

# INTERAKTION

The image shows a Slido live stream interface. The main content area displays a welcome message in yellow: "Herzlich Willkommen zum interaktiven Ferien-TV". Below this is a play button icon with arrows pointing outwards, and the text "Zum Starten des LIVE-Streams bitte den Play-Button klicken". At the bottom left, there is a button that says "Ansehen auf YouTube". At the bottom right, there are logos for "FAMILIENPASS" and "N". The word "slido" is centered at the very bottom. On the right side, a sidebar is highlighted with a red border. This sidebar has a blue header with two tabs: "Fragen und Antworten" (selected) and "Umfragen". Below the header, it says "Sprecher fragen" and has a text input field with a person icon and the placeholder text "Frage eingeben". In the center of the sidebar, there is a grey icon of two people with a question mark, and the text "Es wurden noch keine Fragen gestellt. Stellen Sie die erste!". At the bottom right of the sidebar, there is a blue circular button with a white icon of a document with a checkmark.

Herzlich Willkommen  
zum interaktiven Ferien-TV



Zum Starten des LIVE-Streams bitte den Play-Button klicken

Ansehen auf YouTube



slido

Fragen und Antworten

Umfragen

Sprecher fragen

Frage eingeben



Es wurden noch keine Fragen gestellt.

**Stellen Sie die erste!**



TALENTE.  
CAMPUS.  
HERNSTEIN

SCI.E.S.COM

# Vorstellung

**Mag. Dr. Johannes Leitner, CMC**

Geschäftsführer, Astrophysiker und Trainer

SCI.E.S.COM | TALENTE.CAMPUS.HERNSTEIN

# Technologien der Zukunft

## Die Welt von Morgen

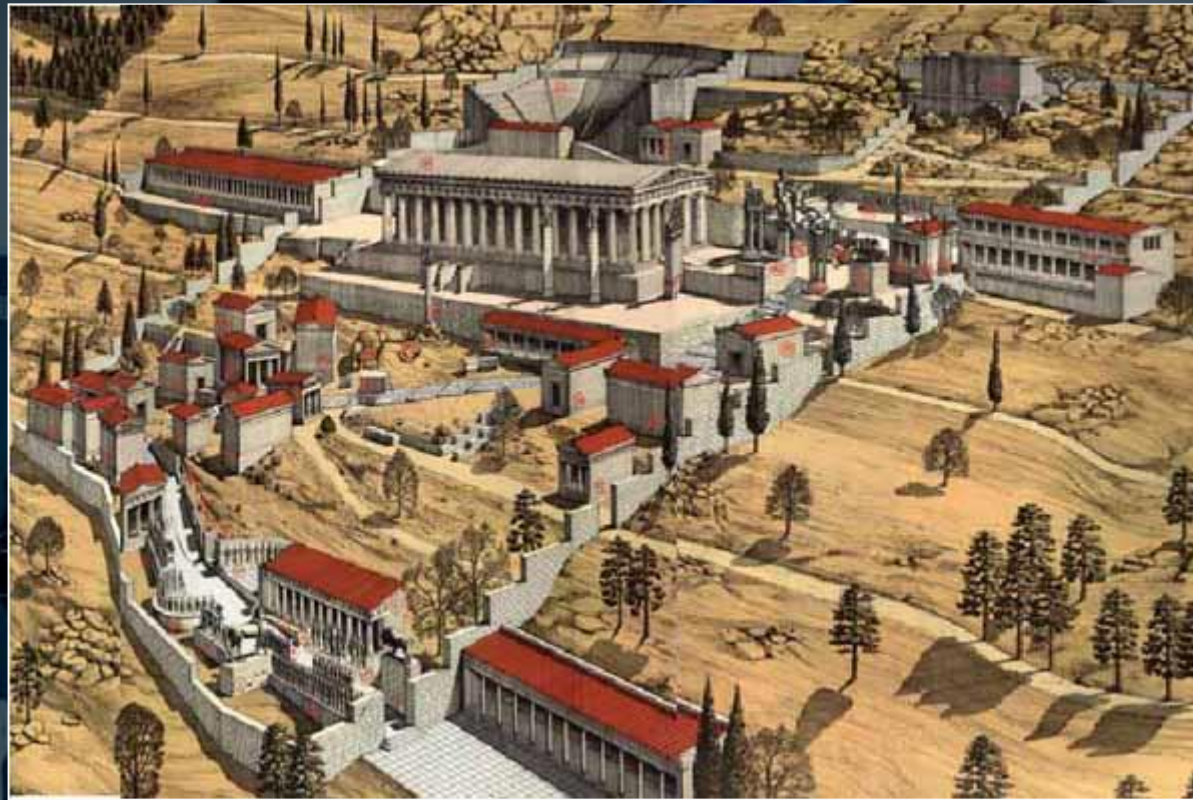


1 ...

2 ...

3 ...

**WAS DENKT IHR –  
Welche Technologien  
werden unser Leben  
2050 bestimmen?**



Der Wunsch die Zukunft „vorherzusagen“ ist so alt wie die Menschheit.

Ob das Orakel von Delphi, Glaskugeln, Hellseher oder Astrologen, sie alle versuchten sich in Deutungen und Prognosen zur Zukunft...



## Berühmt gewordene Einschätzungen zur Zukunft:

Gottlieb Daimler, Erfinder des Autos mit Verbrennungsmotor:

*„Die weltweite Nachfrage nach KFZs wird eine Million nicht überschreiten – allein schon aus Mangel an verfügbaren Chauffeuren.“*

Thomas Watson, Vorstandsvorsitzender von IBM, 1943:

*„Ich denke, dass es einen Weltmarkt für vielleicht fünf Computer gibt.“*

Er sah die Entwicklung des Transistors 1947 nicht voraus.

Ken Olsen, Gründer von DEC, 1977:

*„Es gibt keinen Grund, warum irgendjemand einen Computer in seinem Haus haben wollte.“*

Noch im selben Jahr kam der erste industriell hergestellte PC auf den Markt: Apple II.

## RAND Corporation: Think-Tank in den USA

### Anfang der 1960 Jahre: Entwicklung der Delphi-Methode:

Experten werden mit Hilfe von Fragebögen um ihre Meinungen gebeten, für wie zutreffend sie bestimmte Thesen zur zukünftigen Entwicklung halten und bis wann sie mit einer Realisierung rechnen.

Anschließend Feedbackrunden, wo die Experten mit den Einschätzungen ihrer Kollegen konfrontiert werden und sie ihre Meinung revidieren können.

So soll ein möglichst breiter Konsens erreicht werden.





## RAND Corporation: Think-Tank in den USA

### Erste Delphi-Studie, 1964:

1970er: Automatisierung von Büroarbeit und verlässliche Wetterprognosen

1980er: Computer als Sprachübersetzer, weltweites Satellitennetz und eine breite Akzeptanz von bewusstseinsverändernden Drogen

1990er: Rohstoffgewinnung auf dem Meeresboden, Roboter als Haushaltsgehilfen, elektronische Assistenzärzte mit einem IQ über 150, Kernfusion und permanent besiedelte Mondbasis

2000er: Immunität gegen alle Viren und Bakterien, automatische Fahrzeuge auf den Autobahnen

2010er: IQ-steigernde Medikamente, dauerhafte Marsbasis

2020er: direkte Hirn-Computerverbindung, Beeinflussung der Schwerkraft, Verlangsamung der Alterung – um 50 Jahre länger leben



## RAND Corporation: Think-Tank in den USA

Erste Delphi-Studie, 1964:

Keiner sah die Realisierung des „Kommunikators“ aus Star Trek voraus 😊.



Was sie nicht vorhersagten:

- ✓ Keine Aussagen zu Entwicklungen, die die Welt heute maßgeblich prägen:
- ✓ Computer und Fernsehen „in der Hosentasche“
- ✓ Kein weltweites Daten- und Mobilfunknetz
- ✓ Trend zur alternativen Energiegewinnung
- ✓ VR
- ✓ Etc.

Wir sehen, wie schwierig es ist, auch nur mit einiger Treffsicherheit die Welt von morgen vorherzusehen – doch sowohl Politik als auch Wirtschaft verlangen danach.

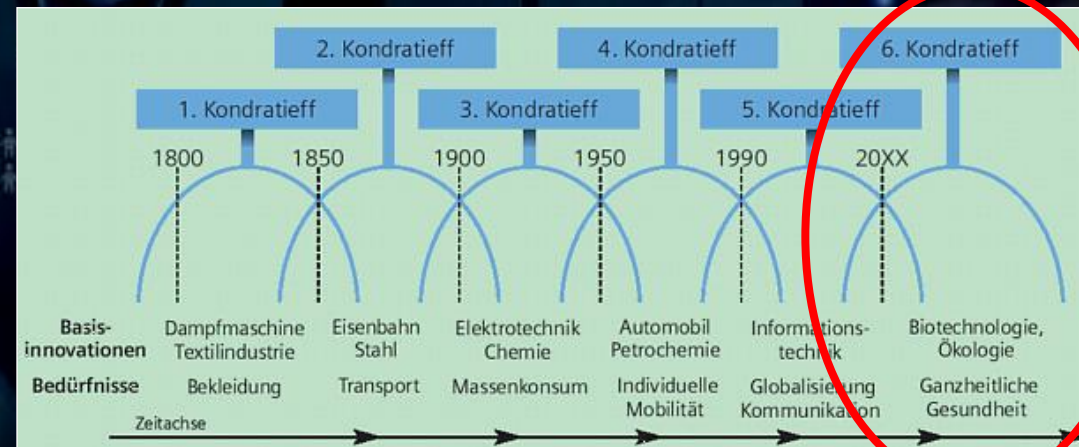
Viele Entscheidungen, die wir heute in Gesellschaft, Forschung und Entwicklung treffen, werden die Welt von übermorgen prägen.

## **Kondratjew, russischer Wissenschaftler, 1920er Jahre:**

- ✓ Wirtschaftszyklen laufen in Wellen von 40-50 Jahren ab,
- ✓ beginnend bei einer wichtigen Basisinnovation,
- ✓ über den daraus resultierenden Wohlstandszuwachs,
- ✓ bis diese schließlich stagnieren und
- ✓ von der nächsten Welle abgelöst werden.



## Kondratjew-Zyklen oder Megatrends:





## Es gibt auch noch WILD CARDS...

... Entwicklungen, die von heute auf morgen alles verändern können.

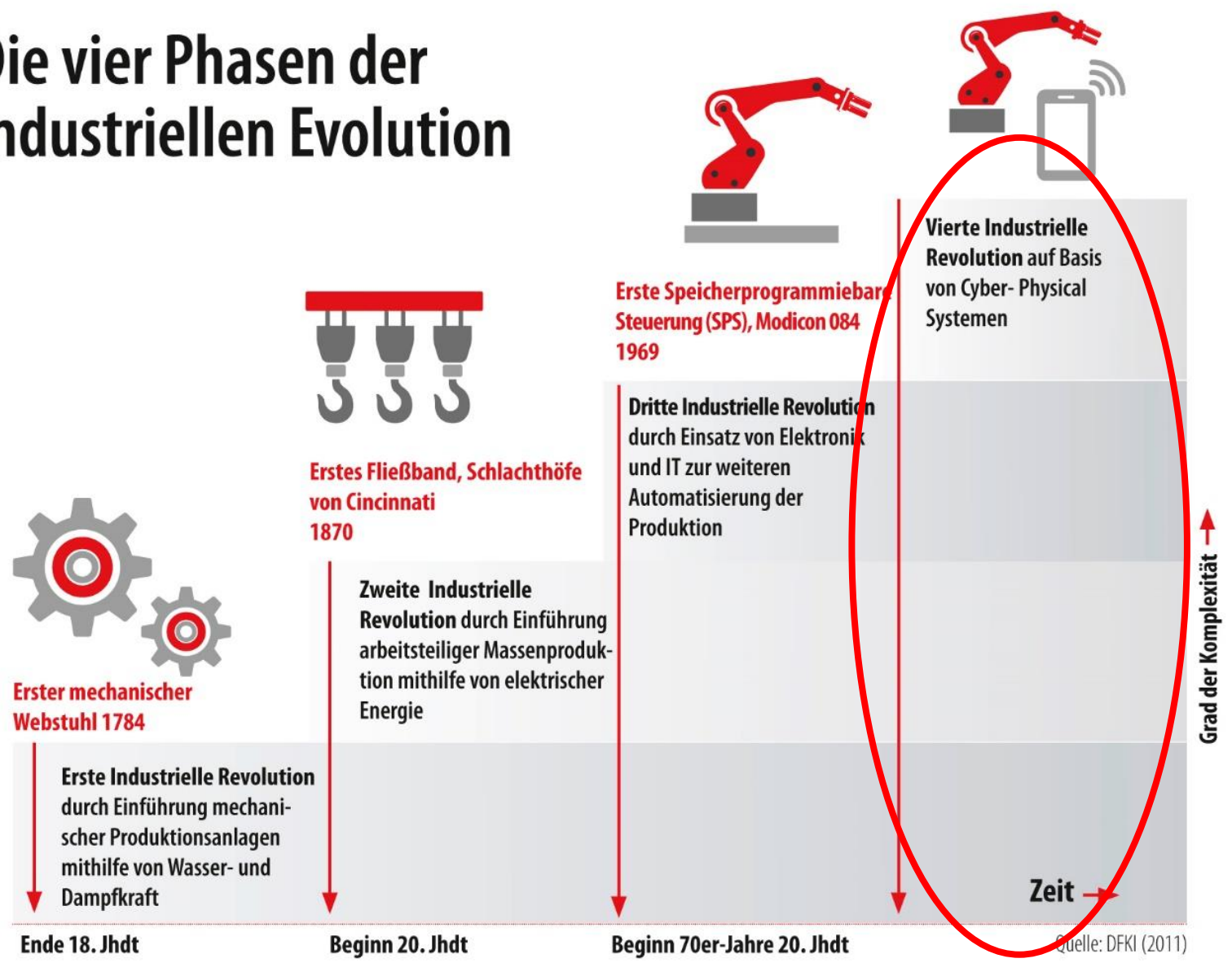
Sowohl im negativen Kontext (Kriege, Umweltkatastrophen), als auch im positiven Sinn – durch großartige technologische Durchbrüche!

***WELCHE DURCHBRÜCHE KÖNNTEN DAS  
JETZT SEIN?***

# Die Zukunft der Produktion



# Die vier Phasen der industriellen Evolution

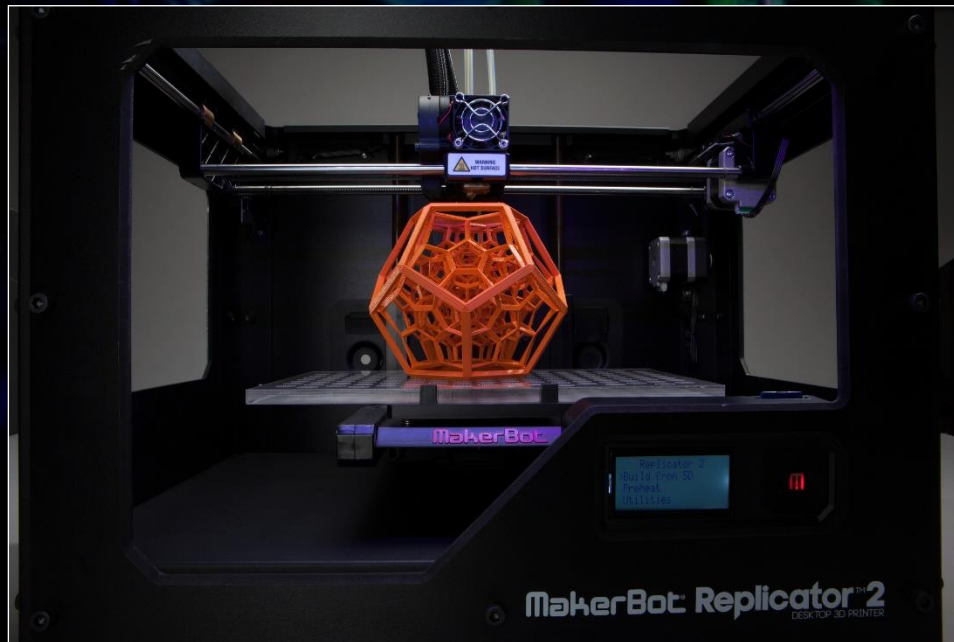




# DIE ZUKUNFT DER PRODUKTION

- ✓ Industrie 4.0, Produktion 4.0, Büro 4.0
- ✓ Internet der Dinge,
- ✓ smart city, smart factory,
- ✓ smarte Kleidung,
- ✓ 3D-Drucker für die Industrie und für den Privathaushalt,
- ✓ etc.

sind Konzepte und Technologien der 4. Generation.



# UND WAS KOMMT DANACH?

Insbesondere im Hinblick auf

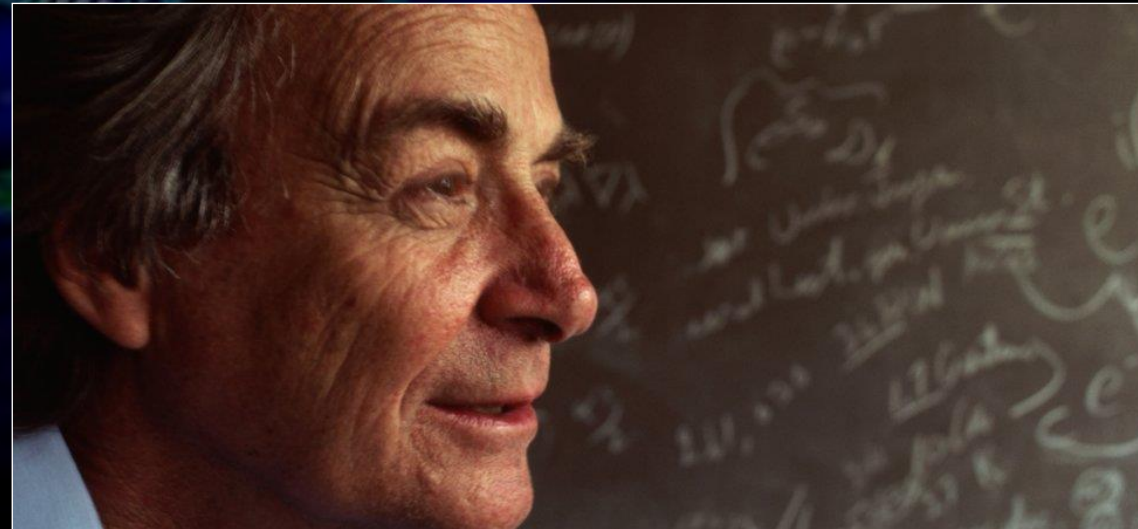
- ✓ sich verknappende Ressourcen und
- ✓ den höheren Produktionskosten der individuellen Fertigung braucht es für eine nachhaltige Zukunft andere Technologien...

*„Unendlich groß ist die Rolle des unendlich kleinen in der Natur.“*

Louis Pasteur

*„Wie klein kann man eine Maschine machen?“*

Nobelpreisträger Richard Feynman, 1959, Geburtsstunde der Nanotechnologie

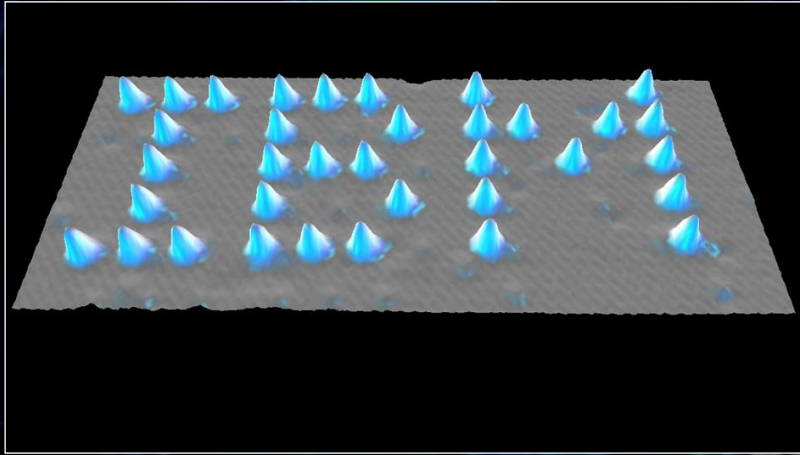


Feynman's Vision war, dass Physiker jedes Molekül Atom für Atom herstellen können.



# DIE ZUKUNFT DER PRODUKTION

Mittels Rastertunnel- und Atomkraft-Mikroskopen können wir heute einzelne Atome beobachten und manipulieren, wir können Buchstaben aus Atomen formen, aber auch schon einfachste Schaltungen bauen.



Nanotechnologie wird einmal in der Medizin, in der Computertechnik, in jedem Bereich unseres Lebens eine dominante Rolle spielen ... (teilweise schon heute), aber noch nicht 2050 und noch nicht für die Zukunft der Produktion 2050.

**Aber es muss nicht immer  $10^{-9}$  sein, auch mit Größenordnungen im Bereich von  $10^{-6}$  wird die Produktionswelt im Jahr 2050 eine andere sein!**





## WILLKOMMEN IN DER WELT DER PROGRAMMIERBAREN MATERIE/CLAYTRONIC, DPR (Dynamic Physical Rendering):

Video 1, 2D  
Video 2, 3D  
Video 3, Modell

Video 4, Bausteine  
Video 5, Konzept

### Funktionsweise:

Den Computerchips/Objekten/**Catomen (claytronic atom)** ist es möglich die statische elektrische Ladung an der Oberfläche zu verändern, so dass sich die Objekte anziehen oder abstoßen können.

Mit verschiedenen Ladungen versehen können sie so jede beliebige Form annehmen.

Und durch eine Veränderung der Programmierung können sie diese auch wieder ändern.

## WILLKOMMEN IN DER WELT DER PROGRAMMIERBAREN MATERIE/CLAYTRONIC:

Catome = intelligenter „Sand“; Mittlerweile sind die Wissenschaftler und Techniker bereits in der Größenordnung von mm angekommen.

Die Anwendungen sind schier unerschöpflich.

Durch eine Reprogrammierung können sie neue Formen annehmen und tragen dadurch maßgeblich dazu bei, **Recycling** neu zu definieren.

Durch die Kombination verschiedener Catome können auch beliebige Oberflächen gebildet werden.

**Noch gibt es viele technische Herausforderungen:** Miniaturisierung, evl. auftretende Quanteneffekte bei sehr kleinen Dimensionen, Steuerung der Bewegung von Milliarden von Catomen, Bandbreite, etc. aber es ist nur mehr eine Frage der Zeit...



## WILLKOMMEN IN DER WELT DER PROGRAMMIERBAREN MATERIE/CLAYTRONIC:

Stellen Sie sich vor...

Der Tisch in ihrer Küche ist zu klein für die Zahl der Gäste oder seine Farbe/Form gefällt Ihnen nicht mehr...  
... Sie laden sich einfach aus dem Netz eine neue Designvorlage und ein paar Stunden später hat der Tisch die neue Form angenommen.

# *ZUKUNFTSMUSIK?*

## WILLKOMMEN IN DER WELT DER PROGRAMMIERBAREN MATERIE/CLAYTRONIC:

Stellen Sie sich vor...

Der Tisch in ihrer Küche ist zu klein für die Zahl der Gäste oder seine Farbe/Form gefällt Ihnen nicht mehr...  
... Sie laden sich einfach aus dem Netz eine neue Designvorlage und ein paar Stunden später hat der Tisch die neue Form angenommen.

# ZUKUNFTSMUSIK?

*Welches Unternehmen steht hinter der Entwicklung der Catome?*



**WILLKOMMEN IN DER WELT DER PROGRAMMIERBAREN MATERIE/CLAYTRONIC:**

Stellen Sie sich vor...

Der Tisch in ihrer Küche ist zu klein für die Zahl der Gäste oder seine Farbe/Form gefällt Ihnen nicht mehr...  
... Sie laden sich einfach aus dem Netz eine neue Designvorlage und ein paar Stunden später hat der Tisch die neue Form angenommen.

# **ZUKUNFTSMUSIK?**

*Welches Unternehmen steht hinter der Entwicklung der Catome? INTEL*

WILLKOMMEN IN DER WELT DER PROGRAMMIERBAREN MATERIE/CLAYTRONIC:

Wünscht ihr euch eine solche Technologie?



# Die Zukunft des Verkehrs?

## 2 Strategien:

- ✓ Umweltfreundlichere Antriebe  
Verbrennungsmotor → Elektromotor
- ✓ Reduzierung der benötigten Energie für den Antrieb

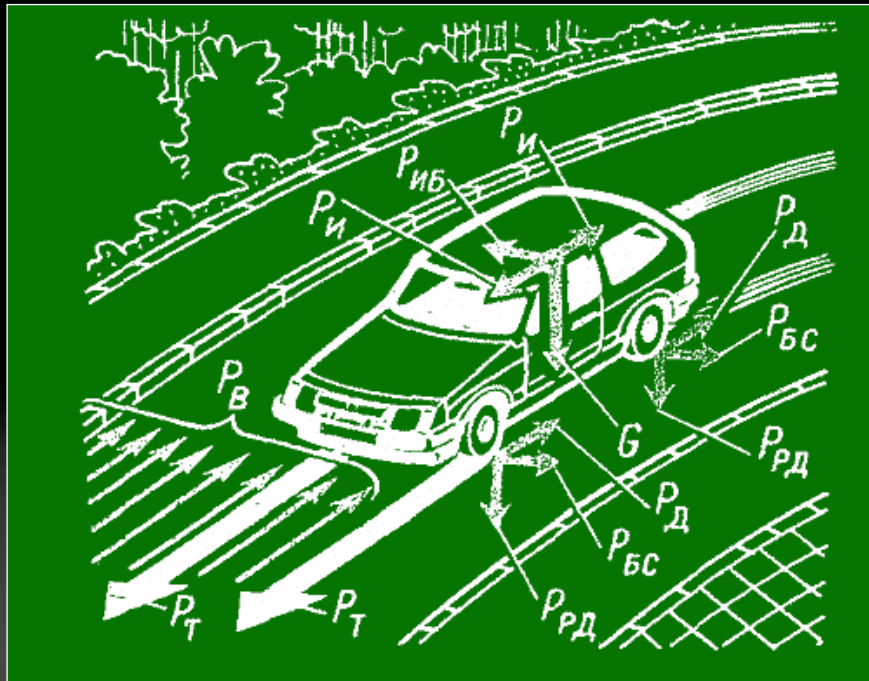
## Kehrseite der Medaille:

Trotzdem enormer Energiebedarf!

**Radikales Umdenken erforderlich!**

***Wie könnte diese Lösung aussehen?***

# DIE ZUKUNFT DES VERKEHRS?



- ✓ Luftwiderstand
- ✓ Innere Reibungskräfte des Fahrzeugs (Motor, Getriebe, etc.)
- ✓ Trägheitskräfte
- ✓ Rollwiderstand der Reifen

## Rollwiderstand der Reifen:

Annahme Auto mit Verbrauch von 6,7 l / 100 km

Je nach Szenario Stadt oder Autobahn liegt der Energieverbrauch zur Überwindung des Rollwiderstands der Reifen bei 20-30 %.

→ 1,4 l / 100 km auf der Autobahn bzw. 2,6 l / 100 km in der Stadt.



# DIE ZUKUNFT DES VERKEHRS?

Video 1 <https://www.youtube.com/watch?v=pP2jLgo9YTM>

Video 2 <http://www.auto-motor-und-sport.de/news/lexus-slide-hoverboard-schwebebrett-9713487.html>

Im Unterschied zur klassischen Magnetschwebebahn, wobei sowohl Gleise als auch Züge mit starken Magneten ausgestattet sind und große Mengen an Energie verbraucht werden (für den Gütertransport zu unwirtschaftlich) funktionieren die gezeigten Technologien anders.

# DIE ZUKUNFT DES VERKEHRS?

Video 1 <https://www.youtube.com/watch?v=pP2jLgo9YTM>

Video 2 <http://www.auto-motor-und-sport.de/news/lexus-slide-hoverboard-schwebebrett-9713487.html>

Im Unterschied zur klassischen Magnetschwebebahn, wobei sowohl Gleise als auch Züge mit starken Magneten ausgestattet sind und große Mengen an Energie verbraucht werden (für den Gütertransport zu unwirtschaftlich) funktionieren die gezeigten Technologien anders.

## SUPRALEITUNG



## Wie funktioniert Supraleitung?

Supraleiter sind Materialien, deren elektrischer Widerstand beim Unterschreiten der Sprungtemperatur auf Null fällt.

Supraleitung wurde bereits 1911 von Kamerlingh Onnes entdeckt (1913 Nobelpreis für Physik).

Viele Metalle und andere Materialien werden bei sehr tiefen Temperaturen supraleitend (werden meist mit flüssigem He gekühlt,  $-269\text{ °C}$ )

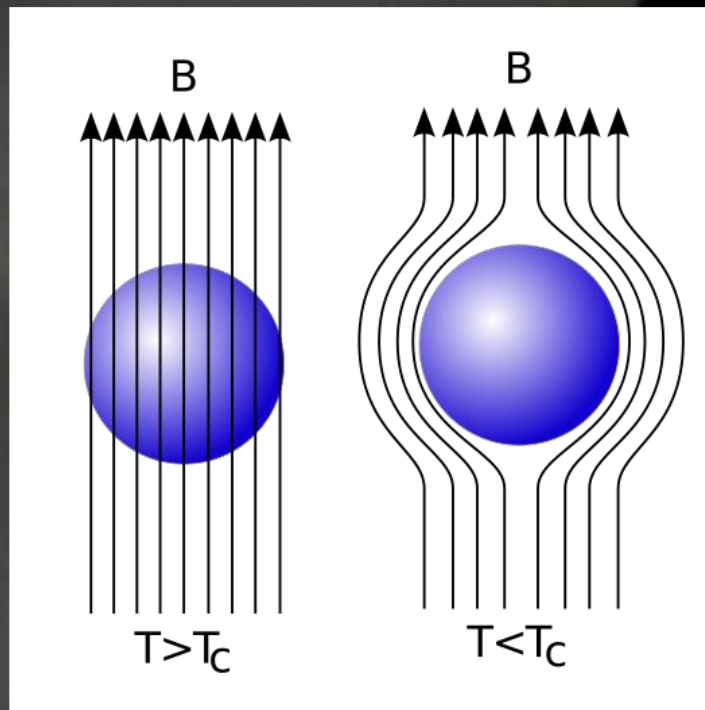
**HTSL:** flüssiger Stickstoff reicht zur Kühlung aus,  $-196\text{ °C}$ ),  
Sprungtemperatur  $> 23\text{ K}$

	Sprungtemperatur	
	in K	in °C
Wolfram	0,012	-273,139
Gallium	1,091	-272,059
Aluminium	1,14	-272,01
Quecksilber	4,153	-268,997
Tantal	4,483	-268,667
Blei	7,193	-265,957
PbMo <sub>6</sub> S <sub>8</sub>	15	-258,15
K <sub>3</sub> C <sub>60</sub>	19	-254,15
Nb <sub>3</sub> Ge	23	-250,15
MgB <sub>2</sub>	39	-234,15



## Wie funktioniert Supraleitung?

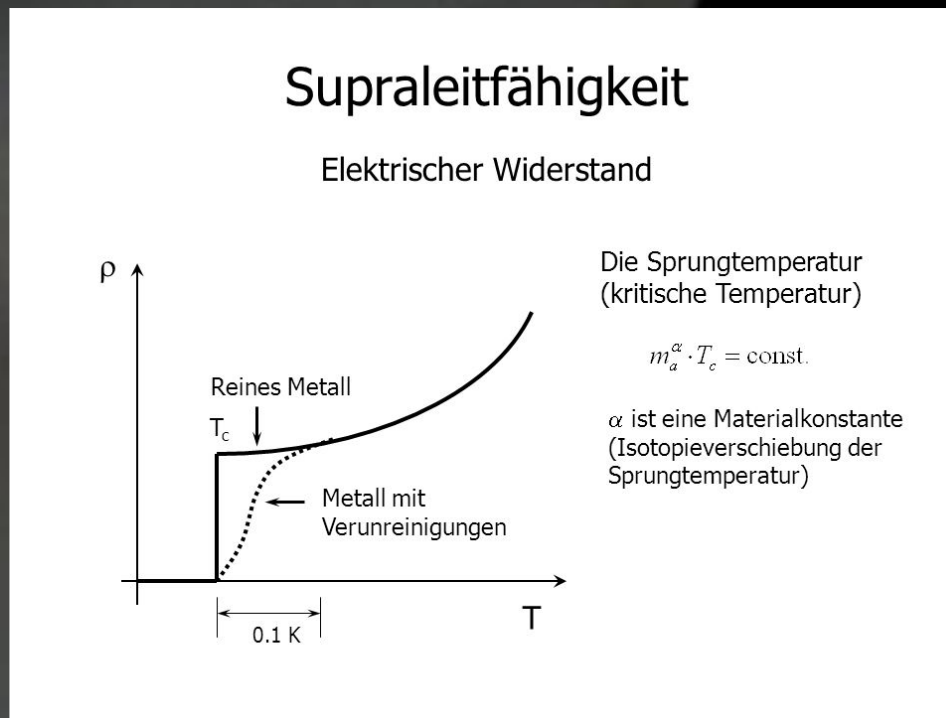
In einem supraleitenden Zustand bleibt das Innere des Materials frei von elektrischen und magnetischen Feldern und ein eventuelles Feld wird durch die ohne Widerstand frei beweglichen Elektronen sofort abgebaut und Magnetfelder werden verdrängt → **Meißner-Ochsenfeld Effekt**



## Wie funktioniert Supraleitung?

**HTSL:** Cuprate (keramische Supraleiter) mit besonders hohen Sprungtemperaturen wurden erst 1986 von Bednorz und Müller entdeckt.

→ 1987 mit dem Nobelpreis für Physik



	Tc einiger Cuprate	
	Sprungtemperatur	
	in K	in °C
<chem>YBa2Cu3O7</chem>	93	-180
<chem>Bi2Sr2Ca2Cu3O10</chem>	110	-163
<chem>HgBa2Ca2Cu3O8</chem>	133	-140
<chem>Hg0.8Tl0.2Ba2Ca2Cu3O8.33</chem> (momentaner Rekordhalter bei Standarddruck, noch nicht durch eine zweite Forschergruppe reproduziert)	138	-135

## Der gegenwärtige Rekordhalter unter den HTSL:

2015 wurde entdeckt, dass **Schwefelwasserstoff H<sub>2</sub>S** unter hohen Drücken von **100-300 GPa** zu einem metallischen Leiter wird, der eine Sprungtemperatur von **-70 °C** aufweist.

**Für eine Revolution unserer Technologie bedarf es aber noch eines weiteren Schrittes: eines metallischen HTSL bei Raumtemperatur und Standarddruck.**

- ✓ Verkehr
- ✓ Energie – Transport, Umwandlung und Speicherung
- ✓ Messtechnik und Elektronik
- ✓ Medizin (Magnetresonanztomographie)
- ✓ Kommunikationstechnik
- ✓ Forschung



# Entwicklungen bis 2030

## Bis 2030...

### **Internet-/Datenbrillen und Kontaktlinsen**

Auch in Kombination mit Smartphones, Preisvergleiche, Gesichtserkennung, verlinkt mit sozialen Netzwerken

### **Selbstfahrende Autos**

Neben großen Konzernen ist in diesem Bereich auch DARPA stark engagiert.

### **Bildschirme in die Wände integriert...**

... und plötzlich erscheint die digitale Assistentin, weil der Paketbote klingelt und flexibles elektronisches Papier (gefaltet in der Jackentasche).

### **Virtuelle Welten**

(VR, Spiele, virtuelles Geld)

## Bis 2030...

### Medizin...


Bevor wir zum Arzt gehen werden wir einen digitalen Arzt konsultieren, der 95 % aller Krankheiten korrekt diagnostizieren kann.

- ✓ Mit einem Handscanner (30 cm große Kernspintomografen) „durchleuchten“ sie gleichzeitig zu Hause ihren Körper...
- ✓ Implantierte Chips überwachen ihre Vitalfunktionen...
- ✓ Das WC überwacht ihre wichtigen Werte...

Und der Blick in den Spiegel (und das Anhauchen des Spiegels) hilft Krebs frühzeitig zu erkennen (dadurch kann ein mutiertes Protein (p53) nachgewiesen werden, dass in 50 % aller häufigen Krebsfälle eine Rolle spielt).

Und statt einer Koloskopie schlucken wir einen Chip mit einer Kamera.





# Entwicklungen von 2030- 2070

## 2030-2070...

### Erweiterte Realität wird sich durchsetzen

Sie spazieren durch ein Museum und bekommen alle Informationen in die Kontaktlinsen eingeblendet.

Keine Handys, Uhren, MP3-Player mehr, das erledigt alles die Kontaktlinse.

**Universalübersetzer** werden fast fehlerfrei funktionieren.

3D-Fernsehen und Kommunikation wird durch **Hologramme** verdrängt. Primäres Problem dabei ist aktuell die Bandbreite, theoretisch würden sich auch heute schon Hologramme einsetzen lassen.

**Gedankensteuerung**, insbesondere im medizinischen Bereich **Unternehmen BrainGate, USA**: Schlaganfallpatienten wird ein Chip am Kopf über dem motorischen Zentrum platziert, liest die Hirnströme.

In wenigen Tagen lernen die Patienten Emails zu schreiben oder eine Maus zu bewegen. Auch für das Gedankenlesen gibt es Ansätze mit einem fMRT in Kombination mit EEG.

Träume fotografieren und Telekinese 😊



## 2030-2070... im Bereich der Robotik

### Modulare Roboter

**University of Southern California:**

Forschung an polymorphen Robotern. Diese können bei Bedarf ihre Form ändern.

... krabbelt als Spinne durch die Kanalisation und wandelt sich in eine Schlange um durch ein enges Loch zu kommen.



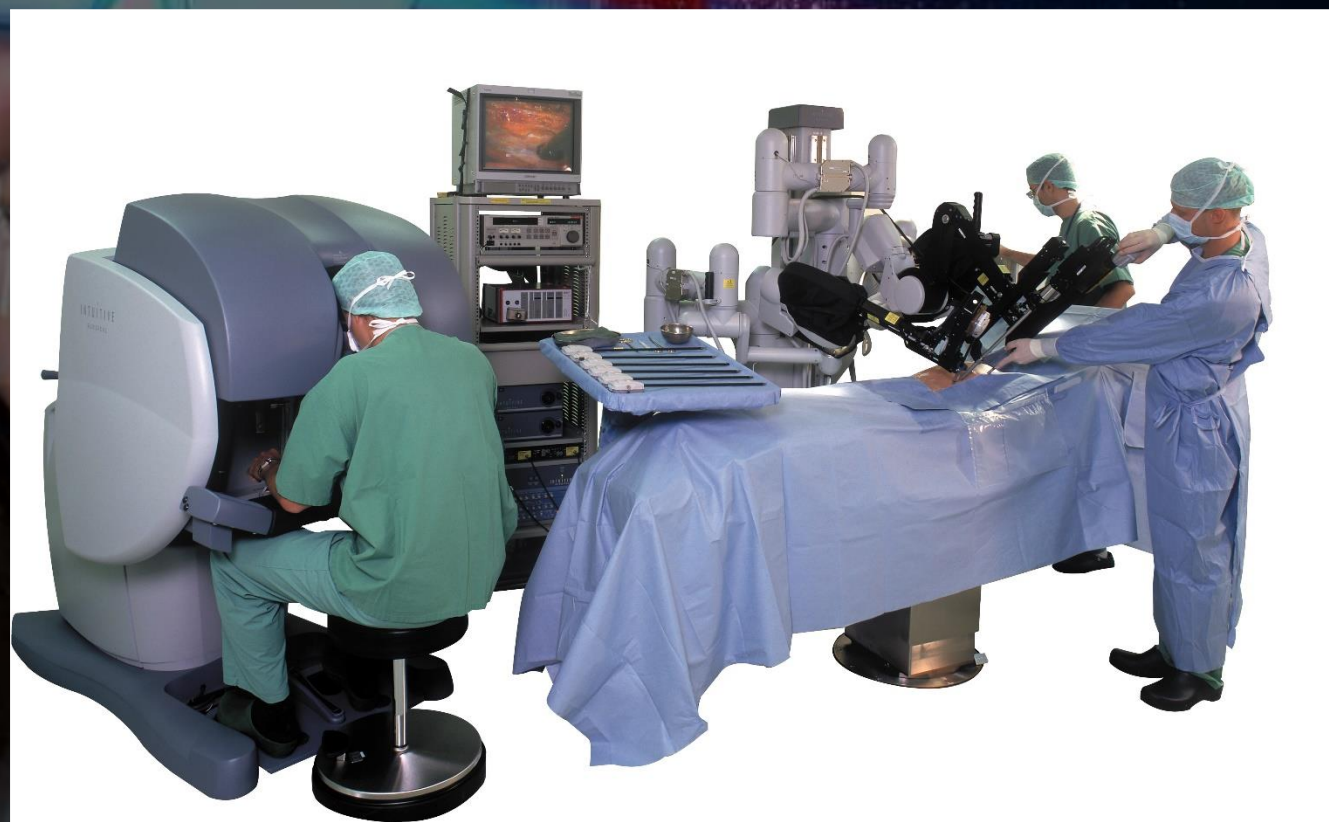


## 2030-2070... im Bereich der Robotik

### Roboterärzte

Schon heute werden Roboter als Chirurgen eingesetzt, da deren Präzision der menschlichen Hand weit überlegen ist.

Da-Vinci-System:  
In mehr als 800 Krankenhäusern weltweit in  
Verwendung



## 2030-2070... im Bereich der Robotik

### Wie soll es weitergehen?

#### 4 Ansätze:

- ✓ Klassische Roboter
- ✓ Avatare
- ✓ KI-Roboter
- ✓ Fusion Roboter-Mensch

**WAS DENKT IHR?**

## 2030-2070... im Bereich der Robotik

### Wie soll es weitergehen?

Traum vieler Wissenschaftler ist die Fusion von Mensch und Maschine.

Roboterpionier Hans Moravec:

*„Wir werden zu genau den Robotern, die wir gebaut haben.“*

Durch Hirn-OPS verschmelzen wir Neuron für Neuron bzw. Transistor für Transistor mit unseren Geschöpfen.

... nicht im 21. Jh., aber im 22. Jh.?

Theoretisch könnten wir uns auch „kopieren“ bzw. zu einer Software „weiterentwickeln“

... der Traum der Unsterblichkeit

# ERSTREBENSWERT?



## 2030-2070... im Bereich der Robotik

### Wie soll es weitergehen?

Roboterpionier Hans Moravec – seine Vision:

*„Ich sehe diese Maschinen als unsere Nachkommen. Im Augenblick glaubt man das kaum, weil sie eben nur so intelligent sind wie Insekten. Aber mit der Zeit werden wir das große Potential erkennen, das in ihnen steckt. Und wir werden unsere neuen Roboterkinder gern haben, denn sie werden angenehmer sein als Menschen. Man muss ja nicht all die negativen menschlichen Eigenschaften, die es seit der Steinzeit gibt, in diese Maschinen einbauen. Damals waren diese Eigenschaften für den Menschen wichtig. Aggressionen etwa brauchte er, um zu überleben. Heute, in unseren großen zivilisierten Gesellschaften machen diese Instinkte keinen Sinn mehr. Diese Dinge kann man einfach weglassen – genauso wie den Wesenszug der Menschen, dass sie ihr Leben auf Kosten anderer sichern wollen. Ein Roboter hat das alles nicht. Er ist ein reines Geschöpf unserer Kultur und sein Erfolg hängt davon ab, wie diese Kultur sich weiterentwickelt. Er wird sich also sehr viel besser eingliedern als viele Menschen das tun. Wir werden sie also mögen und wir werden uns mit ihnen identifizieren. Wir werden sie als Kinder annehmen – als Kinder, die nicht durch unsere Gene geprägt sind, sondern die wir mit unseren Händen und mit unserem Geist gebaut haben.“*





# Entwicklungen bis 2030 in der Medizin



## **Gensequenzierungen:**

Human Genome Projekt: 2003 endgültig abgeschlossen, Kosten: 3 Mrd. USD

„Mittelfristiges“ Ziel ist es, dass jeder sein individuelles Genom kennt!  
Dafür müssen jedoch die Kosten sinken...

*Halten Sie das für die nächsten Jahre denkbar?*



## Gensequenzierungen:

Human Genome Projekt: 2003 endgültig abgeschlossen, Kosten: 3 Mrd. USD

„Mittelfristiges“ Ziel ist es, dass jeder sein individuelles Genom kennt!

Dafür müssen jedoch die Kosten sinken...

-) 2006: 10 Mio. USD, mehrere Monate Arbeit

-) 2011: 50.000 USD, 1 Woche

Erwartet werden etwa 1000 USD bis 2020...

Schon seit 2012 sind die Preise auf etwa 1000 USD gefallen (oder bspw. 300 USD für 243 Gene)

Bald zum Preis eines Bluttests...

## Ein Arztbesuch in der nahen Zukunft – Ein Szenario zum Nachdenken!

Zunächst sprechen wir mit unserem digitalen Arzt, projiziert auf unseren Fernseher, Computermonitor oder auf das Smartphone.

Unser Badezimmer und WC ist mit vielen Sensoren ausgestattet, es werden nicht nur wichtige Werte dadurch überwacht, es erfolgt auch eine ständige Suche nach Tumormarkern. Krebszellen können entdeckt werden, lange bevor sich ein tatsächlicher Tumor entwickelt und gegebenenfalls können wir uns direkt Nanopartikel injizieren, die die Krebszelle gezielt angreifen.

Bei Bedarf können wir unseren digitalen Arzt direkt mit Abbildungen unserer Organe versorgen, durchgeführt wird der Scan mit unserer fMRT-Maus im Badezimmer.

Erst auf Empfehlung des digitalen Arztes besuchen wir eine reale Praxis...  
... wo im Notfall der Arzt auch gleich ein neues Organ für uns bestellt...



## Ein neues Organ – Aus der Gewebetechnologie?

Bei der **Gewebetechnologie** werden uns einige Zellen entnommen und in eine Plastikmatrix (biologisch abbaubare Polyglykolsäure) gegeben, mit der Form des gewünschten Organs.

Die Zellen werden mit bestimmten Wachstumsfaktoren behandelt um das Zellwachstum anzuregen und sie wachsen in die Matrix ein.

Diese baut sich ab und übrig bleibt das neue Organ.

Maßgeblich entwickelt wurde die Technologie von Anthony Atalas, North Carolina, USA.

Grundsätzlich: Je einfacher das Organ ist, desto besser, die meisten Schwierigkeiten machen aktuell noch die Kapillaren und die Komplexität mancher Organe, diese erfordert oft sehr komplexe Matrizen.

Bspw. die Niere, aufgrund der vielen „Filtereinheiten“...



## Ein neues Organ – Aus der Gewebetechnologie?

Mittlerweile ist es möglich im Labor Haut, Blut, Blutgefäße, Herzklappen, Knorpel, Nasen und Ohrmuscheln direkt aus unseren eigenen Zellen wachsen zu lassen.

2007 gelang dies mit der ersten Harnblase,  
2009 mit einer Luftröhre.

2011 die erste Lunge, mit der eine Ratte 6 Stunden lang atmen konnte.

Leber (2011), Bauchspeicheldrüse steht ebenfalls auf der Liste...

Es soll auch möglich werden neue Hirnzellen in unser Gehirn zu verpflanzen, die dann in das neuronale Netzwerk eingebunden werden können.

Das Gehirn ist so plastisch, es „verdrahtet“ sich ständig neu (beim Lernen), dadurch können die neuen Hirnzellen eingebaut werden.



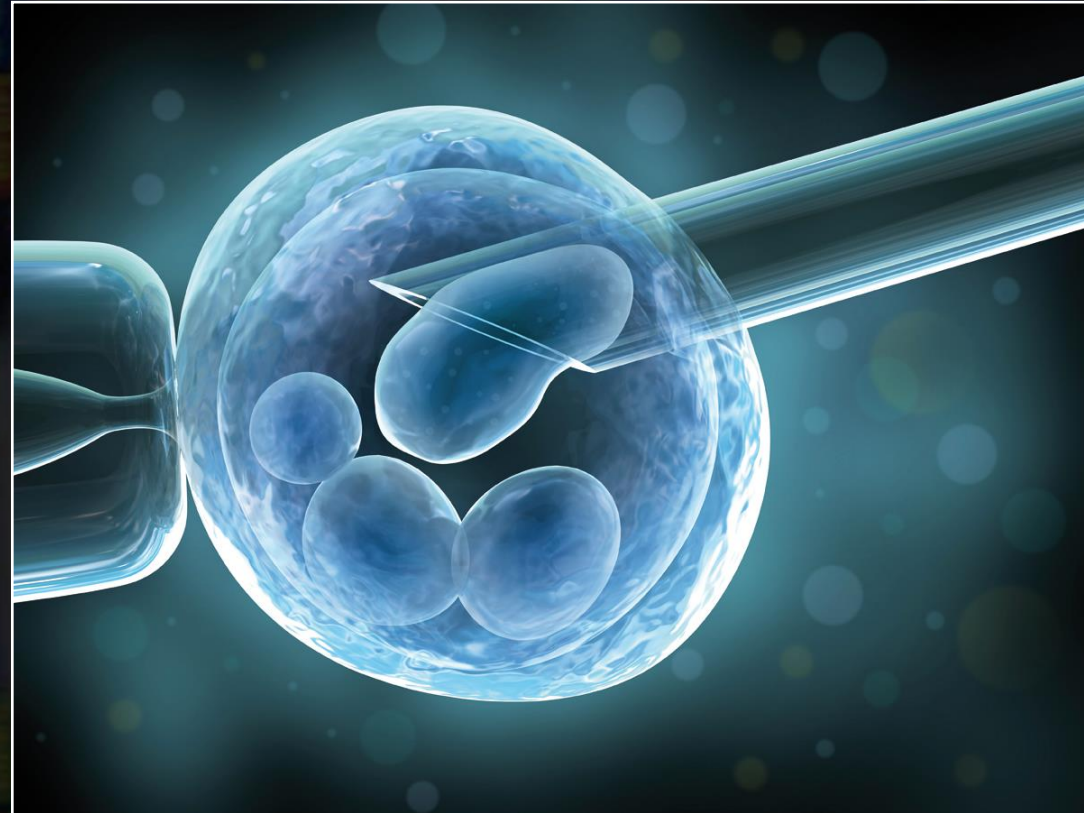
## Die Alternative - Stammzellen?

Embryonale Stammzellen...

... das Gute,

... das Schlechte,

... das Hässliche.





## Die Alternative - Stammzellen?

### Embryonale Stammzellen...

... das Gute, weil sie in großer Zahl im Labor gezüchtet werden können und zu Geweben, Organen und Körperteilen heranwachsen können.

... das Schlechte, weil sie nicht wissen, wann sie zu wachsen aufhören sollen und dadurch zu Tumorbildung führen können.

... das Hässliche, weil wir vieles noch nicht verstehen und es noch viel weiterer Forschung dazu bedarf. Und Stammzellen mit zahlreichen ethischen Fragen verknüpft sind.



## Die Alternative - Stammzellen?

Stammzellen können sich in jeden Zelltyp des Körpers verwandeln, da jede einzelne Zelle den vollständigen genetischen Code enthält.

Wenn unsere embryonalen Zellen heranreifen spezialisierten sie sich, und viele der Gene werden inaktiv.

Embryonale Stammzellen bewahren sich die Fähigkeit, sich in jeden beliebigen Zelltyp umwandeln zu können.

Um ethische Probleme zu vermeiden, liegt ein Schwerpunkt der Forschung momentan darauf, bereits „erwachsene“ Zellen in embryonale Stammzellen zurückzuverwandeln.

Das Potential von Stammzellen ist gewaltig...

... Diabetes, Herzkrankheiten, Alzheimer, Parkinson, Krebs, Rückenmarksverletzungen...

## Die Alternative - Stammzellen?

### Forschung am Beispiel von Rückenmarksverletzungen, Colorado University, USA:

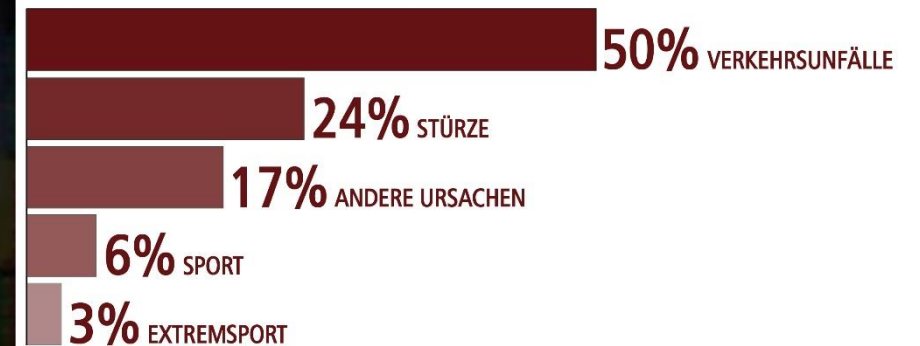
Adulte Nervenzellen werden in das adulte Zentralnervensystem von Ratten mit Rückenmarksverletzungen transplantiert. Innerhalb von nur 1 Woche gelang es den adulten Neuronen neue Nervenfasern durch das Gehirn zu schicken.

Bisher ging man davon aus, dass Versuche die Nerven bei Rückenmarksverletzungen zu reparieren mit sehr großen Schmerzen verbunden sind. Es zeigt sich jedoch, dass wenn der richtige Neuronentyp (die richtige Variante der Astrocyten) verwendet wird, keine Schmerzen auftreten.

### Die Ursachen von Rückenmarksverletzungen

#### Querschnittslähmung kann jeden treffen

Schätzungen zufolge wird jedes Jahr weltweit rund 130.000 Mal die fatale Diagnose „Querschnittslähmung“ als Folge einer Verletzung des Rückenmarks gestellt. Hauptursache sind Unfälle in alltäglichen Situationen.



© Hohenstein Institute

Quelle: [www.wingsforlife.com](http://www.wingsforlife.com)



## Können wir den Krebs besiegen?

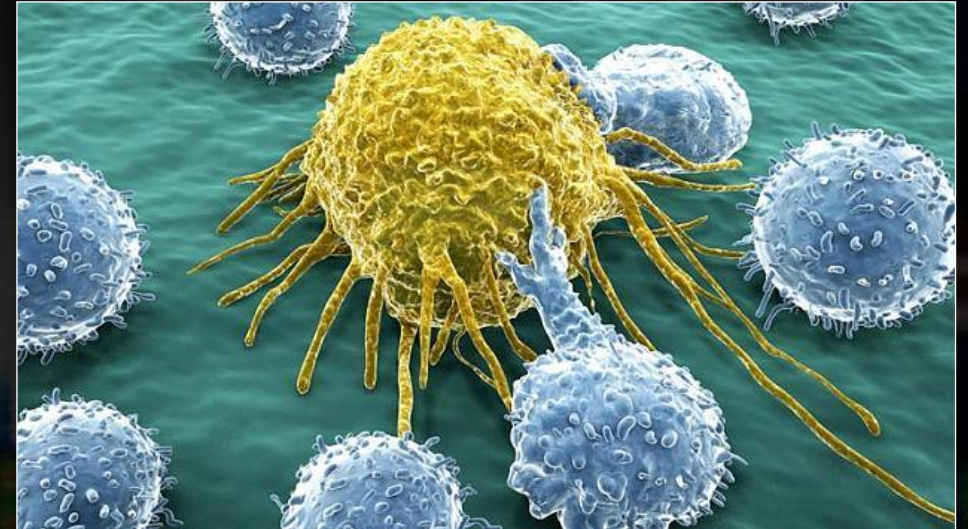
1971 rief Präsident Nixon den Krieg gegen den Krebs aus

→ 45 Jahre und 200 Mrd. USD später ist Krebs in den USA die zweithäufigste Todesursache.

Die Behandlung von Krebs erfolgt in erster Linie durch

- ✓ „Vergiftung“ (Chemotherapie),
- ✓ „Verstrahlung“ (Strahlentherapie),
- ✓ „Verstümmelung“ (Chirurgie).

Viele Patienten fragen sich was schlimmer ist, der Krebs oder die Behandlung dagegen.





## Können wir den Krebs besiegen?

An Krebs sind in der Regel **Mutationen von 4 oder mehr Genen** beteiligt...  
... die bewirken (vereinfacht gesagt), dass eine Zelle „vergisst“ zu sterben.

Bspw. hat jemand vielleicht als Kind einen schweren Sonnenbrand erlitten und entwickelt Jahrzehnte später an derselben Stelle einen Hautkrebs. Vermutlich hat es so lange gedauert bis die anderen Mutationen aufgetreten sind und die Zelle in den Krebsmodus kippte.

Das seit 2006 laufende **Cancer Genom Projekt** plant die Gene der meisten Krebsarten zu sequenzieren.

Da jeder Krebstyp eine vollständige Analyse des Genoms erfordert, ist dieses Projekt noch viel ehrgeiziger als das Human Genom Projekt.

## Können wir den Krebs besiegen?

Erste Ergebnisse des Cancer Genom Projekt  
am Beispiel von Lungenkrebs:

Lungenkrebszellen weisen 23 000 Melanomzellen sogar 33 000 individuelle Mutationen auf.

Ein typischer Raucher entwickelt etwa alle 15 Zigaretten eine Mutation. D.h. je früher begonnen wird und je mehr geraucht wird, desto höher ist das Lungenkrebsrisiko.

### Eine sehr vereinfachte Rechnung:

Annahme: 40 Zigaretten pro Tag:

→ 14 600 Zigaretten pro Jahr

→ 973 Mutationen pro Jahr

Nach 23,6 Jahren 23 000 Mutationen!

Anzahl gerauchter Zigaretten	Faktor
Aktive Raucher (m)	23,8
Aktive Raucher (w)	8,7
Exraucher (m)	7,5
Exraucher (w)	2,0
Zigaretten <20 Packungsjahre (m)	11,04
Zigaretten 20-29 Packungsjahre (m)	18,17
Zigaretten 30-39 Packungsjahre (m)	27,91
Zigaretten >40 Packungsjahre (m)	37,08
Zigaretten <20 Packungsjahre (w)	3,45
Zigaretten 20-29 Packungsjahre (w)	8,81
Zigaretten 30-39 Packungsjahre (w)	18,09
Zigaretten >40 Packungsjahre (w)	19,61

m: männlich w: weiblich  
Packungsjahre: Zahl der täglich konsumierten Zigarettenpackungen multipliziert mit der Zahl der Raucherjahre

nach Deppermann KM, Der Internist 2011, 52:125-129



## Können wir den Krebs besiegen?

### Therapien für die nächsten 10-15 Jahre:

- ✓ Antiangiogenese: Verhinderung der Durchblutung eines Tumors, verhindert Wachstum
- ✓ Nanopartikel: gezielte chemische Bomben gegen die Krebszellen
- ✓ Gentherapie: in erster Linie für p53
- ✓ Impfungen gegen Viren: bspw. HPV

**Doch besiegen werden wir den Krebs so schnell noch nicht, aber die Lebenserwartung wird steigen!**

DNA-Chips in unserem Körper werden aber in der Zukunft ständig nach Krebszellen fahnden...



# Entwicklungen von 2030- 2070 in der Medizin

## **Fortschritte in der Gentherapie...**

Bis zur Mitte des Jh. könnte die Gentherapie so weit sein, dass eine breite Palette von Erbkrankheiten behandelt werden kann, auch solche wo mehrere Gene betroffen sind (z.B. Diabetes).

Aktuell liegt der Fokus auf Krankheiten, bei denen nur die Mutation von 1 Gen betroffen ist.

***Es wird dann die Frage entstehen, ob die Menschen damit zufrieden sind, ihre Gene nur zu reparieren, oder ob sie sie auch verbessern wollen?***



## DesignerKinder?

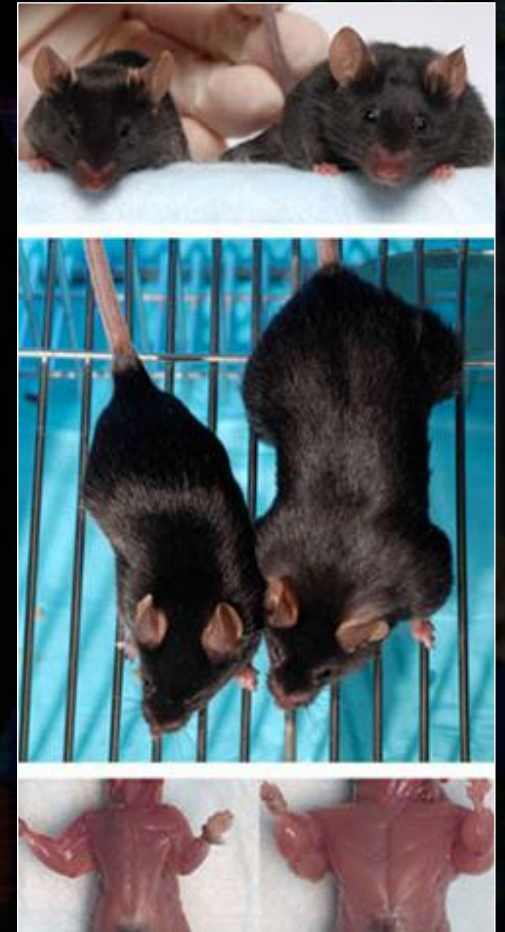
Harvard Biologe Wilson: „Der Mensch ist die erste Art, die dabei ist, die natürliche Selektion der Arten, die Macht, die uns geschaffen hat, außer Kraft zu setzen.“

**1999: smart-mouse-Gen:** Mäuse, mit verbessertem Gedächtnis und Leistungsfähigkeit  
NR2B-Gen reguliert den Neurotransmitter NMDA, so dass Botschaften im Hirn leichter weitergeleitet werden können.

**1997: mighty-mouse-Gen:** Myostatin-Gen reguliert die Muskelmasse und hält sie in Grenzen.

Eine Inaktivierung des Gens verursacht massive Muskelmassezunahme.

... auch beim Menschen.





## Designerkinder?

Harvard Biologe Wilson: „Der Mensch ist die erste Art, die dabei ist, die natürliche Selektion der Arten, die Macht, die uns geschaffen hat, außer Kraft zu setzen.“

Heute existieren bereits 33 smart-mouse-Linien, es wurden jedoch auch Nebeneffekte beobachtet:

Die cleveren Mäuse sind manchmal wie gelähmt vor Angst, wie wenn sie sich an zu viel erinnern würden.

**Die Wissenschaft geht davon aus, dass zwischen Vergessen und Erinnern ein Gleichgewicht bestehen muss.**

## DesignerKinder?

Harvard Biologe Wilson: „Der Mensch ist die erste Art, die dabei ist, die natürliche Selektion der Arten, die Macht, die uns geschaffen hat, außer Kraft zu setzen.“

*Was denkt ihr?*

*Sollen wir in Zukunft die Möglichkeit unsere Gene direkt zu verbessern zulassen oder gesetzlich verbieten?*



## DesignerKinder?

Harvard Biologe Wilson: „Der Mensch ist die erste Art, die dabei ist, die natürliche Selektion der Arten, die Macht, die uns geschaffen hat, außer Kraft zu setzen.“

Viele Eltern wollen ihre Kinder auf die bestmögliche Art und Weise fördern...  
Musikunterricht etc.

Viele würden vermutlich auch auf die Gentherapie zurückgreifen.

Einige Experten meinen wir sollten es zulassen

- ... um gesünder zu werden
- ... um leistungsfähiger zu werden
- ... hübscher zu werden
- ...

**Der Fortschritt würde sich wohl nur schwer aufhalten lassen, wird es verboten, so könnte ein riesiger Schwarzmarkt entstehen...**



# Entwicklungen von 2070- 2100

## **Der Traum von der Unsterblichkeit, bzw. Langlebigkeit?**

Schon heute arbeiten viele Wissenschaftler an der Erforschung des Alterns, **und auch hier spielt die Genetik eine große Rolle.**

**Ein Vergleich:**

**Das Genom des Schimpansen unterscheidet sich von unserem nur um 1,5 %, doch wir leben um 50 % länger.**

**→ Einheitliche Theorie des Alterns:**

**Altern ist eine Anhäufung von Fehlern auf genetischem und zellulärem Niveau.**

Verursacht durch verschiedene Prozesse:

Zum Beispiel im Rahmen des Stoffwechsels durch freie Radikale, die oxidativ die Maschinerie unserer Zellen beschädigen.

## **2. Hauptsatz der Thermodynamik:**

**Insgesamt nimmt die Entropie, das Chaos, immer weiter zu, verrotten, verfaulen, etc. sind universale Merkmale des Lebens und dem 2. Hauptsatz können wir nicht entrinnen.**



## Der Traum von der Unsterblichkeit, bzw. Langlebigkeit?

Der Ausweg: Die Gesamtentropie nimmt zwar zu, aber an einer einzelnen Stelle lässt sich die Entropie auch verringern bzw. der Alterungsprozess umkehren.

Theorien, Experimente, aber auch erste Erfolge dazu gibt es viele, bspw. Kalorienreduktion, Resveratrol, etc., aber es ist noch sehr viel weitere Forschung dazu nötig.

Aber mit der Gentherapie wird es uns gelingen, die Lebensspanne deutlich zu erweitern:

- ✓ Neue Organe durch Gewebetechnologie
- ✓ Enzym- und Proteinctails, die die Zellreparatur anregen, den Stoffwechsel regulieren
- ✓ Freie Radikale reduzieren
- ✓ Gene aktivieren, die den Alterungsprozess verlangsamen
- ✓ Sport und gesunde Ernährung
- ✓ DNA-Chips und Nanomedikamente gegen Krebs



## **Der Traum von der Unsterblichkeit, bzw. Langlebigkeit?**

Aber auch 2100 werden die Menschen noch an Krankheiten sterben, denn diese mutieren schneller als wir sie bekämpfen können.

Neue Krankheiten werden auftauchen, neue Bakterien, neue Viren...

**Und der Traum von der Unsterblichkeit wird wohl noch lange ein Traum bleiben, zumindest als biologische Individuen.**

## **Der Traum von der Unsterblichkeit, bzw. Langlebigkeit?**

Doch eines steht auch fest: Die Lebenserwartung wird steigen:

In den Industrieländern hat sich die Lebenserwartung in den letzten 100 Jahren verdoppelt. Nach Berechnungen der UNO wird es 2050 mehr Menschen über 60 Jahre, als Kinder unter 15 geben.

Deutschland, 2050:

Jeder Dritte wird über 65, jeder Siebente über 80 Jahren sein.

→ Auf 10 erwerbsfähige Menschen kommen 2050 6,4 ältere Menschen (heute: 2,7).

→ Dies wird gewaltige Auswirkungen auf unsere Sozialsysteme haben.

**Mit Sicherheit wird für die nächsten Jahrzehnte der Fokus damit nicht auf der „Unsterblichkeit“, sondern auf dem langsameren, gesunderem Älterwerden liegen.**

**Das ist die Herausforderung, diese müssen wir bewältigen!**



## Kerne spalten oder fusionieren – oder noch direkter der Natur nachmachen?

### KÜNSTLICHE PHOTOSYNTHESEZELLEN:

2010 haben US-amerikanische Forscher eine Art künstliches Blatt geschaffen, das aus Wasser und Sonnenlicht elektrische Energie erzeugen kann.

Bei der künstlichen Photosynthese entstehen Sauerstoff und Wasserstoff. Diese beiden Gase reagieren dann in einer Brennstoffzelle miteinander und erzeugen Strom.

Die Idee, die Photosynthese der Pflanzen künstlich nachzuahmen, ist nicht neu. Ein Problem dabei ist, dass die **Spaltung von Wasser den Katalysator verbraucht und funktionsunfähig macht**. Pflanzen umgehen dieses Problem, indem sie ihr Photosynthese-System beständig erneuern. Künstliche Blätter konnten das bisher nicht, und der erste Prototyp hielt nur zwanzig Stunden.



**SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN (für den nächsten Zyklus):**

- ✓ **NANOTECHNIK**
- ✓ **SUPRALEITUNG**
- ✓ **KERNFUSION**
- ✓ **GEOENGINEERING**



**Vielen Dank  
für Eure Aufmerksamkeit**

**Weitere Vorträge und Workshops:  
<http://www.sci-e-s.com>**