

Der erweiterte Mensch

Von der intelligenten Brille
zum schwebenden Begleiter

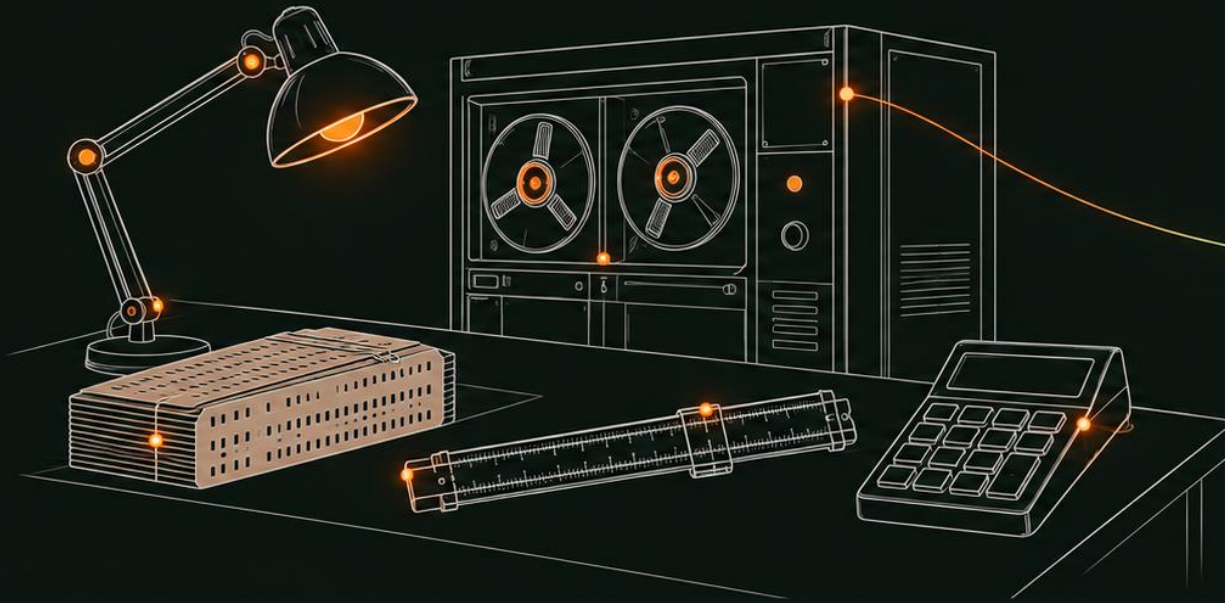
Prof. Dr. Kai Kunze

Human-Centered Information Systems · TU Clausthal

Gold-Diplom 1976 · Aula Academica · 8. Oktober 2026



Als Sie hier Ihr Diplom gemacht haben ...



1976

Rechenschieber – und neu: der TI-30
Lochkarten abgeben, Ergebnis morgen

2026

Das Telefon schlägt die Cray-1
Brillen denken mit, Roboter schweben



Der Mensch hat sich schon immer erweitert



um 1285

Die Lesebrille

erweitert das Sehen



1622

**Der
Rechenschieber**

erweitert das Rechnen



1976

**Der
Taschenrechner**

passt in die
Hosentasche



heute

**Werkzeuge, die
merken, wie es uns
geht**

erweitern Körper und
Sinne

Neu ist: Werkzeuge, die uns verstehen – und uns erweitern.

Kurz zu mir: 25 Jahre Computer am Körper



Ich, mit Datenbrille und Gürtel-Computer

- **2011** Promotion in Wearable Computing, Universität Passau
- **2012** Osaka Prefecture University, Japan
- **2018** Professor, Keio University, Tokio
- **2026** Professor, TU Clausthal – Human-Centered Information Systems

Dazwischen: MIT Media Lab · Forschung mit J!NS in Japan · ein Team aus acht Doktorand:innen auf drei Kontinenten

Vier Wege, den Menschen zu erweitern



I

Sinne

sehen & verstehen

Die intelligente Brille



II

Körper

fühlen & teilen

Gesang und Publikum im
Regelkreis

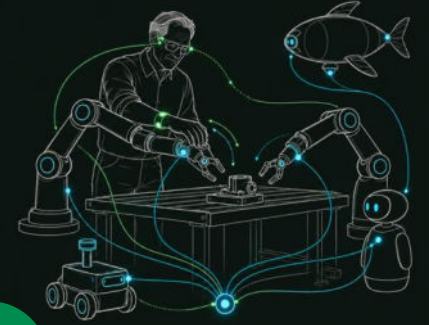


III

Nähe

Gesellschaft &
Bewegung

Der schwebende Begleiter



IV

Wirkungsraum

handeln & weitergeben

Roboter als zweiter Körper

Roter Faden: Können weitergeben – vom Meister zum Lehrling, vom Menschen zur Maschine.



Die Sinne erweitern

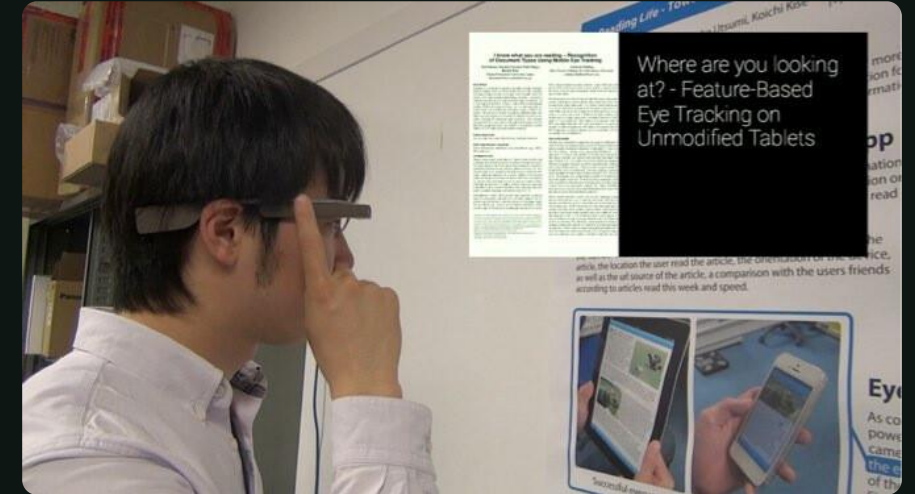
Die intelligente Brille – von der Datenbrille 2007 zur Brille, die mitdenkt.



Geistige Aktivität im Alltag messen – für alle



Lesen, Lernen, Konzentration – erfasst im Alltag statt im Labor



Statt Labor: Brillen und Blickverfolgung, die man den ganzen Tag trägt.

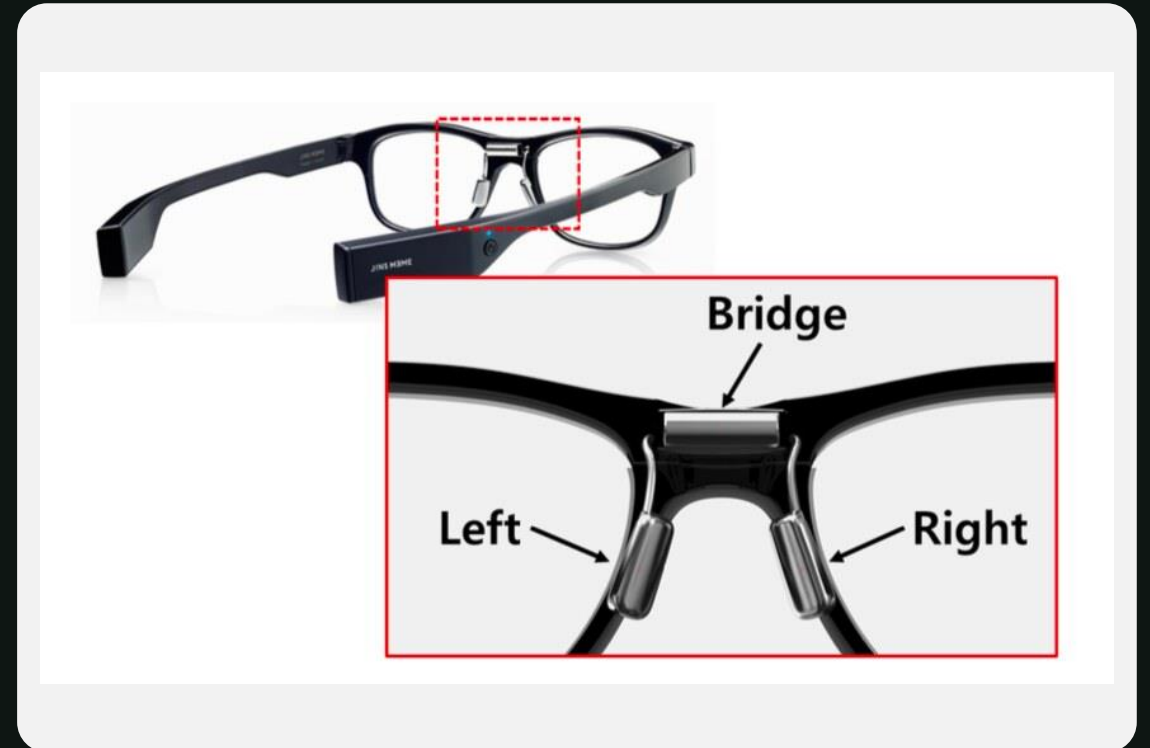
Statt Spezialgerät: Technik, die jeder benutzen kann.

Eine Brille, die merkt, wann wir müde werden

Drei Elektroden im Nasensteg messen Augenbewegungen und Lidschläge.

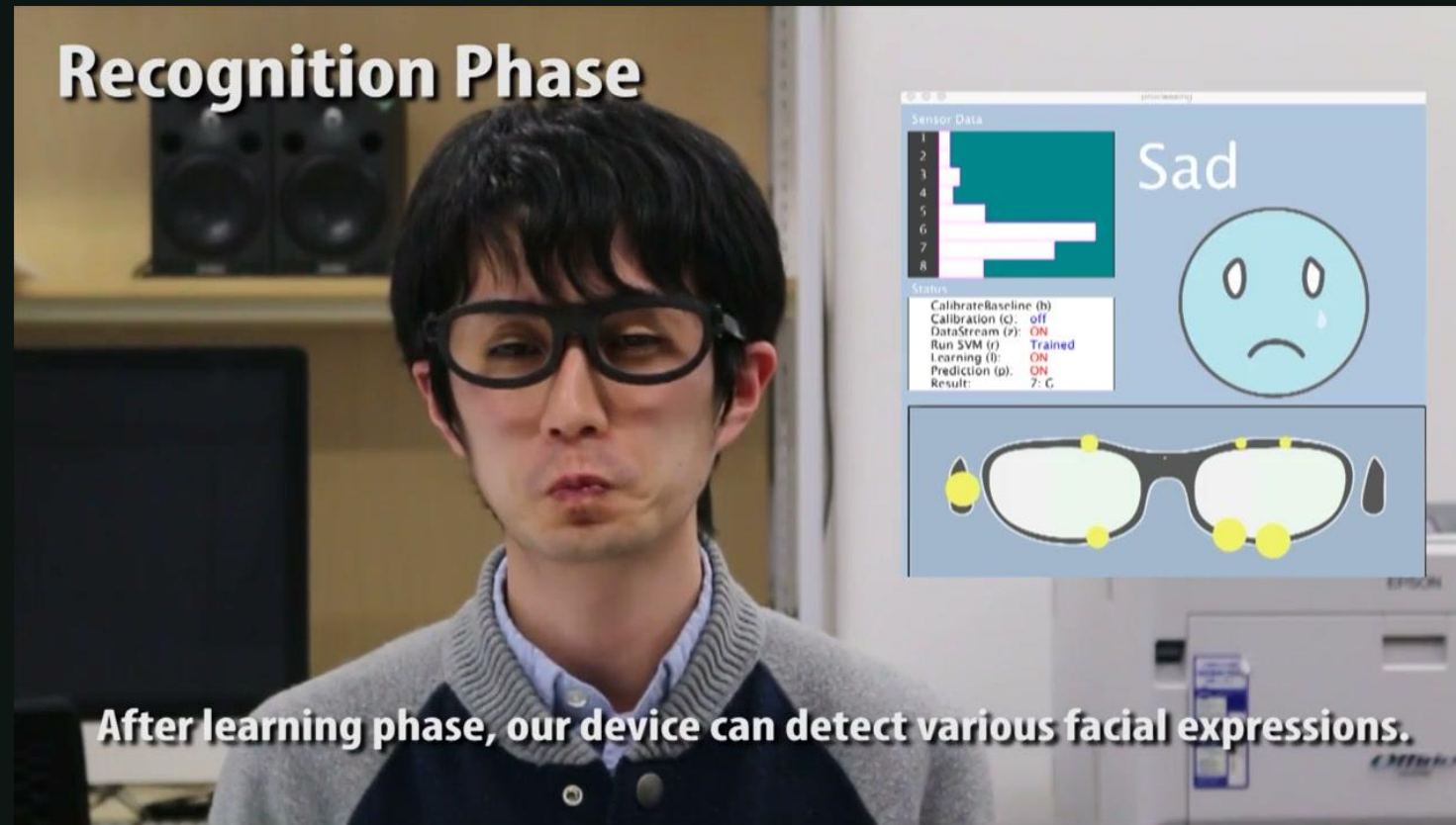
Ein Bewegungssensor erkennt Kopfhaltung und Nicken.

Serienprodukt aus Japan – genutzt von über 100 Forschungseinrichtungen.



J!NS MEME – mitentwickelt mit J!NS, Tokio

Eine Brille, die unser Lächeln erkennt



AffectiveWear · Keio University

Lichtsensoren im Rahmen messen den Abstand zur Haut.

Lächeln, Staunen, Ärger – ganz ohne Kamera.

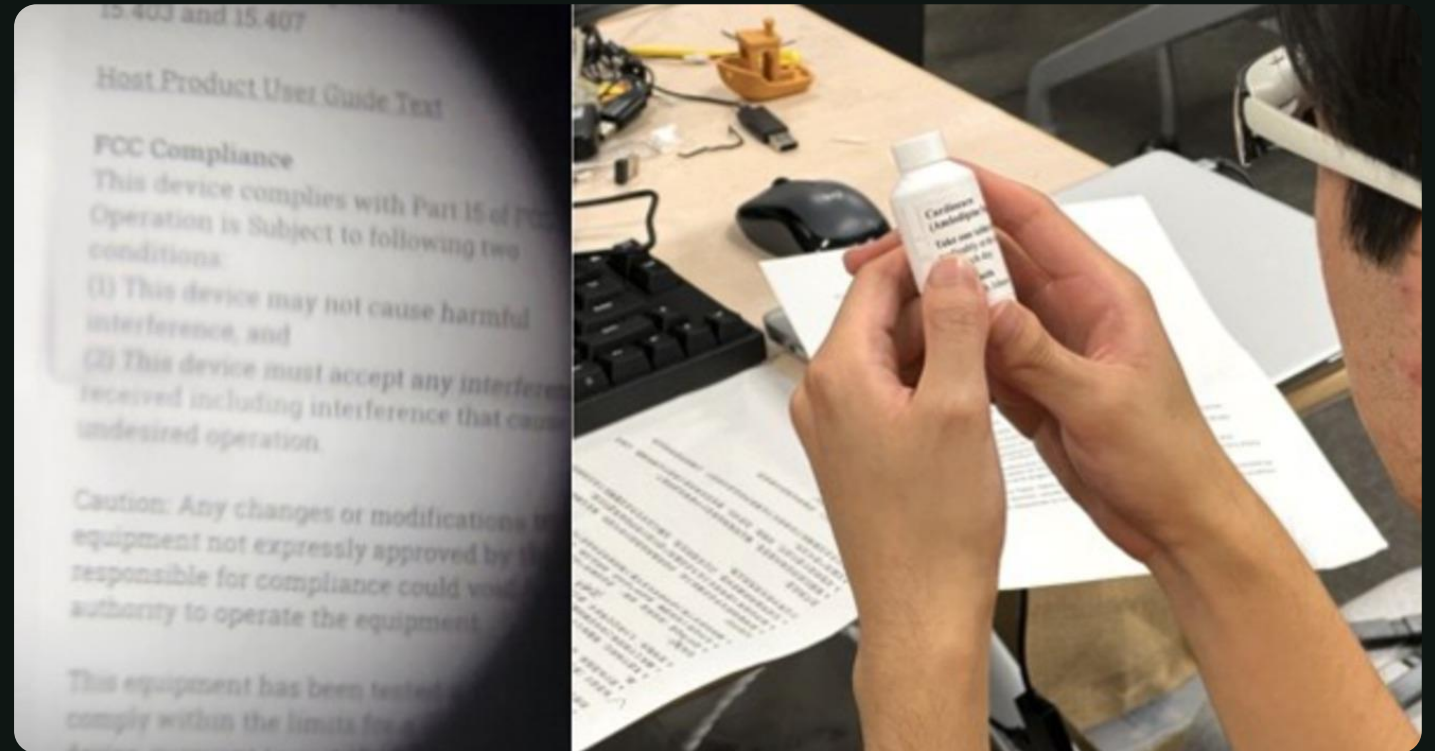
Gefühle sichtbar machen – zum Beispiel für einen Avatar.

Eine Brille, die uns älter sehen lässt

Verstellbare Linsen simulieren Altersweitsichtigkeit in Echtzeit.

Junge Designer:innen erleben selbst, wie sich Kleingedrucktes anfühlt.

Ziel: Produkte, die auch mit 75 gut lesbar sind.



Links: so sieht es mit simulierter Alterssichtigkeit aus · rechts: Gestaltung direkt prüfen

Mit den Augen des Meisters sehen



Eine Brille zeichnet auf, wohin der Meister schaut.

Eine zweite Brille führt die Augen der Lernenden genau dorthin.

Wie früher Steiger und Lehrling vor Ort – nur dass der Blick des Meisters gespeichert bleibt.

GazeSync (IUI 2022) · Pro's Eyes (SIGGRAPH Asia 2025, mit Thad Starner und Jun Rekimoto)

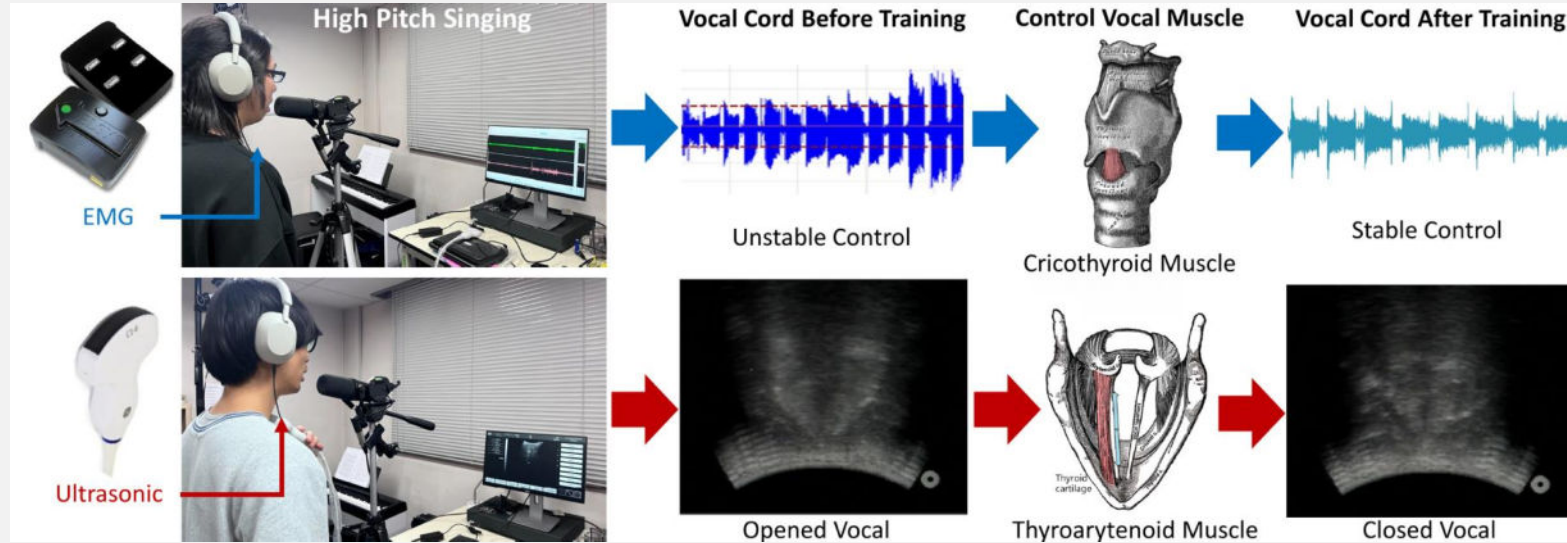


Den Körper erweitern

Fühlen und teilen – wenn Technik
spürbar wird.



Singen lernen: den eigenen Kehlkopf sehen

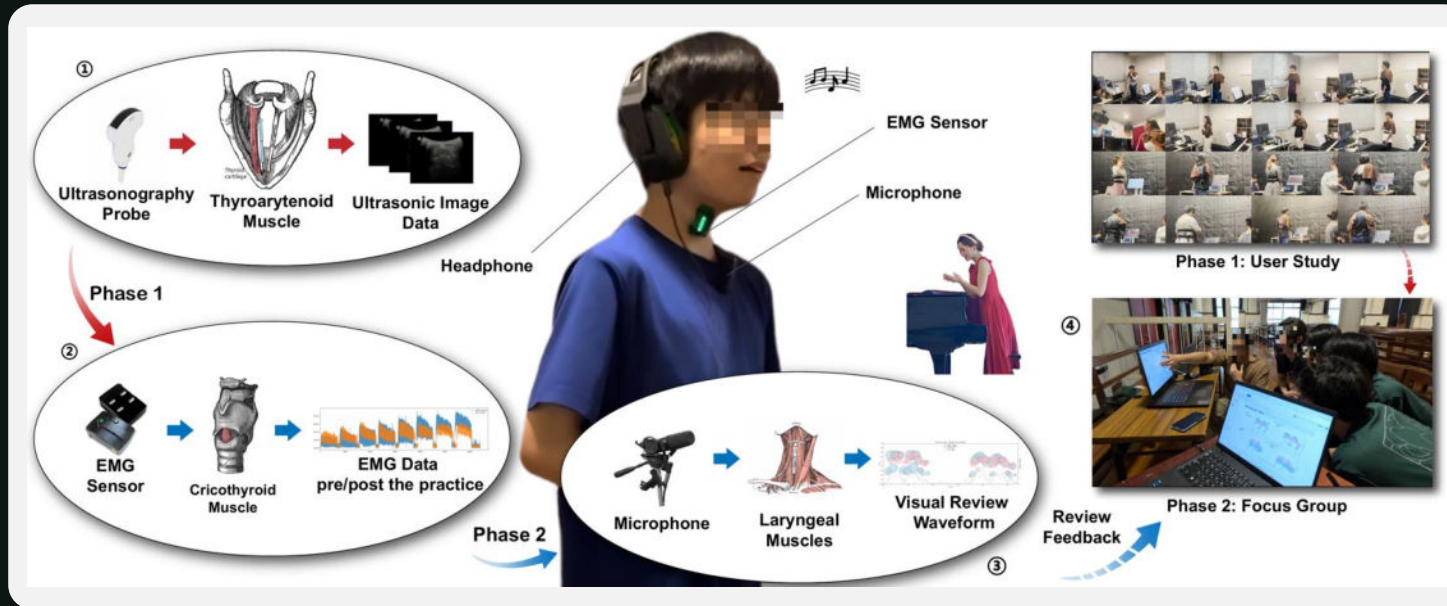


Das Problem: Die Muskeln, die die Tonhöhe steuern, sitzen innen – niemand sieht sie, auch der Gesangslehrer nicht.

Die Lösung: Elektroden am Hals messen die Muskelspannung, Ultraschall zeigt die Stimmlippen – live, während man singt.

Oben: EMG (Muskelaktivität) und Ultraschall der Stimmlippen, vor und nach dem Üben · Keio University

Mit den Muskeln eines Profis üben



16 Sängerinnen und Sänger – vom Anfänger bis zum Profi: Die Muskelkontrolle unterscheidet sich messbar.

Die Muskelaktivität eines Profis wird zur Vorlage, an der 12 Anfänger geübt haben.

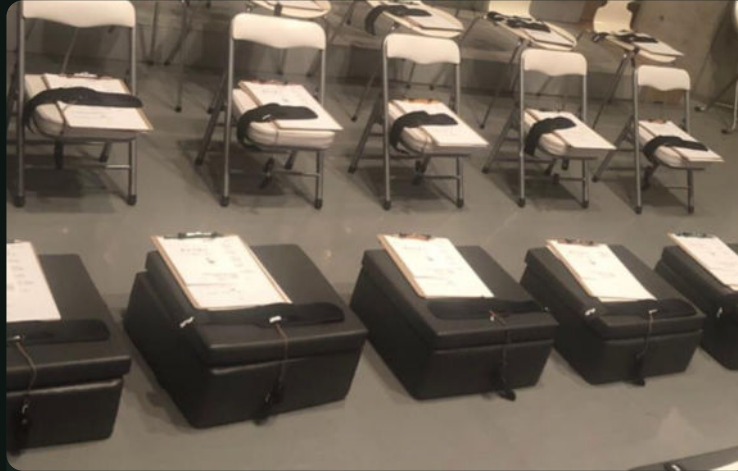
Wieder der rote Faden: Können vom Meister zum Lehrling – diesmal direkt über die Muskeln.

Das Publikum auf die Bühne holen



1 Sensor am Handgelenk

Jeder Zuschauer sendet Puls, Hautleitwert und Bewegung.



2 Alle messen mit

Drei Vorstellungen, rund 40 Gäste – alle Daten live zusammengeführt.



3 Bühne reagiert

Licht, Projektion und Musik folgen der Stimmung – die Tänzer antworten darauf.

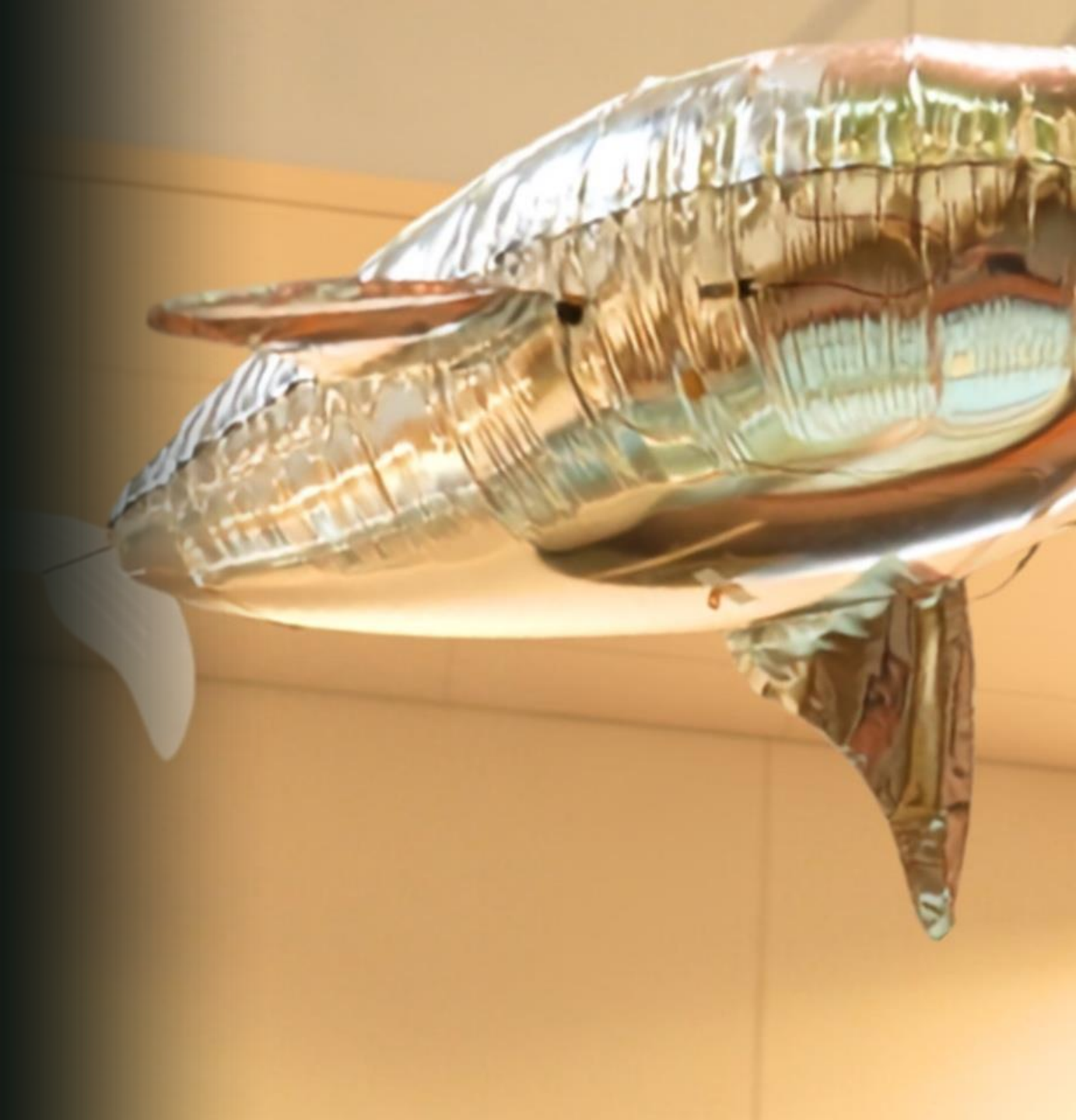
Boiling Mind · Linking Audience Physiology to Choreography (ACM TOCHI 2023) · mit Mademoiselle Cinema, Tokio





Die Nähe erweitern

Der schwebende Begleiter – leicht,
weich und leise.



Darf ich vorstellen ...

Cuddle-Fish: weich, leise, zum Anfassen



to react and interact with the floating robot

Helium

statt Propeller: kein Wind, kein Lärm

Flügelschlag

langsam wie bei einem Rochen

24

Testpersonen streichelten, stupsten, umarmten – ganz von selbst

Cuddle-Fish · Augmented Humans 2025 · Spread Your Wings · SIGGRAPH 2025 Emerging Technologies

Ein Baukasten für schwebende Begleiter

Zehn Gestaltungsfragen: Wie hoch fliegt er? Wie nah kommt er? Wer ergreift die Initiative?

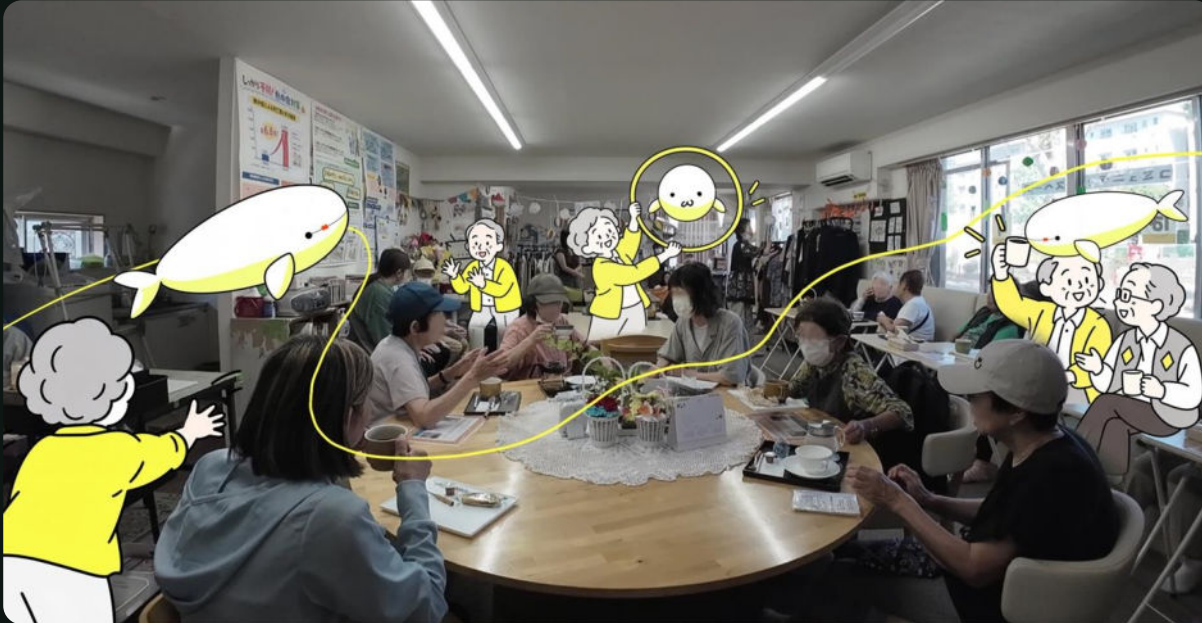
Zwölf Alltagsszenen: Gesellschaft leisten, beim Sport begleiten, an Pausen erinnern, Stimmung im Raum.

Best Paper Award
DIS 2026, Singapur



Floating Companion: Design Space for Soft Floating Robots in Indoor Environments · DIS 2026

Bewegung ganz nebenbei



53

Seniorinnen und
Senioren

8

Treffen im Café

90+

Jahre: die ältesten
Gäste

Seniorencafé bei Tokio, Keio University · unten rechts: Demo „Zur Bewegung einladen“ (DIS 2026)

Beobachtet: Arme hoch, aufstehen, mitschwingen – um den Fisch zu berühren. Niemand hatte dazu aufgefordert.

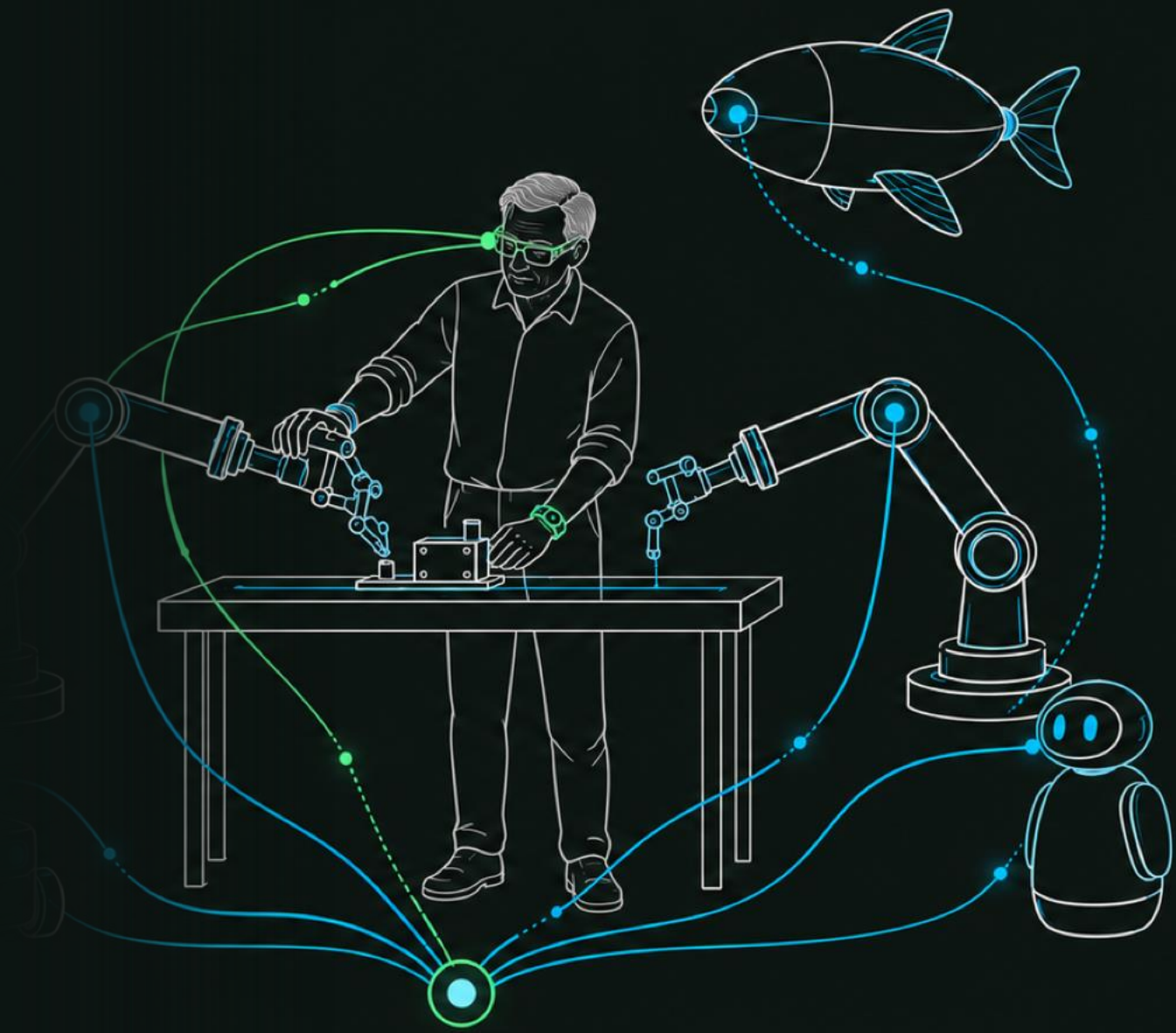


Die Idee: Reha-Übungen, die Spaß machen – weil man den Fisch erreichen will, nicht weil es der Übungsplan sagt.

IV

Den Wirkungsraum erweitern

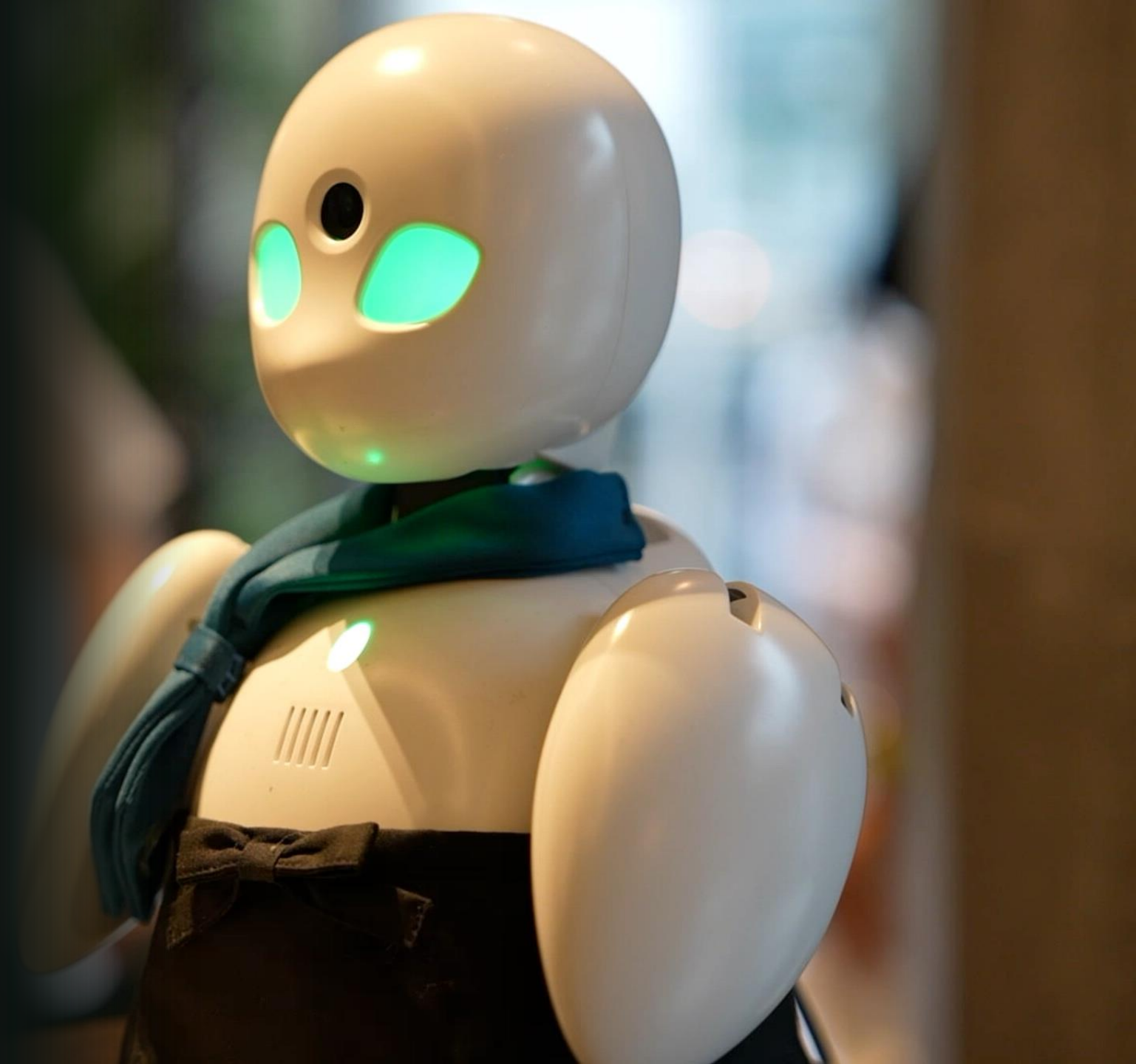
Roboter als zweiter Körper – vom Avatar-Café bis zur verkörpert KI.



Avatar-Roboter-Café DAWN

Ein Café in Tokio, in dem Roboter bedienen

Und hinter jedem Roboter sitzt ein Mensch.



Kellnern per Roboter – von zu Hause aus



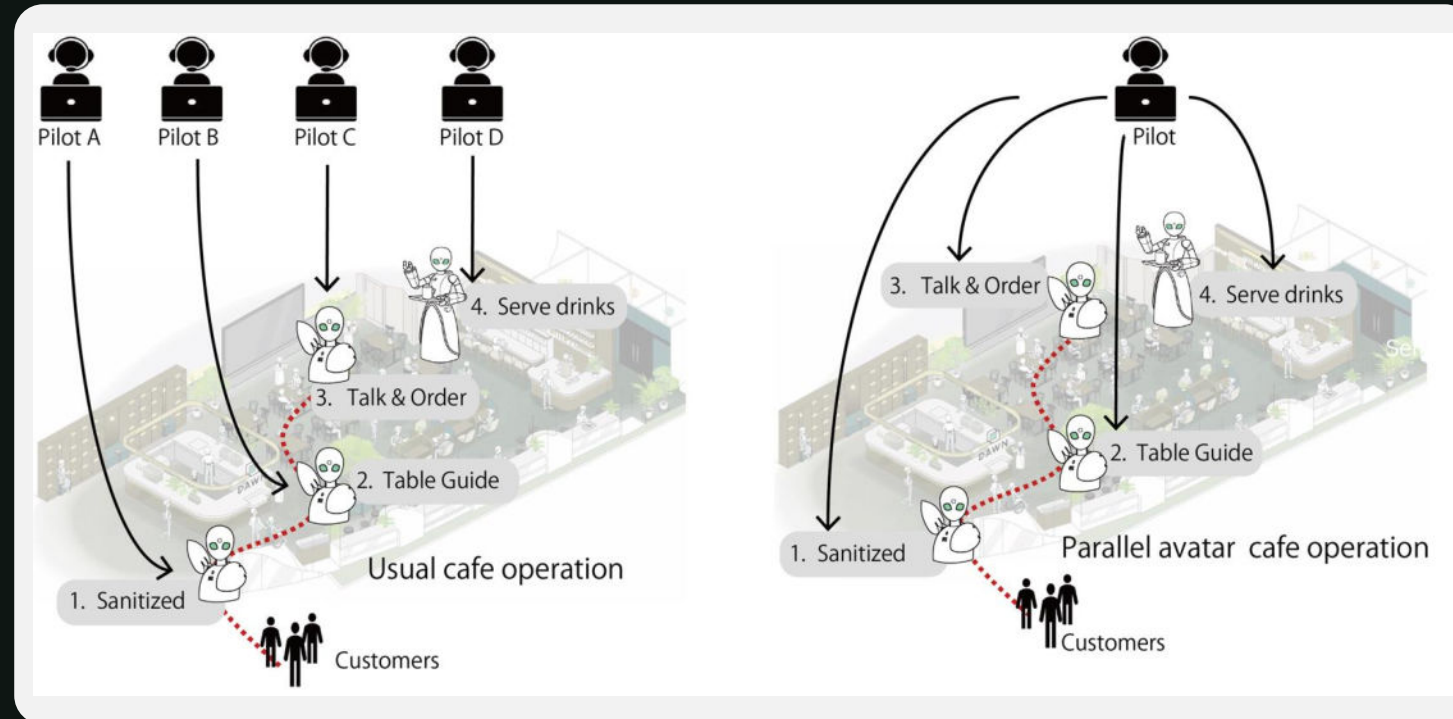
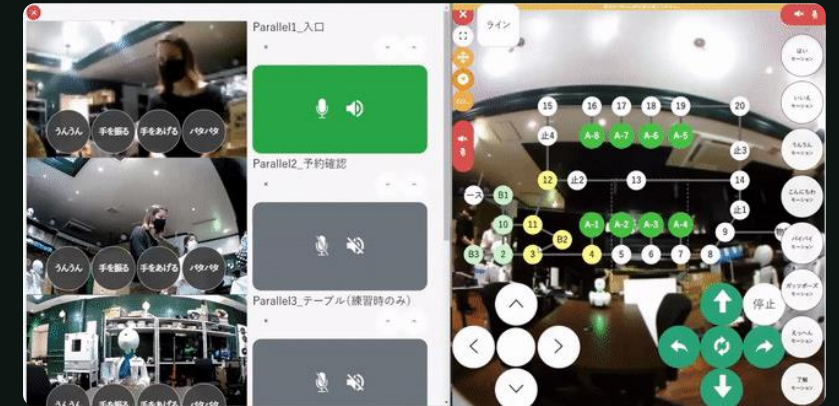
Avatar-Roboter-Café in Tokio: Die Bedienung sind Roboter.

Gesteuert von Menschen mit Behinderung, per Internet, von zu Hause aus.

Für sie ist es ein echter Arbeitsplatz, mit Kollegen und Gästen.

Avatar-Roboter-Café DAWN, Tokio · Roboter: OriHime (Ory Laboratory)

Ein Mensch, mehrere Roboterkörper



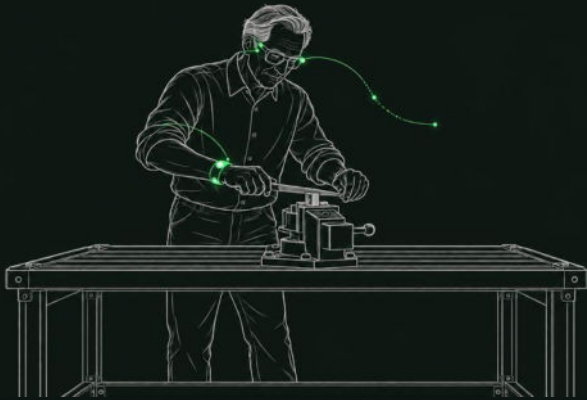
Bisher: ein Pilot, ein Roboter.

Neu: Ein Pilot steuert mehrere Roboter zugleich – begrüßen, Tisch zuweisen, servieren.

„Ich bin hier und dort zugleich.“ – Die Piloten brachten dafür besondere Fähigkeiten mit.

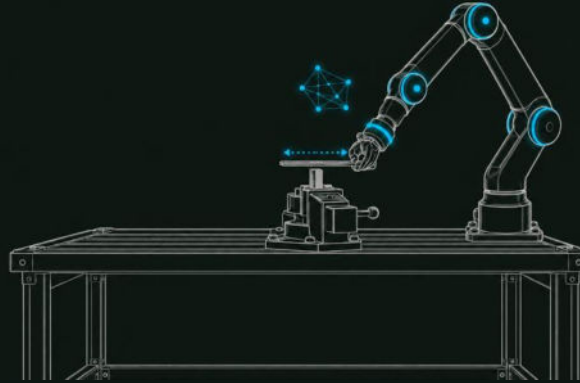
“I am both here and there”: Parallel Control of Multiple Robotic Avatars by Disabled Workers in a Café (CHI 2023)

Wenn Erfahrene gehen, geht ihr Können mit



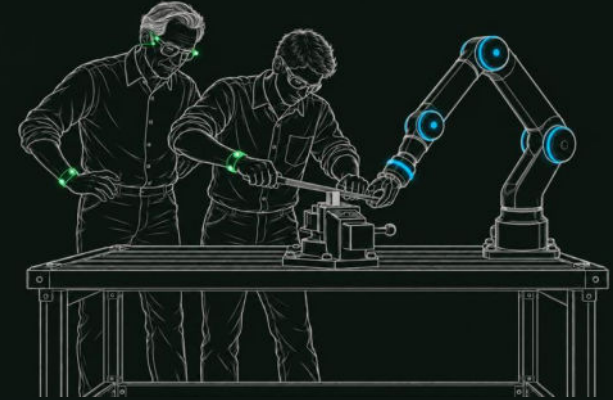
1 Vormachen

Die Meisterin arbeitet wie immer – Brille und Armband erfassen Blick, Bewegung und Muskelspannung.



2 Lernen

Die KI lernt den Handgriff aus dem Vormachen – nicht aus einer Programmierung.



3 Weitergeben

Der Roboter hilft dem Nachwuchs und übernimmt die schwere Arbeit.

Was man in 40 Berufsjahren in den Händen gelernt hat, steht in keinem Handbuch.

Hier in Clausthal: Maschine trifft Mensch



Die Maschine

Prof. Dr. Christian Bartelt

CORE – Cognitive Software · ISSE

CORE Lab für verkörperte KI, eröffnet 2026 –
erstes Labor eines europäischen Netzwerks
Humanoider Roboter, Transportroboter,
Greifarme mit Augmented Reality
KI mit nachvollziehbaren Entscheidungen



Der Mensch

Prof. Dr. Kai Kunze

Human-Centered Information Systems

Intelligente Brillen und Blick
Körpersignale: Puls, Haut, Muskeln
Haptik – Technik zum Fühlen

= Verkörperte KI, die Menschen versteht.

Besonderer Dank an David Szilagyi und Team

Erweitern, nicht ersetzen: drei Konstruktionsregeln

I · Sinne

II · Körper

III · Nähe

IV · Wirkungsraum

1

Der Mensch bleibt im Regelkreis

Er gibt den Sollwert vor, die Technik regelt nach – nicht umgekehrt.

2

Sicher durch Bauart

Weich, leicht, langsam: Sicherheit wird konstruiert, nicht nachgerüstet.

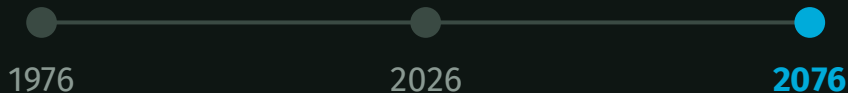
3

Die Messdaten gehören dem Menschen

Was Brille und Sensor erfassen, bleibt beim Träger.

2076?

Ihr Erfahrungswissen wird zum wertvollsten Rohstoff:
Maschinen, die Handgriffe von Meistern lernen – und Menschen, die bestimmen, wofür.



Glück auf!

Herzlichen Glückwunsch zum Goldenen Diplom – und danke für Ihre Aufmerksamkeit.

Besuchen Sie uns

Human-Centered Information Systems
kai.kunze@tu-clausthal.de · kaikunze.de



TU Clausthal



Ausgewählte Veröffentlichungen

Floating Companion: Design Space for Soft Floating Robots in Indoor Environments · [DIS 2026](#) · [Best Paper](#)

OpticalAging: Real-time Presbyopia Simulation via Tunable Lenses · [Augmented Humans 2026](#)

Qìfield: Qi as a Palmar Haptic Field for Tai Chi · [CHI 2026 Extended Abstracts](#)

Abstraction Beats Realism: Physiological Visualizations in VR Concert Recreations · [Augmented Humans 2026](#)

Pro's Eyes: Wearable System for Observational Pattern Learning · [SIGGRAPH Asia 2025 Emerging Technologies](#)

Cuddle-Fish: Soft Floating Robot with Flapping Wings for Physical Interactions · [Augmented Humans 2025](#)

Spread Your Wings: Soft Floating Robotic Avatar with Flapping Wings · [SIGGRAPH 2025 Emerging Technologies](#)

A Placebo Concert: Placebo Effect of Visualized Physiological Audience Data in VR · [CHI 2025](#)

Boiling Mind: Linking Audience Physiology to Choreography · [ACM TOCHI 2023](#)

MindSpace: Life-like Breathing and Deep-Touch Pressure Device · [Mensch und Computer 2025](#)

“I am both here and there”: Parallel Control of Multiple Robotic Avatars in a Café · [CHI 2023](#)

Sensing Your Vocals: Vocal Cord Muscles for Pitch Assessment via EMG and Ultrasonography · [CHI 2026](#)

GazeSync: Eye Movement Transfer Using an Optical Eye Tracker and Monochrome LCDs · [IUI 2022](#)