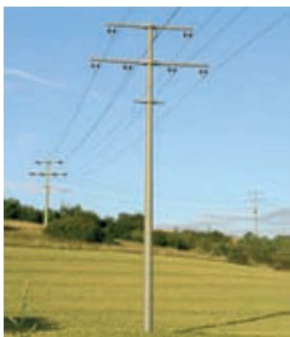


Die Leitungen bis 110 kV bestehen in der Regel aus einem Einfachseil. 220 kV- oder 380 kV-Leitungen werden in der Regel als Bündelleiter (Zweier-, Dreier-, Vierer-Bündel) ausgeführt.

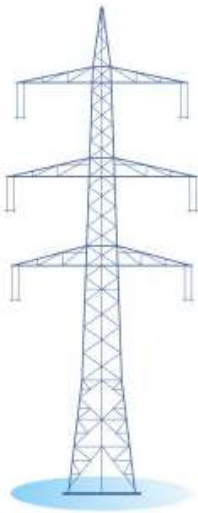

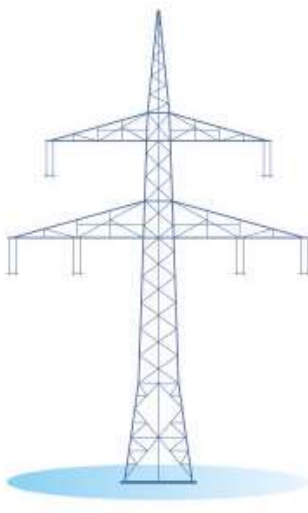
**Erdkabel:** Neben Freileitungen werden auch Kabel zur Übertragung elektrischer Energie eingesetzt. Im Bereich der Mittel- und Niederspannung werden heute fast ausschließlich nur noch Kabelanlagen neu gebaut.



- TOP-10-PROJEKTE**
- A** Salzburgleitung und Deutschlandleitung, 380-kV-Ring, EE-Integration und Marktkopplung
    - Salzburgleitung
    - Deutschlandleitung [Kuppelleitung St. Peter – Deutschland]
  - B** Netzintegration EE (v.a. Windkraft) im Netzraum Ost
    - Netzraum Ost Windintegration
  - C** 380-kV-Ringschluss Österreich Süd, EE-Integration und Marktkopplung
    - Netzraum Kärnten [380-kV-Ringschluss]
    - Italienleitung [Kuppelleitung Linz – Veneto Region]
  - D** West Österreich, Netzintegration EE und Pumpspeicher, Marktkopplung
    - Netzraum Tirol [Netzverstärkung Westtirol – Zell/Ziller]
    - Umstellung auf 380-kV-Betrieb [Systeme Westtirol – Memmingen/Börs]
    - Reschenpass [Kuppelleitung Italien]
  - E** Innerösterreichische 220-kV-Leitungen, [General-] Erneuerungen
    - Generalerneuerungen 220-kV-Leitungen
  - F** EE-Integration, Marktkopplung Bodensee-Raum
    - Netzverstärkung Bodensee-Raum

Niederspannungskabel	Mittelspannungskabel
	
<p><b>Aufbau eines 380 kV-Hochspannungskabels (Bild: APG GmbH)</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Außenmantel (mechanischer Schutz)</li> <li>Querwasserschutz</li> <li>Metallischer Schirm (geerdet)</li> <li>Längswasserschutz</li> <li>Äußere Leitschicht</li> <li>Kunststoff-Isolierung</li> <li>Innere Leitschicht</li> <li>Elektrischer Leiter (Kupfer / Aluminium)</li> </ul>	

Niederspannungs-netz	Mittelspannungsnetz	Hoch- und Höchstspannungsnetz		
				
400 V	20 kV	110 kV	220 kV	380 kV
Länge der Isolatoren: ca. 0,10 m	Länge der Isolatoren: ca. 0,25 m	Länge der Isolatoren: 1,10 m (eine Kette)	Länge der Isolatoren: 2,20 m (zwei Ketten)	Länge der Isolatoren: 3,30 m (drei Ketten)
				
Masthöhe: ca. 8 – 12 m	Masthöhe: ca. 10 – 16 m	Masthöhe: ca. 25 – 30 m	Masthöhe: ca. 35 – 75 m (links 220 kV, rechts 380 kV)	

		
<b>Tonnenmasten</b> verfügen auf jeder Seite über drei Traversen und tragen in der Regel zwei Stromkreise. Deren drei Phasen sind jeweils untereinander angeordnet. Sie kommen mit schmalen Trassen aus und werden bevorzugt dort eingesetzt, wo die Trassenbreite begrenzt ist, etwa wenn Waldgebiete durchquert werden müssen.	<b>Einebenenmasten</b> haben auf jeder Seite jeweils nur eine lange Traverse mit den drei Phasen auf einer Ebene nebeneinander. Diese Masten sind besonders niedrig, erfordern jedoch breite Trassen: Sie werden vor allem verwendet, wenn die Masten nicht zu hoch sein dürfen, beispielsweise in der Nähe von Flughäfen.	Bei <b>Donaumasten</b> befinden sich auf der unteren Traverse zwei und auf der oberen Traverse ein Leiterbündel pro Stromkreis. Damit sind sie niedriger als Tonnenmasten und benötigen eine geringere Trassenbreite als Einebenenmasten.



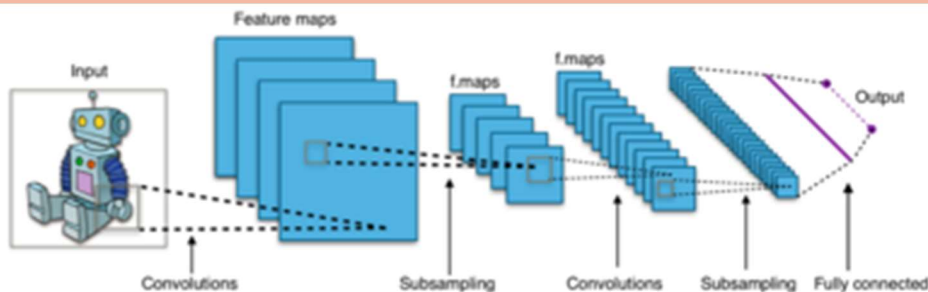


nen ist also nach oben und unten beschränkt. Dies leistet die logistische Funktion. Dieser Schwellwert muss erst per Training erlernt werden.

Man beachte, dass das Netz den Algorithmus zur Berechnung der Dezimalzahl aus Dualzahlen ( $11011 = 16 + 8 + 2 + 1 = 27$ ) nicht zur Verfügung hat. Das Netz erzeugt im Laufe des Lernprozesses Werte für die „Gewichte“ (in den Farben „hellblau“ bis „grün“ dargestellt), die den Verbindungen (den „Vektoren“) der (künstlichen) Synapsen entsprechen. Dadurch entsteht eine angenäherte Zahl, die als  $31 \cdot 0,88 = 27,28$ , abgerundet 27, den Ausgabewert entspricht.

In der Realität ist die Anzahl der Schichten („Layer“) natürlich deutlich höher. Dabei wurde eine „Faltungsschicht“ als erste Schicht eingeführt, die Informationen über die weiteren Schichten enthält. Wenn man beispielsweise „Bilder“, in Pixel dargestellt, verarbeiten möchte, wandelt die Faltungsschicht nun das gegebene Bild in numerische Werte um und ermöglicht es dem Netzwerk „räumliche Bilder“ zu „verstehen“. „Faltung“ ist also mathematisch eine Operation, um zwei Datensätze zusammenzuführen.

Bilder mit vielen Pixeln (z.B. 4 MByte) müssen vom Informationsgehalt her verkleinert bzw. „ausgedünnt“ werden. Dazu wird „Pooling“, ein Zusammenfassen von Schichten, verwendet, um die Dimension des Bildes zu reduzieren. Das Ergebnisfeld enthält dann die Durchschnittswerte bei der Berechnung des Musters des Empfangsfeldes.



Um dem Netz jetzt zu sagen, welche Eingabewerte es verarbeiten soll, ohne dass es eindeutige Vorgaben bekommt, muss das Netz selbst lernen, welche Einstellungen am meisten geeignet sind. Man überträgt beispielweise Pixelwerte eines Bildes (eines Tieres) und vergleicht Anfangswerte mit dem korrekten Resultat. Am Anfang wird das schlecht funktionieren, aber mit jedem Durchlauf besser. Das Programm justiert sich immer wieder nach und am Ende des Trainings soll das Programm in der Lage sein, auch Bilder zu klassifizieren, die es nie zuvor gesehen hat. Der Endpunkt des „Trainings“ bedeutet, dass innere Parameter, die „Gewichte“, so angepasst sind, dass das Netz die antrainierte Aufgabe gut lösen kann (siehe auch unser obiges Beispiel zur Zahlenumwandlung). Die Gewichte bestimmen auch die „Worteinbettungen“ d.h. Wörter müssen so geeignet dargestellt werden, dass ähnliche Bedeutungen der Worte sich auch in der mathematischen Darstellung kaum unterscheiden. So ordnet man Hund und Katze ähnliche Vektoren zu („Haustier“, „Fell“, „füttern“), während Hund und Mund trotz der ähnlichen Buchstabenwahl eine größere Entfernung voneinander

Daten durch eine „Schleifenarchitektur“ auch in zurückliegende Schichten übertragen. Das Netzwerk bekommt einer Art „Gedächtnis“.

Traditionelle maschinelle Übersetzungsprogramme wie „Google Translate“ basieren auf diesen rekurrenten neuronalen Netzen, die allerdings keine langen Dateneingaben verarbeiten können. Denn die Informationen, die in ihren inneren Vektoren gespeichert sind, gehen nach mehrmaligem Aktualisieren wieder verloren. Wenn etwa zwei Wörter aufeinander Bezug nehmen und sie voneinander weit entfernt sind, kann das Programm dies meist nicht erkennen. Außerdem lassen sich die Rechenschritte nicht „parallelisieren“: Das Netz kann die Inhalte nur Wort für Wort abarbeiten und nicht parallel.

## 2. Fortschritte durch die Transformer-Architekturen

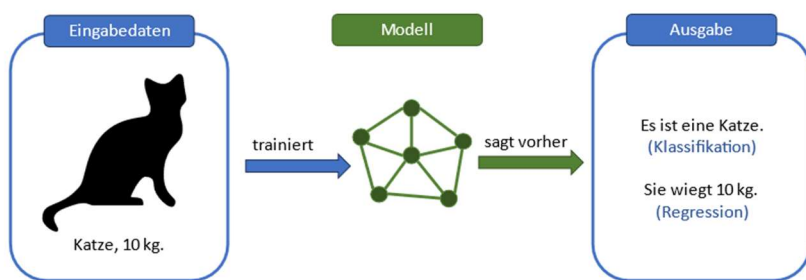
Nun hat man einen neuen Ansatz gefunden: Die Abkürzung GPT heißt „Generative Pre-trained Transformer“. Transformer sind spezifische neuronale Netze, die einen „Aufmerksamkeits-Mechanismus“ enthalten: Um herauszufinden, welche Worte zusammenhängen, ordnet man jedem Wort einen Schlüssel-, Wert- oder Anfragevektor zu und verrechnet sie miteinander („Attention is all you need“). Auch wir Menschen nehmen nicht jedes Signal unserer Umgebung wahr - das Gehirn filtert unentwegt Sinneseindrücke und lenkt die Aufmerksamkeit auf relevante Signale.

Beim Aufmerksamkeitsschritt werden nun Koeffizienten  $a_i$  berechnet ( $a_1 = q_1 \cdot k_1, a_2 = q_2 \cdot k_2, \dots$ ), die die Worte „Ich“, „lese“, „Zeitung“ unterschiedlich gewichten: „Ich“ bekommt  $y_1 = a_1 \cdot v_1 + a_2 \cdot v_2 + a_3 \cdot v_3$  und damit einen neuen gewichteten Wert  $y_1$ .

Diesen Mechanismus versuchen Transformer-Netzwerke zu übernehmen:

Wieder einmal steht die Worteinbettung im Vordergrund: Relevante Informationen der Eingabe werden erfasst und die Wörter codiert. Das macht der **Encoder**. Er sammelt diese Informationen und speichert sie in einen Vektor. Der Vektor wird an den **Decoder** weitergeleitet, der daraus eine Ausgabe erzeugt.

Nun beginnt das Training – wochenlang. Der Transformer verarbeitet nun die gesamte Eingabe gleich-zeitig – setzt alle



Als alternative Methode wird ein Pixel mit dem maximalen Wert aus der Vielzahl ausgewählt und zum Ausgangsfeld gesendet. Dabei kommen „Filter“ zum Einsatz, die z.B. die Größe  $3 \times 3$  haben, das Eingangsbild „überstreichen“ und die größten Werte herausfiltern. Für die einzelnen Ausschnitte werden Matrizenmultiplikationen durchgeführt (siehe untere Abbildung).

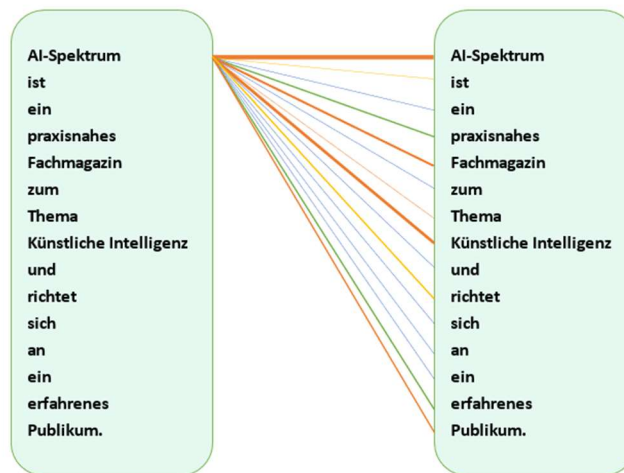
aufweisen, und daher unterschiedliche Vektoren haben werden. Manchmal geht es um einfache Arithmetik: Zieht man etwa vom Wort „Hengst“ die Darstellung „männlich“ ab, sollte das Ergebnis in der Nähe von „Stute“ liegen! Siehe auch die Abbildung.

Wie oben schon erwähnt, sorgen die Algorithmen dafür, dass die Information nicht nur vom Eingang zum Ausgang übertragen wird, sondern die Neuronen können die

„Ich“	-> $v_1 = (0,1,0, \dots, 0)$ mit Wert $v_1$ , Anfrage $q_1$ und daraus Schlüssel $k_1$
„lese“	-> $v_2 = (1,0,0, \dots, 0)$ mit Wert $v_2$ , Anfrage $q_2$ und daraus Schlüssel $k_2$
„Zeitung“	-> $v_3 = (0,0,1, \dots, 0)$ mit Wert $v_3$ , Anfrage $q_3$ und daraus Schlüssel $k_3$



„relevanten“ Worte zueinander in Bezug und versucht herauszufinden, was wie miteinander zusammenhängt. Er verknüpft einzelne Wörter miteinander- und erzeugt damit eine neue mathematische Darstellung. Das ist der **Aufmerksamkeitsmechanismus**. Man ordnet zunächst jedem Wort einen Abfrage-, Schlüssel- oder Wertevektor zu. Sie werden berechnet, indem man die ursprüngliche Wortdarstellung mit drei verschiedenen Matrizen multipliziert – einer Abfrage-, Schlüssel- und Wertematrix, deren Einträge das Transformer – Netzwerk durch Training bestimmt. Mit Hilfe der drei Vektoren kann man jedes Wort mit allen anderen in Bezug setzen – um damit herausfinden, welchen Inhalten man besonders viel Aufmerksamkeit schenken muss und welche Eingaben wie zusammenhängen.



Mathematisch gesehen, erzeugt die Eingabe einen hochdimensionalen Vektor – pro Wort (bis zu  $2^{12}$  Komponenten)! Diesen multipliziert das Netz mit den drei Abfrage-, Schlüssel- und Wertematrizen. Dann nimmt es sich die Bestandteile des Satzes einzeln vor und vergleicht ihn mit den bereits vorhandenen Schlüsselvektoren. Dazu wird das Skalarprodukt der beiden Vektoren gebildet – dadurch entsteht eine Zahl. Die dient als Maß dafür, wie ähnlich zwei Vektoren sind, also wie gut die Suchanfrage zu den gesetzten Ausdrücken passt. Der neue Vektor für ein Eingabewort (z.B. „Ich“) ergibt sich dann, indem man alle gewichteten Wertevektoren summiert und erhält damit eine neue Darstellung des eingelesenen Wortes „Ich“.

Die nachfolgenden Worteingaben lassen sich parallelisieren und damit kann man die Eingaben schneller verarbeiten. Die nun erhaltenen neuen Vektoren werden dann durch ein vorwärts gerichtetes neuronales Netz (CNN) geschickt, das die Objekte in eine passende Darstellung bringt. Der Zyklus aus „Aufmerksamkeit“ und „vorwärts gerichtetes Netz“ wird mehrmals durchlaufen. Am Ende ergibt der Encoder zu jedem Wort einen „Darstellungsvektor“ aus, und die zugehörigen Schlüssel- und Wertevektoren, die für die weitere Verarbeitung im Decoder relevant sind. Auch der Decoder führt den Aufmerksamkeitsmechanismus durch und optimiert die Aufgabe durch Vervollständigen von einem Satz etc.

Die Dicke der Striche im unten angeführten Beispiel gibt den Aufmerksamkeitslevel an: Die Fachzeitschrift „AI-Spektrum“ wird charakterisiert: Der wichtigste zweite Begriff ist „künstliche Intelligenz“, der nächste „Fachmagazin“ usw. Mit den Verbindungsstrichen im Satz wird also der Aufmerksamkeitsmechanismus manifestiert und in Wahrscheinlichkeitswertem codiert (Abbildung)

### 3. Macht nur das „halbe“ Sprachmodell den Erfolg aus?

Damit scheint die Sache klar: Der Encoder übernimmt die Eingabe und codiert. Im Abgleich mit dem Schlüsselvektor (oder der Schlüsselmatrix) wird mit den bereits gelernten Begriffen verglichen. Die Informationen werden gesammelt und wieder gespeichert. Die codierte Information wird an den Decoder weitergeleitet und dann wird die Ausgabe erzeugt. Würde man das menschliche Gehirn als Modell nachbilden, würde man genau so vorgehen. Nur dass die Modelle der künstlichen Intelligenz bisher nicht rasend erfolgreich waren...

Daher ging man einen anderen Weg (siehe untenstehende Abbildung)

Aus einem „full transformer“ wird ein „generator-only transformer“ ohne Encoder. Das Sprachmodell GPT-3 besteht beispielsweise aus 96 Decoder – Schichten. Allerdings hat Chat-GPT eben nur Decoder, keine Encoder. Mit dem Aufmerksamkeitsmechanismus und den Netzwerkkomponenten wird die Antwort – der Vektor – verlängert. Die Antwort wird ausgegeben. Die dadurch entstehende „Schleife“ wird mit der ergänzten Antwort wiederholt bis ein „Ende“ – Symbol auftaucht. Dieses kann wie normale Zeichen auch trainiert und ausgegeben werden. So entsteht Schritt für Schritt der Ausgabertext.

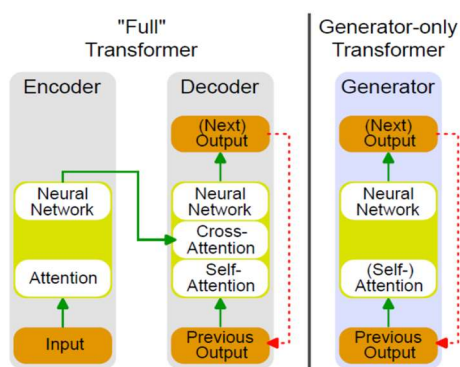
Um hier eine sinnvolle Ausgabe zu produzieren, wandelt der Algorithmus die Eingabe durch die bereits früher gelernte Worteinbettung in eine vektorielle Darstellung um. Jedes Wort durchläuft anschließend den Aufmerksamkeitsmechanismus, bei dem die Vektoren  $v$ ,  $q$  und  $k$  bestimmt werden. Der Decoder bewertet die Bedeutung der einzelnen Inhalte, indem er das Wort mit den voran gegangenen Eingaben vergleicht. Er berechnet eine neue vektorielle Darstellung, die die wichtigsten semantischen Informationen codiert.

Am Ende liefert der Transformer eine Wahrscheinlichkeitsverteilung: Für jedes Wort aus seinem Sprachschatz (mehrere 10.000 Einträge) berechnet er eine Zahl,

die angibt, wie wahrscheinlich das Wort auf eine Eingabe folgt. Aus den besten Operationen wählt er aus. Im Beispiel hat Chat-GPT für „AI-Spektrum“ als nächstes Wort „künstliche Intelligenz“ genommen, dann „Fachmagazin“ usw.

Der Durchbruch von Chat-GPT ist also gerade dadurch gelungen, dass man auf rekursive Strukturen innerhalb der neuronalen Netze verzichtet hat. Der „Umweg“ bestand also darin, das menschliche Gehirn eben nicht genau nachzubilden. Mit der exakten Nachbildung war man mäßig erfolgreich. Bei Chat-GPT und Google BERT verwendet man nur neuronale Netze ohne Rekursion und bettet sie in „Transformer“-Strukturen ein. Dies hat den Erfolg erhöht.

Bei allen Transformer-Architekturen hat sich zwar die Struktur nie geändert, aber die Parameter für die Trainingsdaten sind laufend gestiegen, von 10 auf 175 Mrd Parameter. Es wurde am Anfang mit 40 GByte Text trainiert, in der Version 3 waren es schon 570 GByte. Entsprechende Trainings mit Menschen für „möglichst gefällige Antworten“ und viel inhaltlichem Feedback ergänzten das Vorbereitungsprogramm. Plötzlich schreibt eine Maschine spannende und grammatikalisch richtige Sätze, die man sonst nur von (gebildeten) Menschen erwarten würde.



# Artificial Intelligence und die berüchtigte Blackbox

Nora Aurer

Eine der größten Hürden für die Verwendung von *Machine Learning* im Alltag ist die schwere Nachvollziehbarkeit des Outputs von *Artificial Intelligence* Algorithmen. Input wird in eine Blackbox eingespielt – und ausgespielt wird ein unerklärbares Ergebnis. Oberbegriffe wie *Machine Learning* oder *Artificial Intelligence* bekommen dadurch einen ominösen Charakter. Zusätzlich verstärken Medienberichte über diskriminierende *Artificial Intelligence* das Gefühl des Unkalkulier- und Unberechenbaren.

<https://en.unesco.org/artificial-intelligence/ethics/cases>

Damit *Artificial Intelligence* in unserem Alltag Akzeptanz findet und ihr positives Potenzial gänzlich entfalten kann, müssen ihre Entscheidungen für uns Menschen nachvollziehbar sein. Es gibt bereits mehrere vielversprechende Methoden, die die Prognosen von *Machine Learning* Algorithmen hinterfragen und erklären können. Besonders faszinierend ist die Methode der *Feature Visualization*. Diese ermöglicht es, die Denkweise von *Machine Learning* Algorithmen – streng genommen von Neuronalen Netzwerken – zu veranschaulichen. Die Architektur dieser Netzwerke ist an das menschliche Gehirn angelehnt und soll das Lernen und Kommunizieren über ein neuronales Netz nachempfinden. Für alle die noch wenig Erfahrung mit künstlichen Neuronalen Netzwerken haben, ist hier eine vereinfachte Erklärung dieser. Die Kernkonzepte, die ich hier vorstellen werde, werden uns im folgenden Abschnitt helfen die Methodik der *Feature Visualization* besser verstehen zu können:

Ein Neuronales Netzwerk versucht Ähnlichkeiten zwischen Inputs zu erkennen und lernt diese bestimmten Kategorien zuzuordnen. Es besteht aus miteinander kommunizierenden Neuronen, die in der Regel alle ähnlich aufgebaut sind. Ein Neu-

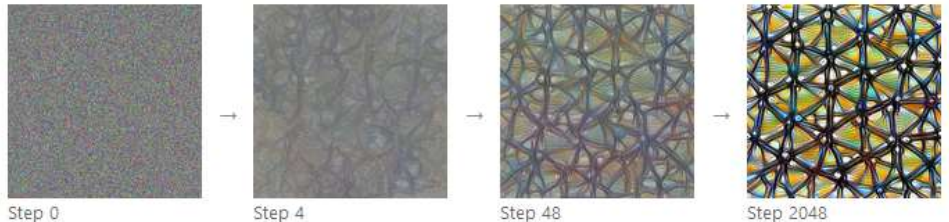


Abbildung 2: Prozess der iterativen Veränderung von Bildrauschen;

Quelle: <https://distill.pub/2017/feature-visualization/>

ron besteht aus zwei auszuführenden Funktionen.

1. Der erhaltene Input wird mit einem gewichtenden Faktor multipliziert. Die Stärke der Gewichtung wird während eines Trainingsprozesses optimiert.
2. Anschließend summiert das Neuron alle gewichteten Inputs und wendet eine sogenannte „Aktivierungsfunktion“ an. Das Ergebnis der Aktivierungsfunktion entscheidet, wie stark ein Neuron aktiviert wird und daher auch wie stark der Output eines einzelnen Neurons das Gesamtergebnis beeinflusst – ein stärker aktiviertes Neuron übt größeren Einfluss auf das Ergebnis aus.

Ein Input durchwandert das Neuronale Netz, wobei verschiedene Eigenschaften unterschiedlich stark gewichtet, summiert und aktiviert werden. Aus dem modifizierten Input entsteht schlussendlich ein Output, der im besten Fall korrekt und nützlich ist.

## Feature Visualization

Das Konzept der *Feature Visualization* hilft Menschen zu verstehen, wo und warum einzelne Neuronen aktiviert werden und wie aus diesen eine Prognose entsteht.

Die Methode wird vor allem bei der Analyse von Bildklassifikationsalgorithmen angewendet, da zur Vermittlung zwischen Mensch und Maschine Graphiken generiert werden.

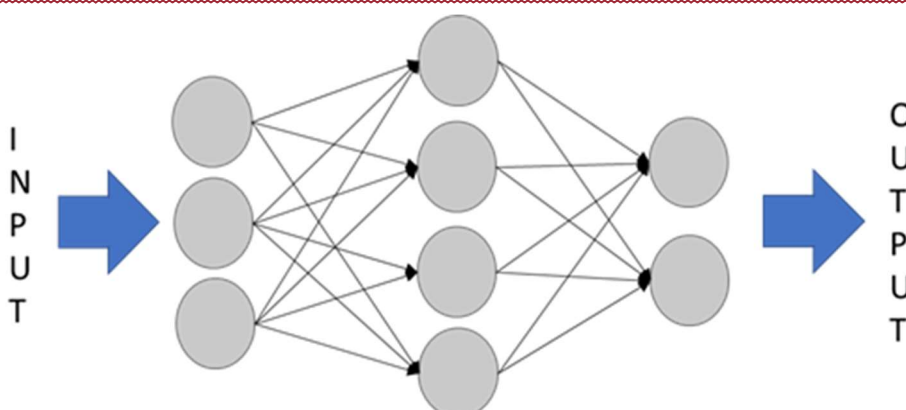
Voraussetzung für die Anwendung von *Feature Visualization* ist ein anwendungsfähiges Neuronales Netzwerk, das schon anhand von Beispielsbildern trainiert wurde und für Prognosen verwendet werden kann.

Für die *Feature Visualization* wird ein vollkommen fiktives Bild gesucht, das ein bestimmtes Neuron maximal aktiviert. Anders formuliert bedeutet das, dass ein Bild generiert wird, dessen Eigenschaften ein besonders hohes Ergebnis bei der Berechnung der Aktivierungsfunktion eines ausgewählten Neurons erzielen.

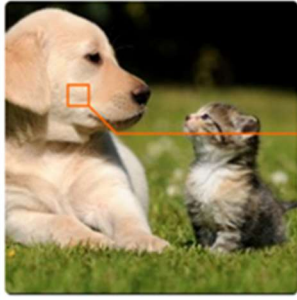
Diese Maximierung wird mittels eines *Gradientenverfahrens* durchgeführt. Hierbei wird ein Input so lange iterativ verändert, bis eine erneute Überarbeitung zu keiner Erhöhung der Neuronenaktivierung mehr führt. Zuerst wird mit zufälligem Bildrauschen (Step 0 in **Abbildung 2**) begonnen. Das Bildrauschen wird nun schrittweise auf vollkommen zufälliger Art und Weise verändert, bis sich die Neuronenaktivierung nicht mehr vergrößert. Step 2048 in **Abbildung 2** zeigt das optimierte Bild, das eine maximale Aktivierung hervorruft.

Die Erzeugung mehrerer dieser neuronenenaktivierenden Graphiken ermöglicht es, Input-Bilder durch die Linse eines Neuronalen Netzwerkes wahrzunehmen. Daher wird für jedes Neuron das maximal aktivierende Bild gesucht und abgespeichert. In einem nächsten Schritt wird das zu untersuchende Input-Bild in kleinere Pixelfelder unterteilt und jedes Pixelfeld individuell analysiert. Für jede Bildeinheit werden die aktivierten Neuronen der Aktivierungsstärke nach geordnet und deren optimierte Bilder aggregiert.

Abbildung 1: Neuronales Netzwerk







**Abbildung 4:**  
Pseudobilder der vier am stärksten  
aktivierten Neuronen; Quelle:  
<https://distill.pub/2018/building-blocks/>



Aggregationsergebnis

Dies möchte ich an einem konkreten Anwendungsfall veranschaulichen.

**Abbildung 3** zeigt auf der linken Seite ein von einem Neuronale Netzwerk bereits als Labrador Retriever gekennzeichnetes Katzen-Hund Bild. Mit *Feature Visualization* kann nun die Ratio hinter dieser Kategorisierung analysiert werden. Zuerst wird das Katzen-Hund Bild in mehrere Pixelfelder unterteilt. Beispielhaft für den eingerahmten Abschnitt auf der Wange des Hundes werden in **Abbildung 4** die vier optimierten Bilder der vier am stärksten aktivierten *Neuronen* gezeigt.

Werden die optimierten Bilder nun mit Berücksichtigung der Aktivierungsstärke aggregiert, entsteht ein für das gewählte Pixelfeld repräsentatives Bild – das Aggregationsergebnis.

Wendet man diese Methode an jedem Pixelfeld an, entsteht - wie in **Abbildung 3** - ein Gesamtbild aus „Neuronenaktivierenden Pseudobildern“, die verdeutlichen, wie das Neuronale Netzwerk das Input-Bild wahrnimmt. Uns Menschen wird dadurch ermöglicht etwaige Prognosefehler eines Modells nachzuvollziehen und im Folgenden das Model anzupassen, um künftig ähnliche Fehler zu vermeiden. Durch die Skalierung der Pixelfelder nach Aktivierungsstärke, können wir außerdem feststellen welche Komponenten des Input-Bildes relevant für die Prognose sind.

Bei unserem Beispielbild ist vor allem der Schnauzenbereich, sowie die Schlappohren des Hundes für die Prognose entscheidend – die Katze wurde dagegen kaum berücksichtigt. Das Bild wurde daher verständlicherweise

als Hund, insbesondere als Labrador Retriever, klassifiziert. (Ich bin zwar keine Hunderassenexpertin, und ich kenne die Unterschiede zwischen Labrador Retriever und Golden Retriever nicht, aber die Klassifikation Hund ist zweifellos richtig!)

Wir sehen also die Blackbox von *Artificial Intelligence* ist gar nicht so dunkel. Durch innovative Methoden können *Artificial Intelligence* Prognosen hergeleitet und in Verbindung mit Visualisierungen auch von Laien verstanden werden.

Die Informationen aus diesem Artikel stammen vor allem aus zwei Quellen. Der Artikel [Feature Visualization](#) befasst sich genauer mit dem Konzept der Feature Visualization, während [The Building Blocks of Interpretability](#) dieses Konzept um andere Methoden erweitert und dadurch eine noch umfassendere Möglichkeit zur Modelinterpretation vorstellt. Beide Artikel enthalten Interaktive Graphiken, die die Konzepte sehr gut verdeutlichen. Ich kann sie Interessierten sehr empfehlen!

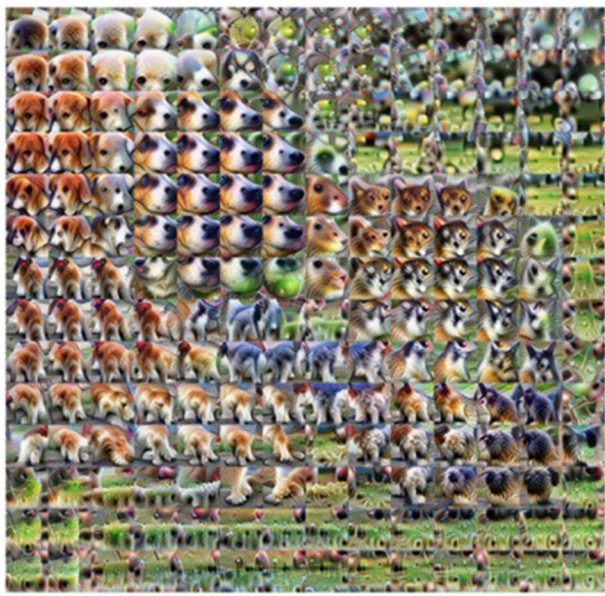


Input-Bild

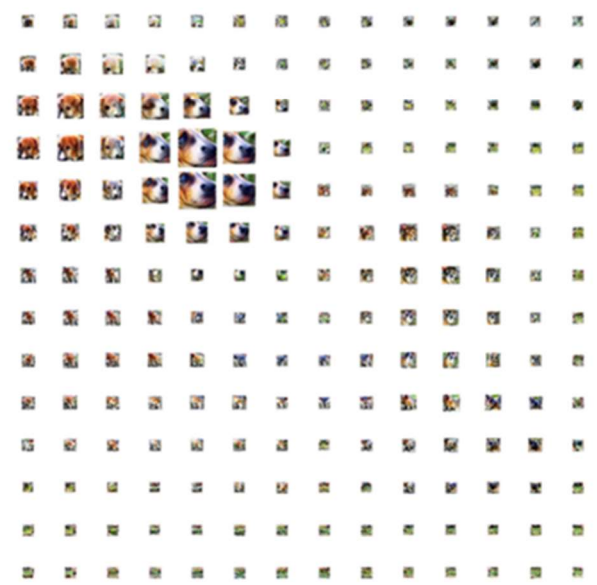
**Abbildung 3: Vom Input-Bild zum Pseudobild-Mosaik; Quelle:**  
<https://distill.pub/2018/building-blocks/>



Neuronenaktivierende  
Pseudobilder



Pseudobilder skaliert  
nach Aktivierungsstärke



# KI-basierte Wissensabfrage auf deutsch - PCnewsGPT

Andreas Kunar

*Noch nie zuvor hatten wir eine solche Menge an verfügbarem, nachschlagbarem Wissen. Egal ob für uns als Individuen, oder als Teil von Organisationen bzw. Firmen. Das immer größer werdende Problem dabei ist, das passende Wissen auch zu finden. Waren früher Verzeichnisse und Karteien bzw. später Suchmaschinen unsere Helfer, so kann uns die Künstliche Intelligenz (KI) hier völlig neue Perspektiven eröffnen, da die KI eben nicht nur so wie die Suchmaschinen Schlagwörter kennt, sondern die Bedeutung unserer Fragen verstehen kann. Durchaus ähnlich einem menschlichen Bibliothekar, bloß mit unendlicher Geduld und auch zumeist mehr Fachwissen.*

In diesem Beitrag versuche ich eine Einführung zum den aktuellen Stand der KI zu diesem Thema zu geben. Speziell auch dahingehend, wie das technisch, am eigenen Computer, und für deutschsprachige Wissensinhalte funktioniert. Englisch ist ja die typische Internet- und KI-Sprache – die meiste KI wurde mit weniger als 0,1% Deutschsprachigen Inhalten angelernt.

Als praktisches Beispiel verwende ich einen ausprogrammierten Prototyp für die KI-Abfrage von deutschsprachigen Wissensinhalten am eigenen Computer – PCnewsGPT. Den Namen habe ich übrigens gewählt, da ich zum Testen der Lösung die Inhalte der Clubzeitung PC-News als Wissensbasis verwendet habe. Der Prototyp funktioniert aber natürlich auch für beliebige PDF-Inhalte mit eingebettetem Text.

## KI-Grundlagen, aber etwas anders ...

Bevor wir in die Details einsteigen, hier ein kurzer KI-Überblick, um die Technik hinter PCnewsGPT einfacher zu verstehen.

Was ist eigentlich Intelligenz? Frei nach Mustafa Suleyman, dem ex-Chef von DeepMind/Google bedeutet dies:

1. Die aktuelle Situation zu erkennen: „*Synthesize Information*“/Verstehen
2. Darauf basierend Vorhersagen treffen zu können: „*Make Predictions*“/Vorhersage
3. Und ausgehend davon Aktionen zu setzen: „*Take Actions*“/Aktionen

Punkt 3/Aktionen klammern wir hier weitgehend aus. Unsere KI ist bloß ein Kopilot, der uns als Kapitän unterstützt. Die KI handelt hier nicht selbstständig, sondern hilft uns nur mit Wissensantworten auf Fragen.

Die Punkte 1/Verstehen der Frage bzw. des Wissenskontexts, und 2/Vorhersage der zur Frage und dem Kontext passenden Antwort, sind das Wesentliche an KI-Lösungen wie z.B. chatGPT. Diese KI-Lösungen basieren auf KI-Modellen, sogenannten **Large Language Models** (LLMs), welche unsere Sprache sehr gut verstehen. Sie sind dabei Programme, welche stark vereinfacht unserem Gehirn nachempfunden sind – als **Künstliche Neuronale Netzwerke**. Die Neuronen darin sind eigentlich mathematische Formeln und Berechnungen,

und sehr viele dieser Neuronen sind nebeneinander in vielen Schichten und auch hintereinander dann zu einem Netzwerk verbunden.

Das Wissen der KI wird dabei vorab von ihr aufwändig und selbstständig von Lernmaterialien angelernt. Als Lernmaterial dient dabei ein ausgewählter, großer Teil des Internets. Beim Lernen speichert die KI dabei nicht die Eingaben, sondern sie ändert im Lernprozess die Feinstruktur des Neuronalen Netzwerkes – wie intensiv bestimmte Neuronen zusammenhängen, und wie sie reagieren sollen. Und zwar sowohl im Teil 1/Verstehen als auch für Teil 2/Vorhersage. Diese angelernten Einstellungen werden als **Parameter** des KI-Modells bzw. LLMs bezeichnet. Ein gutes, aktuelles LLM hat viele Milliarden bis zu einer Billion Parameter.

Die KI bildet beim Lernen selbstständig eine Art mentales Modell für Verständnis und Vorhersage im LLM. Sie lernt und verdichtet dabei die Zusammenhänge des Lernmaterials und speichert nicht bloß dessen Texte, wie normale Programme das tun. Dieses Lernen ist aber extrem berechnungsintensiv, die aktuellen KI-Anwendungen lernen daher im aktiven Betrieb nichts mehr dazu.

## Transformer – der KI-Durchbruch

Die Elemente des Neuronalen Netzwerkes sind zumeist in sogenannten „**Transformer**“-Strukturen angeordnet. Die Anwendung der Transformer-Idee verhalf der KI erst zum Durchbruch – chatGPT steht übrigens für „chat“ mit Generative (erzeugt Antworten) **Pretrained** (d.h. angelernter) Transformer.

Ein Transformer teilt das neuronale Netz in die bereits bekannten, aber getrennten Neuronalen Netzwerkeile für 1/Verstehen und 2/Vorhersage. Er analysiert die Bedeutung der Eingabe und liefert eine Vorhersage für eine passende Antwort – und zwar Wortteil für Wortteil zusammengesetzt.

Transformer LLMs haben folgende wesentliche Qualitätskriterien:

- Die Anzahl der Modellparameter – mehr heißt meist besser, benötigt aber auch weit mehr Rechenleistung – sowohl zum Anlernen als auch zum Ausführen. Typische aktuelle Transformer LLMs haben einige Milliarden (engl. Billion, z.B. Meta's LLaMA-2 7B) bis zu einer Billion (engl. Trillion, geschätzt für GPT-4/chatGPT) Parameter.
- Qualität des Lernmaterials – ist es bloß pures, unsortiertes Internet oder ausgewählt gutes Material; und wie sieht es mit internationalen Inhalten aus, oder ist es nur Englisch. Einer der Qualitätsaspekte von chatGPT ist, dass es zusätzlich noch mit menschlich ausgewähltem Material angelernt ist (*Reinforced Learning with Human Feedback*).
- Maximale Eingabekontextlänge als Eingabelimit – der Teil 1/Verstehen des Transformers ist in der Eingabetextlänge limitiert. Ab die-

ser maximalen Länge „vergisst“ der Transformer alles Ältere, und ohne jegliche Warnung bzw. Fehlermeldung. Das Neuronale Netz verhält sich hier durchaus menschenähnlich, es hat eine Aufmerksamkeitsspanne, und Eingabetexte sind damit in der Länge limitiert. Erschwerend dabei ist, dass während des Antworterzeugens und als Gedächtnis im Dialog hier alles mitgezählt wird – der Transformer lernt ja eigentlich nicht dazu, alles ist im aktuellen Netzwerkteil 1/Verstehen inkludiert. Längerer maximaler Eingabekontext vergrößert typischerweise auch die Rechenleistungsanforderungen dramatisch.

## Mehr KI-Fachchinesisch: Transformer, Embeddings, Vektordatenbanken

Ein Transformer besteht ja im Wesentlichen aus den Bereichen 1/Verstehen und 2/Vorhersage. Der Übergang zwischen diesen beiden Teilen ist ein einzelner Zahlenvektor, bezeichnet als „**Embeddings**“. Dieser Vektor besteht aus vielen hunderten bis tausenden Gleitkommazahlen, abhängig vom KI-Modell. Dieser Embedding-Vektor ist damit eigentlich eine Darstellung der verstandenen inhaltlichen Bedeutung der Texteingabe des Transformers. Embeddings sind daher eine Codierung der inhaltlichen Bedeutung eines Textes durch einen Vektor. Damit sind Transformer nicht nur insgesamt fürs Erzeugen von Antworten interessant, sondern deren erster Teil (1/Verstehen) mit dem Ergebnis-Embedding-Vektor hilft auch bei der Erfassung der Bedeutung von Texten.

Zwischen verschiedenen Embedding-Vektoren kann nämlich eine „Nähe“ berechnet werden, d.h. wie ähnlich sich Texte von der Bedeutung her sind. Z.B. „Franz sucht Hans“ verwendet die gleichen Worte und mag für die schlagwortorientierten Suchmaschinen ähnlich zu „Hans sucht Franz“ klingen, deren Bedeutung und Embedding-Vektoren sind aber deutlich verschieden. Und umgekehrt sind eine andere Wortwahl bzw. Synonyme einander in Embeddings sehr nahe. Die Werte für die Embeddings ist ja über das angelernte Mentale Modell der KI gegeben. Oft geht die auch über Sprachgrenzen hinweg – wenn das KI-Modell mit mehrsprachigen Inhalten angelernt wurde (z.B. in dem es mit Wikipedia angelernt wurde), erkennt es meist auch Zusammenhänge außerhalb des eigentlichen Lernmaterials über Sprachgrenzen hinweg, d.h. versteht sehr viele Inhalte unabhängig von der Sprache.

Technisch gibt es einige verschiedene Methoden für die Berechnung der Nähe von Vektoren – es ist ja nicht ganz einfach, tausende Zahlen zu vergleichen – „*Cosine Similarity*“ (d.h. mathematische Cosinus-Ähnlichkeit) ist dabei die am häufigsten verwendete.

Embedding-Vektoren ermöglichen eine neue Art von Datenbanken, nämlich Datenbanken, die über die Inhaltsbedeutung und



nicht wie bisher nach Kategorien und Schlagwörtern abgefragt werden können. Diese Datenbanken werden als **Vektordatenbanken** bezeichnet. Vektordatenbanken liefern bei einer Abfrage eine gewisse Maximalanzahl passender Datenbankinhalte zurück, welche am besten zur Bedeutung der Abfrage passen. Dies erfolgt dadurch, dass sie beim Speichern von Inhalten deren Embeddingvektoren berechnen und diese mitspeichern. Bei einer Abfrage wird der Embeddingvektor berechnet, dann werden die Inhalte mit den nächsten Embeddings gesucht und zurückgegeben. Die auf die Abfrage zurückgegebenen Inhalte liefern auch gleich ihre Distanz – d.h. wie gut sie inhaltlich zur Frage passen – mit.

### KI und Wissensabfrage

Wir verwenden die aktuelle KI wie z.B. chat-GPT eigentlich falsch – nämlich als ein Orakel für Wissen. Ihre eigentliche Stärke ist ja das Verständnis unserer Sprache sowie sprachlich gute Text-Antworten. Wissensspeicherung ist für die KI eigentlich problematisch.

Obwohl die KI große Teile des öffentlichen Internets gelernt hat, ist ihr spezifisches Wissen sehr beschränkt. Sie ist im Wissen zumeist sehr auf den angloamerikanischen Sprachraum fokussiert. Und das Wissen ist mit jenem Zeitpunkt eingefroren, zu dem sie fertig angelernet war – ein aktuelles Wissen kennt sie nicht. Und noch schlimmer, die Art wie sie programmiert wurde zwingt sie, auf Fragen immer mit etwas zu antworten – damit etwas zu erfinden bzw. mit etwas komplett Falschem zu halluzinieren. Diese Halluzinationen klingen dabei sprachlich korrekt und oft durchaus glaubhaft.

Ein besserer, zuverlässiger Ansatz wäre, einer allgemeinen, sprachgewandten KI/LLM eine faktenbasierte Wissensbasis zur Seite zu stellen. Und bei Fragen über dieses Wissen der KI die passenden Inhalte dieser Wissensbasis als Ausgangsmaterialien zu liefern, eben über eine Vektordatenbank. Die KI sollte somit nur zum Analysieren, Verdichten des Wissens aus der Vektordatenbank und zum Formulieren der Antwort verwendet werden inklusive der Antwort, dass die KI nichts zur Frage Passendes in der Wissensbasis gefunden hat, anstatt hier zu halluzinieren.

Diesen Technikansatz nennt man **Retrieval Augmented Generation (RAG)**. PCnewsGPT ist ein Prototyp für eine deutschsprachige RAG-Implementierung.

### Problembereiche dieser Wissensabfrage

Dieser Retrieval Augmented Generation (RAG) Ansatz hat mehrere inhärente Schwachstellen, die für eine gute Lösung adressiert werden müssen. Einige davon sind:

- Maximale Eingabekontextlänge des Transformer LLMs – damit muss das Wissen in kleine, unabhängige Teile zerteilt werden. Aus diesen werden dann eine gewisse Maximalzahl zur Frage passender Teile ausgewählt und der KI als Fragekontext mitgegeben. Dies alles erfolgt so, dass mit diesem Kontext, der Frage und der Antwort zusammen das LLM-Eingabekontext-

limit nicht überschritten wird. Das Zerteilen der Wissensbasis in die Teile bzw. Wissensfragmente muss vollautomatisch über Texterkennung so erfolgen, dass die Wissensfragmente in sich konsistent und gut sind. Und damit aus den einzelnen, unabhängigen Fragmenten ein guter Kontext erstellt werden kann.

- Garbage-in-garbage-out: Die Qualität der Antworten ist sehr von der Qualität des Wissensbasismaterials abhängig. Eine gute Qualitätssicherung des Basismaterials ist wesentlich. Der RAG-Ansatz zwingt die KI, im Zweifelsfall den Inhalt der Wissensbasis zu verwenden, selbst wenn er eventuell im Widerspruch zum Basiswissen der KI ist.  
Ein Beispiel: Wenn Dokumente automatisch importiert werden, sollten Verzeichnisse (Inhalt, Stichworte) ignoriert werden. Oder Wissensbereiche, die über mehrere Seiten gehen, sollten nicht durch die Seitengrenzen in willkürlich getrennte Bereiche zerstückelt werden.
- Das LLM und auch die Embeddings müssen die Sprache der Wissensbasis und der Abfrage gut unterstützen. Die häufig verwendeten Modelle sind oft nur auf Englisch optimiert.
- Wissen hat oft einen Zeitbezug, Vektordatenbanken betrachten aber nur Inhalte, ohne Zeitbezug. Es ist daher sinnvoll, in den Metadaten der Vektordatenbankinhalte auch Informationen über das jeweilige Quelldatum des Inhalts mitzuspeichern. Die Wissensabfrage sollte dann neuere Quellen gegenüber inhaltsähnlichen älteren bevorzugen, wenn sie sich widersprechen. Dabei nehmen wir an, dass spätere Wissensteile in sich korrekt sind, d.h. etwas Neues nicht bloß zusätzlich zum Älteren gilt.  
Ein Beispiel: Informationen zu Lebensläufen von Personen – diese Person hatte in einem Textmaterial zum Zeitpunkt a die Berufsposition x, in einem anderen Material zu einem späteren Zeitpunkt b die Position y. Meist ist damit die Position x nicht mehr aktuell und sollte im Wissen zumindest als frühere Position erkannt und als solche behandelt werden.

### Machine Learning – Fine-Tuning

Als Ergänzung ist es eventuell noch interessant, eine allgemeine KI mittels Feinabstimmung weiter anzulernen, damit sie in ihrer Sprache, bzw. den Formulierungen so klingt, wie es für die spezifische Organisation oder Firma typisch wäre. Dies ist aber KEIN eigentliches Wissensanlernen der KI. Der PCnewsGPT Prototyp hat diesen Teil noch nicht implementiert.

### PCnewsGPT ein deutschsprachiger, lokaler RAG-Prototyp

Das Projekt PCnewsGPT versucht diese Idee in einer speziell auf deutschsprachigen Inhalt abgestimmten Lösung umzusetzen und diese Lösung rein auf einem lokalen Computer laufen zu lassen. Eine Lösung, bei der das Wissen komplett lokal und vertraulich bzw. sicher verarbeitet wird – d.h. ohne öffentlich neues, zukünftiges KI-Lernmaterial mit eventuell vertraulichen, urheberrechtsgeschütz-

ten Inhalten zu liefern. PCnewsGPT wird als Open-Source Python-Programme unter Apache-Lizenz realisiert und ist öffentlich verfügbar  
<https://github.com/AndreasKunar/pcnewsgpt>  
bzw. jederzeit anpassbar. *PCnewsGPT ist aber nur ein laufend weiterentwickelter Prototyp, jegliche Anwendung erfolgt auf eigene Gefahr.*

Als Testwissensbasis wird die ClubComputer Zeitschrift PC-News verwendet – mit ihren bisher über 175 Ausgaben. Dies erfolgt ohne jegliche menschliche Inhaltsaufbereitung wie Kategorisierung, Beschlagwortung, etc. – rein über das Importieren der öffentlich (<https://clubcomputer.at/pcnews/>) verfügbaren PDF-Dateien.

### Die Technik hinter PCnewsGPT im Detail

Das hier Folgende ist eine konzeptionelle, technische Einführung, teilweise mit Wiederholung und Vertiefung des bisher Vorgebrachten. Mehr und auch Aktuelles gibt es online unter

<https://github.com/AndreasKunar/pcnewsgpt/tree/main#readme>

### Auswahl der KI bzw. des LLMs

Als Programm für unsere KI wird llama.cpp (<https://github.com/ggerganov/llama.cpp>) verwendet. Es ist als Open-Source Lösung frei verfügbar und ermöglicht ein schnelles, lokales Ausführen verschiedener KI-Modelle (LLMs). Viele dieser Modelle/LLMs sind unter <https://huggingface.co/TheBloke> verfügbar (Tipp: als Dateityp/Modelltyp benötigen wir Quantisiertes GGUF-Format). Für PCnewsGPT brauchen wir Modelle, die auch gut deutsch sprechen, das sind z.B. für internationale Anwendungen feinabgestimmte LLaMa-2 basierte „chat“ Modelle.

Llama.cpp arbeitet auf modernen „normalen“ Rechnern, ohne einen KI-Supercomputer zu benötigen – z.B. bei mir auf einem MacBook Air M2 Laptop mit mindestens 16GB RAM. Die KI-Modellgröße bestimmt den Speicherbedarf des Rechners und die Ausführungszeit, d.h. ein 7B oder 13B Modell (eines mit 7 oder 13 Milliarden Parametern) ist ein guter Kompromiss für moderne Rechner. Wichtig ist auch, dass unser verwendetes Modell zum Speichersparen komprimiert ist, eine „4-Bit Quantisierung“ (genauer vom Typ: Q4\_K\_S) ist ein guter Kompromiss zwischen Komprimierung und Qualität.

Ich verwende Python als Programmiersprache – llama.cpp ist für Python-Programme über die Bibliothek llama-cpp-python verfügbar.

### Eine KI mit Spezialwissen anzulernen, macht wenig Sinn!

Wenn man an Spezialwissen und KI denkt, ist natürlich der erste Impuls dieses Wissen einfach laufend einer bereits allgemein vorgeangelernten KI wie llama-2 anzulernen. Das ist aber extrem aufwändig – es braucht dafür sehr gute Rechner um viele tausende Euros, und wochenlanges Lernen. Außerdem ist das Anlernen einer KI ein sehr wissensintensives, komplexes Thema.

Das Schlimmste an dieser Lösung ist aber, dass falls die KI eigentlich nichts zur Frage weiß, sie meist durchaus glaubwürdig klingende „fake news“ halluziniert. Halluzinationen mögen fürs Geschichten schreiben kein Problem sein, sie machen aber Wissensabfragen völlig unbrauchbar.

Damit wird die KI der PCnewsGPT nicht mit Wissen angelernt!

### Die Lösung – „Retrieval Augmented Generation“ (RAG) mittels KI

Was ist die bessere Alternative zum fachspezifischen Anlernen einer KI? Einer allgemeinen KI einfach zu einer spezifischen Fragestellung die inhaltlich zur Frage am besten passenden Materialien als Kontext mitzugeben. Damit liest/analysiert die KI dann diese Materialien, und verwendet sie zur Fragebeantwortung – eben *Retrieval Augmented Generation* (RAG). Aber wie geht das im Detail?

### Ein Maß für die Bedeutung von Texten – Embeddings

Die aktuellen KI Trends haben eine wesentliche Innovation als Seiteneffekt mitgebracht, sogenannte „Embeddings“. Diese Embeddings sind eine Umwandlung von Texten auf große Gleitkommazahlenvektoren (z.B. für openAI's text-embedding-ada-002 sind es 1'536 dimensionale Vektoren). Diese Vektoren repräsentieren die Bedeutung des Inhaltes des Textes.

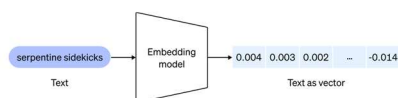


Abbildung 1: Embeddings (Quelle: openAI)

Die Vektoren für inhaltlich ähnliche Texte sind sich dabei mathematisch näher als die von Bedeutungsfremden. Technisch erfolgt diese Nähe-Berechnung der Vektoren meistens über mathematische „cosine similarity“.

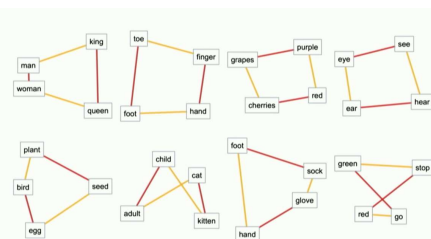


Abbildung 2: Ähnlichkeit und Embeddings (Quelle: YouTube "What's wrong with LLMs and what we should be building instead" - Tom Dietterich)

### Vektordatenbanken – über Embedding-Vektoren indizierte Datenbanken

Vektordatenbanken eignen sich perfekt für die Wissensspeicherung und -abfrage. Diese bieten dabei eine Wissensspeicherung ohne die bisher nötige und übliche manuelle Klassifizierung der Inhalte. Für jedes Wissensselement als Datenbanksatz wird automatisch ein Embeddingvektor erzeugt. Die Wissensdatenbank liefert dann bei Abfrage eine gewisse Maximalanzahl von zur Abfrage passenden, „nahen“ Inhaltsdatensätzen. Dies erfolgt technisch über Distanzberechnung zwischen den Embeddingvektoren der

Frage zu den Embeddingvektoren der Inhaltsdatensätze, und Auswahl der nächsten.

Damit wird's einfach, passende Materialien zu einer KI-Frage zu finden und ihr als Wissenskontext mitzuliefern. Vorausgesetzt, es gibt eine passende Vektordatenbank mit Wissen.

Die Embeddingmodelle für die Vektordatenbank sind unabhängig vom KI-Modell/LLM. Die Embeddings müssen gut Bedeutungen analysieren können, das LLM muss gute Antworten formulieren. D.h. das LLM bekommt Klartext und keine Embeddingvektoren als Fragestellung und wandelt diesen dann bei der Verarbeitung in seine eigenen Embedding um.

### Wissenszerstückelung (chunks)

Leider gibt's dabei eben eine weitere, fundamentale Einschränkung - KI-Fragen und Antworten sind insgesamt in der Länge limitiert. Damit können in KI-Fragen keine großen, kompletten Zeitschriftenartikel, oder lange Dokumente als Kontext mitgegeben werden. Diese Artikel oder Dokumente müssen inhaltlich in unabhängige Fragmente (chunks) zerstückelt werden.

*Ein wenig technischer Detailhintergrund: Wenn die sog. „Maximum Context Length“ einer KI für die Frage-, Kontext- und Antwortkette überschritten wird, liefert die KI keine Fehlermeldung, sondern sie „vergisst“ dann bloß alles Ältere und berücksichtigt dieses nicht mehr für die Antwort. Die Antwort wird damit seltsam und wahrscheinlich falsch. Erschwerend ist dabei, dass diese Maximum Context Length keine exakt definitive Textlänge ist, sondern sich nur auf die Anzahl von sog. Tokens bezieht. Intern versteht die KI nämlich nur Zahlen, eben diese Tokens. Tokens sind damit verschieden lange Textelemente, welche die KI intern sofort in einzelne Token-Zahlen umwandelt – diese werden für das Ergebnis dann auch wieder von Token-Zahlen zurück auf lesbaren Text gewandelt. Die Maximum Context Length einer KI ist von der spezifischen KI abhängig – typischerweise ist es für uns max. 4096 Tokens. Ein guter Richtwert für eine durchschnittliche Token Textlänge ist 4 Zeichen, damit sollte die gesamte Frage+Kontext+Antwortkette nie länger als 16'000 Zeichen sein.*

Das Zerstückeln muss auch vorsichtig angewendet werden – wenn Sätze abgeschnitten werden, verändert sich die Bedeutung. Es gibt vorgefertigte „Text-Splitter“, welche Texte nach verschiedenen Kriterien zerstückeln – z.B. spaCy's Sentence Boundary Detection (<https://spacy.io>) ist ein recht guter, multilingualer Text-Splitter. Dem Splitter gibt man zumeist vor, wie groß die einzelnen Stücke (in etwa) sein sollen, und ob sie ggf. überlappend sein sollen.

### Langchain – der Werkzeugkasten

Langchain ist ein Python-basiertes Open Source Framework zur Orchestrierung von KI Anwendungen. Es ermöglicht einen Programmablauf unabhängig von den Details der verwendeten Werkzeuge. Und auch unabhängig, ob die Verarbeitung in der Cloud oder auf der lokalen Maschine oder gemischt erfolgt.

Mittels langchain ist es möglich, ein KI Python Programm in wenigen Codezeilen zu erstellen.

### PCnewsGPT – der Prototyp

PCnewsGPT ist so aufgebaut, dass außer dem initialen Herunterladen von Bibliotheken, Modellen, ... die komplette Verarbeitung ausschließlich auf dem lokalen Computer erfolgt. Es besteht im Wesentlichen aus zwei Programmen.

### Die PC-News Wissensdatenbank befüllen – Programm import.py

Dieses Programm durchsucht ein Verzeichnis/Ordner auf dem Computer nach Dokumenten (PDFs) und verarbeitet diese. Dabei werden diese Dokumente gelesen und in Text umgewandelt (PDF auf Text mittels „PyMuPDF“). Diese Textdaten werden dann mittels „SpaCy“ zerstückelt und mit Attributen wie Textelementinhalt, Dateiname, Position und Quelldatum versehen. Für jedes Textelement wird auch ein zugehöriger Embeddingvektor mittels „HuggingFace/SentenceTransformers“ erzeugt. Jedes Element wird mit allen Informationen in einer „chroma“ Vektordatenbank gespeichert.

Import.py hat dabei zwei Betriebsarten, den Initialimport mit dem Erzeugen einer neuen Vektordatenbank, falls keine vorhanden ist, und dem Hinzufügen von weiteren Dokumenten zu einer bereits bestehenden Vektordatenbank.

### Die PC-News KI Abfragen – Programm abfrage.py

Mit diesem Programm erfolgt eine KI-Abfrage der Wissensdatenbank. Dies erfolgt per lokalem LLaMa-basiertem KI Modell und der Vektordatenbank mit den Embeddings. In abfrage.py ist auch ein Berücksichtigen des Zeitbezuges der wichtigsten Wissensfragmente, zusätzlich zur Embedding-Distanz, implementiert.

Die Eingabe der eigentlichen Anfrage an das LLM sieht dabei im Text wie folgt aus:

*Es folgt eine Liste von Informationen, die wichtigsten sind am Ende: {hier werden die passenden Kontextinformationen aus der Vektordatenbank eingesetzt, aufsteigend nach Wichtigkeit sortiert} Ant-worte auf die folgende Frage nur mit diesen Informationen: {hier wird die Benutzerfrage eingesetzt} Antwort:*

Das LLM analysiert diese Anfrage, und liefert eine dazu passende Antwort. Zumeist ohne Halluzinationen.

Weil die initiale Erkennung der doch längeren Anfrage durch das LLM meist länger dauert, erfolgt nach der Eingabe zunächst auch eine Zeitabschätzung für die Wartezeit. Zu Testzwecken kann abfrage.py auch die genauen verwendeten Kontextinformationen mit ausgeben.

Ich hoffe dieser Artikel lieferte einen brauchbaren Überblick über das sich sehr dynamisch Entwickelnde Thema KI-Wissensabfragen, und wünsche auch noch viel Spaß beim Experimentieren damit!



# PCNEWS

**Franz Fiala**

Die PCNEWS ist die Zeitschrift von ClubComputer und Digital Society. Außerdem wird die PCNEWS auch an Mitglieder des MCCA (Multi Computer Communications Austria) verteilt. Sie ist eine Autorenzeitschrift; es werden nur namentlich gekennzeichnete Artikel publiziert.

Die PCNEWS erscheint seit 1986 und wurde im Anschluss an Sammelbestellungen von Taiwan-PCs als eine Plattform zur Verbreitung von Wissen rund um diese Geräte als

**“Offizielles Mitteilungsblatt des PCC-TGM, Personal Computer Club am Technologischen Gewerbemuseum”**

gegründet. Man sollte an dieser Stelle daran erinnern, dass die sehr motivierende Umgebung einer großen Schule einen großen Anteil an dem Zustandekommen der Zeitschrift hatte.

Von Ausgabe 30 (1992) bis 148 (2015) wurde die PCNEWS im PCNEWS-Eigenverlag hergestellt und an die herausgebenden Vereine und an Abonnenten zu einem Fixpreis verkauft. Seit 2016 ist ClubComputer der Verleger. Es war ein langer Weg, bis der heutige Qualitätsstandard erreicht wurde. Alle an der Herstel-

Druckerei	Ultraprint
Herausgeber	ClubComputer · Digital Society
Verlag	ClubComputer
Vertrieb	Direktversand an Clubmitglieder und Abonnenten
Seitenzahl	24-32
Auflage	1200
Format	A4 hoch
Inserenten	techbold
Homepage	<a href="http://pcnews.at/">http://pcnews.at/</a>
Layoutprogramm	Microsoft Publisher · InkScape
Erscheinungsweise	März, Juni, September, Dezember
ISSN	1022-1611
Aufgabennummer	16Z040679M
Bindung	Rückenheftung
Anschrift	Siccardsburggasse 4/1/22 · 1100 Wien
E-Mail	<a href="mailto:pcnews@pcnews.at">pcnews@pcnews.at</a>
Verlagsleiter	Franz Fiala

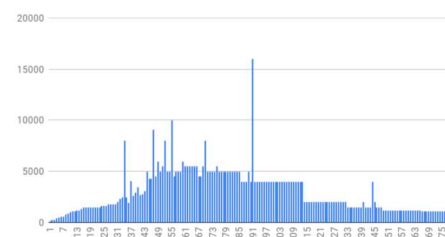
Nutzung



## Ausgaben

- 1 Eine neue Welt (1986)
- 2 Maskottchen (1986)
- 3 Räuber/Beute (1986)
- 4 Fraktale-1 (1986)
- 5 Fraktale-2 (1987)
- 6 Gebirge (1987)
- 7 Utilities (1987)
- 8 Fusionen (1987)
- 9 DFÜ (1988)
- 10 Diverses (1988)
- 11 PD/Shareware (1988)
- 12 Turbo-Pascal (1988)
- 13 Viren (1989)
- 14 Gurus (1989)
- 15 PD-Sammlung (1989)
- 16 PC-SIG (1989)
- 17 BTX-Aussendung (1990)
- 18 Assembler (1990)
- 19 Numerik (1990)
- 20 C++ - 1 (1990)
- 21 C++ - 2 (1991)
- 22 C++ - 3 (1991)
- 23 Kunsttheorie (1991)
- 24 8051 (1991)
- 25 C++ - 4 (1991)
- 26 Hardwarenahes C (1992)
- 27 Multimedia (1992)
- 28 C-Programme (1992)
- 29 Windows-NT (1992)
- 30 Programmierung (1992)
- 31 Windows (1993)
- 32 FIDO (1993)
- 33 Elektronik (1993)
- 34 Verzeichnis (1993)
- 35 Programmierung (1993)
- 36 Windows-Programmierung (1994)
- 37 Datennetze (1994)
- 38 Mikrocontroller (1994)
- 39 Textverarbeitung (1994)
- 40 Grafik (1994)
- 40a CCC-Sonderausgabe (1994)
- 41 Modems (1995)
- 42 Programmieren (1995)
- 43 Multimedia (1995)
- 44 Elektronik (1995)
- 45 CAD (1995)
- 46 Datenautobahn (1996)
- 47 Visual Programming (1996)
- 48 Professional Programmierung (1996)
- 49 Embedded Systems (1996)
- 50 Grafik (1996)
- 51 Telelearning Teleworking (1997)
- 52 Objektorientierte Programmierung (1997)
- 53 Java, Datenbanken (1997)
- 54 LAN/WAN (1997)
- 55 EDV-Basics (1997)
- 56 Hardware (1998)
- 57 Telekommunikation (1998)
- 58 Spiele & Lernprogramme (1998)
- 59 Behindertenhilfe durch PC (1998)
- 59a 16-Bit Mikrocontroller (1998)
- 60 Office (1998)
- 60a Folder 1999 (1998)
- 61 Multimedia (1999)
- 61a Office 2000 (1999)
- 62 Telekom (1999)
- 62a Windows 2000 (1999)
- 63 Programmieren (1999)
- 63a Clubabend Internet (1999)
- 64 Outlook (1999)
- 64a Mikro 2 (1999)
- 64b Clubabend home (1999)
- 65 Datenbanken (1999)
- 65a Folder 2000 (1999)
- 65c Sonderausgabe Microsoft (1999)
- 66 LINUX (2000)
- 66a Mikro 3 (2000)
- 66b Sicherheit im Internet (2000)
- 67 Grafik (2000)
- 67a Event Sicherheit im Internet (2000)
- 68 Internet (2000)
- 69 Web-Tools (2000)
- 70 IT-Schulen in Österreich (2000)
- 70a Exchange und Outlook 2000 (2000)
- 70b Folder 2001 (2000)
- 71 Database (2001)
- 72 Roboter (2001)
- 73 Hardware (2001)
- 74 Elektronik (2001)
- 75 Lernen im Internet (2001)
- 76 Developer (2002)
- 77 Office 2002 (2002)
- 78 Hardware (2002)
- 79 Telekommunikation (2002)
- 80 eLearning (2002)
- 81 Software - Spam (2003)
- 82 DVD & Mobile Computing (2003)
- 83 Video (2003)
- 84 Mikroelektronik (2003)
- 85 MS-ACH (2003)
- 85a Clubabend MS-ACH (2003)
- 86 Office 2003 (2004)
- 87 Access 2003 (2004)
- 88 Excel 2003 (2004)
- 89 Mail (2004)
- 90 Internet Information Server (2004)
- 91 PCC, 2005 (2005)
- 92 Betriebssysteme 1 (2005)
- 93 Betriebssysteme 2 (2005)
- 94 Festplattenverwaltung (2005)
- 95 Netzwerktechnik 1 (2005)
- 96 Netzwerktechnik 2 (2005)
- 97 Netzwerktechnik 3 (2006)
- 98 Direkt-Banking (2006)
- 99 DotNetNuke (2006)
- 100 100 Ausgaben PCNEWS (2006)
- 101 Access-1 (2006)
- 102 Access-2 (2007)
- 103 Windows Vista (2007)
- 104 Windows Vista 2 (2007)
- 105 Club Akademie (2007)
- 106 Windows Media Center (2007)
- 107 Windows Vista Installation (2008)
- 108 Windows Vista Oberfläche (2008)
- 109 Vista Fehleranalyse (2008)
- 110 Ohne Registry (2008)
- 111 CC | Angebot (2008)
- 112 Grafik-Passwort (2009)
- 113 Google Universum (2009)
- 114 DOStalgisch (2009)
- 115 Windows 7 (2009)
- 116 Windows Server 2008 RC2 (2009)
- 117 Visual Web Developer (2010)
- 118 Linux (2010)
- 119 Office 2010 (2010)
- 120 Landkarten (2010)
- 121 Fotografieren (2010)
- 122 Windows & Linux (2011)
- 123 Notfälle (2011)
- 124 Rechtsverwaltung (2011)
- 125 Google+ (2011)
- 126 ClubComputer 2012 (2011)
- 127 Zensur im Internet (2012)
- 128 Webserver (2012)
- 129 Panoramen (2012)
- 130 Fotomosaik (2012)
- 131 Windows 8 (2012)
- 132 Windows Phone 8 (2013)
- 133 ClubForum (2013)
- 134 Virtualisierung (2013)
- 135 BarCamp (2013)
- 135a BarCamp Einladung (2013)
- 136 Picasa (2013)
- 137 cc-drive (2014)
- 138 WebSpace (2014)
- 139 Fußball (2014)
- 140 cccamp2014 (2014)
- 141 Unicode (2014)
- 142 Tastatur (2014)
- 143 ClubComputer Universum (2015)
- 143 cc-camp-2015 (2015)
- 145 Elektronik (2015)
- 146 Registry (2015)
- 147 Marathon (2015)
- 148 Hausautomatisierung (2016)
- 149 30 Jahre ClubComputer (2016)
- 150 Zukunft des Shopping (2016)
- 150a Digital Society (2016)
- 151 Windows 10 (2016)
- 152 Netzwerktechnik Grundlagen (2017)
- 153 Content (2017)
- 154 Breitband (2017)
- 155 Schul.InfoSMS (2017)
- 156 Klassenkasse (2018)
- 157 Digital Society (2018)
- 158 Bundesrat (2018)
- 159 MicroPython (2018)
- 160 Grafische Codes (2019)
- 161 3D-Druck (2019)
- 162 Strom (2019)
- 163 Flagshipstore (2019)
- 164 Strahlung (2020)
- 165 Strahlung-2 (2020)
- 166 Strahlung-3 (2020)
- 167 Windows-10 I (2020)
- 168 Windows-10 II (2021)
- 169 Windows-10 III (2021)
- 170 Windows-10 IIII (2021)
- 171 CPU (2021)
- 172 Windows 11 (2022)
- 173 IT-Geschichte (2022)
- 174 Software (2022)
- 175 Python & Digitaltechnik (2022)
- 176 Netzwerke (2023)
- 177 KI (2023)
- 178 2023 KI II (2023)

## Auflage



Die Auflage folgte den Mitgliederzahlen, doch wurden bei jedem Versand auch eine zusätzliche Zielgruppe einbezogen, wie zum Beispiel Schulen nach Typ, andere Computerclubs, Firmen als mögliche Inserenten usw.

## Ausgaben pro Jahr

Es begann mit 4 Ausgaben pro Jahr, steigerte sich auf 5. In manchen Jahren kamen Sonderausgaben dazu. 2014 kehrten wir wieder zu 4 Ausgaben pro Jahr zurück.

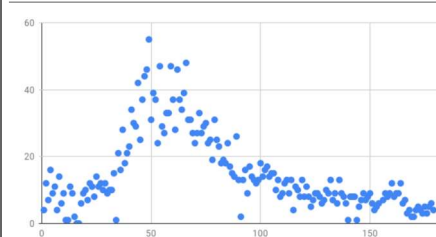
## Autoren

Die PCNEWS entstand in einer Schule und die Ziele waren und sind die Verbreitung von Informationen für den Unterricht. Daher kommt auch die größte Zahl der Autoren aus dem Kreis der Lehrer. (Anmerkung: Sonderausgaben, die mit einem Buchstaben enden, sind in den Darstellungen nicht enthalten.)

## PCNEWS-Autoren nach Artikelzahl

Insgesamt 599 Autoren beteiligten sich seit 1986 an den Inhalten der PCNEWS. Hier ist eine Liste der Top-10, gereiht nach der Anzahl der Artikel. Der Link bei jedem Namen führt zur Autorensseite der PCNEWS mit weiteren Details.

## Autoren pro Ausgabe



## Druckerei

Anzahl	Ausgaben	Druckerei
6	1-4+17-18	FOLI
11	5-15	CA-BV *)
7	19-25	ERSTE
5	26-30	WUV
55	31-70b	Zlín *)
26	71-95	Holzhausen *)
16	96-111	Manz *)
2	112-113	Friedrich
66	114-179	Ultraprint
*) besteht nicht mehr		

Anfangs gab's nur eine einfache Kopie aus dem Copy-Shop Foli in der Gentzgasse, Wien 18 (besteht heute noch), zusammengehalten von einer Heftklammer.

Dann bemühte sich der PCC-TGM als Herausgeber um eine Kostenübernahme des Drucks durch einen Sponsor, zuerst bei der CA-BV und dann bei der ERSTE-BANK. Aber beide Sponsoren haben nach einiger Zeit erkannt, dass es sich nicht nur um ein Flugblatt handelt, sondern um bis zu 100 Seiten und stellten wegen der stark anwachsenden Mitglieder- und damit Auflagenzahlen das Sponsoring ein.

Beiträge	Autor
586 (1-179)	<a href="#">Fiala Franz Dipl.-Ing.</a>
230 (9-177)	<a href="#">Weissenböck Martin Dipl.-Ing.Dr.</a>
194 (37-114)	<a href="#">Krause Werner Mag.</a>
188 (3-178)	<a href="#">Illsinger Werner Ing.</a>
182 (55-179)	<a href="#">Zahler Christian Mag. Ing.</a>
144 (63-163)	<a href="#">Berger Christian</a>
103 (54-105)	<a href="#">Schönhacker Martin Dipl.-Ing. Dr. techn.</a>
92 (41-150)	<a href="#">Belcl Paul</a>
84 (1-155)	<a href="#">Riemer Walter Dipl.-Ing.</a>
60 (118-178)	<a href="#">Hartl Günter Ing.</a>
47 (19-89)	<a href="#">Bartos Norbert Dipl.-Ing.</a>
45 (50-149)	<a href="#">Reiter Anton MinR Mag. Dr.</a>
44 (42-178)	<a href="#">Dorninger Christian MR Dipl.-Ing.Dr.</a>
43 (23-152)	<a href="#">Pflegerl Siegfried Dr.</a>
43 (56-79)	<a href="#">Sommerer Herbert Ing.</a>
39 (4-86)	<a href="#">Syrovatka Robert StR. Ing.</a>
34 (110-165)	<a href="#">Reinwart Thomas</a>
33 (47-101)	<a href="#">Maurer Margarete Dr. Mag.</a>
30 (29-76)	<a href="#">Schlögl Helmuth</a>
30 (49-122)	<a href="#">Štípek Karel Dipl.-Ing.</a>
29 (6-82)	<a href="#">Reiermann Dieter Dipl.-Ing.</a>
28 (18-50)	<a href="#">Melchart Josef Dipl.-Ing.</a>
25 (38-79)	<a href="#">Brezovits Wilhelm Ing.</a>

Nach einer kurzen Phase des Drucks bei der WUV übersiedelte der Druck für die Ausgaben 31-70b nach Zlín, Tschechien. Man muss dazu ergänzen, dass der Vorschlag für den Wechsel der Druckerei von einem engen Freund meiner Familie, Herrn Gustav Hradil (damals in Mähren), erfolgt ist. Herr Hradil betreute den gesamten Druckvorgang und auch den Export über die Grenze und begleitete den Fahrer bis nach Wien in die Baumgasse zur Versendefirma Concept von Herrn Pfaffenbichler. Der Druck war billiger, der Import jeweils ein kleines Abenteuer. Leider wies aber der Druck in dieser Druckerei viele Fehler auf (leere Seiten, falsche Zusammenlegungen...). Der Zufall wollte es, dass Herr Pfaffenbichler seine Firm schloss und gleichzeitig Herr Hradil von Zlín (Mähren) nach Ružomberok (Slowakei) übersiedelte, so-

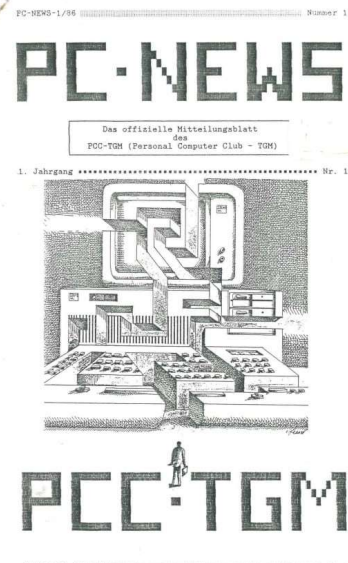
dass er beim Transport nicht mehr helfen konnte.

Wir nahmen ein preislich vergleichbares Angebot von Holzhausen, Wien 14., an. Doch Holzhausen beendete den Betrieb und wir mussten wieder die Druckerei wechseln. Durch Vermittlung unseres Clubmitglieds, Herrn Czermak, nutzen wir danach die Dienste von Manz/Druckerei Berger. Später bei Friedrich hatten wir keinen Betreuer und die Beziehung war sehr lose.

Während eines Spaziergangs in der Gegend des Viktor Adler Markts rief mich ein gut Deutsch sprechender Slowake an und schlug mir vor, den Druck der PCNEWS nach Bratislava zu vergeben. Da sich seitens der Druckerei Friedrich niemand für uns interessierte, übersiedelte der Druck in die heutige Druckerei Ultraprint nach Bratislava in der Slowakei. Die Qualität ist ausgezeichnet, es treten keinerlei Fehler auf. Die Hefte werden postfertig etikettiert und gebündelt geliefert.

## Erste Ausgabe

Es war weniger ein durchdachtes Konzept, sondern eher eine fixe Idee, die Mitglieder mit Zusatzinformationen zu ihrem neu erworbenen PC zu versorgen. Die erste Ausgabe bestand daher nur zum Teil aus Artikeln. Der größere Teil bestand aus Angeboten der Firmen CEBOS (später BECOS), Vorsicht Hochspannung und Kugler. Die Herstellung der Druckvorlage erfolgte auf einem Nadeldrucker. Ein Grafikprogramm kannten wir damals nicht, also wurde der Schriftzug "PCNEWS" und Kapitelüberschriften im Inneren des Heftes aus Blockgrafikzeichen des IBM-Zeichensatzes zusammengesetzt. Die Höhe der Schrift ergab sich aus der Punktmatrix des Druck-



Artikel begannen meist auf einer neuen Seite. Wenn am Ende des Artikels noch ein Platz verblieb, blieb dieser zunächst leer. Und was sollte nun am Titelbild gezeigt werden? In Ermangelung einer eigenen Idee, verwendete ich ein Bild einer Ausgabe des BYTE-Magazin von Robert Tinney,



welches das Eindringen in eine neue Welt sehr schön beschreibt. Die Ausgabe hieß dann auch "Eine neue Welt". Dass man das eigentlich nicht darf – fremde Inhalte einfach so kopieren – war mir in der Hitze des Gefechts nicht klar. Alle Byte-Cover zwischen 1983 und 1994 (dieses Bild ist von der Datei byte-cover\_seite-31).

Zwischen Vormittagsunterricht (bis 12:00) und Abendunterricht (16:00) klebte ich Bilder aus derselben Byte-Ausgabe in die freien Flächen am Ende der Artikel. Danach fuhr ich noch zu Foli in der Gentzgasse und erreichte gerade noch den Beginn des Labors der Abendschule.

In der ersten Ausgabe wurde auch die erste Mitgliederliste abgedruckt. Wir hatten damals, 4 Monate nach der Sammelbestellung bereits 273 Mitglieder.

Dass diese Ausgabe in der Zusammenstellung der Coverbilder in roter Farbe erscheint, liegt an dem später angewendeten Farbschema, das aus optischen Gründen rückwirkend auf die ersten, weißen Ausgaben angewendet wurde.

#### Farbe

Farbe kam nur langsam ins Spiel. Ein Grund war Zeitmangel, denn Farbe bedeutete, dass pro Seite nicht eine Vorlage sondern vier zu drucken waren. Ein anderer Grund waren die hohen Druckkosten für Farbdruck. Bis Ausgabe 29 waren daher alle Seiten schwarz/weiß. Ab Ausgabe 30 verwendeten wir einen Bogen Buntpapier als Deckel für das Heft und damit etwas Abwechslung ins Spiel kam, wurde die Farbe des Deckels variiert. Rot, gelb, grün, blau, violett. Dann ab Ausgabe 37 wurde statt des Buntpapiers ein zweifarbiges Umschlag eingesetzt, der dann nur mehr einen bunten Rand hatte, bis schließlich Ausgabe 54 das erste vollflächige Bild als Titelseite verwendete, wobei die Farben für die Buchstaben „PC“ aus „PCNEWS“ während des Jahres abwechselnd rot, gelb, grün, blau und violett waren. Mit Ausgabe 117 bekam die PCNEWS das heutige Aussehen.

#### Herausgeber

Am Anfang, zwischen 1986 bis 1991 war die PCNEWS die Clubzeitung des PCC-TGM. Aber durch die zunehmende Bedeutung des BTX hatten auch der MCCA „Mupid Computer Club Austria“ und die ADIM „Arbeitsgemeinschaft für Didaktik, Informatik und Mikroelektronik“ Interesse an der Verbreitung eigener Inhalte über die PCNEWS. Daher wurde ab Ausgabe 30 das Organisationskonzept so geändert, dass die Herstellung der PCNEWS durch einen Eigenverlag erfolgte und mehrere Clubs die Zeitschrift zu einem festen Preis pro Stück vom Eigenverlag kauften. Gleichzeitig konnten auch Abonnenten geworben werden, die nur die Zeitschrift ohne Clubmitgliedschaft beziehen konnten. Dieses Konzept bestand bis Ende 2015. Ab 2016 ist die

PCNEWS die Clubzeitschrift von ClubComputer und wird gemeinsam mit der Digital Society herausgegeben.

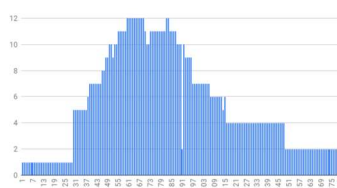
Im Laufe der Jahre zählte der PCNEWS-Eigenverlag 18 Herausgeber, die sich sowohl am Inhalt als auch an der Verteilung beteiligten. Einige davon, wie zum Beispiel Microsoft, Siemens und Infineon beteiligten sich nur an einzelnen Ausgaben.

Heute sind von diesen vielen Herausgebern der MCCA und ClubComputer verblieben, der MCCA jetzt als "Multi Computer Communications Austria", denn der ursprüngliche Inhalt „MUPID“ ist wie viele andere Inhalte auch von der Bildfläche verschwunden.

Anzahl	Ausgabe	Herausgeber
64	30-92	ADIM-Graz *)
97	30-135	ADIM-Wien
12	55 · 60-70	BMUKK
78	38-115	CCC *)
44	53-96	CCR
14	39-51	CLUB AT *)
32	148-179	ClubComputer
32	148-179	Digital Society
61	46-106	HYPERBOX *)
3	59a · 64a · 66a	Infineon
20	50-69	ITC *)
106	30-135	MCCA
5	61a · 62a · 63a · 67a · 70a	Microsoft
42	56-96	OeCAC *)
36	48-83	PCC-S *)
115	1-115	PCC-TGM *)
106	30-135	PCNEWS
16	73-87	VIT-TGM *)
25	82-106	WUG *)

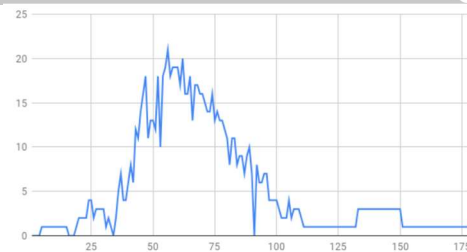
\*) besteht nicht mehr

#### Herausgeber pro Ausgabe



#### Inserenten

Die PCNEWS verzeichnen seit 1986 128 verschiedene Inserenten. Heute sind zwei



verblieben: DiTech und MTM. Es gab Ausgaben, die zu einem beachtlichen Teil von bis zu einem Drittel von den Inseraten finanziert wurden, doch heute finanzieren die PCNEWS praktisch ausschließlich die Leser.

#### Internet

Etwas ab Ausgabe 51 (1996) gab es eine Internet-Version der PCNEWS unter der Adresse <http://pcnews.at/>. Davor war die Online-Präsenz durch das FIDO-Netzwerk gegeben. Die Programmierung im Internet war für uns alle ein Lernprozess. Es gab schon damals dynamische Webseiten aber die Kenntnisse rund um die Datenbanken waren noch nicht so ausgeprägt und daher wurden die PCNEWS-Seiten zwar aus einer Access-Datenbank hergestellt aber alle diese Seiten wurden als statische HTML-Seiten gespeichert. Wenn daher eine neue Ausgabe erstellt wurde, wurde die Datenbank ergänzt und in einem eigenen Arbeitsschritt wurden die statischen HTML-Dateien generiert und standen ab diesem Zeitpunkt zur Verfügung. Das Web war sehr schnell, weil ja alle Dateien bereits hergestellt worden sind und nicht erst beim Aufruf der Seite erstellt werden mussten.

Die Seite [web.archive.org](http://web.archive.org) hat einen ersten Snapshot vom 29. Juni 1997 in dem man fehlerfrei navigieren kann. Einen Screenshot der damaligen Startseite ist auf der nächsten Seite oben.

Bereits auf dieser ersten Ansicht der PCNEWS-Website kann man links in der Mitte das Logo der Mikroelektronik-Tagung erkennen. Ich durfte für die Fachtagung, die im Rahmen der großen Informatik-Messe die von TU-Messtechnik (Prof. Patzelt), Seibersdorf (Dr. Attwenger) und BVFA (später Arsenal Research, später AIT) veranstaltet wurde deren Webseite gestalten und verwendete dazu dasselbe Programm wie auch für die PCNEWS. Die Frage ist, wie ich als TGMler in diesen illustren Kreis geraten bin. *(die Geschichte dazu ist in der Webversion dieses Artikels zu finden.)*

Heute präsentiert sich die Webseite mit dem Bild der letzten Ausgaben (Bild auf der nächsten Seite)

## Layout

Mit der eigenen Herstellung der Folien für den Offset-Druck bekam die PCNEWS ein wiedererkennbares Layout. Wesentliches Merkmal war, dass die Seiten vollständig bedruckbar waren. Das setzte voraus, dass der Film größer als A4 sein musste. Ein A3-Drucker mit 600 dpi-Auflösung ermöglichte die Herstellung der Filme auf Folex-Folie.

Farbe gab es nur für die Titelseite. Die Buchstaben „PC“ aus „PCNEWS“ wurden bei jeder Ausgabe eines Jahres gewechselt: rot, gelb, grün, blau und violett

Ferdinand de Cassan entwickelte mit Roman Heinzinger für ClubComputer ein Logo und machte für die PCNEWS einen Gestaltungsentwurf, der bis heute unverändert angewendet wird. Das frühere Farbschema für die fünf Ausgaben eines Jahres wurde durch ein Farbschema für die Inhalte ersetzt. Die Farbskala besteht bis heute:

## Layout-Programm

Anzahl	Ausgaben	Layout-Programm
4	1-4	DOS-Word-Star
4	5-8	DOS-Word · Fancy Font
10	9-18	Ventura Publisher
11	19-29	DOS-Word
22	30-50	Word
11	51-59a	Word · CorelDraw
52	60-111	Corel Ventura CorelDraw
68	112-179	Microsoft Publisher · InkScape · GIMP

Am Anfang war das Fertigungsprogramm Word-Star. Mit einer kurzen Unterbrechung, bei der Walter Riemer bereits den Ventura-Publisher verwendet hat, wurde danach Word als Publisher verwendet, beginnend mit der Word-Version 1, noch in DOS.

Schließlich erfolgte ein Wechsel zu Corel Ventura, dem Nachfolger des Ventura Publishers. Für die Titelseite wurde lange Zeit das Programm CorelDraw verwendet. Da sich Corel aber nicht um die Weiterentwicklung des Publishers bemüht hat, musste eine Alternative her und seit Ausgabe 115 wird der Microsoft Publisher verwendet, begleitet von den Grafikprogrammen InkScape und Gimp, die zur Herstellung des Coverbildes verwendet werden.

Leider ist der Microsoft Publisher etwas zu einfach, wenn es um den Export in andere Formate geht, zum Beispiel in Html- oder in E-Book-Formate. Ein Umstieg auf ein



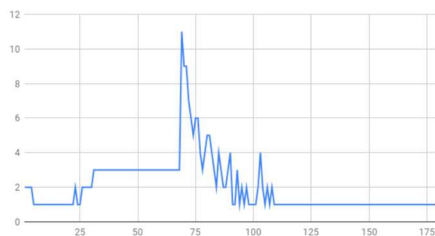
		Muster	R	G	B	HEX
	ClubComputer		128	40	32	802820
	ClubComputer medium		255	200	140	FFC88C
	ClubComputer light		255	220	180	FFDCB4
	ClubDev		50	100	50	326432
	ClubDev medium		166	214	188	A6D6BC
	ClubDev light		220	255	220	DCFFDC
	ClubDigitalHome		150	0	100	960064
	ClubDigitalHome medium		233	193	218	E9C1DA
	ClubDigitalHome light		255	220	255	FFDCFF
	ClubEducation		150	150	100	969664
	ClubEducation medium		223	220	170	DFDCAA
	ClubEducation light		255	255	200	FFFFC8
	ClubOffice		255	150	50	FF9632
	ClubOffice light		255	240	200	FFF0C8
	ClubPocketPc		50	100	255	3264FF
	ClubPocketPC medium		163	214	245	A3D6F5
	ClubPocketPc light		220	255	255	DCFFFF
	ClubSystem		200	50	0	C83200
	ClubSystem medium		244	185	166	F4B9A6
	ClubSystem light		255	220	200	FFDCC8



leistungsfähigeres Layout-Programm wird also erwogen.

## Lieferfirmen

Damit sind Firmen gemeint, die zur Fertigung der PCNEWS beitragen. Das ist immer eine Druckerei und bis zur Ausgabe 117 auch eine Versandfirma. Dazu kommen aber auch Firmen, die zum Beispiel Bücher oder Geräte für Rezensionen zur Verfügung stellen.



## PDF

Wegen der Dateigröße eines ganzen Heftes im PDF-Format wurden zuerst nur PDF-Versionen von jedem einzelnen Artikel hergestellt. Erst ab Ausgabe 118 wurden die kompletten PDF-Versionen zum Download angeboten. Die ersten Ausgaben der PCNEWS, etwa bis zur Nummer 40 gab es aber überhaupt nicht online.

Seit Juli 2013 gibt es aber auch die Ausgaben 1 bis 40 online. Ermöglicht hat das die Arbeitskraft und der Maschinenpark von Michael Ebner, der unsere Aktivitäten seit den Anfängen verfolgt und uns jetzt dieses großartige Geschenk gemacht hat.

Alle Ausgaben:  
[http://d.pcnews.at/\\_pdf/](http://d.pcnews.at/_pdf/)

## Schriftzug

In Ermangelung geeigneter Grafikprogramme wurde der Schriftzug „PC-NEWS“ in den Anfängen aus den Blockgrafik-Zeichen des Zeichensatzes des IBM-PC zusammengesetzt, bis Ausgabe 43 noch mit Bindestrich. Im ersten Jahrgang wurde noch mit dem gewöhnlichen eingebauten Font eines FX-85-Nadeldruckers gedruckt. Von Ausgabe 5 bis Ausgabe 18 wurde das Programm Fancy-Font verwendet, um Proportionalschrift darstellen zu können. Daraus ergab sich, dass der Schriftzug „PCNEWS“ an Höhe zunahm, weil die Blockgrafikzeichen im Fancy Font andere Proportionen hatten. Ab Ausgabe 30 wurde der Schriftzug in einem eigenen Font abgebildet, daher verschwand auch der treppenförmige Balken im „N“ und wurde durch gerade Linien ersetzt. Zwischen Ausgabe 37 und Ausgabe 53 bekam die PCNEWS den Zusatz „edu“ für „education“, um auf den Bezug zum Unterricht hinzuweisen. Dieses „edu“ war aber für viele, die weniger mit dem Internet zu tun hatten mehr verwirrend, und daher wurde dieser Zusatz weggelassen.

Bei Ausgabe 54 ließ Werner Krause das „NEWS“ an das „PC“ heranrücken und seither gibt es den Bindestrich nicht mehr. Als Marke nennt sich die Zeitschrift seither

„PCNEWS“ (und nicht „PC-NEWS“, oder „Pcnews“ ...)

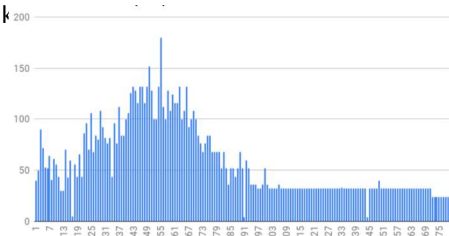
Ab Ausgabe 117 wurde der neue Schriftzug im SVG-Format in Anlehnung an das ClubComputer-Logo eingeführt und damit die Ära der Blockgrafikzeichen endgültig verlassen.

## Schriftzug

PC-NEWS	4 (1-4)
PC-NEWS	14 (5-18)
PC-NEWS	11 (19-29)
PC-NEWS	7 (30-36)
PC-NEWS	8 (37-43)
PCNEWS	10 (44-53)
PCNEWS	78 (54-116)
PCNEWS	15 (117-131)
PCNEWS	48 (132-179)

## Seitenzahl

Die Seitenzahl war lange Zeit keine konstante Größe. Es wurde so viel gedruckt als an Beiträgen zur Verfügung stand. Oft hatte das zur Folge, dass der finanzielle Rahmen überschritten wurde. Seit 2010 hat es sich bewährt, die Seitenzahl bei 32



## Titelbild

Schon bei der ersten Ausgabe war klar, dass man für eine Zeitschrift ein Titelbild benötigen würde und so wurde in der Eile eines aus der Zeitschrift Byte aufgeklebt. Das Bild war gar nicht so schlecht gewählt, zeigte es doch einen Suchenden vor dem Labyrinth eines PC. Daher bekam die Ausgabe den Titel „Eine neue Welt“. Aber abgesehen von dieser Ausnahme waren alle anderen Titelbilder selbst gefertigt. Ab Ausgabe 23 stellte Siegfried Pflegerl ein Bild aus seiner Kunsttheorie zur Verfügung. Eine große Aufwertung erfuhr die PCNEWS dann durch Werner Krause, der für jede der Ausgaben 26 bis Ausgabe 107 ein individuelles Titelbild herstellte. Werner ist bildender Künstler und hat die neuen Möglichkeiten der grafischen Gestaltung am PC in den Entwürfen der Titelseiten eingesetzt. Im Bezug auf das Titelbild gibt es daher seit dieser Ausgabe 107 einen gewissen Qualitätsrückgang.

## Vorstufe

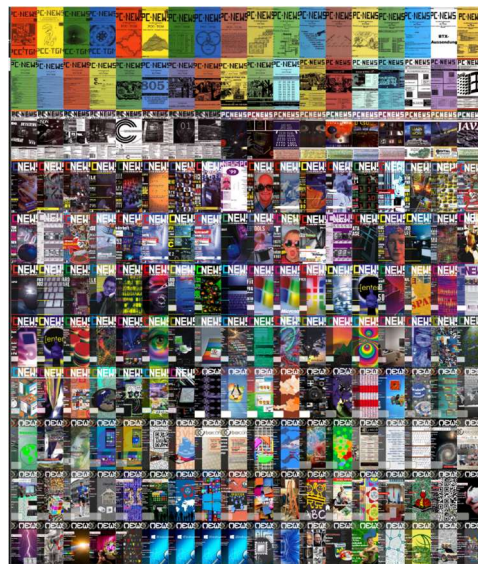
Eine Druckerei hat einen Fertigungsbereich, der Druckvorstufe genannt wird, in der die Vorlage des Kunden in das für die Druckmaschinen geeignete Format umgewandelt wird. Je mehr von diesem Prozess man als Redaktion übernehmen kann, desto billiger wird das Produkt.

Die PCNEWS des Jahres 1986 wurde in ausgedruckter Form an die Druckerei übergeben. Der Copy-Shop hat diese Vorlage im XEROX-Verfahren vervielfältigt. Bereits in der Druckerei der CA-BV wurden aus den Vorlagen zuerst Filme hergestellt, die als Vorlage für die Druckmatrize verwendet wurden.

Um diese Kosten zu sparen, wurden diese Filme danach direkt in einem A3-Laserdrucker auf eine spezielle Folie (FOLEX) gedruckt. Diese Folien konnten bei Schwarz-Weiß-Seiten als Filmersatz verwendet werden. Bei Farbseiten musste man vier Folien herstellen, je eine für die vier Druckfarben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz. Die Qualität der so hergestellten Vorlagen war nicht so gut, weil die Passgenauigkeit der vier Blätter nicht immer ausreichend war. Daher wurden die Titelseiten und alle Werbeseiten von Firma PCG, Maroltingergasse in CMYK-Filme hergestellt. Der Innenteil blieb schwarz-weiß, Filme wurden dafür nicht benötigt, es genügten die selbst bedruckten FOLEX-Folien.

Heute ist das alles Geschichte. Man stellt aus dem Publisher eine PDF-Datei her und übergibt diese Datei der Druckerei. Das war's. Keine Filme, keine Folien, keine besondere Farbbehandlung.

Abschließend noch ein Blick auf 198 Ausgaben PCNEWS 1986-2023:





# techbold

# WIR BAUEN DEINEN PC

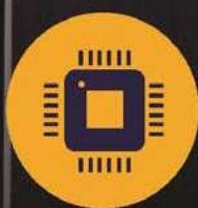
Nutze die langjährige Erfahrung der techbold Computer Experten für die perfekte Konfiguration deines PC-Systems. Egal ob Gaming Maschine, Office-PC oder Workstations für professionelle Anwendungen wie CAD, 3D Grafik und Videoschnitt – wir erstellen dir ein Angebot mit dem perfekten Preis-Leistungs-Verhältnis.

[www.techbold.at/pc-zusammenstellen](http://www.techbold.at/pc-zusammenstellen)



## BERATUNG

Umfangreicher Support von  
zertifizierten Experten



## QUALITÄT

Ausschließlich geprüfte  
Markenkomponenten



## TESTS

Jede Konfiguration wird  
umfangreich getestet



## GARANTIE

3 Jahre Garantie auf alle  
individuellen PC-Systeme