



## Wo Brain-Computer-Interfaces auf Grundrechte treffen

Carolin Kemper & Michael Kolain

## „Cyberware“ – Neuroimplantate und Prothesen



# Kampfmethode: Quickhacks



## **Breach Protocol**

überwindet ICE des Angriffsziels &  
ermöglicht den Zugriff auf das System



## **Short Circuit**

versetzt elektrische Impulse



## **Cyberware Malfunction**

Cyberware wird deaktiviert



## **Cyberpsychosis**

Person verliert Kontrolle und greift alle  
Menschen in der Nähe an



- ▶ Was sind Brain-Computer-Interfaces?
- ▶ Wie sicher sind sie?
- ▶ Welche Grundrechte schützen uns – und wie?
- ▶ Wie sind Brain-Computer-Interfaces reguliert?

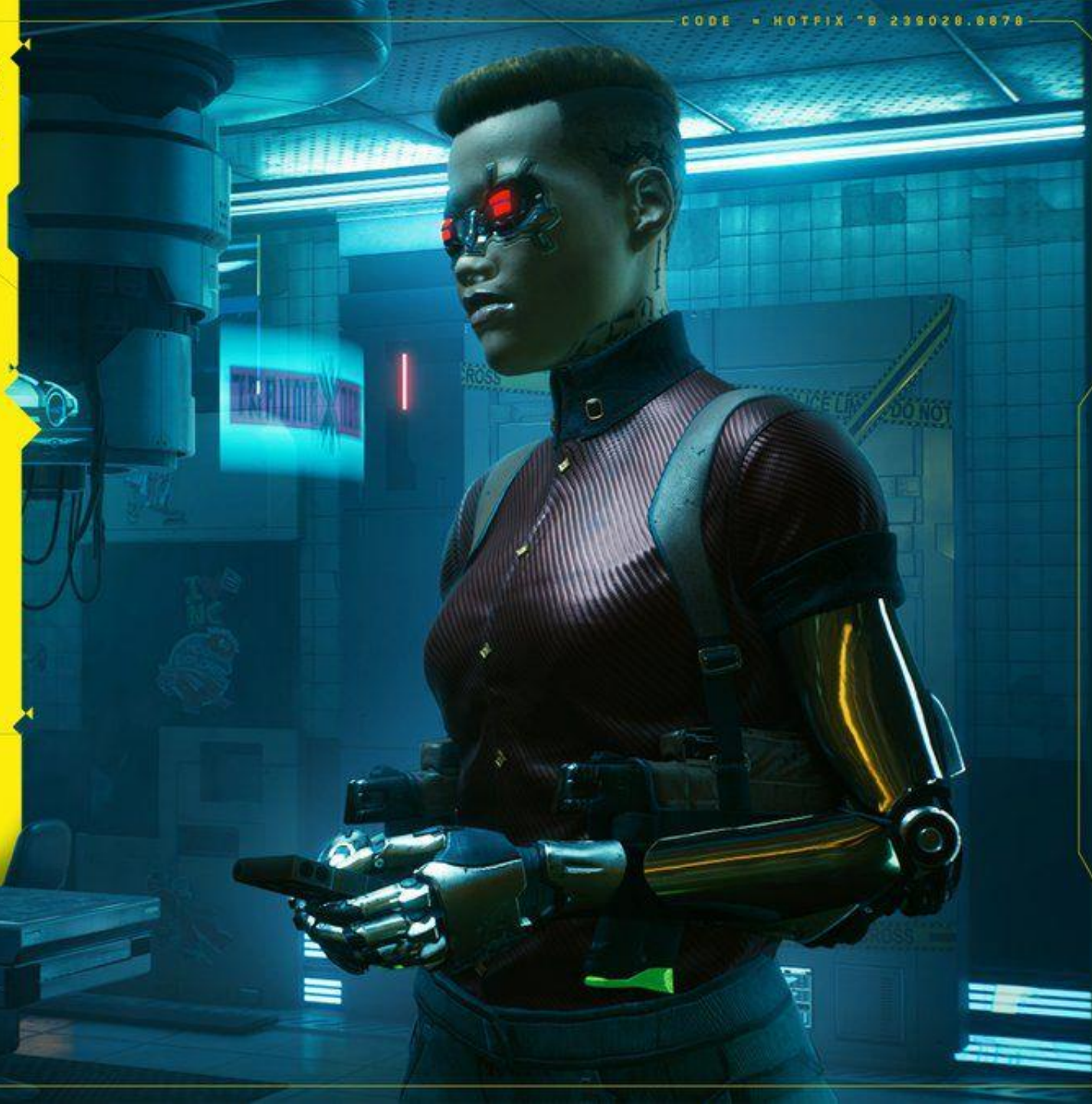




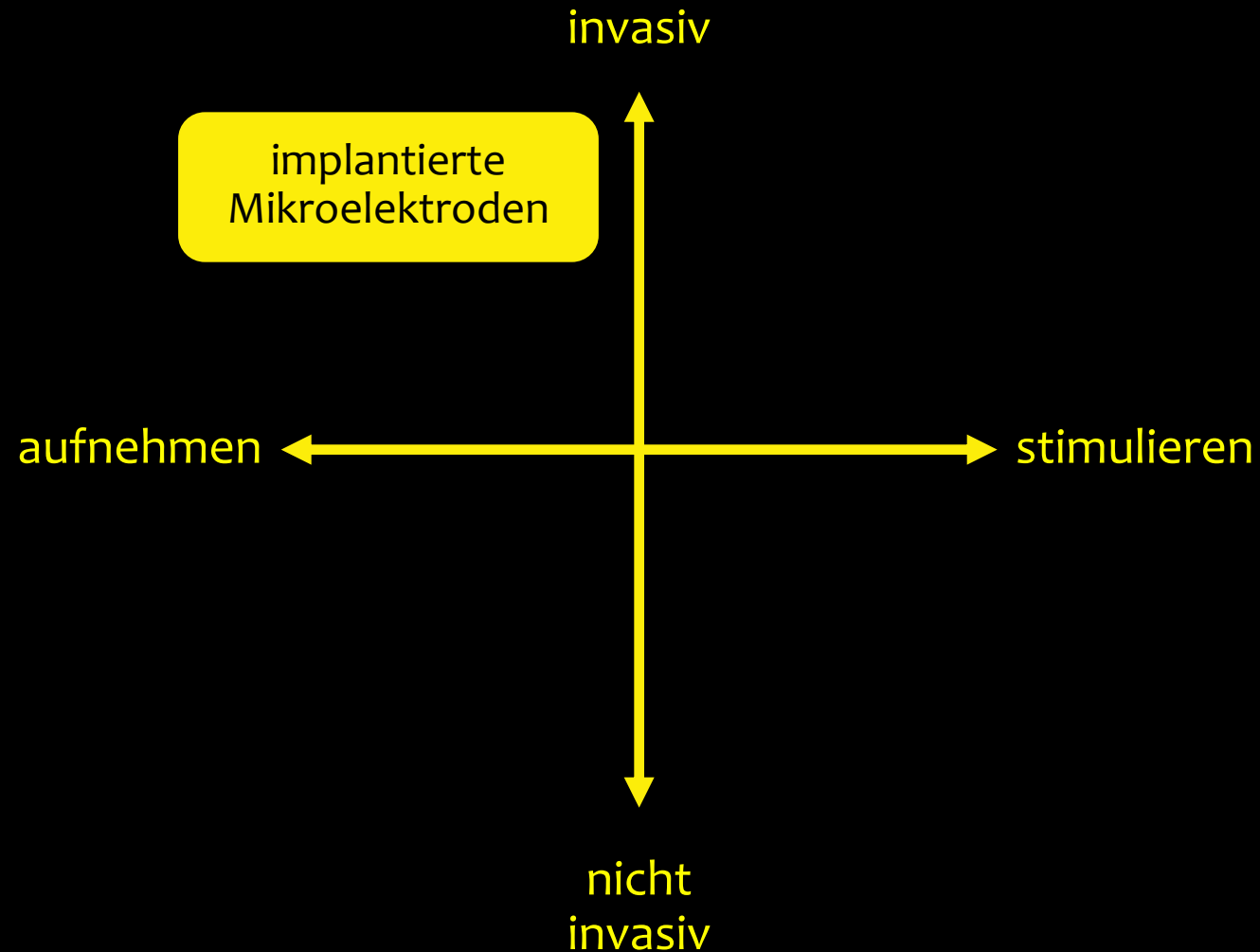
**CYBERPUNK**

CODE = HOTFIX "B 239028.0078

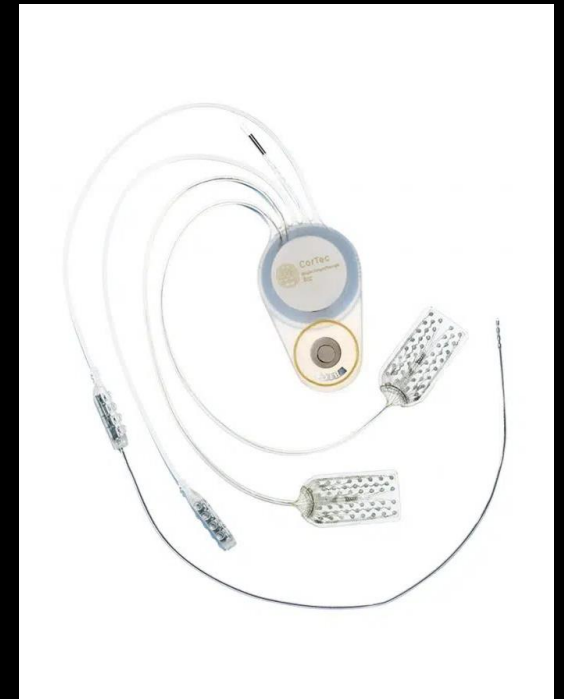
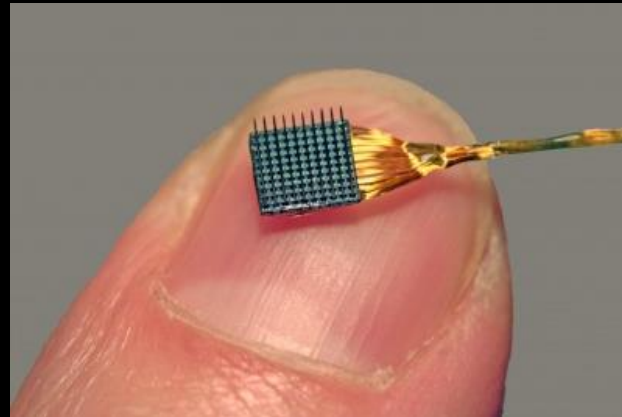
# Was sind Brain-Computer-Interfaces?



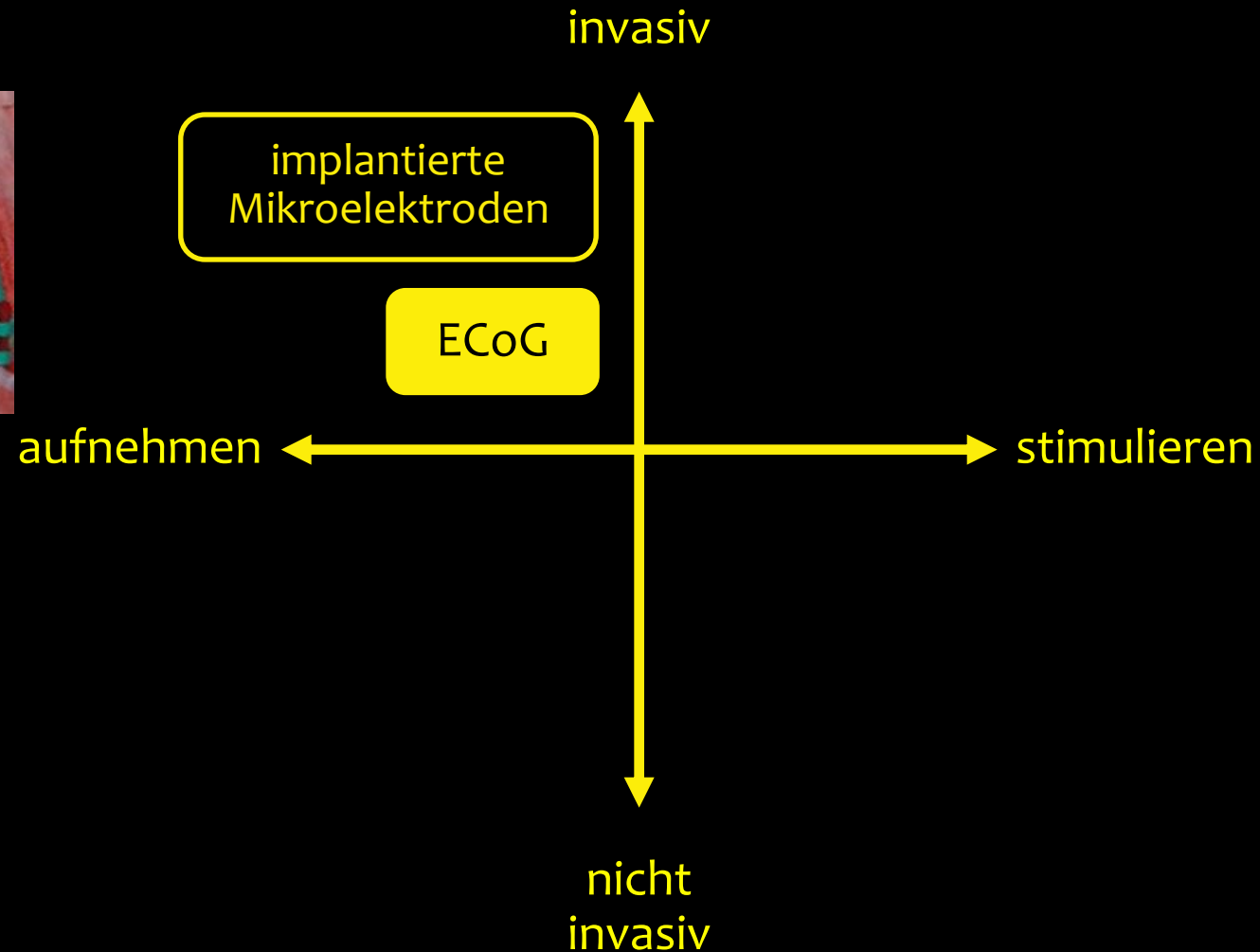
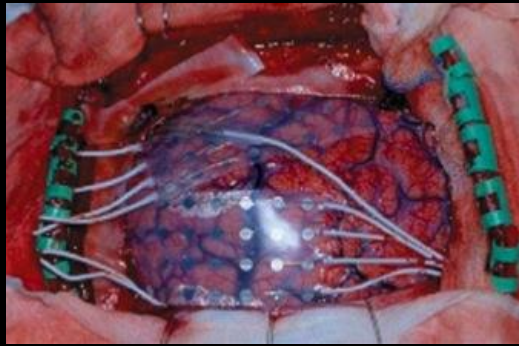
# Einordnung der verschiedenen BCI-Typen



# Einordnung der verschiedenen BCI-Typen: Implantate

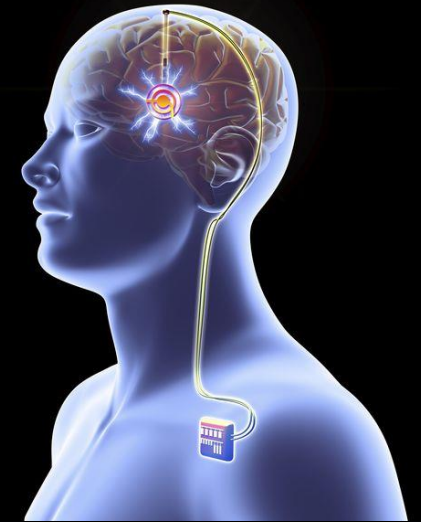
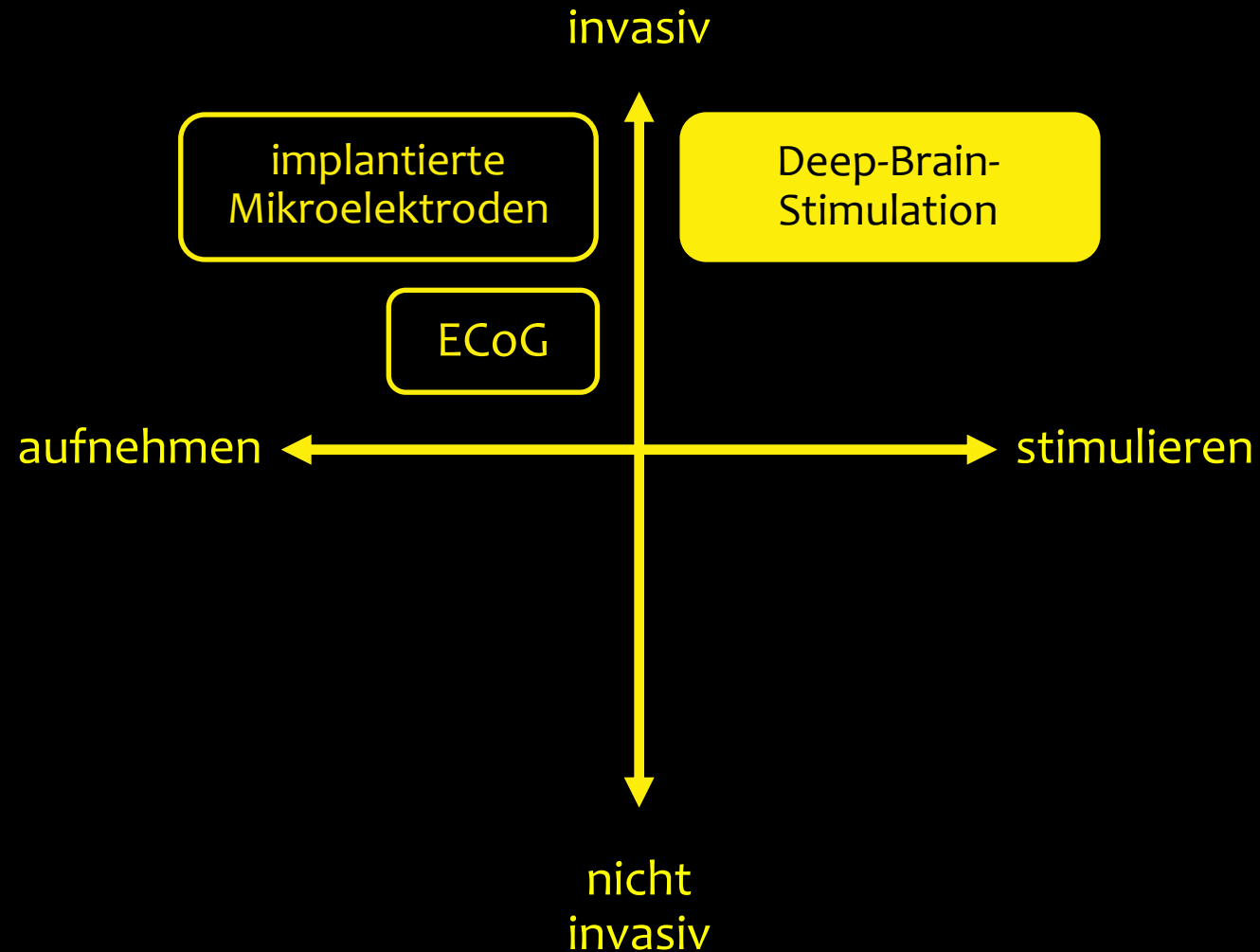


# Einordnung der verschiedenen BCI-Typen

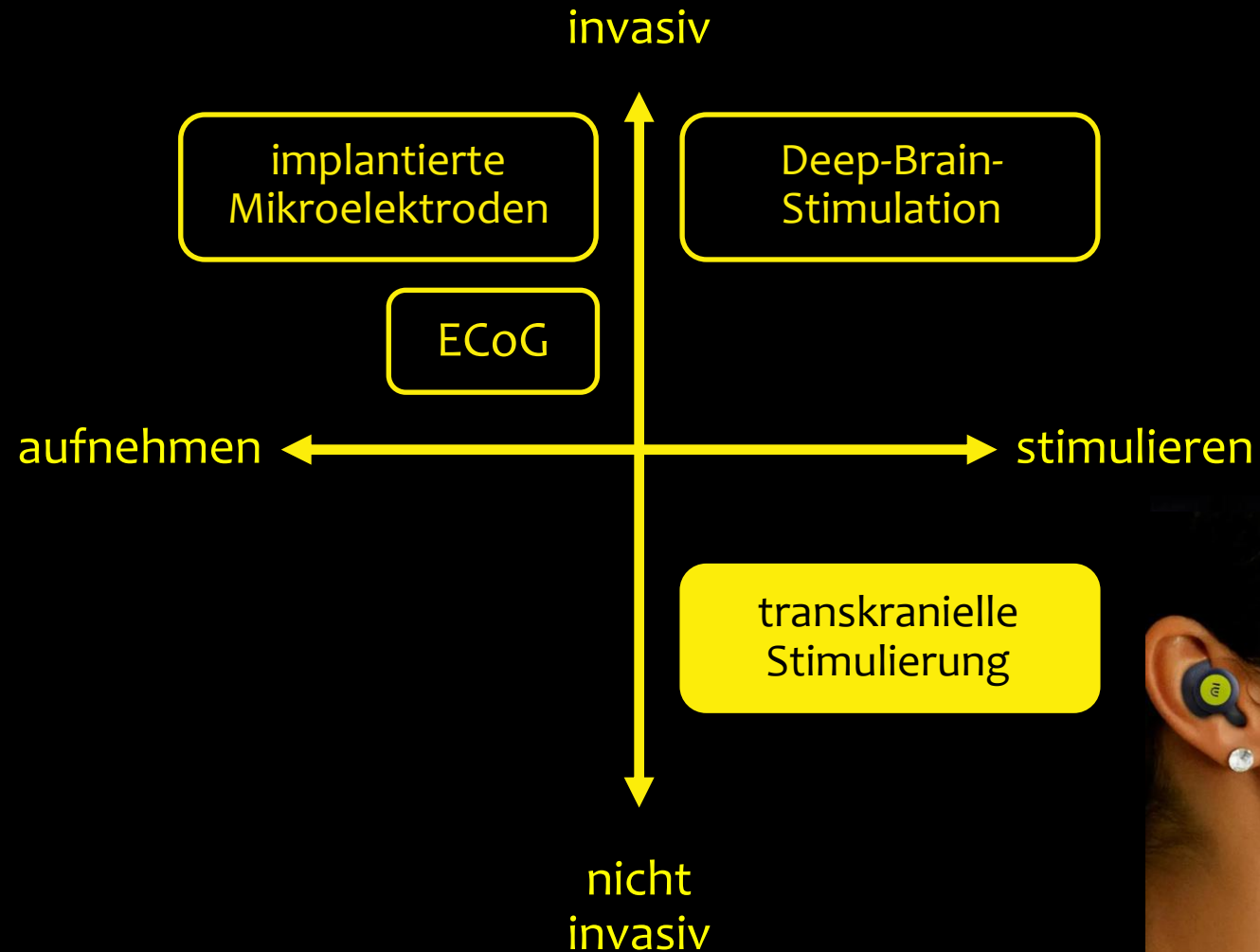




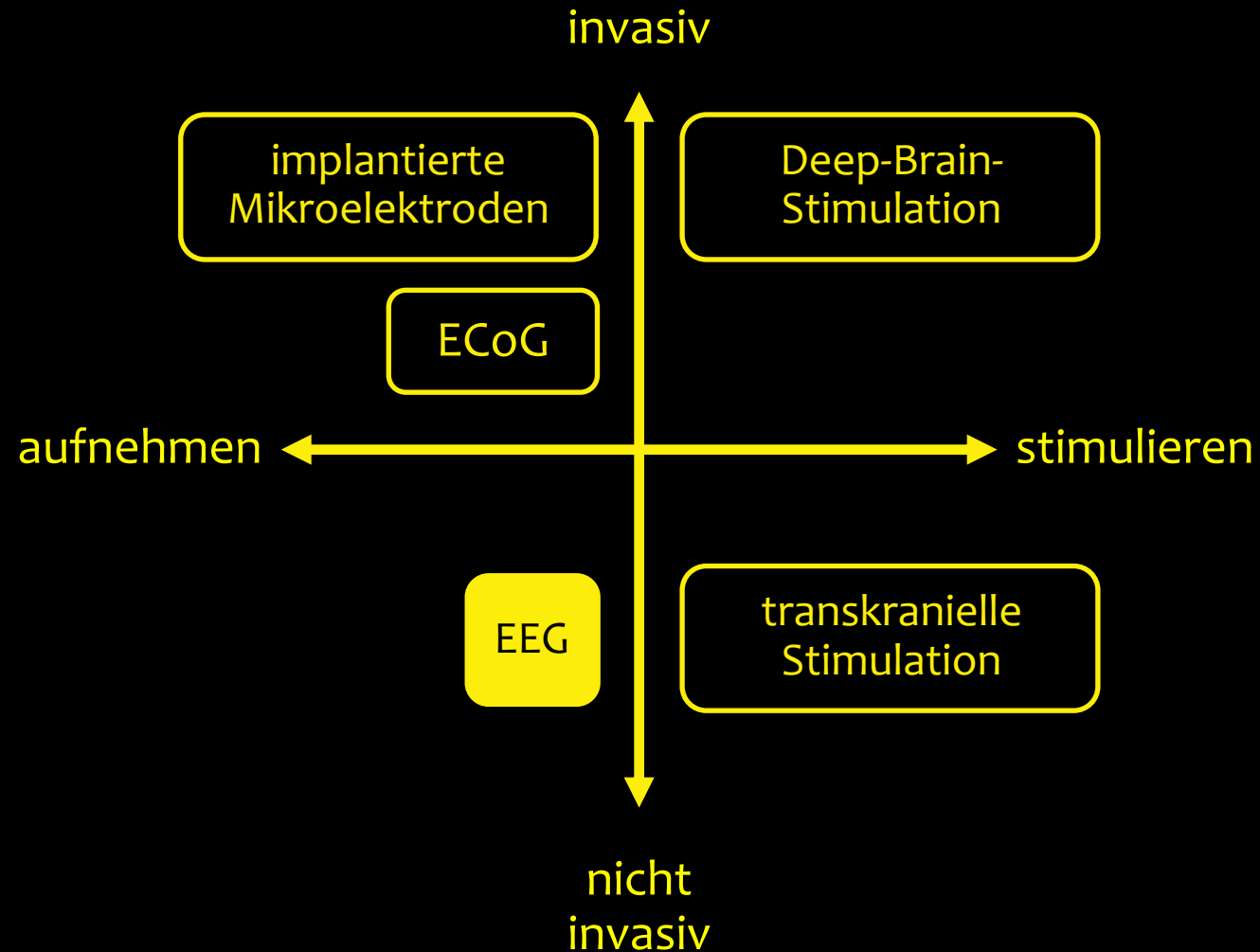
# Einordnung der verschiedenen BCI-Typen



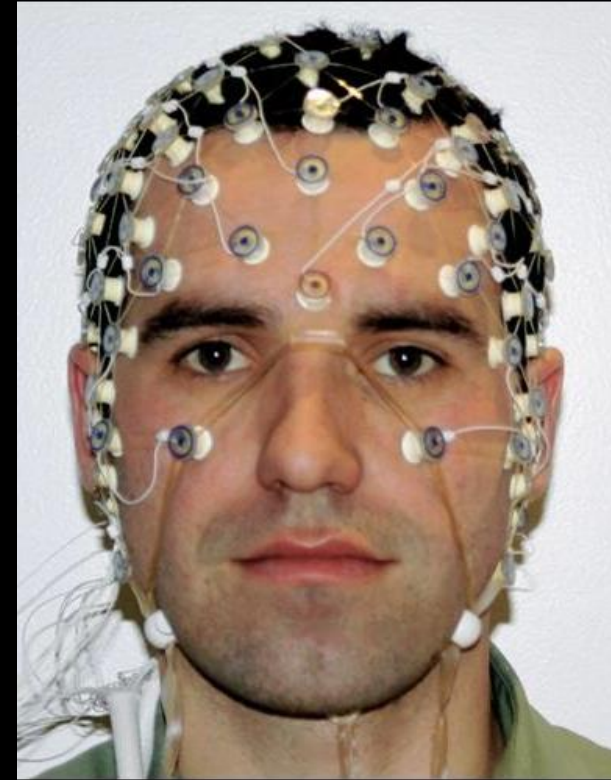
# Einordnung der verschiedenen BCI-Typen



# Einordnung der verschiedenen BCI-Typen



## Einordnung der verschiedenen BCI-Typen: EEG-Headsets





# Einordnung der verschiedenen BCI-Typen: EEG-Headsets



Emotiv EPOC+

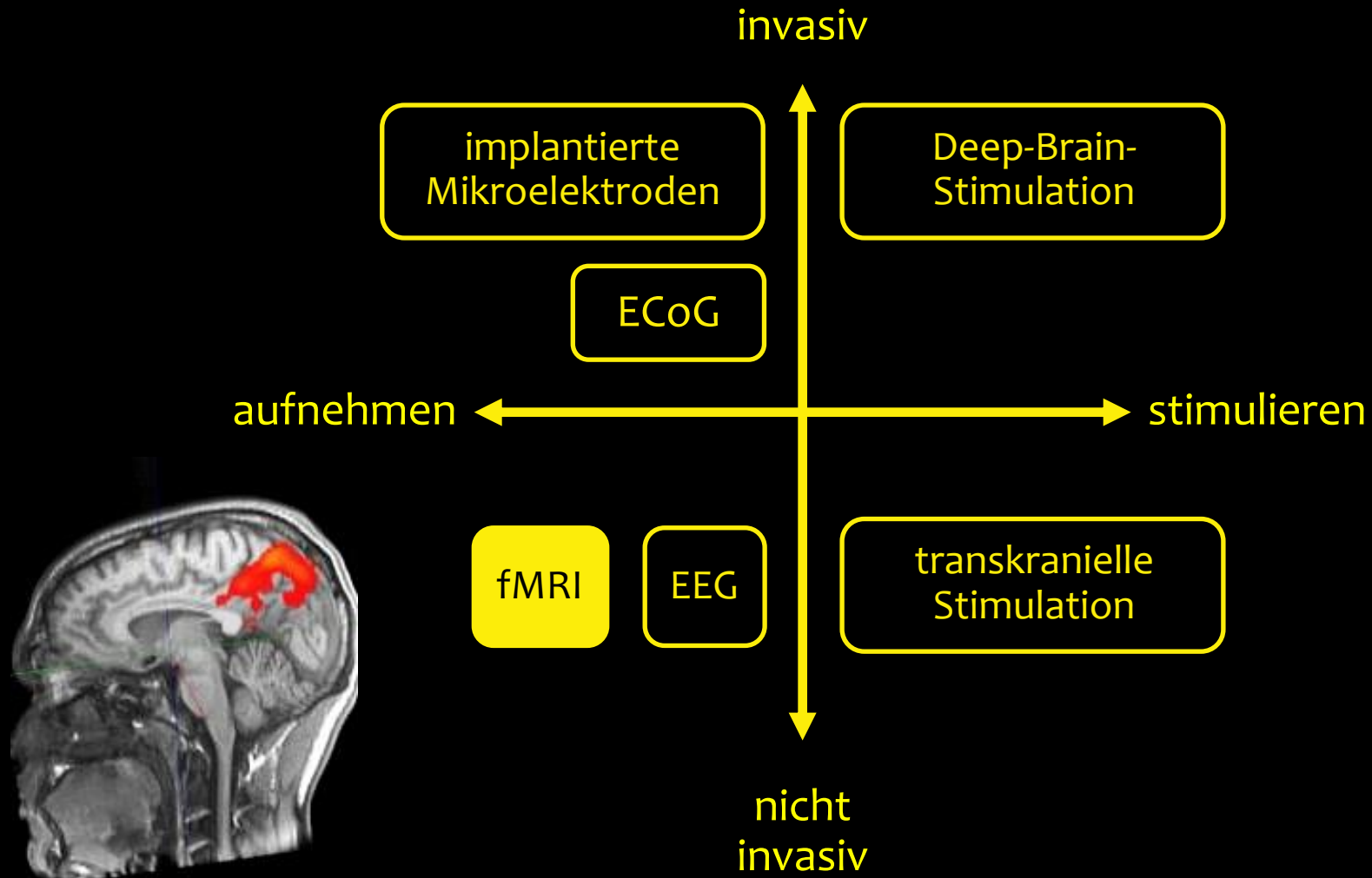


Neurosky  
MindWave  
Mobile 2

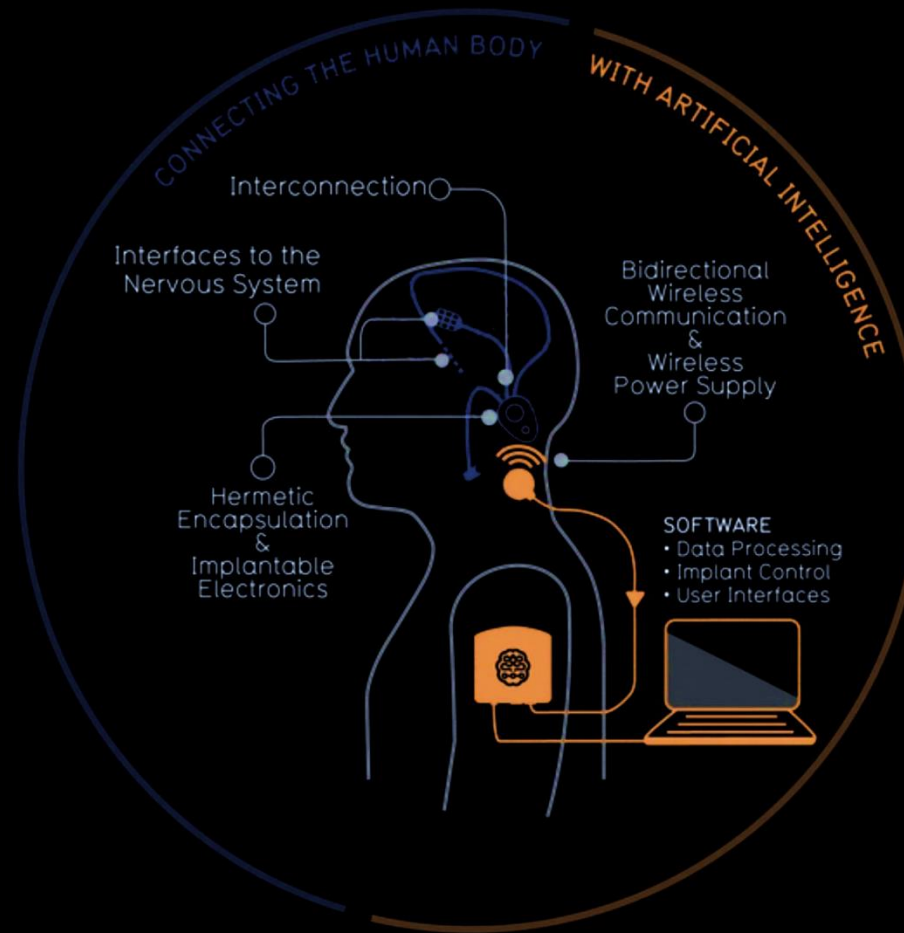


Emotiv MN 8

# Einordnung der verschiedenen BCI-Typen

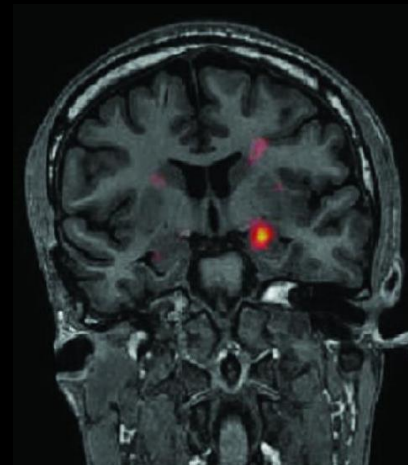


# Funktionsweise eines BCI



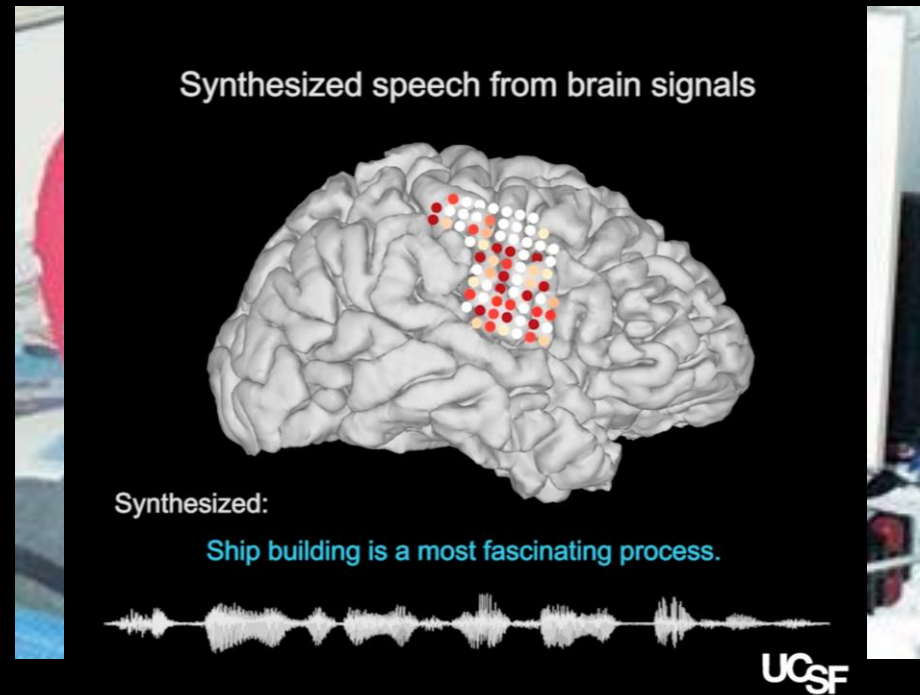
# Medizinische Anwendungsgebiete

## Diagnose





## Rehabilitation: Kommunikation



# Medizinische Anwendungsgebiete

## Rehabilitation: Prothesen





## Gabe Newell über PC-Gehirn-Schnittstellen: »Die reale Welt wird dagegen verblassen«

Die Zukunft für Valve-Chef Gabe Newell liegt in der Erforschung von Gehirn-Interfaces. Sie sollen das Erleben von Spielen radikal verändern.

von Sören Wetterau, 27.01.2021 18:25 Uhr

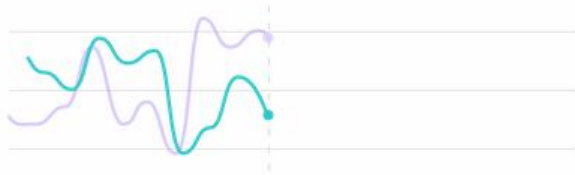


Bohren am Gehirn? Ein (scherzhaftes) Foto auf der Game Developer's Conference in San Francisco zeigt Gabe Newell samt Mechaniker.

In den letzten Jahren widmete sich Valve vor allem der Virtual Reality mit einem eigenen Headset und [Half-Life: Alyx](#). In Zukunft will das Unternehmen noch einen Schritt weitergehen: Der Steam-Betreiber investiert in die Erforschung von **PC-Gehirn-Schnittstellen**, sogenannten Brain-Computer-Interfaces (BCI).

# Selbstoptimierung und Produktivität am Arbeitsplatz

**Shape wellness, safety, and  
productivity software solutions  
around neurofeedback**



110  
STRESS

150  
ATTENTION

MN8 measures stress and attention so you can build custom enterprise solutions or applications informed by brain data-driven insights.





# Wellness, Self-Tracking, Meditation,

**NeuroSky**  
Body and Mind. Quantified.

**STORE**

[Store](#)

[EEG Headset](#)

[Apps](#)

[Tools](#)

[FAQ](#)

[Cart](#) 0



## CEI Monitor

The CEI (Cognitive Effort Index) monitor is shared by Dr. Goded Sha...

Free



## Little Buddha: meditation with EEG

The application was created for the regular practice of meditation ...

Free



## EEG Meditation (iOS)

Close your eyes, and hear the sound once you reach the desired ...

Free

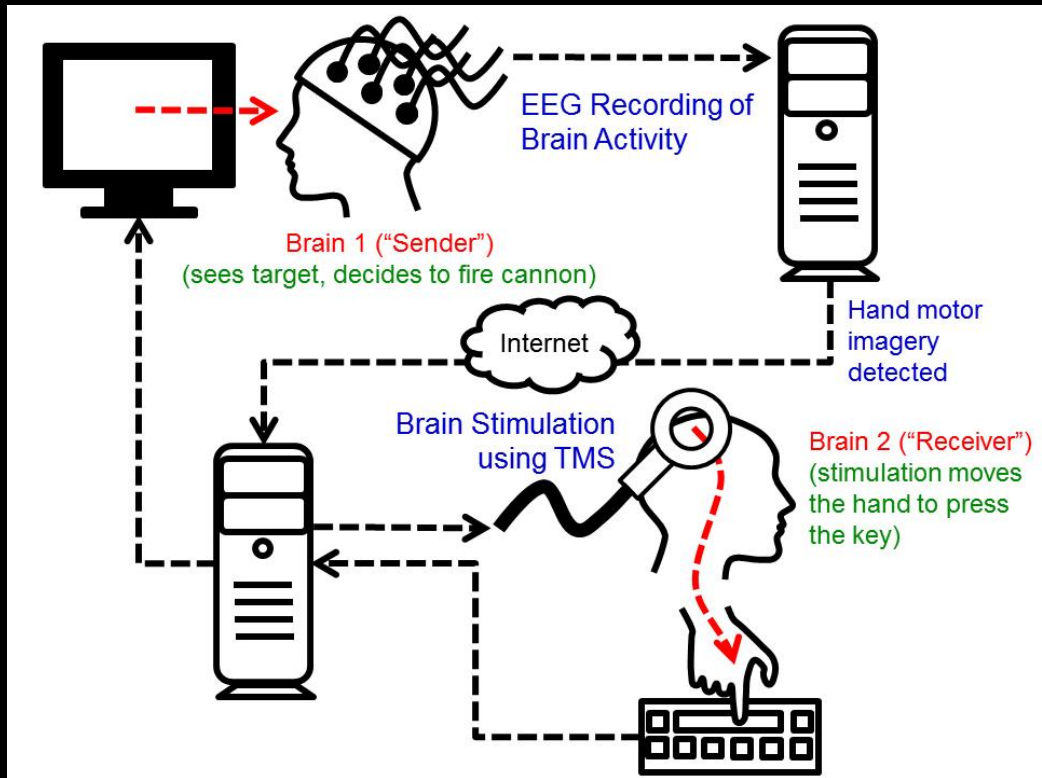


## Excellent Brain

Excellent Brain is a Neurofeedback brain training program to improv...

\$39.00

# BrainNet: BCI als Kommunikationsmittel



# Telepathie?

 **WIRED** [BACKCHANNEL](#) [BUSINESS](#) [CULTURE](#) [GEAR](#) [IDEAS](#) [SCIENCE](#) [SECURITY](#) [MY ACCOUNT](#)  [RENEW](#) 

**KATIE DRUMMOND** [SECURITY](#) 05.14.2009 10:46 AM

## Pentagon Preps Soldier Telepathy Push

Forget the battlefield radios, the combat PDAs or even infantry hand signals. When the soldiers of the future want to communicate, they'll read each other's minds. At least, that's the hope of researchers at the Pentagon's mad-science division Darpa. The agency's budget for the next fiscal year includes \$4 million to start up a program [...]

# Verschmelzen Mensch und Computer?



Elon Musk  
@elonmusk

If you can't beat em, join em  
Neuralink mission statement

[Tweet übersetzen](#)

9:01 vorm. · 9. Juli 2020 · Twitter for iPhone



SECURE  
YOUR SOUL



SYSTEM SETUP NAV





# Verschmelzen Mensch und Computer?

Eine KI kann nicht denken,  
die menschliche Persönlichkeit kann man nicht „uploaden“



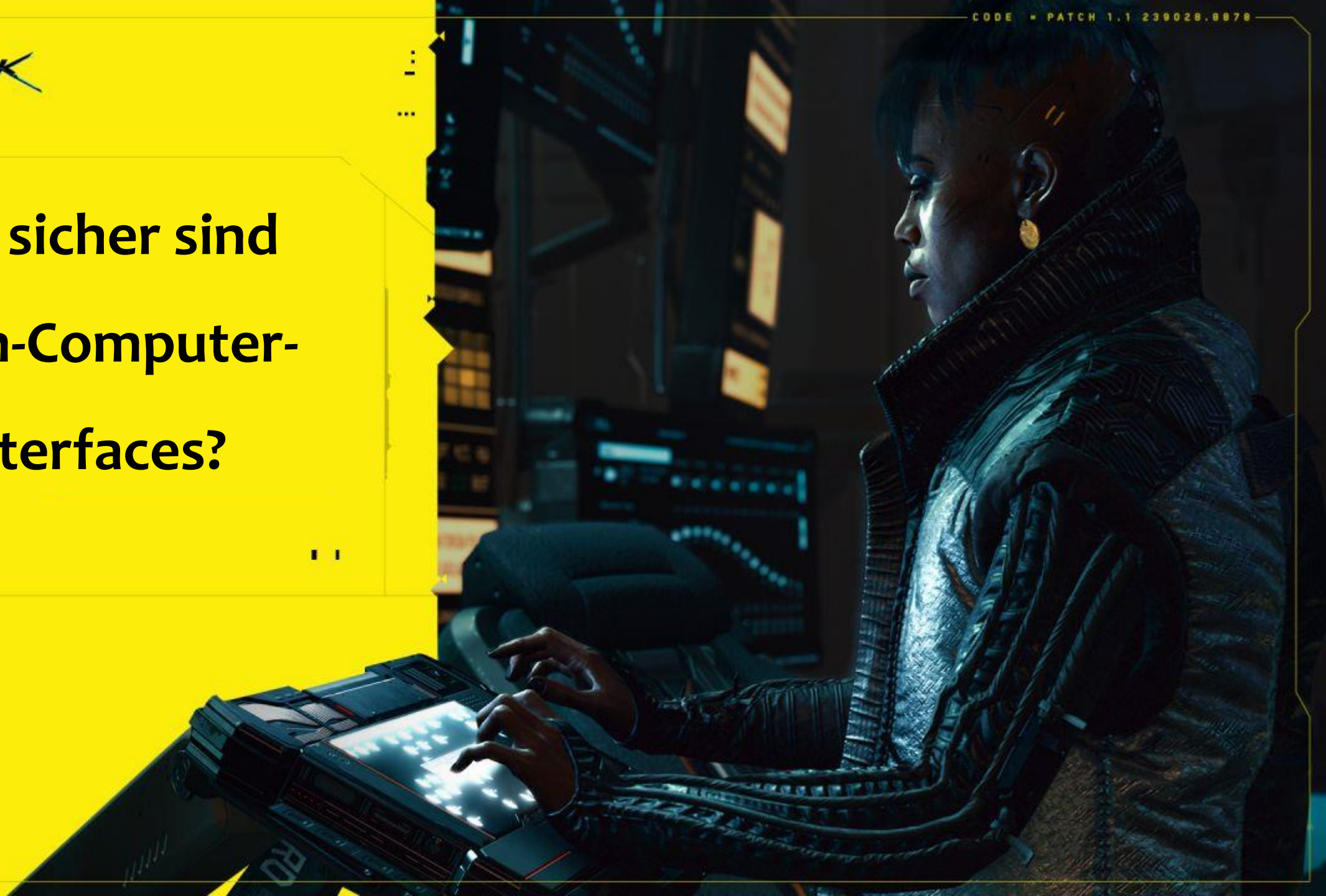
„Wir müssen den Sinn des Denkens zurückgewinnen und gegen die irrige Vorstellung verteidigen, unser Denken sei ein Vorgang der Berechnung, der unterhalb unserer Schädeldecke vom Hirncomputer vorgenommen wird – ein Vorgang, den man im Prinzip exakt nachbauen und simulieren könnte.“



**CYBERPUNK**

CODE = PATCH 1.1 239028.8878

# Wie sicher sind Brain-Computer- Interfaces?





#### 4.3.2.3 Auswirkungen

Die Kombination der identifizierten Schwachstellen versetzt einen Angreifer in die Lage die Insulinpumpe zu übernehmen. Um einen Angriff durchzuführen, muss sich ein Angreifer in unmittelbarer Nähe der Insulinpumpe aufhalten und die Kommunikation zwischen einer DANA Diabecare RS-Insulinpumpe und einer verbundenen mobilen Applikation belauschen. Ein Pairing auf BLE-Ebene ist nicht erforderlich. Danach können Angreifer alle Funktionalitäten nutzen, die über BLE bereitgestellt werden. Der Hersteller räumte ein, dass dies die Patientensicherheit beeinflussen kann.



Abbildung 12: Die Insulinpumpe DANA Diabecare RS, nachdem ein Angreifer die BLE-Sitzung übernommen und mehrere Insulinboli verabreicht hat (veranschaulicht durch blaue Tinte). (Quelle: ERNW)





#7273

Marie Moe, Eireann Leverett

Unpatchable



**EXPLOITING IMPLANTED  
MEDICAL DEVICES**

Brought to you by Whitescope and QED Secure Solutions  
[contact@whitescope.io](mailto:contact@whitescope.io)



**black hat**  
USA 2018

AUGUST 4-9, 2018  
MANDALAY BAY / LAS VEGAS, NV

# Cyberangriffe



## Breach Protocol

überwindet ICE & ermöglicht  
den Zugriff auf das System



## Short Circuit

versetzt elektrische Impulse



## Cyberware Malfunction

Cyberware wird deaktiviert



## Cyberpsychosis

Person verliert Kontrolle und  
greift Menschen in der Nähe an



# The Washington Post

The Switch

## Yes, terrorists could have hacked Dick Cheney's heart



On "60 Minutes" this Sunday, former Vice President Dick Cheney [revealed](#) that his doctor ordered the wireless functionality of his heart implant disabled due to fears it might be hacked in an assassination attempt. And despite literally being a [scenario from Homeland](#), that's a pretty valid fear.

"It seemed to me to be a bad idea for the vice president to have a device that maybe somebody on a rope line or in the next hotel room or downstairs might be able to get into--hack into," explained Dr. Jonathan Reiner. Cheney concurred, saying he found the threat "credible."

Cheney has had a long history of heart problems, resulting in an implanted defibrillator and heart pump that literally meant he [had no pulse until](#) a heart transplant last year. He was on "60 Minutes" to promote his new book about his struggles with heart disease.

# Cyberangriffe



## Breach Protocol

überwindet ICE & ermöglicht  
den Zugriff auf das System



## Short Circuit

versetzt elektrische Impulse



## Cyberware Malfunction

Cyberware wird deaktiviert



## Cyberpsychosis

Person verliert Kontrolle und  
greift Menschen in der Nähe an

# DO B| CH I

*As neural device  
changes, founderi*

Neuroethics (2021) 14 (Suppl 1):S109–S124  
<https://doi.org/10.1007/s12152-019-09419-2>

## Changes in Personality Associated with Deep Brain Stimulation: a Qualitative Evaluation of Clinician Perspectives

Cassandra J. Thomson  • Rebecca A. Segrave •  
Adrian Carter

by Christine Kennedy

April 19, 2021



# Cyberangriffe



## Breach Protocol

überwindet ICE & ermöglicht  
den Zugriff auf das System



## Short Circuit

versetzt elektrische Impulse



## Cyberware Malfunction

Cyberware wird deaktiviert



## Cyberpsychosis

Person verliert Kontrolle und  
greift Menschen in der Nähe an



## DIVE BRIEF

# Ransomware attacks put availability of medical devices at risk: FDA cyber chief

Published Oct. 1, 2021



[Greg Slabodkin](#)  
Senior Editor



With widespread use of [connected medical devices](#), health systems are at heightened risk of an adverse impact on patient care, according to Fu.

"The degree of connectedness of medical devices has really changed," Fu told this week's AdvaMed conference. "The consequences are changing just because of how much we depend on them."

Fu pointed to a [ransomware attack earlier this year](#) in which cancer patients undergoing radiation treatment at four healthcare facilities had to reschedule appointments after a software outage caused by a cyberattack on an outside vendor's oncology cloud service.

The FDA cyber chief called this early 2021 incident a "watershed moment" for medical device security.

"Instead of ransomware simply disabling access to say electronic health records, which is still quite inconvenient, in this case the remediation process to the ransomware caused an outage such that patients could not receive that particular therapy from the medical device," Fu said. "That was something we haven't seen before."



# Cyberangriffe



## Breach Protocol

überwindet ICE & ermöglicht  
den Zugriff auf das System



## Short Circuit

versetzt elektrische Impulse



## Cyberware Malfunction

Cyberware wird deaktiviert



## Cyberpsychosis

Person verliert Kontrolle und  
greift Menschen in der Nähe an



# Cyberangriffe



## Breach Protocol

überwindet ICE & ermöglicht  
den Zugriff auf das System



## Short Circuit

versetzt elektrische Impulse



## Cyberware Malfunction

Cyberware wird deaktiviert



## Cyberpsychosis

Person verliert Kontrolle und  
greift Menschen in der Nähe an



**BONUS!**

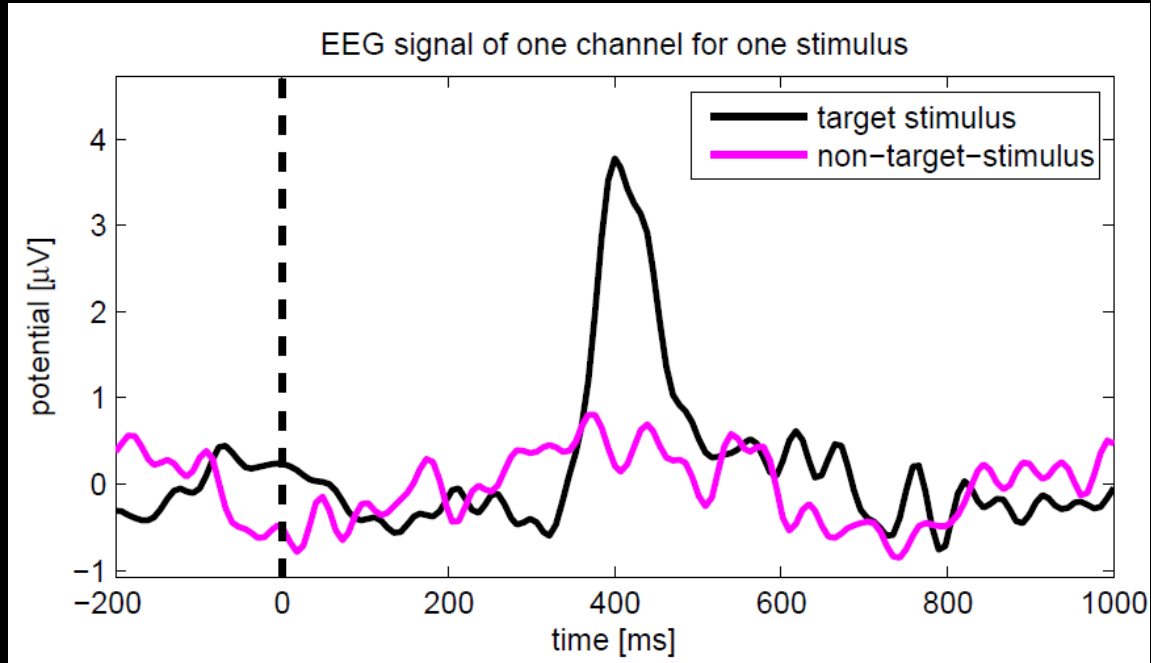


## Contagion

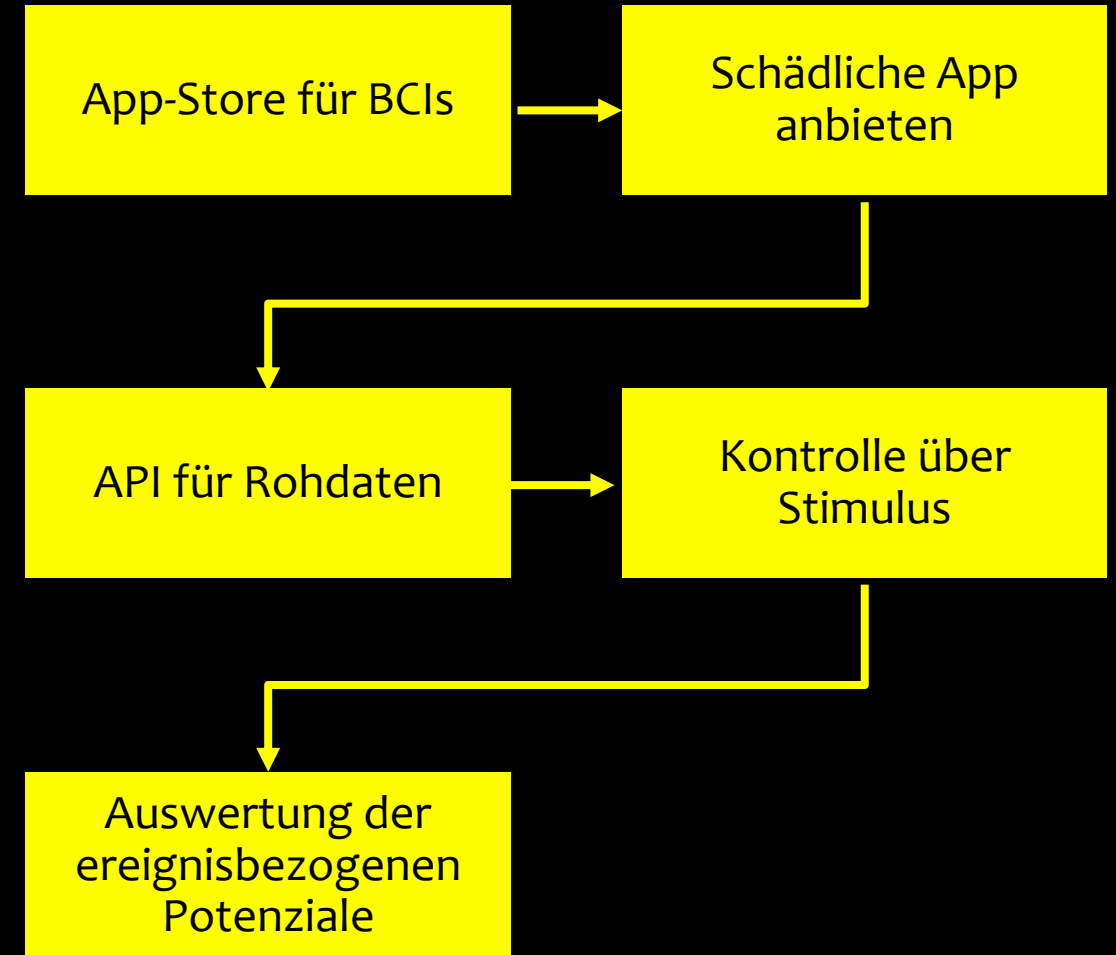
infiziert Ziel & verbreitet sich  
von dort auf andere Ziele weiter



# Beispiel: PINs erraten mit Verbraucher-EEG-Headsets



**Martinovic et al.:**  
**On the Feasibility of Side-Channel Attacks**  
**with Brain-Computer Interfaces**  
*21st {USENIX} Security Symposium 2012*



The New York Times

## Epilepsy Foundation Was Targeted in Mass Strobe Cyberattack

Hackers sent images of flashing strobe lights to the foundation's thousands of Twitter followers in several attacks.

By Manny Fernandez

Dec. 16, 2019

HOUSTON — Hackers sent videos and images of flashing strobe lights to thousands of Twitter followers of the Epilepsy Foundation last month in [a mass cyberattack](#) that apparently sought to trigger seizures in those with epilepsy, the foundation said on Monday.

The series of online attacks was particularly reprehensible, it said in a statement, because it took place during National Epilepsy Awareness Month.

GIZMODO

We come from the future

## Hackers Attack Epileptics Forum With *Snow Crash*-like Seizure Inducing GIFs

By Elaine Chow | 3/29/08 5:30PM | Comments (68)

For currently unknown reasons, several internet griefers decided to screw with epileptics last weekend by posting flashing and multicolored images in a support forum run by the nonprofit Epilepsy Foundation. About three percent of epileptics are photosensitive, which means that the flashing lights and colors can trigger migraines or seizures. Way to go, assholes.

Monitors of the Epilepsy Foundation's board responded quickly and managed to take down all the offending posts about 12 hours after the attacks began. Though the foundation reports that nobody was killed by the prank, a handful of people were adversely effected. It's like Snow Crash with fewer katanas and more 15-year-old kids who need to be pummeled in the face. Where's Hiro when we need him?

RyAnne Fultz, a 33-year-old IT worker in Ohio, clicked on a forum post that caused her screen to suddenly be overtaken by a pattern of various colored squares flashing rapidly. The assault made her "lock up," she said.

"I don't fall over and convulse, but it hurts," she told Wired. "I was on the phone when it happened, but I couldn't move and couldn't speak."

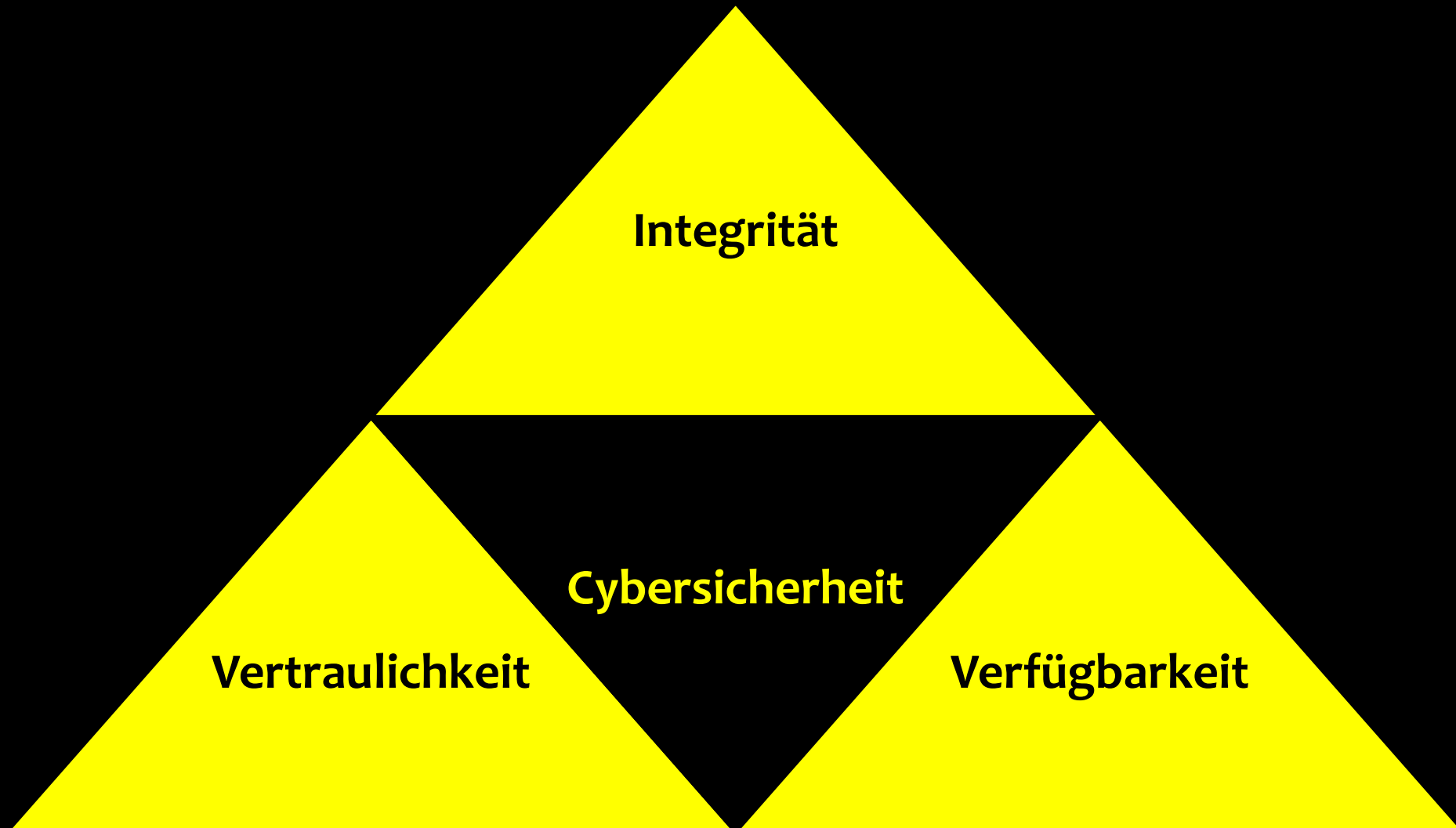
**CYBERPUNK**

CODE = HOTFIX 1.12 239028.8878

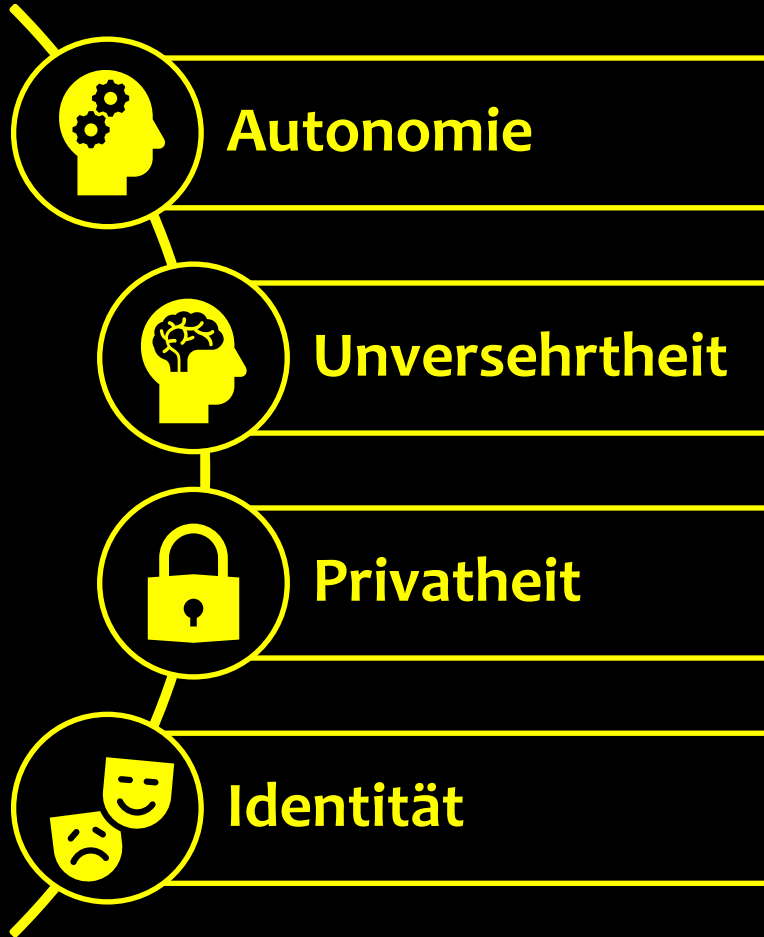
**Welche Grundrechte  
schützen uns?**

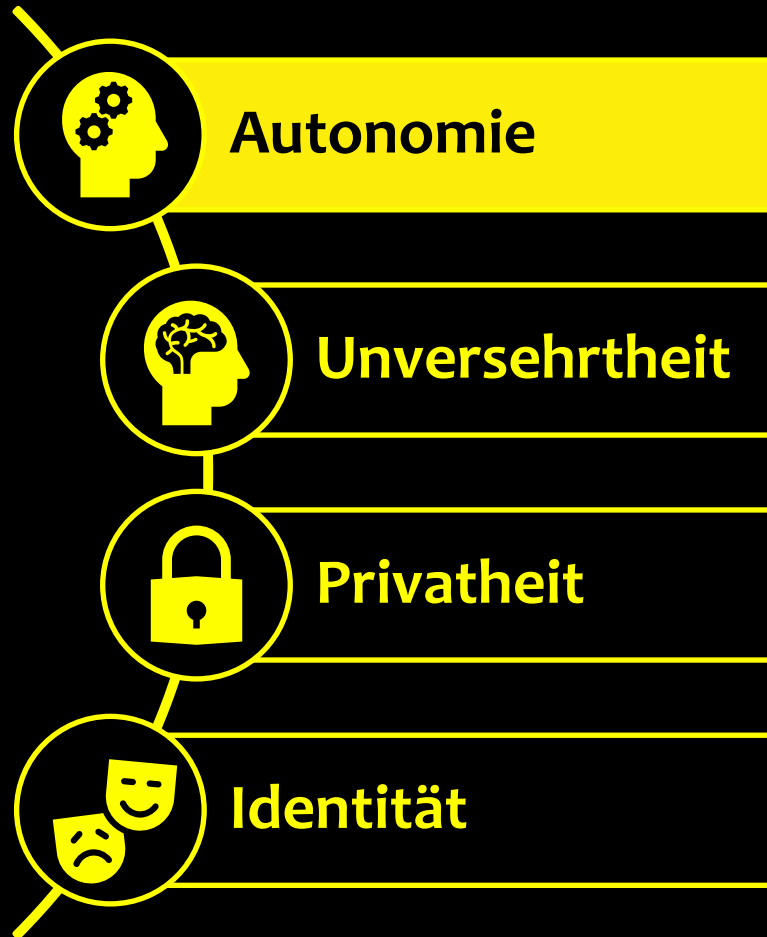






# Neuroethik und Grundrechte





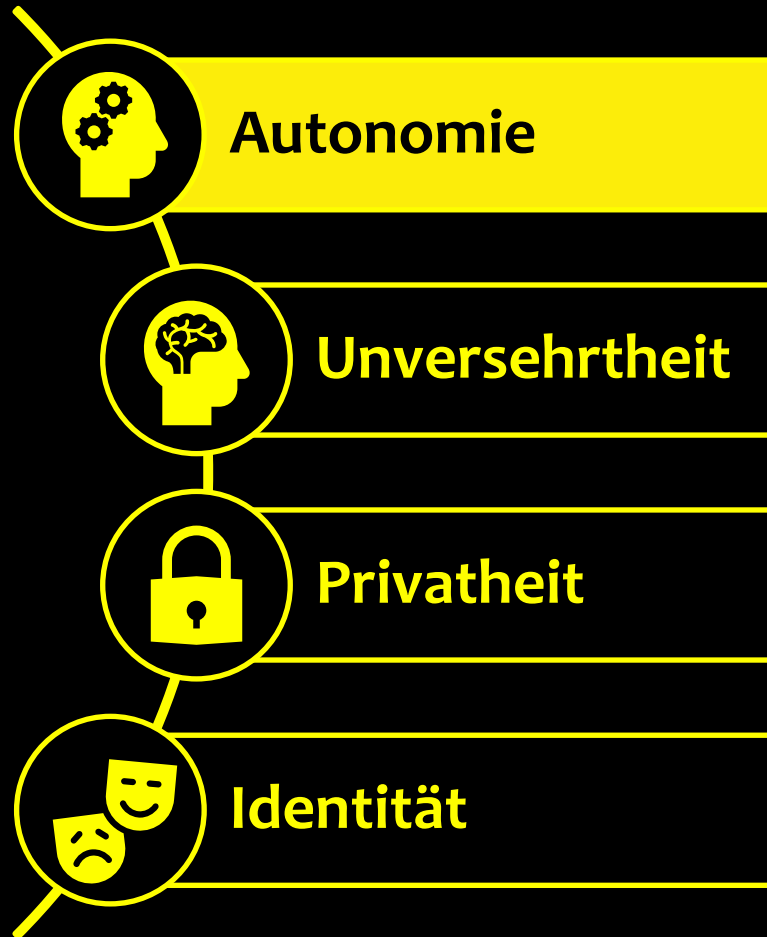
## Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland

### Artikel 1

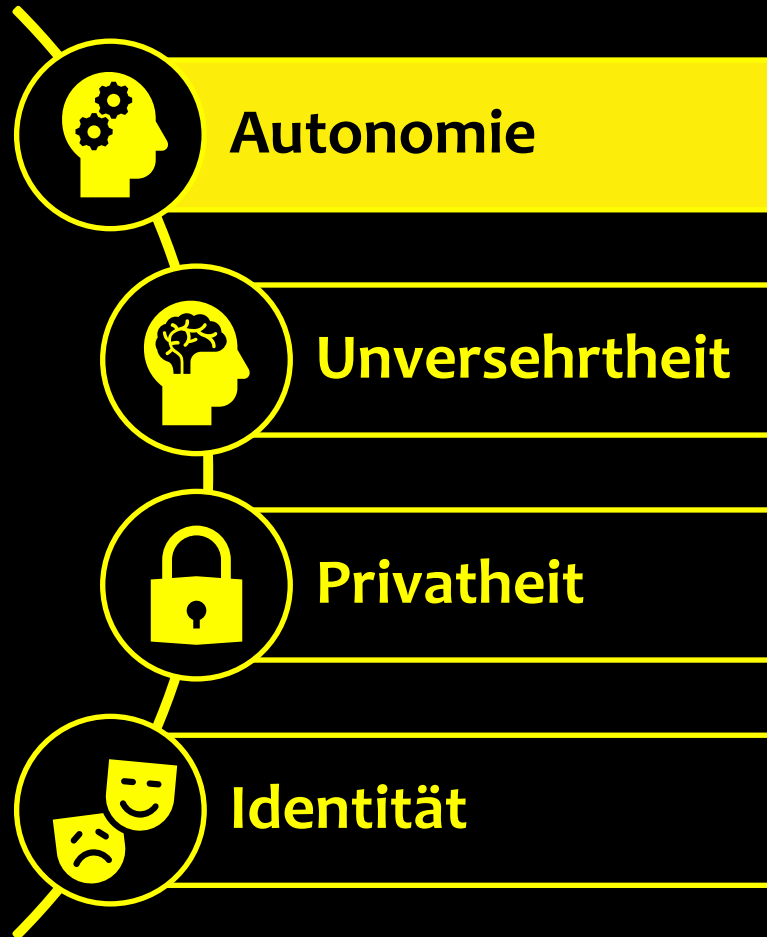
(1) Die Würde des Menschen ist unantastbar. Sie zu achten und zu schützen ist Verpflichtung aller staatlichen Gewalt.  
[...]

### Artikel 2

(1) Jeder hat das Recht auf die freie Entfaltung seiner Persönlichkeit [...]



- ◆ Allgemeine Handlungsfreiheit (Art. 2 Abs. 1 GG)
- ◆ Freiheit der Person (Art. 2 Abs. 2 S. 2 GG)
- ◆ Menschenwürde (Art. 1 Abs. 1 GG)

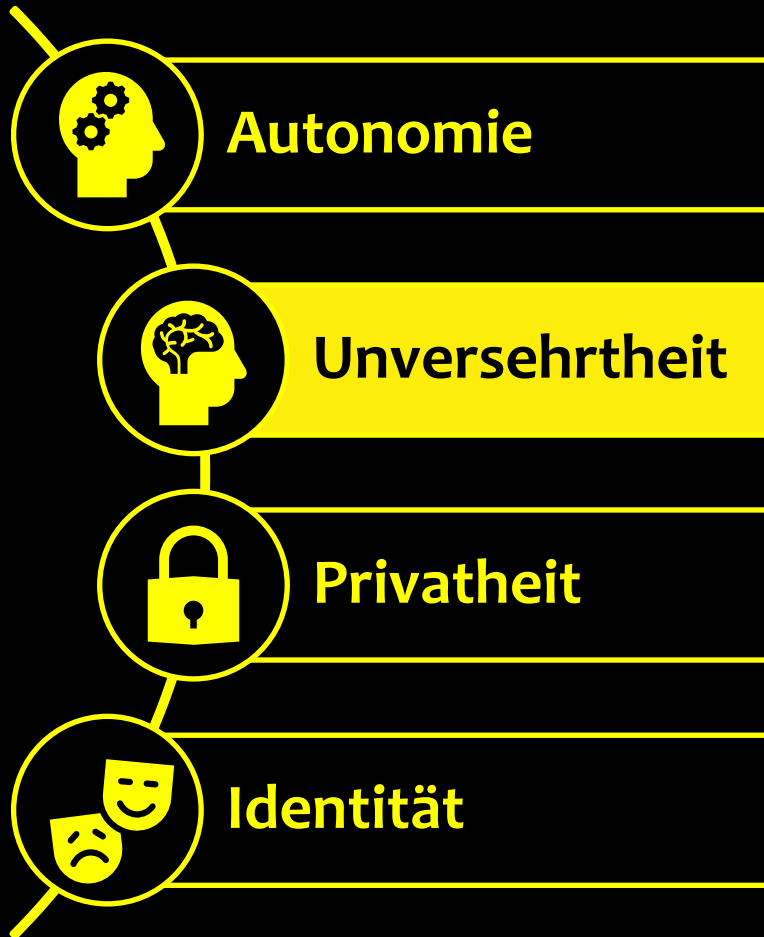


- ♦ Entzug eines Assistenzsystems durch DoS-Angriffe, Ransomware o.Ä.
- ♦ Entleerung der Batterie möglich

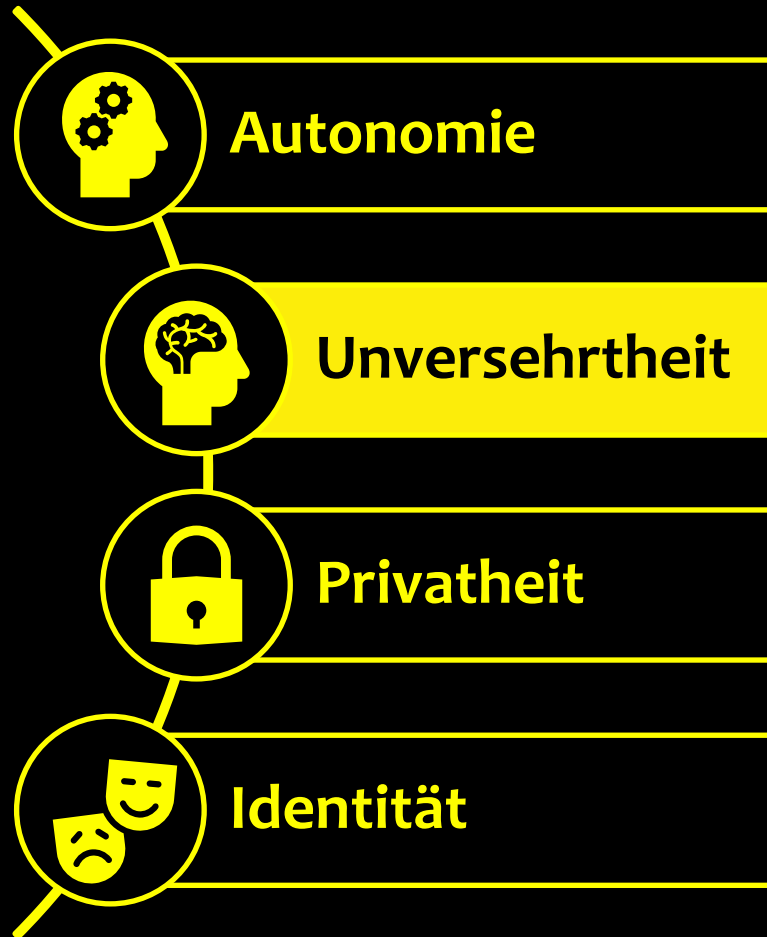


- ♦ Erpressung
- ♦ Verlust der Fortbewegungs- oder Kommunikationsfähigkeit





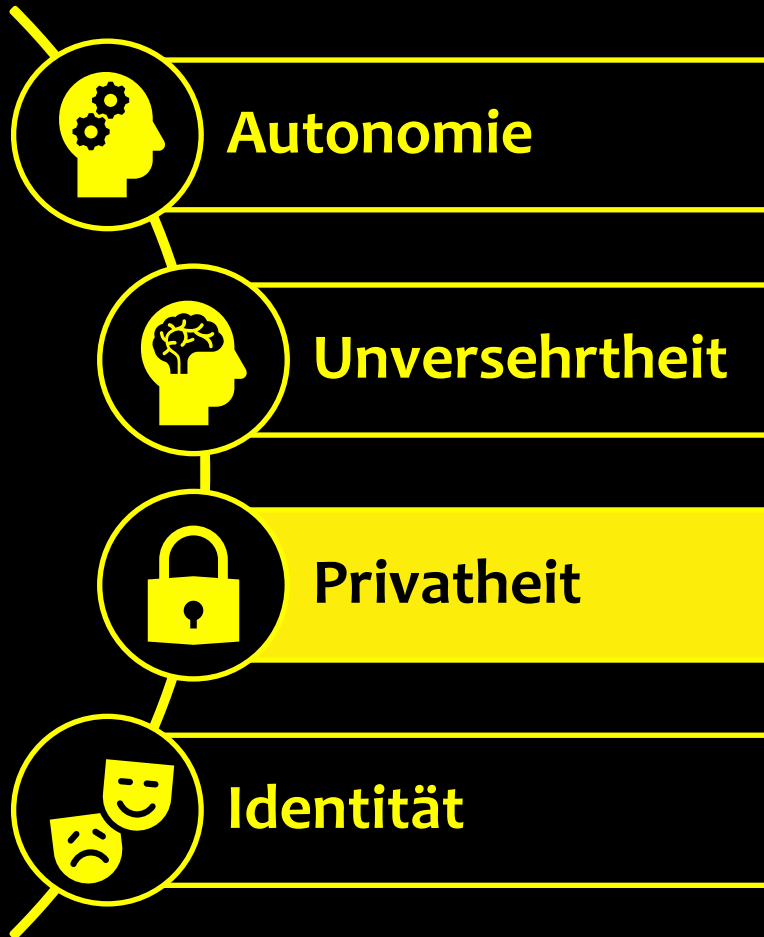
- ◆ Körperliche Unversehrtheit und Leben (Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG)
- ◆ Mentale Integrität: Allgemeines Persönlichkeitsrecht, Menschenwürde oder körperliche Unversehrtheit?
- ◆ Eigentum (Art. 14 GG) oder Teil des Körpers bzw. Teil des Selbst?



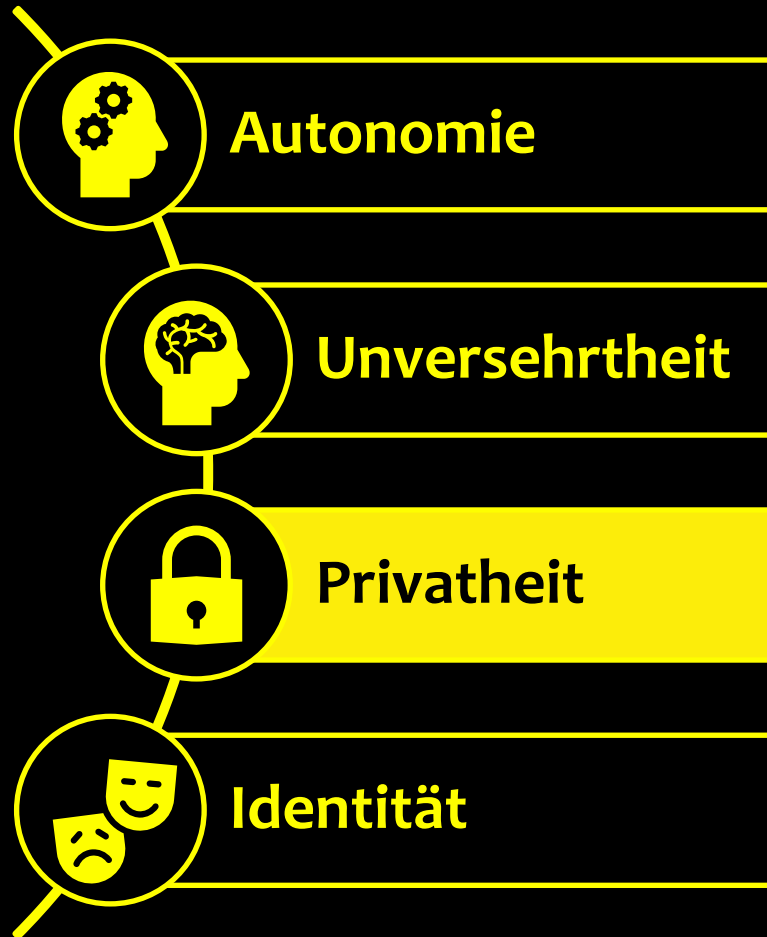
Körperliche Schäden oder Schmerzen  
Beeinflussung der Gehirnaktivitäten



- ◆ Erpressung
- ◆ Körperverletzung, Totschlag, Mord
- ◆ Manipulation, Konditionierung



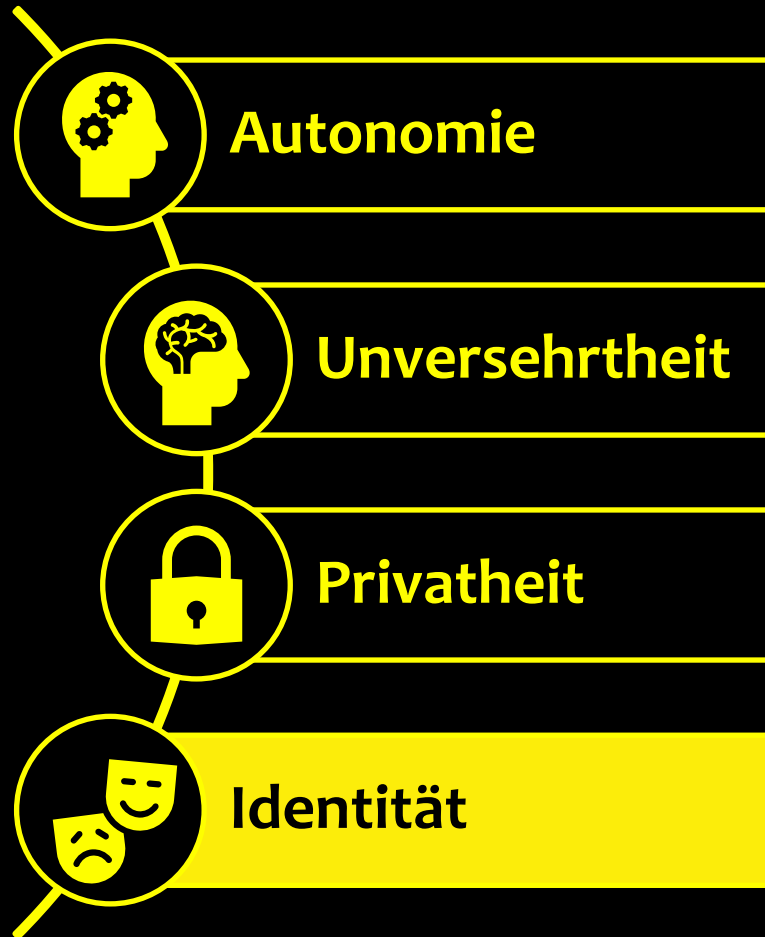
- ◆ Allgemeines Persönlichkeitsrecht  
(Art. 2 Abs. 1 GG i. V. m. Art. 1 Abs. 1 GG)
- ◆ Recht auf informationelle Selbstbestimmung  
(Art. 2 Abs. 1 GG i. V. m. Art. 1 Abs. 1 GG)
- ◆ IT-Grundrecht – Recht auf Vertraulichkeit und Integrität informationstechnischer Systeme  
(Art. 2 Abs. 1 GG i. V. m. Art. 1 Abs. 1 GG)



Daten ausspähen, zusammenführen  
und analysieren



- ◆ Überwachung
- ◆ Erpressung
- ◆ Identitätsdiebstahl
- ◆ Handel mit Daten



- ◆ Menschenwürde  
(Art. 1 Abs. 1 GG)
- ◆ Allgemeines Persönlichkeitsrecht?  
(Art. 2 Abs. 1 GG i. V. m. Art. 1 Abs. 1 GG)
- ◆ Recht auf psychologische Kontinuität?

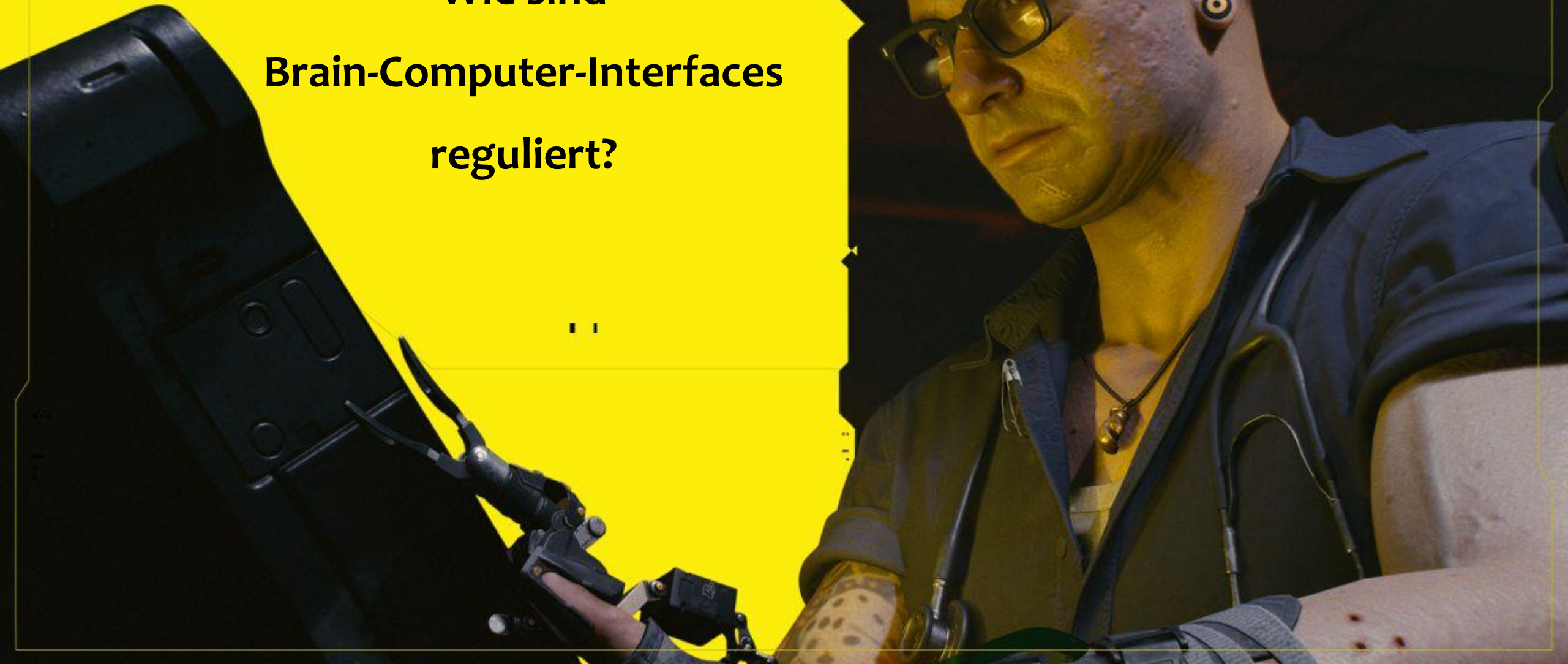




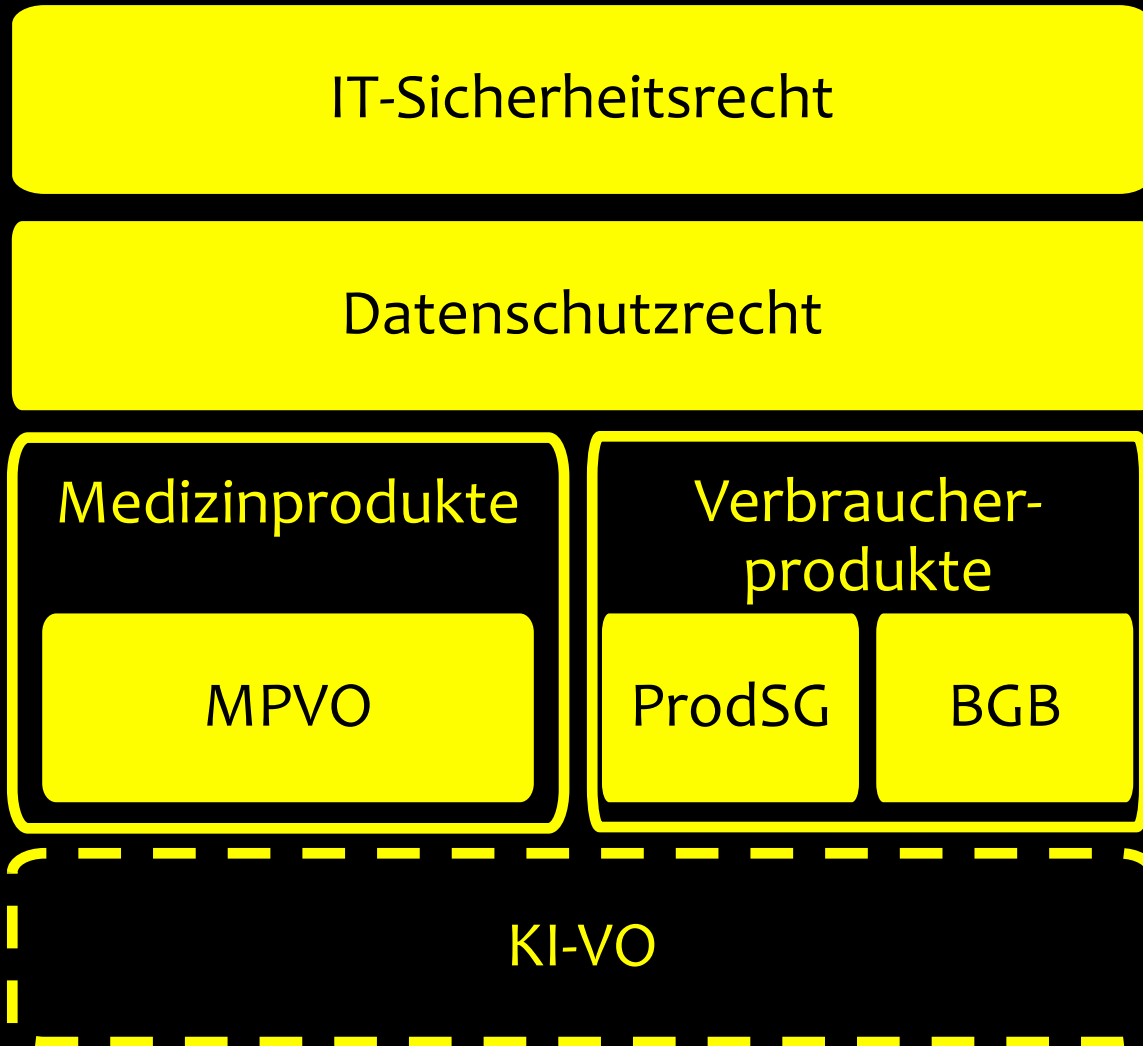
**CYBERPUNK**

CODE - PATCH 1.2 239028.8878

# Wie sind Brain-Computer-Interfaces reguliert?



# Regulierung von Brain-Computer-Interfaces



- ♦ kein allgemeines IT-Sicherheitsrecht
- ♦ reguliert nur Datenverarbeitung, nicht datenverarbeitende Produkte
- ♦ Produktsicherheitsregulierungen erfassen v. a. physische Sicherheit, nicht aber Persönlichkeitsinteressen
- ♦ Handhabung der neuen Verbraucherkaufvorschriften (v. a. Update-Pflicht) noch unklar

## IT-Sicherheitsrecht

## BSIG

- ◆ reguliert v. a. IT des Bundes und Kritischer Infrastrukturen
- ◆ BCIs werden selten zu den kritischen Gesundheitsdienstleistungen gehören (vgl. § 6 der KritisV)
- ◆ Untersuchung der IT-Sicherheit von Produkten und Systemen ( § 7a BSIG)

# Regulierung von Brain-Computer-Interfaces

IT-Sicherheitsrecht

Datenschutzrecht

## DSGVO

- ◆ Art. 32 DSGVO verpflichtet zu technischen und organisatorischen Maßnahmen zur Gewährleistung der Datensicherheit
- ◆ neurologische Gesundheitsdaten: besondere Schutzbedürftigkeit, daher entsprechend hohes Schutzniveau
- ◆ Verantwortliche: nur Datenverarbeitende, nicht Hersteller

# Regulierung von Brain-Computer-Interfaces

IT-Sicherheitsrecht

Datenschutzrecht

Medizinprodukte

MPVO

## Medizinprodukte-Verordnung

- ◆ Medizinprodukte: maßgeblich ist Zweckbestimmung des Herstellers



## EMOTIV EPOC X 14 Channel Mobile Brainwear®

\$849.00

EPOC X has been designed with the following improvements:

- Rotating headband that can be positioned on top or at the rear of the head — ideal for sleep studies or accommodating a head support.
- Electroplated electrodes to reduce oxidation and sustainably designed sensors — no more sensor clip breakages.
- Opening at the rear of each sensor allows for easy rehydration without moving the headset.
- Adjusted and relocated amplifiers to reduce noise and improve signal quality.
- Updated antenna and radio for improved headset performance.
- Shipped in a protective and reusable travel case.



ADD TO CART

**Disclaimer** – EMOTIV products are intended to be used for research applications and personal use only. Our products are **not sold as medical devices** — as defined in EU directive 93/42/EEC. Our products are not designed or intended to be used for diagnosis or treatment of disease.

# Regulierung von Brain-Computer-Interfaces



## WHY NEURALINK?

Understand and treat  
brain disorders

Preserve and enhance  
your own brain

Create a well-aligned  
future

## Medizinprodukte-Verordnung

- ◆ Medizinprodukte: maßgeblich ist Zweckbestimmung des Herstellers
- ◆ Ausnahme: transkranielle Gehirnstimulation

# Regulierung von Brain-Computer-Interfaces

IT-Sicherheitsrecht

Datenschutzrecht

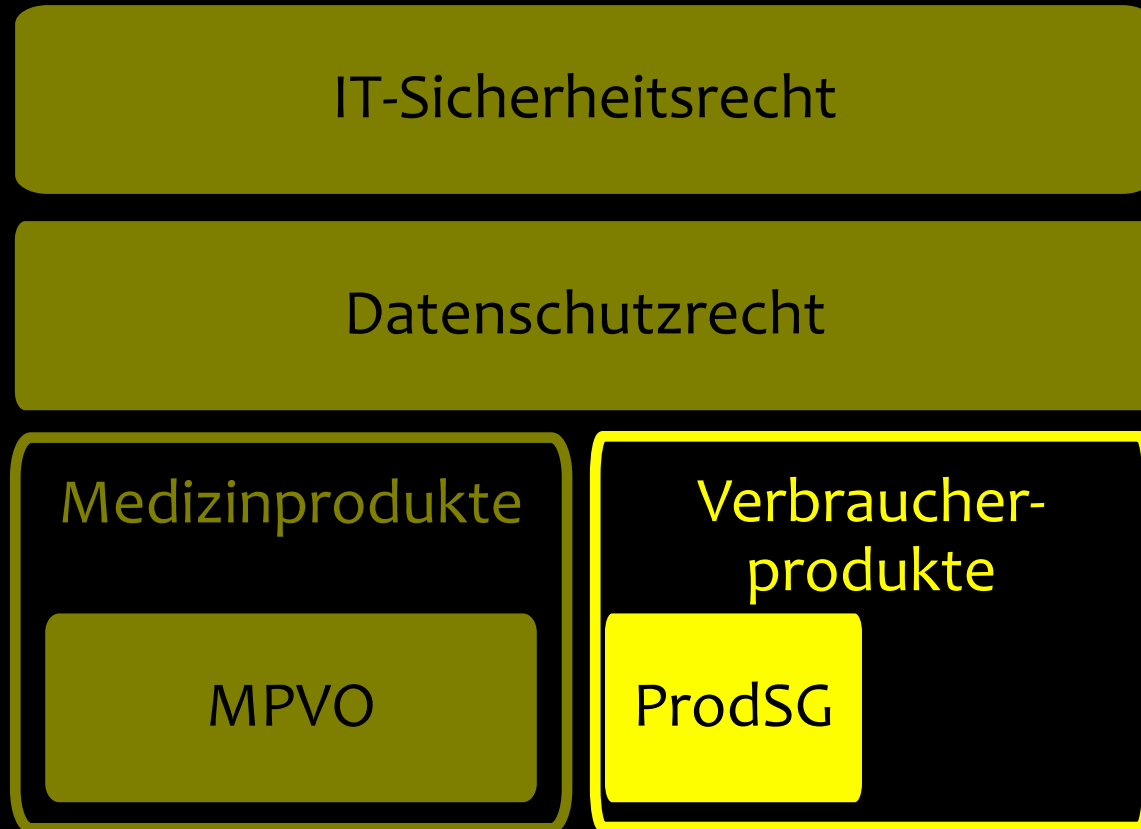
Medizinprodukte

MPVO

## Medizinprodukte-Verordnung

- ◆ IT-Sicherheit im Anhang
- ◆ **Guidance on Cybersecurity for Medical Devices** mit Defense-in-Depth-Konzept
- ◆ Vigilanzsystem: ausgelegt auf Patientensicherheit und Gesundheitsgefahren

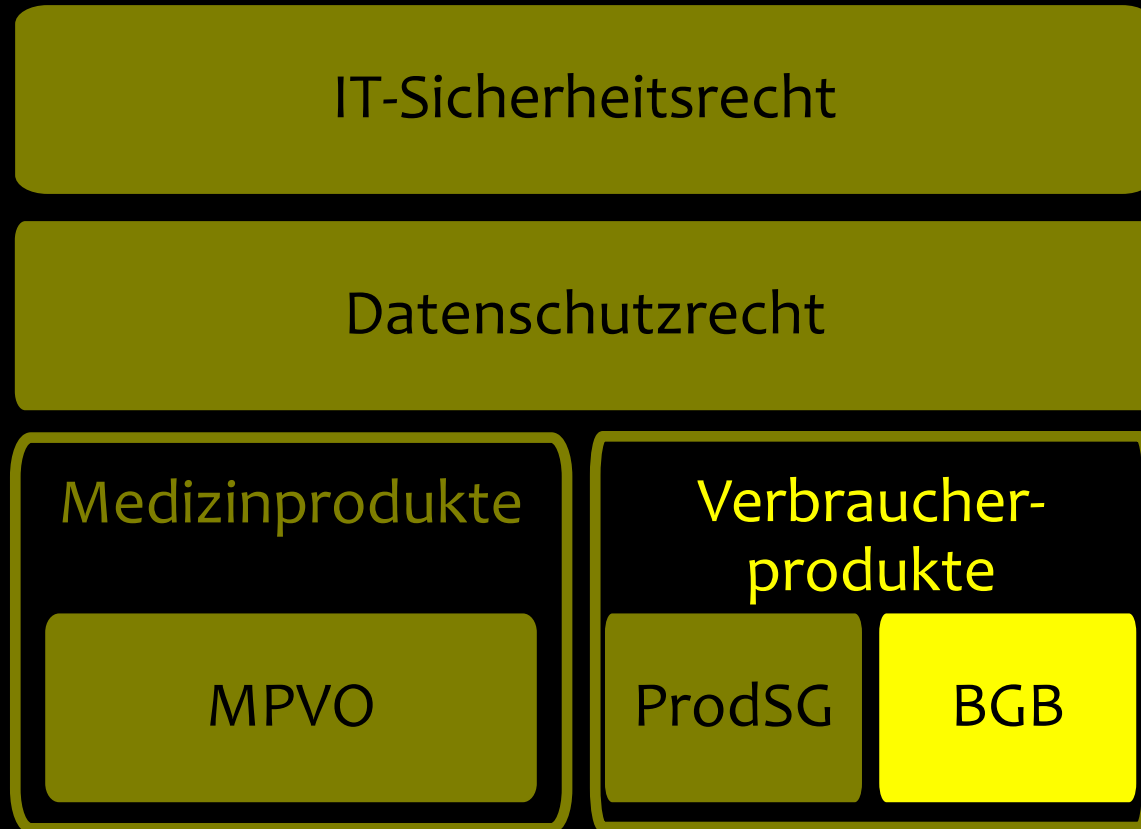
# Regulierung von Brain-Computer-Interfaces



## Produktsicherheitsgesetz

- ◆ „Stand der Technik“, aber nur vorhersehbare Risiken
- ◆ schützt nur das Eigentum sowie Körper, Gesundheit und Leben – nicht aber Persönlichkeits- und Vermögensinteressen

# Regulierung von Brain-Computer-Interfaces

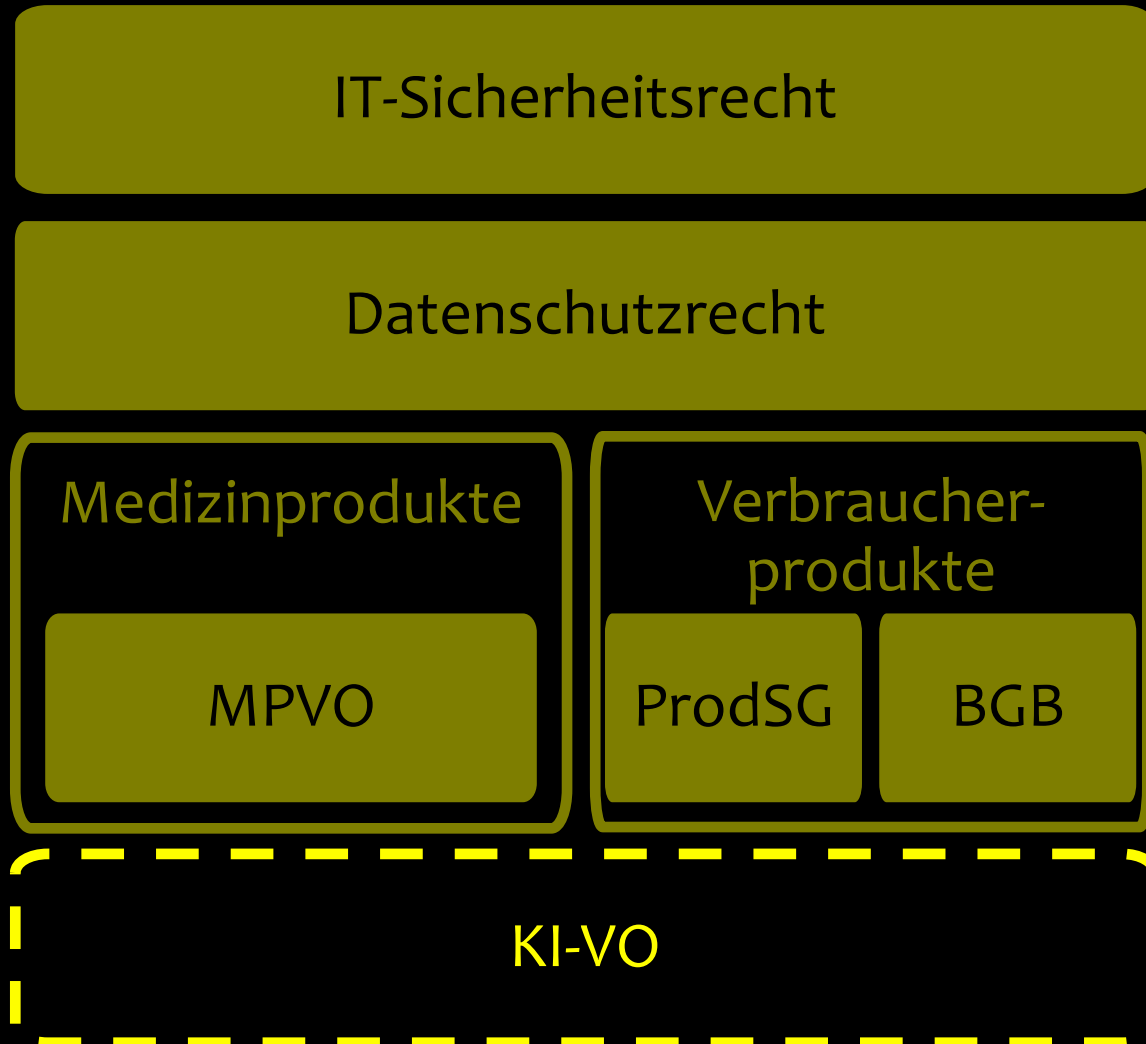


## Neues Warenkaufrecht im BGB

- ◆ § 475b BGB gilt erst ab 1.1.2022
- ◆ neue Vorschriften zu Sachmängeln von Waren mit digitalen Elementen
- ◆ Anforderungen an Vertragsmäßigkeit: u. U. Datenminimierung, Datenschutz durch Technik und datenschutzfreundliche Voreinstellungen
- ◆ Pflicht zur Aktualisierungen, die für den Erhalt der Vertragsmäßigkeit erforderlich sind



# Regulierung von Brain-Computer-Interfaces



## Gesetz über künstliche Intelligenz

- ◆ Verordnungsentwurf
- ◆ Klassifizierung/ Analyse der Gehirnaktivitäten durch statistische Methoden und machine learning
- ◆ Sicherheitskomponenten z. B. bei Stimulierung, sind Hochrisiko-KI-Systeme
  - Genauigkeit, Robustheit und Cybersicherheit
  - Risiko-, Qualitäts- und Überwachungsmanagement

# Weiterführende Informationen

## Über Brain-Computer-Interfaces

maiLab

### **Superintelligent durch Brain Machine Interface**

Video vom 28.11.2019, <https://www.funk.net/channel/mailab-996/superintelligent-durch-brain-machine-interface-1645723>

Urban

### **Neuralink and the Brain's Magical Future**

Wait But Why vom 20.04.2017,  
<https://waitbutwhy.com/2017/04/neuralink.html>

Lebedev/ Nicolelis

### **Brain-machine interfaces: From basic science to neuroprostheses and neurorehabilitation**

Physiological reviews 97.2 (2017): 767-837  
<https://doi.org/10.1152/physrev.00027.2016>

Heene

### **Gehirn-Computer-Schnittstellen: Aufklärung, Datenschutz und Haftungsrecht**

MPR 2018, 192 ff

## Zu Neurosecurity

Denning/ Matsuoka/ Kohno

### **Neurosecurity: security and privacy for neural devices**

Neurosurgical Focus FOC, 27 (2009), 1, E7  
<https://doi.org/10.3171/2009.4.FOCUS0985>

Bernal et al.

### **Security in brain-computer interfaces: State-of-the-art, opportunities, and future challenges**

ACM Computing Surveys (CSUR) 54.1 (2021): 1-35  
<https://arxiv.org/abs/1908.03536>

Bonaci/ Calo/ Chizeck

### **App stores for the brain: Privacy & security in Brain-Computer Interfaces**

2014 IEEE International Symposium  
on Ethics in Science, Technology and Engineering,  
[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2788104](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2788104)

# Vielen Dank für Eure Aufmerksamkeit!

⋮  
...

**Carolyn Kemper**     @CarolynKemper  
Forschungsreferentin am Forschungsinstitut  
für öffentliche Verwaltung

**Michael Kolain**     @KolainMichael  
Koordinator des Bereichs „Transformation des  
Staates in Zeiten der Digitalisierung“ am  
Forschungsinstitut für öffentliche Verwaltung

■ ■

## Quellen

<https://github.com/CarolynKemper/rC3-BCI>

