

# **Moderne Datenbrillen**

## **Futuristische Werkzeuge oder Gefahr für die Privatsphäre ?**



# Augmentierte Realität - Technologielevel

- Augmentierte Realität (AR): Technologielevel
  - Stufe 1: Tablet / Smartphone:
    - reale Welt wird gefilmt, virtuelle Daten überlagert + angezeigt
  - Stufe 2: Head-Up-Display im Auto / Flugzeug
    - Blick durch einen halbdurchlässigen Spiegel ("Combiner") verbindet Realität und virtuelle Welt
  - Stufe 3: Datenbrillen
    - Miniaturisierung, spezielle Displays und Optiken ermöglichen "echte AR"; Sensoren scannen 3D Struktur Umgebung → Verankerung von virtuellen Objekten in der realen Welt

Abbildungen entfernt

# Augmentierte Realität: Head Up Display

- Head-Up-Displays nutzen einen “Combiner”
  - typischerweise ein halbdurchlässiger Spiegel
  - moderne Geräte nutzen Wellenleiter-Displays
  - Vorteil: wichtige Daten (virtueller Horizont, Höhe, Geschwindigkeit etc.) immer im Blick → höhere Flug-/Fahrsicherheit

Abbildungen entfernt

# Augmentierte Realität: Herausforderungen

Anforderungen:

- geringe Latenz,
- geringes Gewicht,
- hohe Auflösung,
- großes Sichtfeld (FOV),
- Helligkeit,
- möglichst uneingeschränkte Sicht auf die Realität!

Abbildung entfernt

Abbildung siehe: <https://www.baesystems.com/en/product/ar-glasses>

# Augmentierte Realität: Optik

- Typ 1: semitransparenter Hohlspiegel
  - Vorteile: großes Sichtfeld, gute Bildqualität
  - Nachteil: sehr sperrig

Abbildung entfernt

# Augmentierte Realität: Optik

- Wellenleiter-Optik
  - Spezialglas mit Mikrograting Ein/Auskopplung
  - Vorteil: flach → Sonnenbrillenformfaktor
  - Nachteil: sehr kleines AR-Sichtfeld

Abbildung entfernt

<https://hackernoon.com/fundamentals-of-display-technologies-for-augmented-and-virtual-reality-c88e4b9b0895>

Abbildung entfernt

<https://www.wired.com/story/microsoft-hololens-2-headset/>

Abbildung entfernt

<https://www.roadtovr.com/toward-truly-glasses-sized-ar-first-look-at-digilens-ar-hud-reference-headset/>

# Augmentierte Realität: Optik

Am Problem wird gearbeitet: größeres Sichtfeld durch spezielle, hochbrechende Wellenleiter (Brechungsindex 1.9)

SCHOTT AG  
Hattenbergstrasse 10  
55122 Mainz  
Deutschland

<https://www.schott.com/de-de/products/schott-realview-p1000268>

# Augmentierte Realität: Mikrodisplays

Liquid Crystal on Silicon (LCoS) Display:

winzige Displays, reflektiv

Vorteil: Transistorstrukturen liegen auf der Rückseite! (reduziertes Fliegengitter)

wichtige Display-Technologie für AR-Brillen (z.B. HoloLens 1)

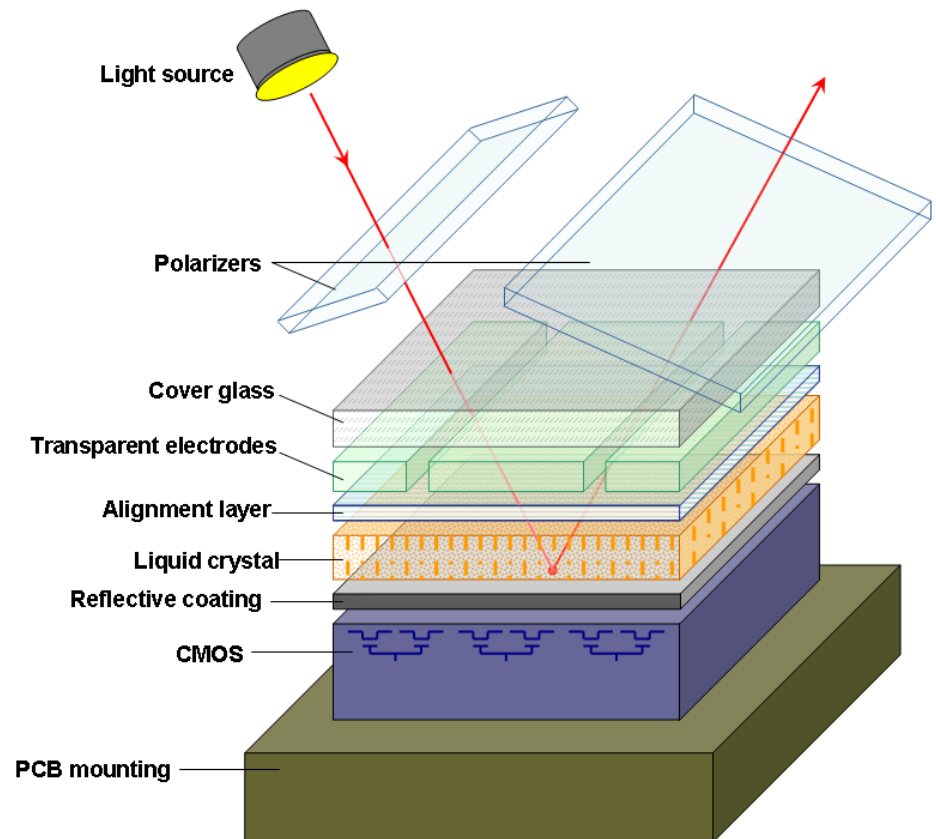


Abb.: Creative Commons, Author: Ramadhanakbr

<https://de.wikipedia.org/wiki/LCoS>



# Augmentierte Realität: Mikrodisplays

Laser Beam Scanning (LBS) Mikrodisplay  
(Variante eines MEMS Display, z.B. in Hololens 2)

Abbildung entfernt

Abbildung entfernt

Abbildung: copyright <https://www.microvision.com/>

Abbildung entfernt

Gefahr Spiegelstillstand?!

# Micro-LEDs: die Zukunft der Mikrodisplays

## Nachteile:

Stand 2022: hohe Produktionskosten – bisher keine Skaleneffekte..

Umwelt? Seltene Erden?

## Vorteile:

hohe Kontraste und perfekte Schwarzwerte

extrem schnell (sehr niedrige Pixel-Response Time)

sehr hell

sehr gute Farbwiedergabe

hohe Betrachtungswinkel

hoher Wirkungsgrad (Lumen/Watt), geringer Stromverbrauch (nur leuchtende Pixel verb. Strom)

keine Einbrenneffekte wie bei OLEDs

sehr hohe Lebensdauer ohne Helligkeitsabfall (> 20.000 Stunden: OLED: ca. 5000 Stunden)

**Microdisplays sind möglich: ideal für AR Displays**

<https://www.ednasia.com/microled-displays-the-challenges-and-advantages/>

Abbildung entfernt

Abbildung entfernt

<https://www.compoundphotonics.com/2020/06/12/compound-photonics-launches-advanced-digital-backplane-display-driver-technology-platform-to-enable-the-worlds-smallest-microled-ar-displays/>

- Sensoren & Technologien einer Datenbrille
  - nach außen gerichtet:
    - Kameras zur Umgebungserfassung (SLAM)
    - Mikrophone Umgebungsgeräusche
  - nach innen gerichtet bzw. lokale Messungen:
    - Mikrophone zur Spracherkennung
    - Infrarotkameras für Eyetracking (Blickverfolgung)
    - Gyroskope, Beschleunigungssensoren für Kopftracking
  - Kommunikation:
    - Wifi, Bluetooth, Mobilfunk

# Datenbrillen: Sensoren

Abbildung entfernt

# Datenbrillen: Futuristische Werkzeuge!

## ■ Unterstützung im Alltag

- Datenbrillen überlagern nützliche Daten auf die reale Umwelt, z.B.:
  - Navigation: Fußgänger, Auto, Fahrrad; auch in Innenräumen!
  - Informationen über andere Menschen (dystopisch?)
  - Einblenden von Daten – aber auch Ausblenden z.B. von Werbung

Abbildung entfernt

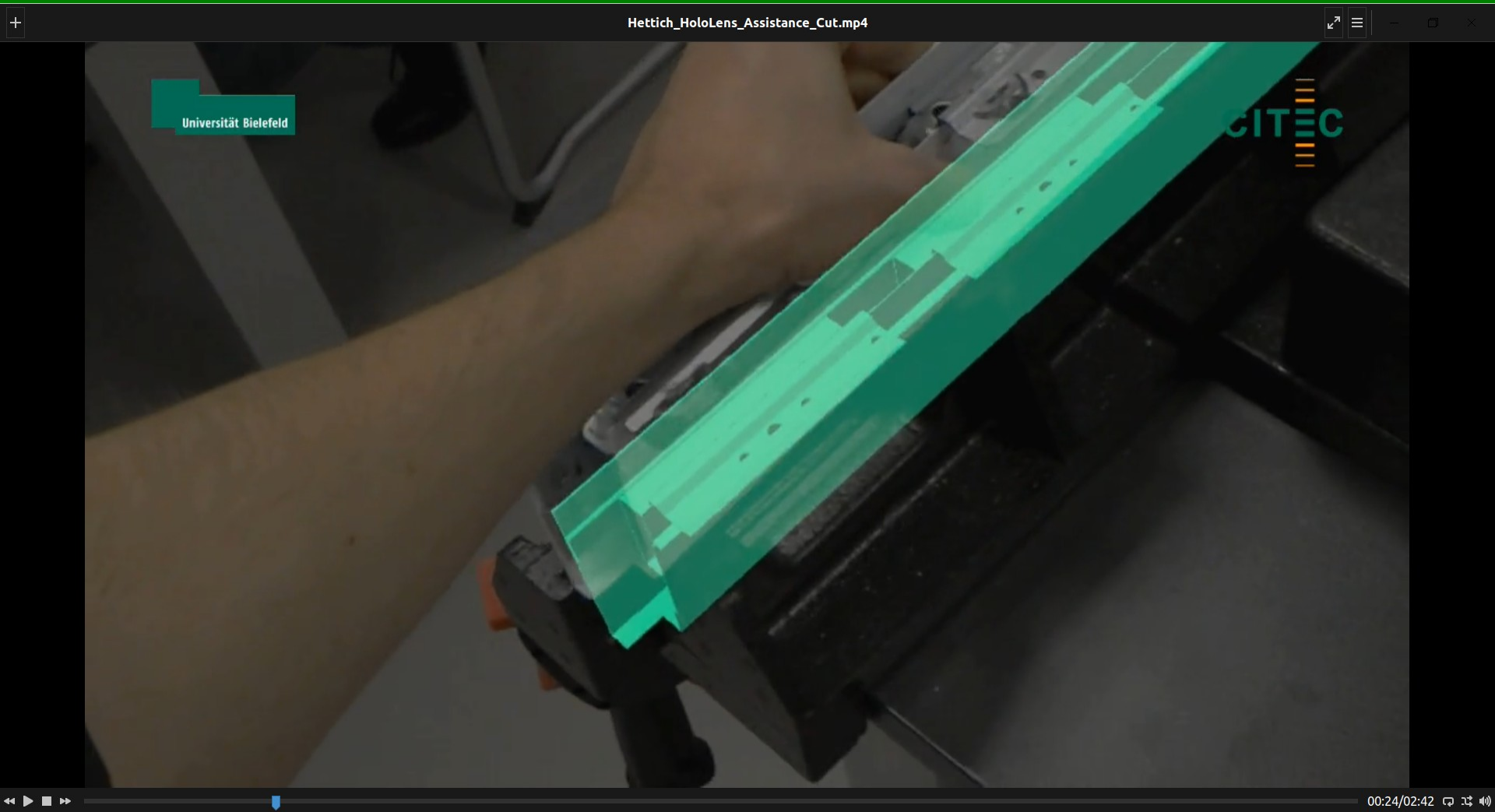
# Datenbrillen: Futuristische Werkzeuge!

## ■ Unterstützung in der Arbeitswelt

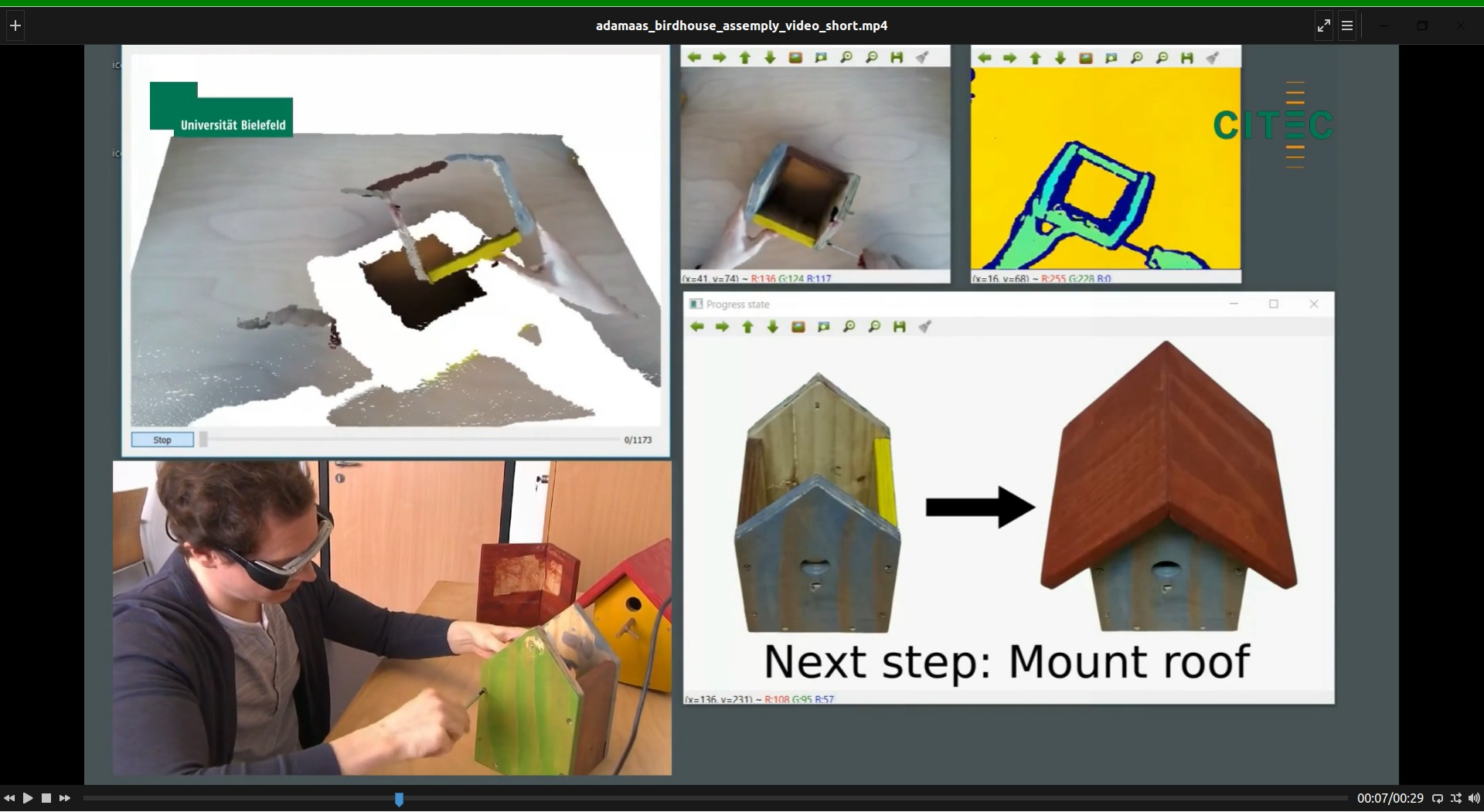
- Einsatz in der Fertigung, Wartung, Einarbeitung...
  - Expert:in unterstützt aus der Ferne
  - Software zeigt Arbeitsschritte, unterstützt Menschen mit kognitiven Einschränkungen
  - Komplexe Fertigung und Reparatur: Einblendung wichtiger Daten und Arbeitsschritte



Bildquelle: Projekt AVIKOM, Prof. Schack, Prof. Essig  
finanziert vom  
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)



Projekt ADAMAAS: Assistenz beim Zusammenbau einer Schublade  
(finanziert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung - BMBF)



adamaas\_birdhouse\_assembly\_video\_short.mp4

Projekt ADAMAAS: KI-unterstützte Anleitung Zusammenbau eines Vogelhauses



## ■ Problem Altersweitsichtigkeit

### □ Augenlinse verliert Elastizität →

- Nah-Fokussierung wird schwierig / unmöglich
- “Lösung” Lesebrille: Lesen ja – Fernsicht: nein!
- “Lösung” Gleitsichtbrille:

- stark eingeschränktes Sichtfeld, sehr teuer, geringe Toleranzen bei der Anpassung durch die Optiker:in

## ■ Lösung: Autofokus-Brille

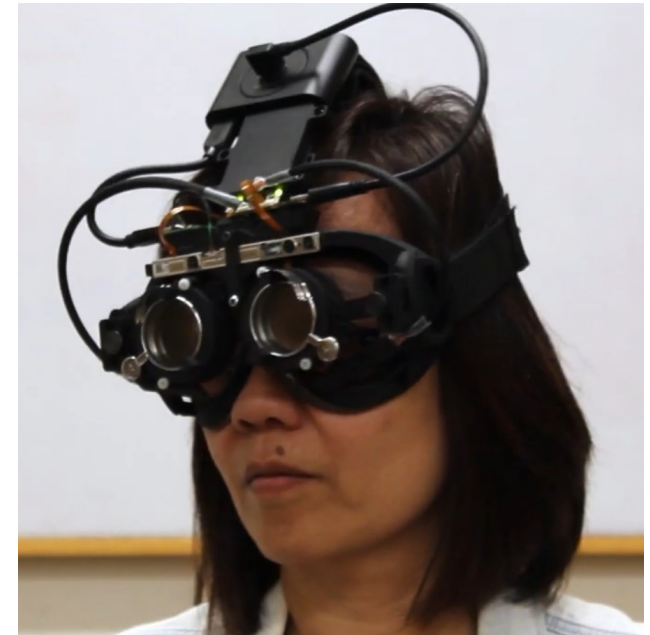
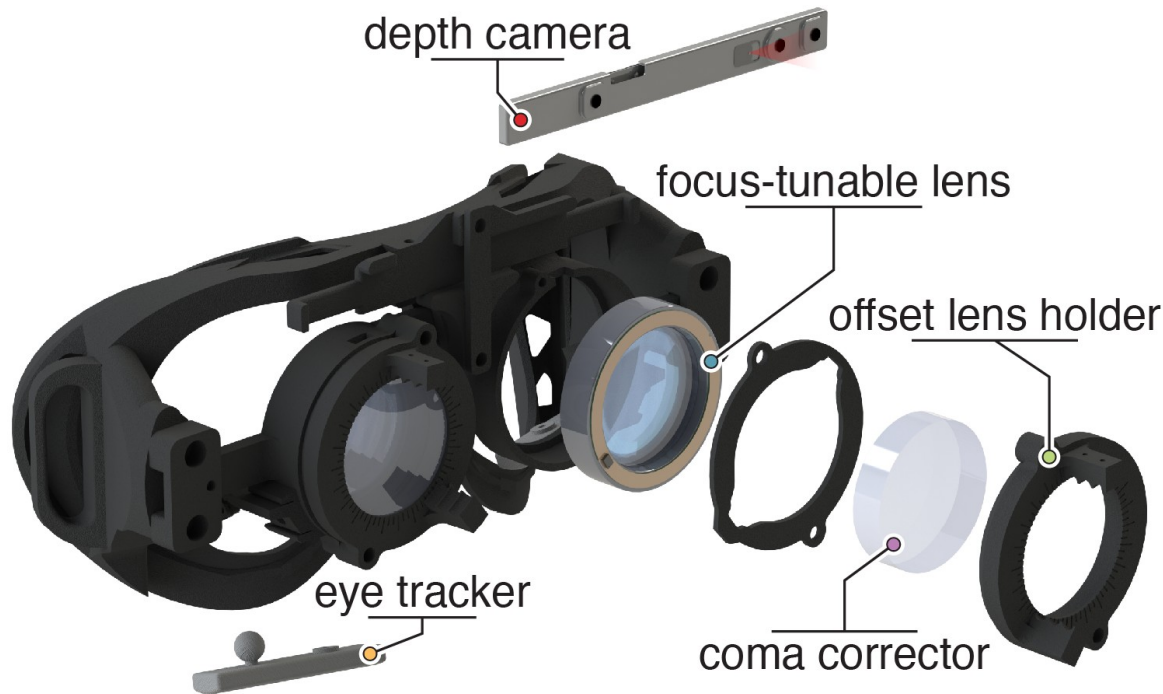
### □ Zukunftstechnologie – momentan in Entwicklung

### □ erfordert geschickte Kombination von:

- Eyetracking mit geringer Latenz
- elektronisch und schnell(!) fokussierbare Optik
- Minaturisierung: Tragekomfort darf nicht leiden (Gewicht)

# Datenbrillen: Autofokus - Optik

Prototyp einer Autofokus Brille, entwickelt an der Stanford Universität



Video: Autofocals - Evaluating Gaze-Contingent Eyeglasses for Presbyopes.mp4

N. Padmanaban, R. Konrad, G. Wetzstein, "Autofocals: Evaluating gaze-contingent eyeglasses for presbyopes", Sci. Adv. 5, eaav6187 (2019).

<https://www.computationalimaging.org/publications/autofocals/>

# Datenbrillen: elektrische Flüssigkristall-Linsen

Research Article

Vol. 28, No. 23/9 November 2020 / Optics Express 33982

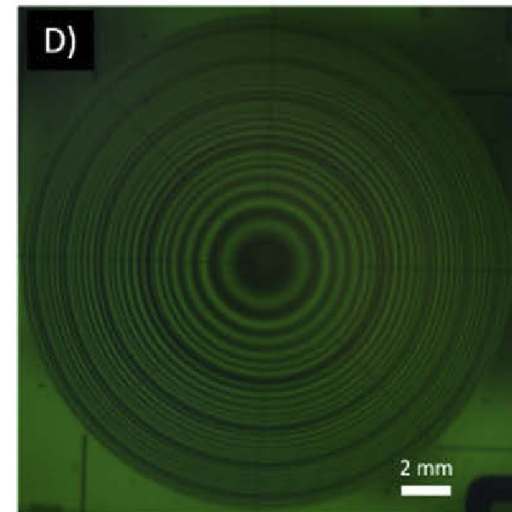
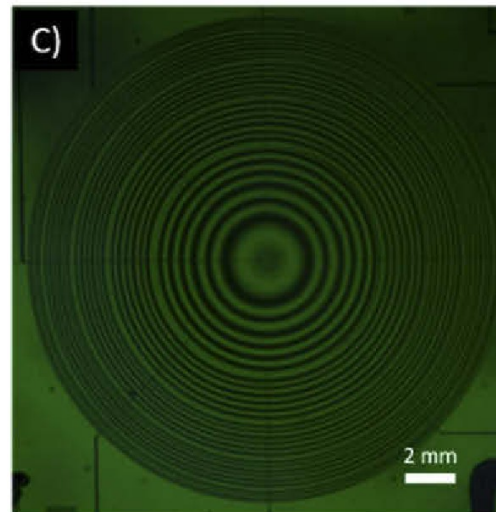
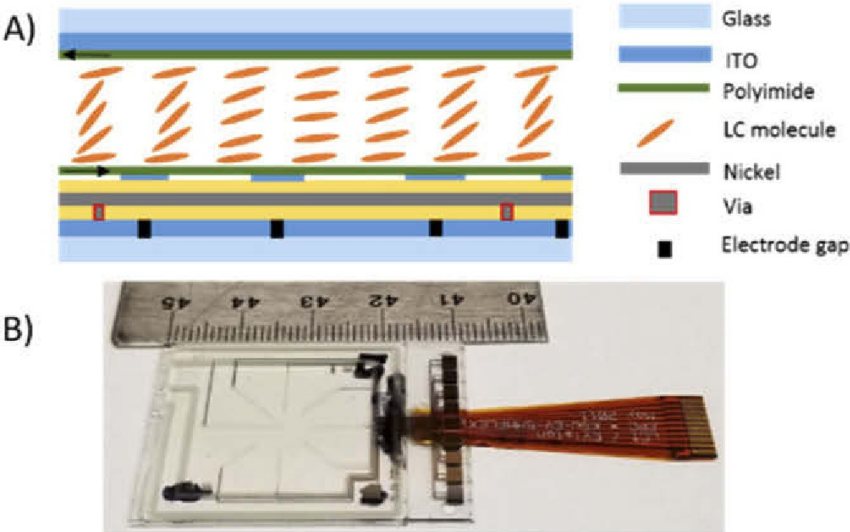
Optics EXPRESS

## Large area liquid crystal lenses for correction of presbyopia

AFSOON JAMALI, DOUGLAS BRYANT, AMIT K. BHOWMICK, AND PHILIP J BOS\*

Advanced Materials and Liquid Crystal Institute, Kent State University, Kent, OH 44240, USA

\*pbos@kent.edu



LC-Linse - Durchmesser: 2 cm

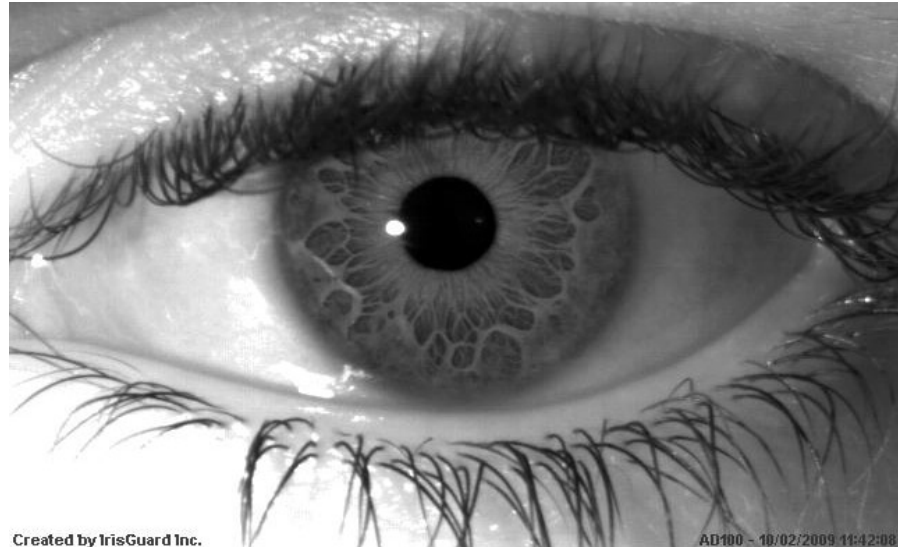
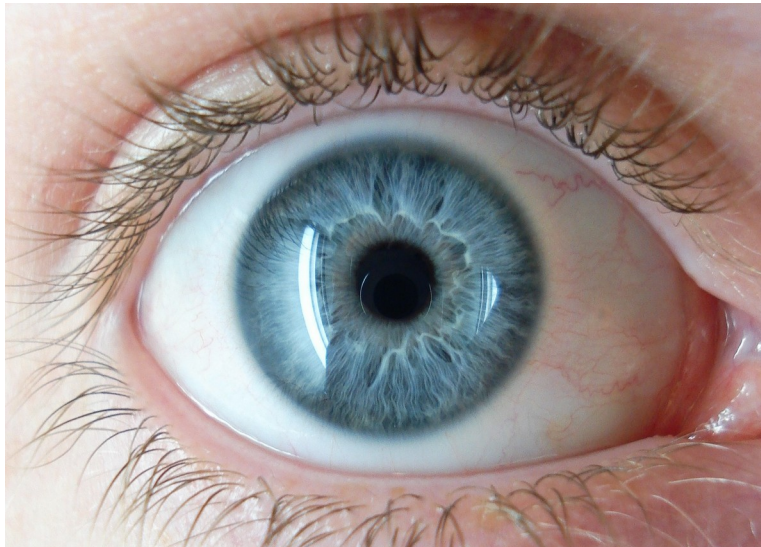
# Datenbrillen: Eyetracking → Privatsphäre?

- zukünftige Datenbrillen nutzen **Eyetracking**
  - videobasiertes Eyetracking liefert Daten:
    - 3D - Blickrichtung, Pupillendurchmesser
    - Infrarotvideo des Auges → Irisbild!
  - Beispiel: Hololens 2

Abbildung entfernt

# Iris-Scanner: Infrarotbild der Iris

- typische Iris-Scanner:
  - Infrarotbild der Iris → Merkmalsextraktion
  - Irismerkmale sind:
    - hoch-individuell für jede Person (zufällige Morphogenese)
    - selbst eineiige Zwillinge haben ein individuelles Iris-Muster
    - stabil über viele Jahrzehnte
    - Identifikaton einer Person unter Millionen anderer P. [1]



Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported license. Attribution: 8thstar Prof. John Daugman, <https://www.cl.cam.ac.uk/~jgd1000/infrared-iris-8.jpg>

[1] Daugman, J. (2006). Probing the uniqueness and randomness of iriscodes: Results from 200 billion iris pair comparisons. Proceedings of the IEEE, 94(11), 1927-1935.



# Eyetracking: gefährliche Einblicke?

- Eyetracking erlaubt (gefährliche?) Einblicke:
  - sexuelle Erregung und Ausrichtung [1,2,3]
  - Nutzung von Verhütungsmitteln [3]
  - Biomarker für Autismus [4]
  - Erkrankungen, z.B: Alzheimer [5], Parkinson [6], Depression [7]

[1] Gerulf Rieger and Ritch C Savin-Williams. The eyes have it: Sex and sexual orientation differences in pupil dilation patterns. *PloS one*, 7(8), 2012.

[2] Gerulf Rieger, Brian M Cash, Sarah M Merrill, James Jones-Rounds, Sanjay Muralidharan Dharmavaram, and Ritch C Savin-Williams. Sexual arousal: The correspondence of eyes and genitals. *Biological Psychology*, 104:56–64, 2015.

[3] Heather A Rupp and Kim Wallen. Sex differences in viewing sexual stimuli: A neye-tracking study in men and women. *Hormones and behavior*, 51(4):524–533, 2007.

[4] Karen Pierce, Steven Marinero, Roxana Hazin, Benjamin McKenna, Cynthia Carter Barnes, and Ajith Malige. Eye tracking reveals abnormal visual preference for geometric images as an early biomarker of an autism spectrum disorder subtype associated with increased symptom severity. *Biological psychiatry*, 79(8): 657–666, 2016.

[5] Trevor J Crawford, Steve Higham, Jenny Mayes, Mark Dale, Sandip Shaunak, and Godwin Lekwuwa. The role of working memory and attentional disengagement on inhibitory control: effects of aging and alzheimer's disease. *Age*, 35(5):1637–1650, 2013.

[6] Srivastava, A., Sharma, R., Sood, S. K., Shukla, G., Goyal, V., & Behari, M. (2014). Saccadic eye movements in Parkinson's disease. *Indian journal of ophthalmology*, 62(5), 538.

[7] Duque, A., & Vázquez, C. (2015). Double attention bias for positive and negative emotional faces in clinical depression: Evidence from an eye-tracking study. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 46, 107-114.

# Eyetracking: höchst-private Einblicke?

## Sex differences in viewing sexual stimuli: An eye-tracking study in men and women

Heather A. Rupp<sup>a,b,\*</sup>, Kim Wallen<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Department of Psychology and Center for Behavioral Neuroscience, Emory University, Atlanta, GA 30322, USA*

<sup>b</sup> *The Kinsey Institute for Research in Sex, Gender and Reproduction, Indiana University, Morrison Hall 313, Bloomington, IN 47405, USA*

Received 14 October 2006; revised 27 January 2007; accepted 30 January 2007

Available online 12 February 2007

---

### Auszüge aus dem Abstract:

“... Men spent more time, and had a higher probability of, looking at female faces. NC Women had more first looks towards, spent more time, and had a higher probability of, looking at genitals. OC Women spent more time, and had a higher probability of, looking at contextual regions of pictures, those featuring clothing or background. ...

...differences between OC and NC groups suggest hormonal influences on attention to sexual stimuli that were unexplained by subject characteristic differences.”

NC = normal cycling

OC = oral contracepting

# Eyetracking: gefährliche Einblicke?

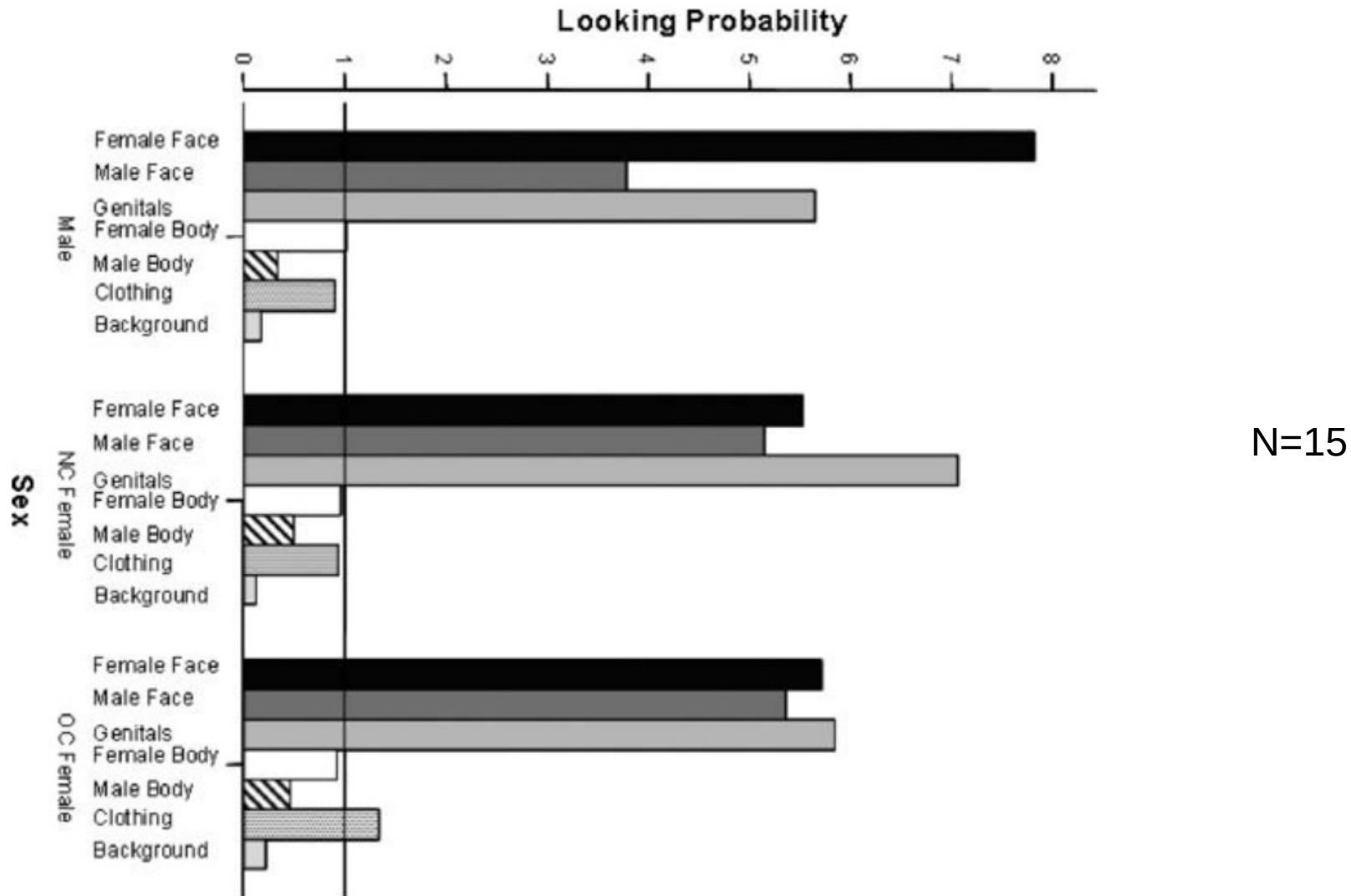


Image from: Rupp, H. A., & Wallen, K. (2007). Sex differences in viewing sexual stimuli: An eye-tracking study in men and women. *Hormones and behavior*, 51(4), 524-533. **COPYRIGHT BY ELSEVIER**



# Datenbrillen: Gefahr für die Privatsphäre?

- BIG-FIVE: Privatsphäre vs. Profilbildung?
  - Facebook, Apple, Microsoft, Amazon, Google
    - betreiben jeweils eigene Werbenetzwerke
    - benötigen detaillierte Nutzerdaten für personalisierte Werbung
    - Nutzen „**dark patterns**“ zur Nutzermanipulation
      - Bewusst eingesetzte Designs, die „den Benutzer zu Handlungen zu verleiten, die dessen Interessen entgegenlaufen“ [1]
  - Beispiele:
    - Cookie-Banner
    - Account- und Login-Zwang, Zwang einer permanenten Online-Verbindung
    - **Opt-Out statt Opt-In**
    - unbewusste Teilnahme an spezifischen Lokalisationsnetzen, auf Kosten des eigenen Datenvolumens
      - Apple Find-My Network (“Wo ist meine Katze unterwegs?”)
      - Amazon Sidewalk (Konkurrenzprodukt zu Apple’s Find-My-Network)

[1] <https://www.deceptive.design/>

# Microsoft → „Privatsphäre“ ?

## ■ Microsoft

### □ Windows 11:

- Microsoft Online-Account Zwang. Installation unmöglich ohne online-Verbindung, um Account anzulegen / einzuloggen (\*)

### □ Gaming Console XBOX-ONE (2013):

- massive Kontroverse über geplantes “always on” Feature (um DRM durchzusetzen)
- Nach viel negativer Presse: Microsoft rudert (diesmal) zurück
- Kinect2-Sensor muss ständig verbunden sein: auch hier rudert Microsoft zurück

### □ Microsoft Hololens 2:

- Microsoft Online-Account Zwang, sonst nicht nutzbar!
- Eyetracking / Iris-Daten Problematik – siehe nächste Folie

(\*) mit inoffiziellen Tricks **noch** möglich, z.B. Ethernet-Stecker ziehen im richtigen Augenblick

# Microsoft HoloLens 2 → „Privatsphäre“ ?

<https://learn.microsoft.com/en-us/hololens/hololens-identity>

"Biometric data (including head/hand/eye movements, iris scan) that this device collects is used for calibration, to improve reliable interactions and to enhance user experience.

We **may share your data with third party apps** on the device for the purpose of delivering certain functionality and features."

Das steht im direkten Widerspruch mit dem nachfolgenden Absatz:

"The biometric data doesn't roam and is never sent to external devices or servers." - und was, wenn die "third party app" genau das macht?

# Amazon → „Privatsphäre“ ?

[https://en.wikipedia.org/wiki/Amazon\\_Sidewalk](https://en.wikipedia.org/wiki/Amazon_Sidewalk)

## Reception [ edit ]

---

Amazon Echo devices have Sidewalk enabled by default and do not inform their owner about it. The feature can be disabled via the official app.<sup>[8]</sup>

A number of prominent news publishers, including *The Guardian*,<sup>[10]</sup> *ArsTechnica*,<sup>[9]</sup> *CNET*,<sup>[11]</sup> *PCMag*,<sup>[12]</sup> *Click2Houston*,<sup>[13]</sup> and *Bleeping Computer*,<sup>[14]</sup> expressed concern with opt-out nature of the network and published guides how to disable Amazon Sidewalk.

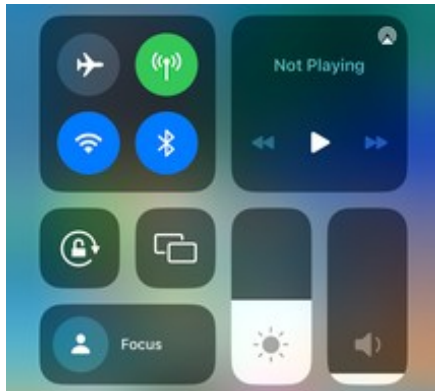
Abbildung entfernt

Bildquelle: <https://www.aboutamazon.com/news/devices/echo-tile-and-level-devices-join-amazon-sidewalk>

# Apple: Find-My Network → „Privatsphäre“?

## ■ Apple

- Jedes Apple-Smartphone ist automatisch Teil des „Find-My“ Networks
  - aber: **noch** deaktivierbar via Opt-Out
- dark pattern im Control-Center:
  - Bluetooth und Wifi Hardware wird nicht deaktiviert!
    - Wifi wird getrennt; Bluetooth-Verbindungen nur teilweise
    - Wifi+Bluetooth **reaktivieren sich selbstständig** um 5 Uhr morgens
  - Spekulation: Das dark-pattern wird genutzt, um die Verfügbarkeit von Apple's „Find-My“ - Lokalisierungsnetzwerk zu maximieren.



<-- Druck auf Button → ausgegraut → impliziert „aus“  
(Änderung in späteren IOS-Versionen: weiße Farbe)

Bildquelle: By Self-taken screenshot: taken from iPhone 13, Fair use,  
<https://en.wikipedia.org/w/index.php?curid=71743801>

# Apple → „Privatsphäre“ ?

[https://en.wikipedia.org/wiki/Find\\_My](https://en.wikipedia.org/wiki/Find_My)

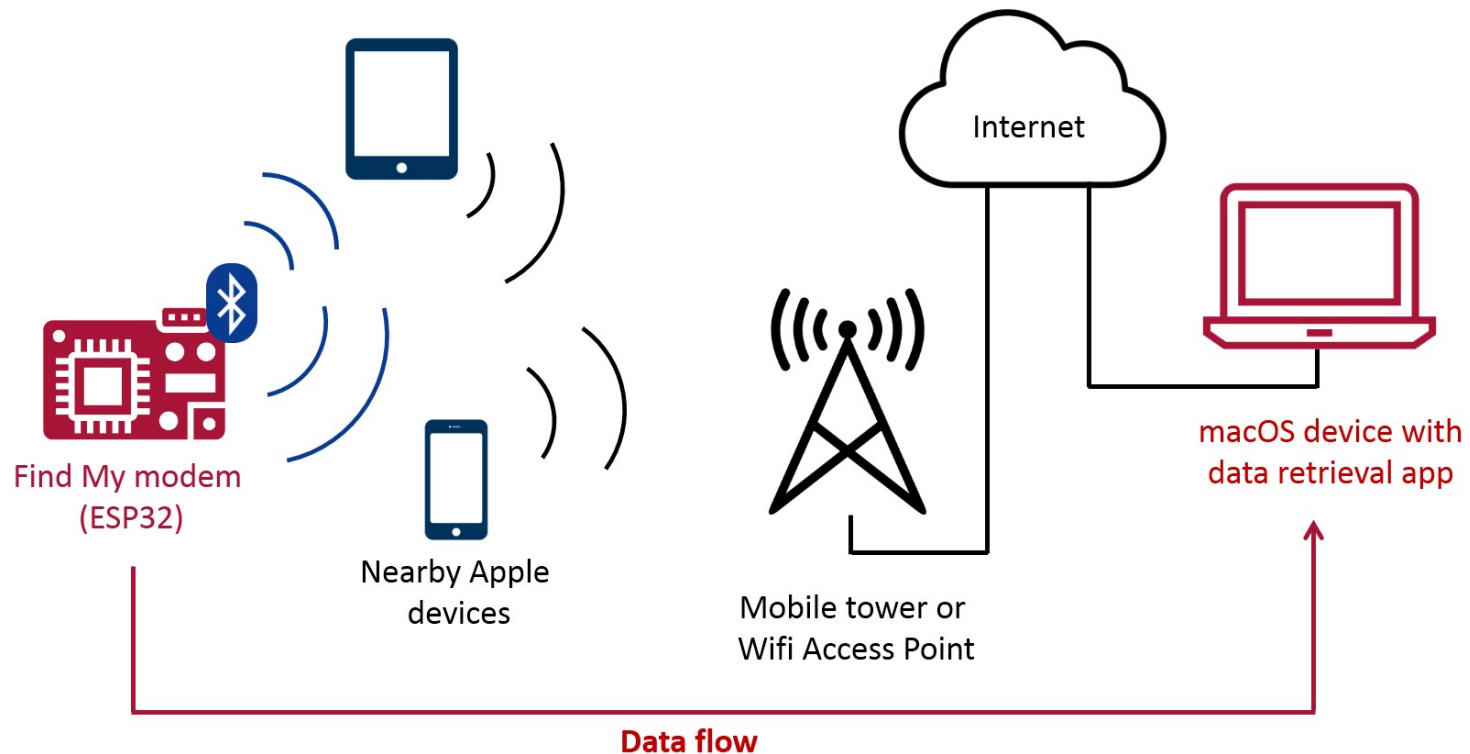
“Since iOS 15, users can locate their iPhone 11 or later for up to 5 hours after the phone battery was drained, or 24 if it was turned off by the user manually (SE 2nd and 3rd generation excluded), thanks to the power reserve.”

→ das Gerät funkt immer noch, obwohl es vermeintlich ausgeschaltet ist.

Überwachung mittels “Stiller SMS” – genügt das “Ausschalten” des Smartphones?

# Apple → „Privatsphäre“ ?

Sicherheitsforscher Fabian Bräunlein hat gezeigt, daß Apple's "Find-My" Network genutzt werden kann, um Daten zu transportieren. So können z.B. Sensordaten aus einem gesicherten Bereich exfiltriert werden.



<https://positive.security/blog/send-my>

Prophetisches Video einer dystopischen AR-Zukunft:

<https://www.youtube.com/watch?v=YJg02ivYzSs>

Abbildung entfernt



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!