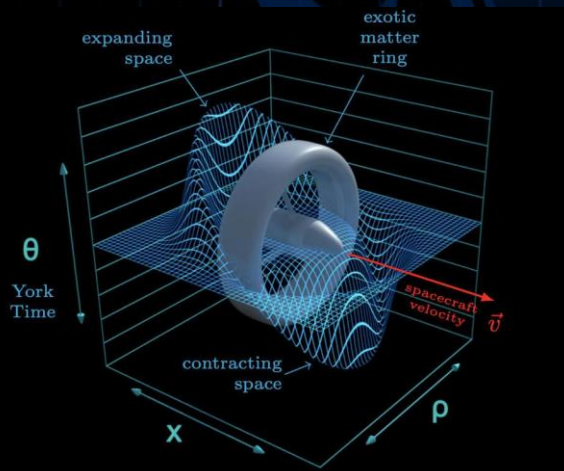


PHYSICS OF STAR TREK



Lt. Cmd. Michael LUKAS
Cpt. Nicole E. GROSSCHEDL
Cmd. Harald ERTL



02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

Überblick

- **Vorstellung der Star Trek – Serien**
- **Gibt es einen Einfluss von Star Trek auf die Physik?**
- **Newton**
- **Heisenberg**
- **Künstliche Intelligenz im Star Trek – Universum vs. Realität**
- **Einstein**
- **Weiterführende Quellen**

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

Star Trek by Gene Roddenberry

(Eugene Wesley Roddenberry: *1921 in El Paso, – 1991 in Santa Monica)

- **Los Angeles City College**
- **B17-Pilot im 2. Weltkrieg**
- **LAPD, begann zu schreiben (TV)**
- **Verheiratet mit Majel Barret**
(Schwester Chapel und Computerstimme)
- **Hausnummer 1701**
- **Sohn: Eugene Wesley "Rod" Roddenberry Jr.**

(geboren am 5. Februar 1974 US-amerikanischer Fernsehproduzent und der Geschäftsführer von „Roddenberry Entertainment“)



02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

Raumschiff Enterprise

(Star Trek - The Original Series)

- **1966 - 1969**
- **3 Staffeln**
- William Shatner als *Cpt. James T. Kirk*
- *Spielt im 23. Jh.*



02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

Raumschiff Enterprise – Das nächste Jahrhundert

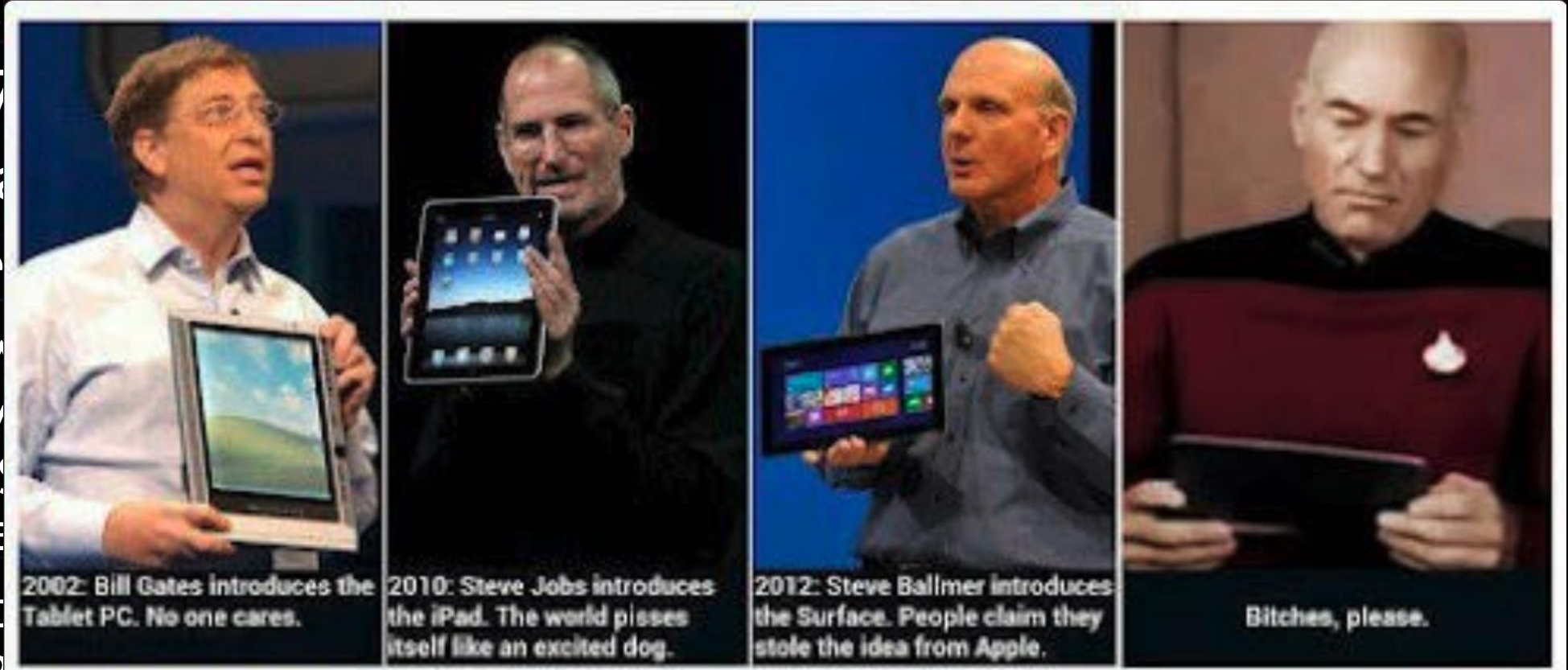
Star Trek – The Next Generation



- Patrick Stewart als Cpt. Jean-Luc Picard

- 1987
- 7 Sta
- Spie
- Vorw
- Entw
- Flat
- Table

- To bo
- has gone before.



2002: Bill Gates introduces the Tablet PC. No one cares.

2010: Steve Jobs introduces the iPad. The world pisses itself like an excited dog.

2012: Steve Ballmer introduces the Surface. People claim they stole the idea from Apple.

Bitches, please.

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

Deep Space Nine und Voyager



02-85214

03-85412

04-85413

05-74125



- **Deep Space Nine**
- **1993 – 99**
- **Spielt im 24. Jh.**
- **7 Staffeln**

- **Voyager**
- **1995 – 2001**
- **Ebenfalls 7 Staffeln (24. Jh)**

Weitere Serien

13 Kinofilme

- **Enterprise (2001-2005)**
- **Star Trek Discovery (2017 bis 2024)**
- **Star Trek – Picard (2020 bis 2023)**

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125



Was fällt gleich auf bei Star Trek ?

- Alle Außerirdische (außer Klingonen) sprechen (über einen Translator) und gehen auf 2 Beine
- Es gibt immer Lärm (Phaserstrahl bzw. Klingenschlag)
- Personenport zum Raumschiff (z.B. „Beam me up, Scotty“)
- Raumschiff beweglichkeit
- Holodeck



02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

Teil 1: Newton

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125



2. Newton'sches Axiom

1. Ein Lambda
0 auf 100

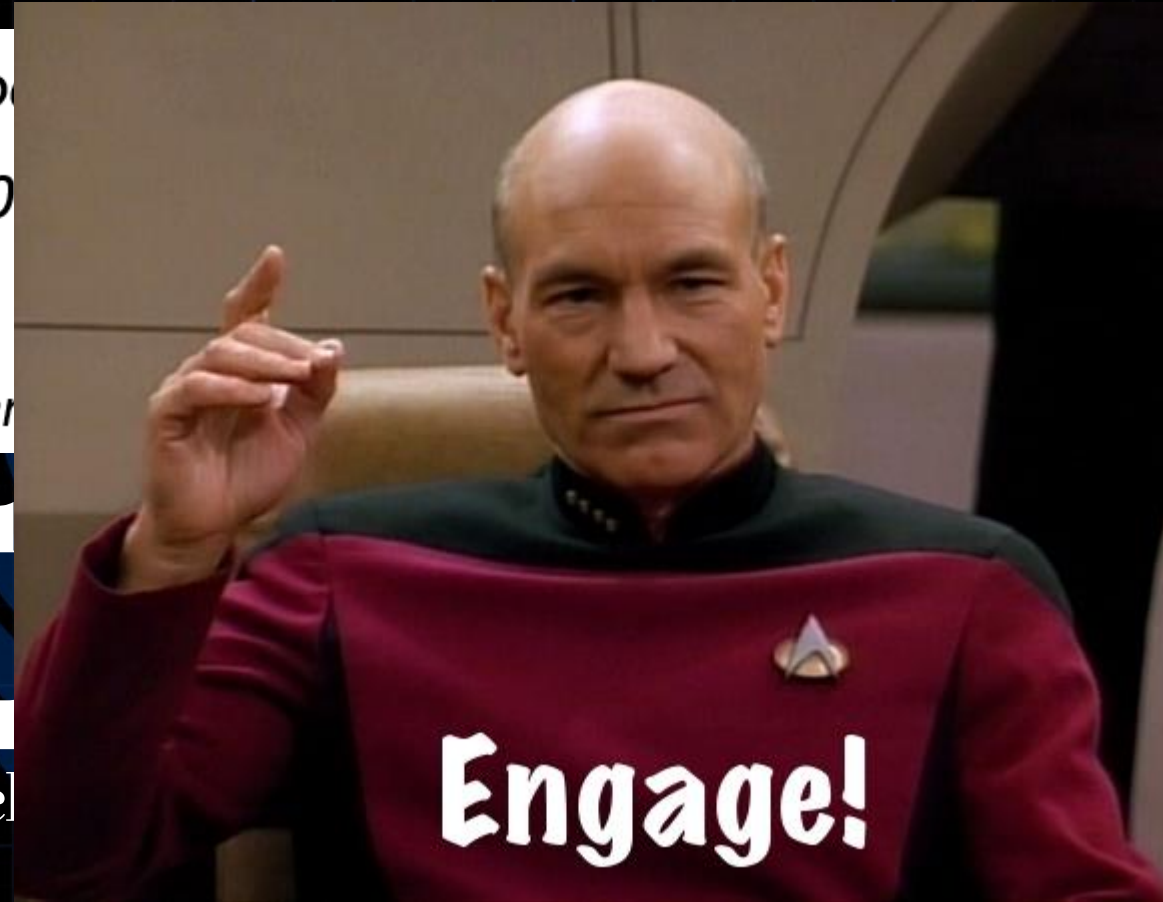
- Ber

☺) beschleunigt von

fahren!

$$n/s^2 = 1 g$$

albe
dauert das?



Lösung: 174 Tage

... und dann dauert es 8 Jahre zum nächsten Stern!

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

3. Newton'sches Axiom

actio est reactio



02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

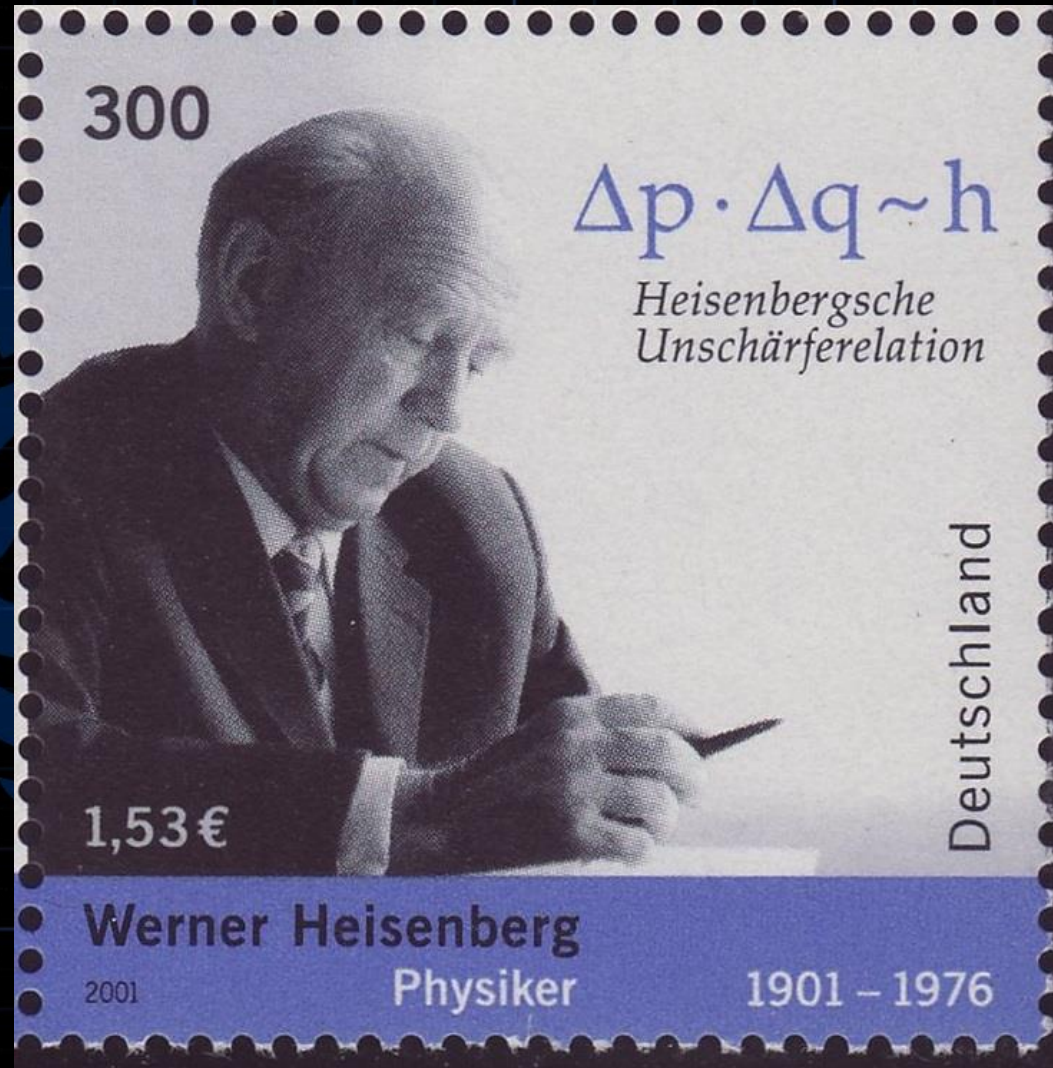
Physik-Teil 2: Heisenberg

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125



Physik-Teil 2: Heisenberg

Das Beamen:

10^{28} Atome werden von A nach B teleportiert

- Person wird gescannt und „dematerialisiert“

Alle Atome werden mit derselben Quanteninformation am Ziel zusammengebaut



1994 wurde Michael Okuda vom Time Magazine gefragt, wie denn der Heisenberg-Kompensator funktionieren würde. Seine Antwort darauf war: „*Sehr gut, danke der Nachfrage.*“

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

Probleme beim Beamen:

Problem 1:

10^{28} Atome werden gescannt! Alle Elementarteilchen mit Quantenzustand und x,y,z-Koordinaten

... und natürlich ohne Unschärferelation,

aber mit welcher Strahlung??

Elektronen? Elektromagnetische Wellen

Neutrinos? Gravitonen?



02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

Probleme beim Beamen:

Problem 2:

10^{28} Atome werden gescannt! Alle Elementarteilchen mit Quantenzustand und x,y,z-Koordinaten

Wie groß ist eigentlich die Datenmenge?

1 Kilobyte ist ungefähr eine A4-Seite mit Text

alle Bücher, die je geschrieben wurden:

1 Billion (10^{12}) kB

benötigte Datenmenge für 1 Menschen: **10^{28} kB**

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

Probleme beim Beamen:

Problem 3:

Was beamen wir überhaupt?

**Nur die Information für das Crewmitglied, das am Ziel
neu zusammengebaut wird?**

oder

**Information und Elementarteilchen, die den Körper
ausmachen?**

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

Variante 1:

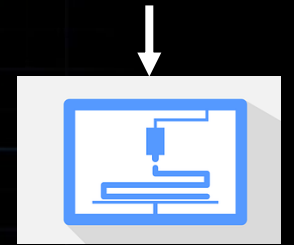
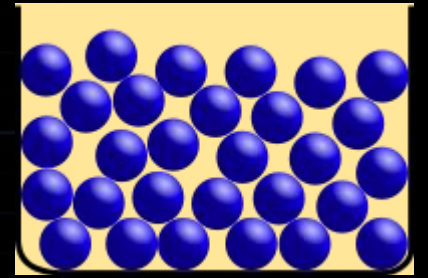


Heisenberg-



Kompensator

Daten



Daten werden mit c übertragen, aber Ethik?

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

Variante 2:

Heisenberg-

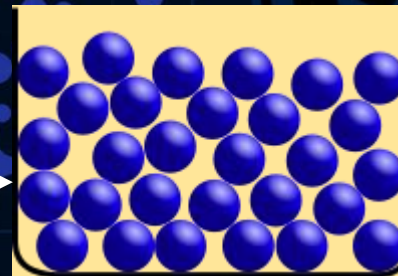


Kompensator



Daten

+



Atome werden „recycelt“, müssen aber noch beschleunigt werden!

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

Probleme beim Beamen:

Problem 4:

Das phi e Problem!

Ein Mensch wird zerlegt und dann an
ein  e aufgebaut!

Lebt dies  automatisch?

Was ist mit der Seele, den Erinnerungen?

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

„Wenn ich im Konzert sitze, habe ich meine besten Ideen“: Die Physikwelt staunt über Prof. Anton Zeilinger's Experiment.



Ein Innsbrucker Uni-Professor ist auf den Spuren von Captain Kirk und Raumschiff Enterprise: Es gelang ihm im Laborversuch, ein Lichtteilchen zu „beamen“.

Man wäre nicht überrascht, wenn einem dieser Mann bei einer Bergwanderung in 2500 Meter aus einer Almhütte mit Lederhosen und Vieh-Stock entgegenträ-

VON TOBIAS MICKE

te: Wirre blonde Locken und ein Rauschbart, auf den jeder „Alm-Öhi“ stolz wäre. Nur die Brille, die müßte Professor Anton Zeilinger abnehmen. Die Brille, die gibt ihm dieses besondere Etwas, das nicht auf die Alm paßt, und läßt die Schläue in seinen Augen noch ein wenig heller aufblitzen.

Während ganz Österreich in der vorweihnacht-

lichen Hektik dahinhastete und vielleicht noch mit einem Ohr die unglaublichen Ergebnisse unserer Ski-Herren registrierte, die für Schlagzeilen rund um den Globus sorgten, schaffte der 52-jährige Uni-Professor in einem Keller-Labor des Innsbrucker Instituts für Angewandte Physik beinahe unbeachtet eine bahnbrechende Sensation der anderen Art.

Nobelpreisträger war beeindruckt

Gemeinsam mit seinem sechsköpfigen Team gelang es Anton Zeilinger, ein Photon, ein winzigkleines Lichtteilchen, etwa einen Meter weit zu „beamen“!

„Man darf sich das ruhig ein bißchen wie bei Raumschiff Enterprise und Captain Kirk vorstellen“, erklärt Zeilinger: Das Lichtteilchen verschwand an der einen Stelle, wurde gänzlich zerstört. Gleichzeitig tauchte an einem anderen, vorherbestimmten Ort ein völlig identisches Teilchen auf, ohne daß zwischen den bei-

Der Herr

„Energie, Scotty!“ – in der Science-fiction-Serie „Raumschiff Enterprise“ gehört das Teleportieren zur Tagesordnung. Was für Captain Kirk, Spock und Dr. McCoy den Beginn jeder Planeten-Expedi-



den Punkten irgendeine Verbindung gewesen wäre.

Seit der Professor sein Experiment im renommierten Wissenschaftsmagazin „Nature“ veröffentlichte, laufen die Telefone im Uni-Institut heiß: „Ich werde ständig zu Vorträgen eingeladen, Fachjournalisten aus aller Welt bitten um ein Interview, und neulich war sogar der Physik-Nobelpreis-Träger von 1997, Claude Cohen-Tann-

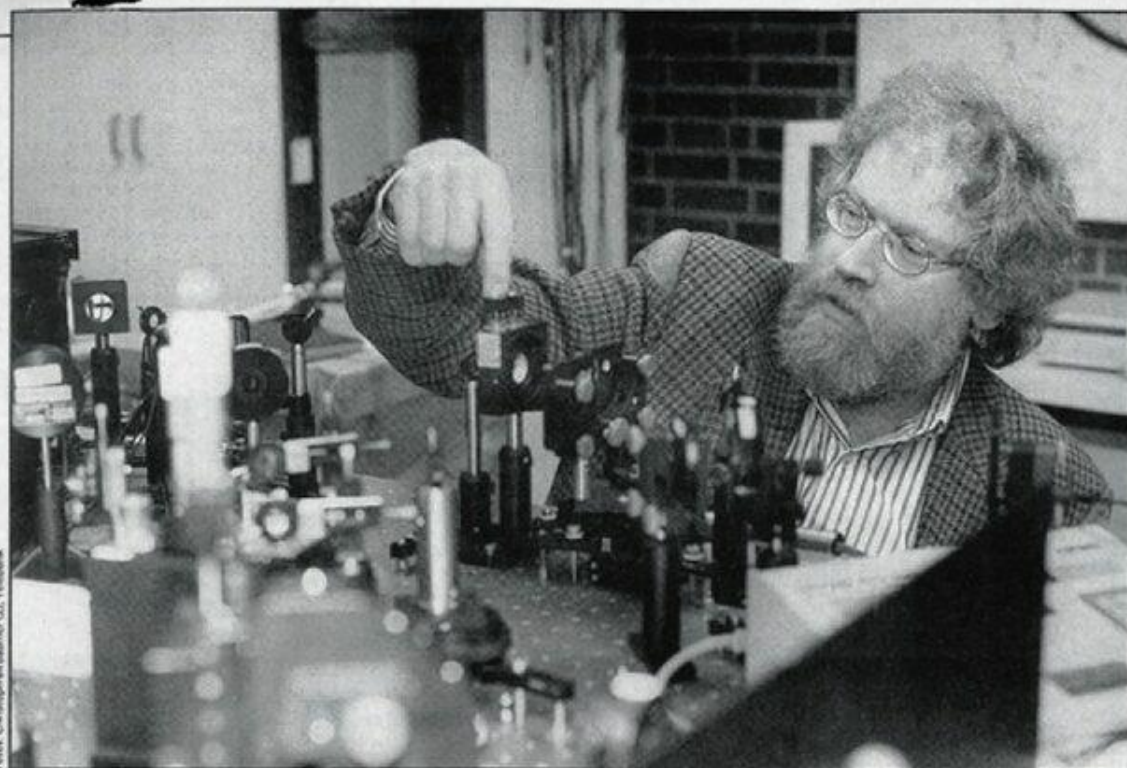


Foto: Christoph Erbarnner (3), Tiedelwerk

des Lichts

die erste Antwort, mit der der Uni-Professor seine vor Neugier platzenden Gäste enttäuschen muß: „Vielleicht irgendwann in sehr, sehr ferner Zukunft, vielleicht aber auch nie.“

Warum also die große Aufregung? Warum gehen dann bereits Gerüchte um, daß der in Ried (OO) geborene und in Wien aufgewachsene Professor

Photonen' genannt wird.“ Und diese gezielte Aneinanderkoppelung (oder Programmierung) von Lichtteilchen könnte in Zukunft die gesamte Computer-Technologie revolutionieren: All die superschnellen Großcomputer unserer Zeit – ob sie nun im US-Pentagon stehen oder bei einem japanischen Elektronik-Konzern – würden ge-

gen (Prof. Peter Zoller und Prof. Rainer Blatt) stolz, „sind das weltweit stärkste Zentrum auf dem Gebiet der Quanten-Information.“

Ausgerechnet in Mathe durchgefallen

Wie, fragt man sich allerdings, ist das in einem kleinen Land wie Österreich, das ohnehin für Forschung keine Unsummen zur Verfügung

▲ Das Geheimnis des Erfolges: Komplizierte Linsen-Anordnung und ein Laser-Strahl.

Das sagt ein Anton Zeilinger, der weiß, wovon er spricht. Immerhin war das neunjährige „Landei“ Anton bei der Aufnahmeprüfung ins Gymnasium Fichtnergasse in Wien ausgerechnet in Mathematik durchgefallen ...

Und noch ein Erfolgsrezept des dreifachen Familienvaters: „Man kann auf einem Gebiet nur dann absolute Spitzenleistungen bringen, wenn man sich ununterbrochen damit beschäftigt.“ Das wiederum weiß die Frau des kauzigen Professors sehr genau. Anton Zeilinger, der selber Cello und Kontrabaß spielt („Am liebsten klassischen Jazz!“), hat seine besten Einfälle, wenn er im Konzertsaal sitzt: „Dann ... meiner Gat-

AI/ML Real life, or just fiction?

?



02-85214

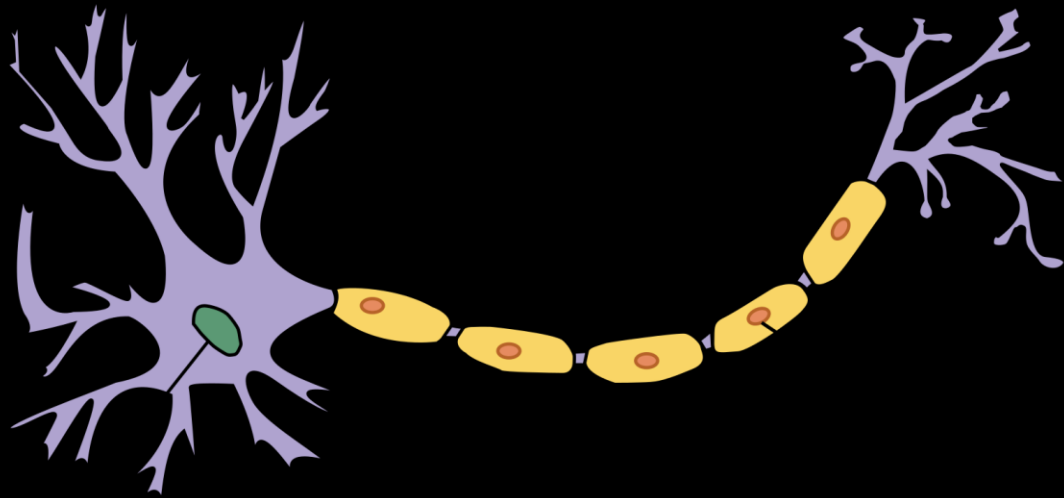
03-85412

04-85413

05-74125

Positronisches Gehirn

02-85214



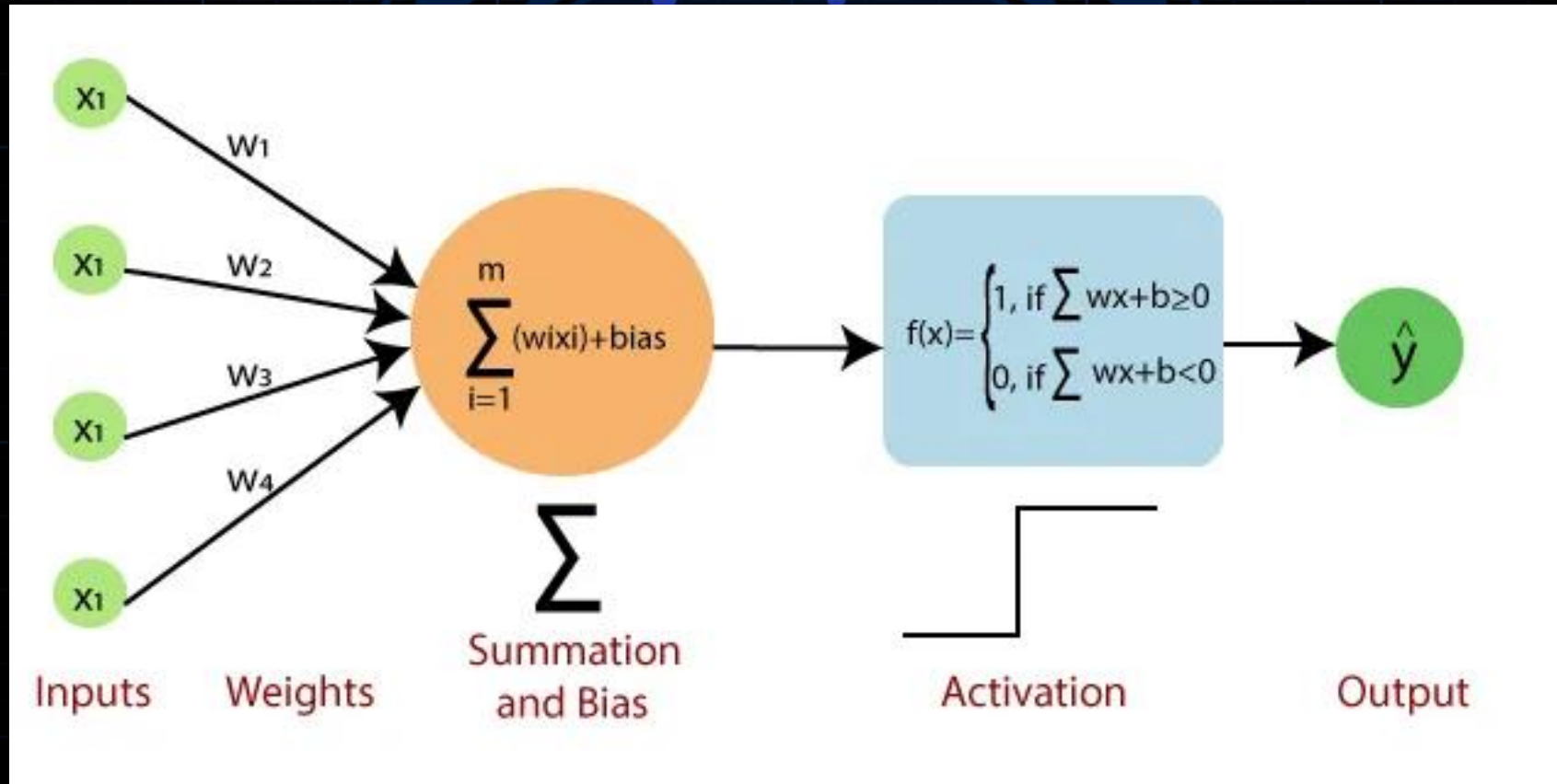
03-85412



04-85413

05-74125

Künstliche Neuronen



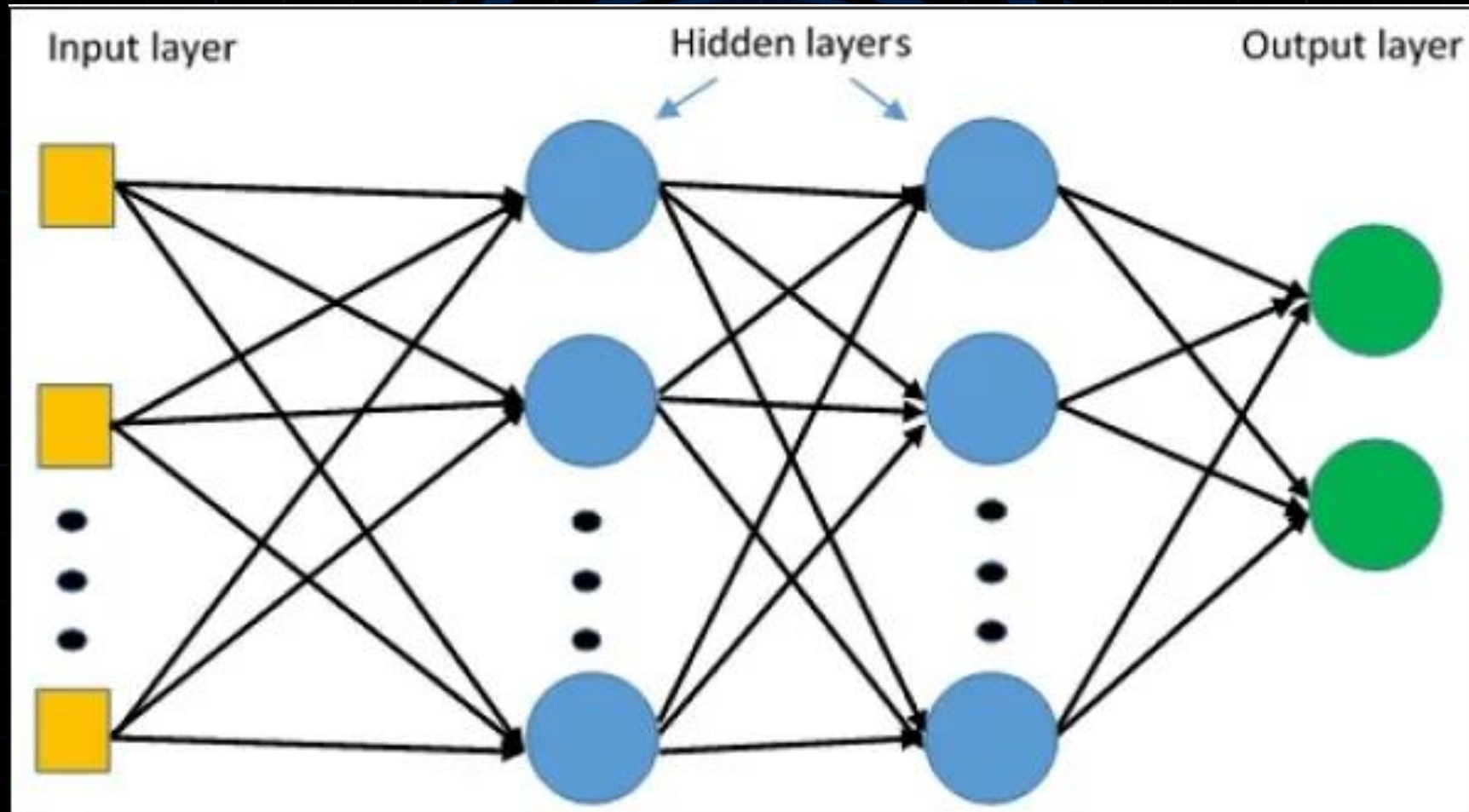
02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

Neural Networks



02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

CNN Segmentation

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125



AI und Kunst?



02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

ChatGPTs Poem:

**Graceful feline, oh so fine, With eyes that shine like stars divine,
Soft fur that begs for gentle strokes, And a purr that soothes our
weary folks.**

02-85214

**With nimble paws and playful ways, A cat can entertain for days,
With toys to bat and strings to chase, And sunny spots to lounge
with grace.**

**A watchful guardian, alert and sly, With instincts sharp, and a
hunter's eye, A cat can sense the slightest sound, And prowl in
silence, all around.**

03-85412

**But in the end, when day is done, A cat will curl up in the sun,
And purr contentedly, at ease, In peaceful slumber, soft and
serene.**

**So let us honor this noble beast, With all its grace and quiet feats,
And marvel at its beauty true, As only a feline can do.**

04-85413

05-74125

AI und das Lernen



04-85413

05-74125

Data als sentient being?



If you see this shape,
"什麼"
followed by this shape,
"帶來"
followed by this shape,
"快樂"

then produce this shape,
"爲天"
followed by this shape,
"下式".

Durch das All mit Einstein

Impulsantrieb

Impulserhaltung

Enterprise: Wasserstoff-Fusion

Treibstoffproblem

Ionenantrieb, Antimaterieantrieb

Reiseziel: Proxima Centauri

40 Billionen km (ca. 4 Lichtjahre)

Speedlimit: c



02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

Spezielle Relativitätstheorie

- **Zeitdilatation, Längenkontraktion und Massenzunahme**

$$\Delta t = \gamma \cdot \Delta t_0 = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

- **Proxima Centauri in 4 Tagen bei 99,99c**
Rückkehr evtl. unerfreulich
Zwillingsparadoxon -> Symmetriebruch
Reise in die Zukunft
- **Tachyonen**
Mathematik und Wirklichkeit

02-85214

03-85412

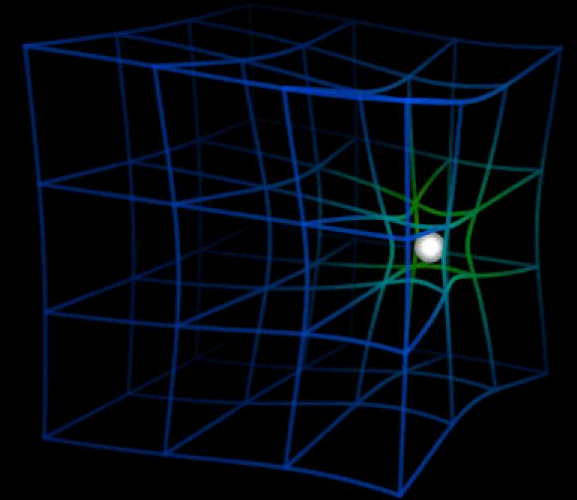
04-85413

05-74125

Allgemeine Relativitätstheorie

WARP-Drive?

- **Überlichtgeschwindigkeit ohne Zeitverzerrung und Trägheitsdämpfer**
- **Raumzeit – Krümmung**
 - Flaches Universum
 - Massen krümmen Raum
 - Speedlimit c gilt nur für das Fahrzeug,
nicht für die Straße
- **WARP-Antrieb**
 - Gezieltes Krümmen der Raumzeit
 - In Star Trek: Energie durch Materie-Antimaterie-Reaktion



[lucasvb.tumblr.com](https://www.tumblr.com/lucasvb)

02-85214

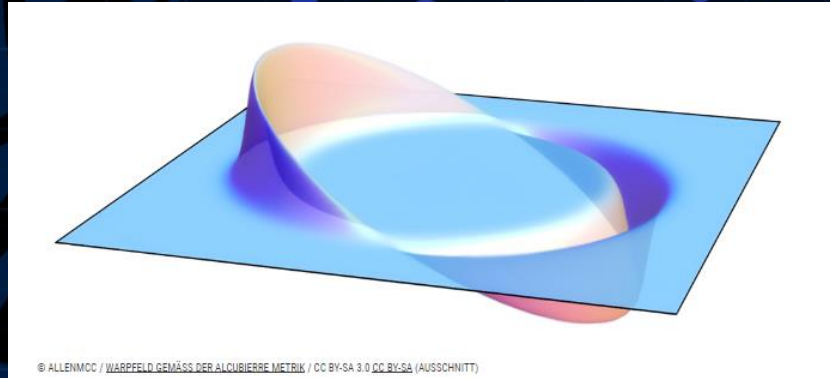
03-85412

04-85413

05-74125

Alcubierre-Antrieb

- **Miguel Alcubierre 1994**



- **Raumschiff in WARP-Blase gefangen**
- **Benötigt gigantische Masse auf engstem Raum und zusätzlich Antischwerkraft (Exotische Materie)**

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

Begriffswirrwarr

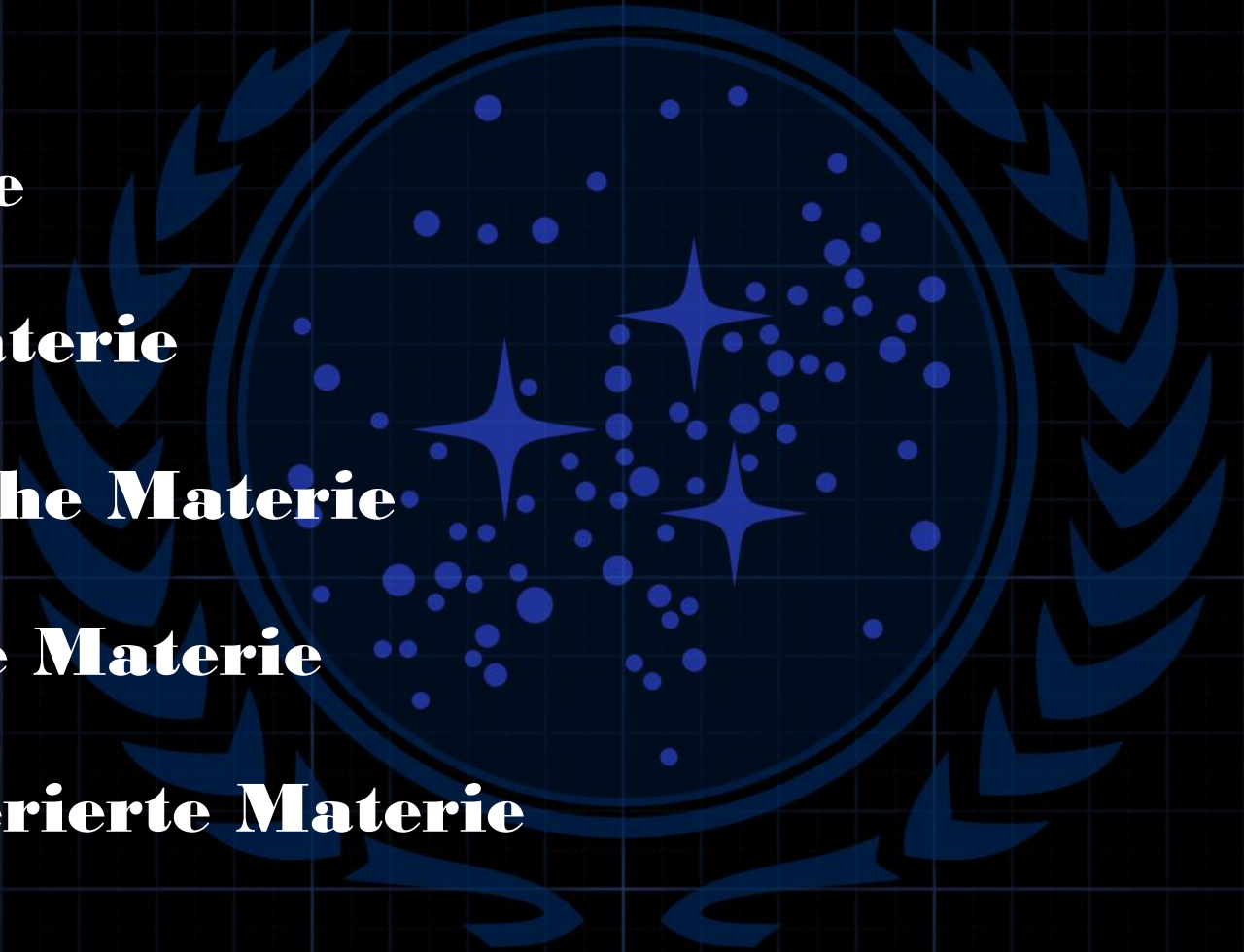
- **Materie**
- **Antimaterie**
- **Exotische Materie**
- **Dunkle Materie**
- **Degenerierte Materie**

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125



Alcubierre++

- **Mehrere Verbesserungen am Warp-Blasen-Modell von Alcubierre bzw. an dessen Metrik**
- **Erik Lentz (2021, Göttingen)
Modell ohne negative Energie**
- **Wie beschleunigt man eine WARP-Blase?**

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125



Quellen

Krauss, L. M., & Hawking, S. W. (2007).
The Physics of Star Trek - Fully revised and updated.
USA: Basic Books.

02-85214

Tolan, M. (14. Dezember 2021). *Die Star Trek Physik.*
TU Dortmund, Nordrhein-Westfalen, Deutschland.
Abgerufen am 2. April 2023 von
<https://www.youtube.com/watch?v=yaskgRZwzysc>

03-85412

Tegmark, M. (2017).
Leben 3.0 - Mensch sein im Zeitalter Künstlicher Intelligenz.
Berlin: Ullstein Buchverlage GmbH.

04-85413

International Movie Database – www.imdb.com

05-74125

PORT ELEVATION



The U.S.S. Enterprise NCC-1701 was launched in 2245. A series of refits ensured that she remained one of the most advanced ships in Starfleet throughout her years of service. She was fitted with matter/antimatter warp engines that gave her a regular cruising speed of Warp 6, and could maintain speeds of Warp 8 and above for limited periods of time. The ship's structure was strong enough to survive speeds in excess of Warp 10 on the old warp



scale (or around Warp 8 on the redrawn scale in use in the 24th century). The warp engines were the ship's primary power supply, with the impulse engines offering a backup, but if they failed the ship could survive on battery power for approximately a week. At sublight speeds the Enterprise NCC-1701 used conventional impulse engines.

The main engines relied on dilithium crystals to focus the warp reaction, and since at this point in history they could not be grown or recrystallized the ship was heavily dependent on them.

As was standard practice for Starfleet vessels, the ship's design was divided into three distinct areas: a saucer section that contained the main bridge, most of the crew quarters, and the impulse

BOW ELEVATION



- 1 Saucer section
- 2 Sensor dome
- 3 Long-range sensor/navigational deflector
- 4 Warp nacelle
- 5 Nacelle pylon
- 6 Secondary hull

STERN ELEVATION



- 7 Bussard ramicoop
- 8 Impulse engines
- 9 Bridge
- 10 Subspace field radiator
- 11 Ship's registry
- 12 Shuttlecraft hangar deck

02-85214

03-85412

04-85413

05-74125