

# TQ

# HUMAN MACHINE INTERFACES

---

**FUTURE MARKETS MAGAZINE** by EBV Elektronik

---



**MIT SPRACHE, GESTEN UND GEDANKEN?  
SO INTERAGIEREN WIR IN ZUKUNFT MIT MASCHINEN.**

„Der Markt für  
Mensch-Maschine-  
Schnittstellen wächst  
mit der Integration  
von Technologien  
rapide an.“

Kanhaiya Kathoke  
Research Analyst, ICT und Medien bei Allied Market Research

**10,8**

**Milliarden US-Dollar**  
Weltweites Marktvolumen  
für Human Machine Interfaces in 2031

Quelle: Allied Market Research

# VOM LICHTSCHALTER ZUR GESTENSTEUERUNG

**Unser Alltag ist heute von Technik durchdrungen. Diese Technik will bedient werden, der Mensch muss irgendwie mit dem Gerät, der Maschine oder dem technischen System interagieren: Das ist das Feld der Human Machine Interfaces (HMI).**

Die Ausprägungen dieser HMI sind ganz unterschiedlich. Schon der einfache Lichtschalter kann als Schnittstelle zwischen dem Menschen und einer Maschine – in diesem Fall der Glühbirne – angesehen werden. Doch mit neuen Technologien und der zunehmenden Digitalisierung sind HMI deutlich komplexer und anspruchsvoller geworden. Nicht zuletzt die Produkte von Apple zeigen, wie wichtig das Erscheinungsbild und eine nutzerorientierte, intuitive Bedienung für die Markendifferenzierung und ein konsistentes Benutzererlebnis sind. So bestehen moderne Mensch-Maschine-Schnittstellen aus einem ganzen System von Hardware- und Softwarekomponenten. Bewegungssensoren, verschiedene Peripheriegeräte, Sprachsteuerung und andere Lösungen transportieren Anweisungen des Menschen an die Maschine und ein entsprechendes Feedback zurück. Interaktionsmöglichkeiten werden dabei immer vielfältiger: Die Palette an HMI-Lösungen reicht vom Multi-Touch-Bildschirm über Remote Touch-Systeme, bei denen die Bedienung mit dem Smartphone erfolgt, bis hin zu Sprach- und Gestensteuerung. Diese modernen Schnittstellen ermöglichen sowohl eine einfachere, fehlerlose Bedienung von Maschinen und Geräten als auch eine Reduzierung von Betriebskosten (indem sie den Bedarf an zusätzlichen Anzeigetafeln und Kabeln senken) und eine Anpassung an verschiedene Nutzer und Applikationen. Entsprechend erwarten Marktanalysten ein stabiles Wachstum des Marktes für Human Machine Interfaces: Allied Market Research schätzt zum Beispiel, dass der globale Markt für Mensch-Maschine-Schnittstellen bis 2031 auf 10,8 Milliarden US-Dollar wachsen wird – von 4 Milliarden US-Dollar in 2021.

MCUs, Prozessoren, Sensoren und nicht zuletzt Software sind die Basis moderner HMI. Selbst Künstliche Intelligenz kommt zum



Einsatz und benötigt entsprechend leistungsstarke Mikrocontroller und Chips. Leider existieren keine aktuellen Zahlen, wie groß das Marktpotenzial für Halbleiterlösungen im HMI-Segment ist. Doch schaut man sich verschiedene Marktanalysen für mikroelektronische Komponenten an, wird schnell klar, dass das Potenzial für die Halbleiterindustrie im HMI-Segment enorm ist. Reports Insights zufolge wird zum Beispiel der Markt für kapazitive Sensoren bis 2030 jährlich um durchschnittlich 5,3 Prozent wachsen – unter anderem getrieben von der steigenden Nachfrage nach kapazitiven Sensoren als Touchscreen-Eingabegeräte für Smartphones, Tablets und Wearables. Noch beeindruckender ist die Entwicklung des Segments der berührungslosen Gestenerkennung, die die verschiedensten Halbleiterlösungen benötigt: Laut Allied Market Research wird das Wachstum bei

durchschnittlich 21,5 Prozent pro Jahr bis 2031 liegen. Die Welt der HMI ist vielseitig und komplex. Mit der vorliegenden Ausgabe unseres Wissensmagazins The Quintessence geben wir Ihnen einen Überblick über die unterschiedlichen Technologien und aktuellen Trends. Gerne stehen darüber hinaus unsere erfahrenen Experten für Fragen rund um das Thema HMI und die dafür benötigten Halbleiterbausteine zur Verfügung. Viel Spaß beim Lesen der TQ of Human Machine Interfaces.

William Caruso  
Präsident EBV Elektronik

# INHALT

## 3 | MARKTBlick

Vom Lichtschalter zur Gestensteuerung

## 6 | VIELFALT DER MENSCH-MASCHINE-SCHNITTSTELLEN

Ein breites Spektrum an Technologien

## 10 | AUF DEM WEG ZUM VORAUS-SCHAUENDEN ROBOTER

Interview mit Prof. Dr. Elsa Andrea Kirchner vom DFKI

## 14 | ZAHLEN UND FAKTEN

Aus der Welt der HMI

## SEITE 10

„Ich sehe das Risiko [...], dass ein anderer Mensch Zugang zu dem Gehirn haben könnte.“



## SEITE 50

Berührungslos  
den Tastsinn  
ansprechen

## TECHNOLOGIE

### 18 | AUF KNOPFDROCK

Schalter und Tasten nach wie vor gefragt

### 20 | GET IN TOUCH!

Bedienen per Berührung

### 24 | GASTBEITRAG

Microchip

### 26 | STEUERUNG PER FINGERZEIG

Kontaktlos interagieren per Geste

### 28 | MEGATREND SPRACHSTEUERUNG

Einsatz in immer mehr Anwendungen

### 30 | VOM HERZSCHLAG BIS ZUR EMOTION

Maschinen reagieren auf Vitalparameter

HMI ermöglichen eine immer natürlichere Interaktion.

### 32 | MIT DER KRAFT DER GEDANKEN

Brain Computer Interfaces

### 34 | DAMIT DAS HMI NICHT ZUM HACKER MACHINE INTERFACE WIRD

Cybersecurity im Fokus

### 38 | INTERAKTION, ABER SICHER

Funktional sichere HMI

### 42 | VIELE WEGE DER VERNETZUNG

Ethernet gewinnt an Bedeutung

### 44 | NATÜRLICHER INTERAGIEREN DANK KI

KI ist Basis vieler innovativer HMI

### 46 | ROBUSTE HMI FÜR RAUE UMGEBUNGEN

Schutz vor Staub, Nässe und Vandalismus

### 50 | BESSERE BEDIENUNG DANK FEEDBACK

Rückmeldung an den Menschen

## APPLIKATIONEN

### 54 | USER EXPERIENCE BEI MASCHINENBEDIENUNG RÜCKT IN DEN FOKUS

Handling komplexer Systeme wird einfacher

### 56 | GASTBEITRAG

STMicroelectronics

### 58 | BEHUTSAMES MITEINANDER

Mit Cobots eng zusammenarbeiten

### 60 | VOLLE KONTROLLE BEI OFF-ROAD-MASCHINEN

Arbeitsmaschinen effizienter bedienen

### 62 | WO MENSCH UND MASCHINE VERSCHMELZEN

Prothesen natürlich steuern

### 64 | AUTOS PASSEN AUF IHRE INSASSEN AUF

Mehr Sicherheit durch Fahrerüberwachung

### 68 | DAS ZUHAUSE SMARTER STEuern

Smart Home ist Treiber für HMI

### 70 | BESSER INFORMIERT IN DER SMART CITY

Digital Signage als Schnittstelle

### 72 | EINTAUCHEN IN DIE SPIELEWELT

Innovationen für immersive Erlebnisse

### 76 | PRODUKT-PRÄSENTATIONEN

Lösungen von ams Osram und Micron Technology

Die Bedienung wird branchenübergreifend multimodal und intuitiver.

## SEITE 72

Gaming 2.0: die Revolution des immersiven Spielens



## SEITE 88

„Alles, was wir in Computern haben, lässt sich auf sein Denken zurückführen. Für mich ist er ein Gott.“

Apple-Gründer Steve Wozniak über Douglas Engelbart

## VISIONEN

### 82 | EIN VÖLLIG NEUES UNIVERSUM

Realitätsnahe Interaktion im Metaverse

### 84 | DER SCHLÜSSEL ZU ALLEM IST KI

Interview mit Karl Lehnhoff von EBV Elektronik

### 87 | NEUE IDEEN

Start-ups aus dem Bereich der HMI

### 88 | DER ERFINDER DER MAUS

Douglas Engelbart im Portrait

### 90 | GLOSSAR

### 92 | BISHERIGE AUSGABEN

### 94 | INFO-POINT, IMPRESSUM

### 95 | MEET THE TEAM



# VIelfalt der Mensch-Maschine- Schnittstellen

**Mit der zunehmenden Technisierung unserer Gesellschaft wächst die Bedeutung von Mensch-Maschine-Schnittstellen. Mit dem zunehmenden Fortschritt lassen sich heute Maschinen intuitiv über Sprache und Gesten steuern. Zukünftig sollen technische Systeme sogar emphatisch auf den Menschen reagieren können.**

**M**aschinen sind als Partner im Alltag schon längst unersetzlich geworden. Nicht nur in großen Produktionshallen oder komplexen industriellen Fertigungsprozessen greifen menschliche und maschinell gestützte Prozesse eng ineinander. Auch im Privatbereich werden immer mehr elektronische Geräte genutzt – von der Waschmaschine bis zum Smartphone. Um eine Interaktion zwischen dem Menschen und diesen Maschinen oder Anlagen zu ermöglichen, sind Schnittstellen nötig.

## **VIelfalt von Lösungen**

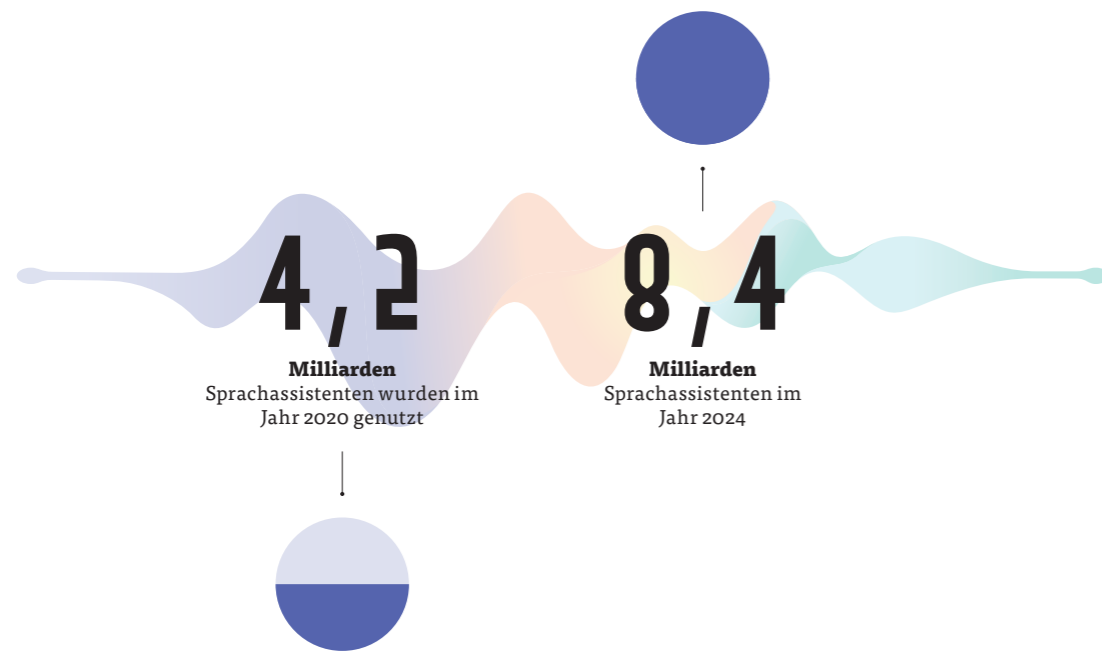
Das Design und die Funktionsprinzipien dieser Mensch-Maschine-Schnittstellen können dabei völlig unterschiedlich aussehen – es beginnt bei einem einfachen mechanischen Kippschalter, reicht über ein Touchdisplay und endet noch lange nicht bei einem vernetzten Mobilgerät wie einem Notebook oder einem Smartphone. Die Bedienung von Maschinen hat sich über die Jahrhunderte enorm gewandelt: Die ersten Maschinen der Menschheit wurden vor allem über Hebel und Kurbeln bedient. Die rein mechanische Steuerung wurde mit der beginnenden Elektrifizierung Ende des 19. Jahrhunderts zunehmend durch elektrische Knöpfe und Schalter ergänzt und ersetzt. Die nächste große Veränderung brachte die Automatisierung und Digitalisierung mit sich: Mit der Einführung von Computern zur Steuerung von Anlagen und Maschinen konnten Funktionen erstmals auf Bildschirmen visualisiert und über Tastaturen und Eingabegeräte auch bedient werden.

## **NEUE Möglichen durch Digitalisierung**

Heute sind Anzeige und Bedienung in Form von Touchscreens längst miteinander verschmolzen: Monitore erkennen, wenn auf ihnen angezeigte Symbole oder Felder berührt werden und können das in digitale Befehle übersetzen. Apples Produkte wie iPod oder iPhone sind ikonische Beispiele dafür, wie intuitive Touchscreens die Bedienung von Geräten vereinfacht haben. Sie finden sich mittlerweile auch in industriellen Anlagen, bei Smart Home-Anwendungen oder im Auto.

Mit der Digitalisierung passen sich Geräte und ihre Bedienung immer mehr an den Menschen und seine persönlichen Fähigkeiten an. Moderne HMI lassen sich individuell an den Bediener anpassen, können aber auch immer wieder modifiziert werden, um neue Funktionen in der Maschine widerzuspiegeln. ►

*HMI nutzen ein breites Spektrum an Funktionsprinzipien und Technologien.*



Mittlerweile hat auch die Augmented und Virtual Reality Einzug in die Welt der Mensch-Maschine-Schnittstellen gehalten: Smarte Brillen werden etwa bei der Wartung und Bedienung eingesetzt, sodass Mitarbeiter Informationen von der Maschine direkt vor Augen haben und keine Handbücher mehr wälzen müssen, um die Anlage zu warten.

#### SMARTE INTERAKTION DANK KÜNSTLICHER INTELLIGENZ

Mit Siri und Alexa kam vor einigen Jahren eine weitere Technologie auf den Markt, die die Interaktion von Mensch und Maschine maßgeblich verändert hat – die Sprachsteuerung. In vielen Bereichen ist es heute nahezu selbstverständlich, dass man Geräten direkt mit seiner Stimme Befehle gibt – sei es im Auto oder beim Abspielen seiner Lieblingsmusik. Laut Statista wurden im Jahr 2020 weltweit geschätzt etwa 4,2 Milliarden Sprachassistenten genutzt. Bis 2024 wird sich dieser Wert auf die doppelte Anzahl von bis zu 8,4 Milliarden erhöhen. Erst der technologische Fortschritt der zugrunde liegenden Künstlichen Intelligenz ermöglicht heute eine effektive Spracherkennung. Selbst in der industriellen Produktion ist es möglich, trotz der vielen Störgeräusche Maschinen über die Stimme zu bedienen.

KI ist auch die Basis für eine weitere Bedienmöglichkeit – die Gestensteuerung: Sie ermöglicht die Interaktion mit einer Maschine durch menschliche Gesten und Bewegungen. Die berührungslose Gestenerkennung ist ein komplexes System, das neben KI viele weitere Technologien nutzt, wie zum Beispiel Sensorfusion oder Bilderkennung über Kamerasysteme. Bisher wurde die Gestensteuerung vor allem bei Computerspielen angewendet. Inzwischen

### *KI eröffnet neue Möglichkeiten für Mensch-Maschine-Schnittstellen mit dem Ziel einer effizienteren Interaktion.*

werden jedoch auch Maschinen mit dieser Technologie ausgestattet – so können heute bereits Roboter mit Gesten gesteuert werden. Die aktuell letzte Stufe der Entwicklung von HMI sind Systeme, mit deren Hilfe der Bediener allein über seine Gedanken Geräte steuert. Erste Unternehmen aus der Medizinbranche testen bereits implantierte Chips, die Hirnimpulse erfassen und in digitale Befehle übersetzen, wie zum Beispiel zum Schreiben von E-Mails.

#### VON DER REINEN BEDIENUNG ZUR ASSISTENZ

Zukünftig werden Mensch-Maschine-Schnittstellen vielfältige Assistenzfunktionen zur Inbetriebnahme, Führung, Wartung und Reparatur von Maschinen bereitstellen und zudem die Einarbeitung an neuen Anlagen unterstützen. Heute wird bereits an Lösungen geforscht, die das Verhalten des Menschen psychologisch interpretieren und dessen Aufmerksamkeit und Kontrollfähigkeit registrieren können. Derartige, sogenannte emphatische HMI ermöglichen es, dass Maschinen wie Autos oder Roboter die Handlungsabsichten von Menschen erkennen, um flexibel, vorausschauend und sicher mit ihnen zusammenarbeiten zu können. **TQ**



Forschende des Fraunhofer-Instituts für Digitale Medientechnologie IDMT in Oldenburg haben eine Spracherkennungslösung für den Einsatz in der industriellen Produktion entwickelt. Das System arbeitet auch in einer lauten Umgebung zuverlässig und lässt sich flexibel an die Erfordernisse eines Anwenders anpassen.

# AUF DEM WEG ZUM VORAUS-SCHAUENDEN ROBOTER



**Im Gespräch mit Prof. Dr. Elsa Andrea Kirchner vom Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)**

**E**ine der größten Herausforderungen bei Mensch-Maschine-Schnittstellen ist die natürliche Interaktion. Mit Lösungen wie einer Gesten- und Sprachsteuerung hat die Technik dabei schon große Fortschritte erzielt. In letzter Zeit richtet sich der Fokus zudem auf die Steuerung von Maschinen per Gedanken: Brain Machine Interfaces messen die elektrische Aktivität des Gehirns (Elektroenzephalographie, EEG) und leiten daraus Steuerbefehle für Computer, Maschinen oder Roboter ab. Einer der Pioniere in der Nutzung von EEG-Daten für die Interaktion mit robotischen Systemen ist das DFKI. Hier läuft aktuell das

Forschungsprojekt EXPECT, dessen Hauptziel die Entwicklung einer adaptiven, selbstlernenden Plattform für Mensch-Roboter-Kollaboration ist. Sie soll nicht nur verschiedenste Arten der aktiven Interaktion ermöglichen, sondern auch in der Lage sein, aus Gestik, Sprache, Augenbewegungen und Gehirnaktivität die Intention des Menschen abzuleiten – die Maschine soll also erraten können, was der Mensch als Nächstes vorhat. Prof. Dr. Elsa Andrea Kirchner, EXPECT-Projektleiterin für den Forschungsbereich Robotics Innovation Center, gibt Einblicke in das Projekt und in den Stand der Forschung rund um Brain Machine Interfaces (BMI).

## **MIT DEM CHIP IM GEHIRN MASCHINEN STEuern – DAS WIRD BEREITS VON FIR MEN WIE NEURALINK UND SYNCHRON GETESTET. IST DAS TATSÄCHLICH DIE ZUKUNFT VON HUMAN MACHINE INTERFACES?**

**Elsa Andrea Kirchner:** Das Problem bei der Interaktion mit dem Gehirn über implantierte Chips ist, dass man nur den Teil des Gehirns erreichen kann, in dem sich der Chip befindet. Man müsste viele dieser Chips implantieren, um ein gutes Bild davon zu bekommen, was das Gehirn tut. Für einige Zwecke ist das Verfahren sicherlich nützlich, zum Beispiel zur Stimulation des Gehirns bei Parkinson.

### **WAS IST DIE ALTERNATIVE?**

**E. A. K.:** Man kann die Hirnaktivität auch von außen messen, über Elektroden, die am Kopf angebracht werden. Allerdings misst man dabei immer eine Summe von Aktivitäten, sodass die Auflösung geringer ist als bei einer implantierten Elektrode. Zudem hat man mehr Rauschen, weil die Gehirnströme durch Haut, Knochen und Haare hindurch gemessen werden. Deshalb sind die Daten viel schwieriger zu interpretieren. Man braucht also sehr gute Geräte, um sie aufzuzeichnen, und man braucht eine gute Signalverarbeitung und Maschinelles Lernen, um diese Daten richtig zu interpretieren.

### **WIE GENAU SIEHT IHR ANSATZ BEIM EXPECT-PROJEKT AUS?**

**E. A. K.:** Ziemlich oft sehen wir bei der Interaktion einer anderen Person an, was sie tun will oder was sie von mir erwartet. Ein Kollege übergibt mir zum Beispiel ein Werkzeug, weil ich darauf schaue und er gerade danebensteht. Und das ist etwas, was man auch bei der Interaktion mit Maschinen erreichen will. Man will einer Maschine nicht immer explizit jeden einzelnen Schritt sagen, sondern, dass die Maschine das von selbst versteht. Dafür kann man viele Wege nutzen. Und einer dieser Wege ist die direkte Nutzung der Gehirnaktivität.

### **DENKT TATSÄCHLICH JEDER MENSCH GLEICH? ZEIGT ALSO EIN EEG IMMER DAS GLEICHE, EGAL WELCHER MENSCH DEN GEDANKEN HAT: „ROBOTER, ÖFFNE DEN GREIFER“?**

**E. A. K.:** Unsere Gehirne sind sehr ähnlich organisiert. Man hat also die gleichen Bereiche an ähnlichen Stellen. Aber wir wissen auch, dass es große Unterschiede zwischen den Menschen gibt. Wenn man also die über ein EEG gemessene Gehirnaktivität einer Person mithilfe von Maschinellern analysiert hat, bedeutet das nicht, dass man das trainierte Modell einfach auf eine andere Person übertragen kann. Dann sinkt die Leistung vielleicht um 20 oder 30 Prozent. Daher haben wir einige Herausforderungen, wie wir Modelle trainieren können, die auf viele Personen passen. Dies ist eines der Ziele des Projekts EXPECT.

Hören Sie das ausführliche Interview im EBV Elektronik-Podcast „Passion for Technology“



## **IHRE PLATTFORM FÜR DIE MENSCH-ROBOTER-KOLLABORATION SETZT ABER NICHT NUR AUF GEDANKEN, SONDERN SOLL DIE VERSCHIEDENSTEN ARTEN DER AKTIVEN INTERAKTION ERMÖGLICHEN. WARUM?**

**E. A. K.:** Stellen Sie sich eine Schlaganfallpatientin vor, die zum Beispiel nicht in der Lage ist, den rechten Arm zu bewegen. Auch bei ihr gibt es eine gewisse Planung der Bewegung im Gehirn. Die können wir erkennen und den Arm mithilfe eines Exoskeletts bewegen. Allerdings haben wir dabei ein paar Probleme. Zunächst einmal sind wir beim Interpretieren nicht zu 100 Prozent korrekt. Das zweite Problem ist, dass wenn ein Mensch an eine Körperbewegung denkt, er sie nicht unbedingt ausführen will.

Die meisten Patienten haben selbst nach einem Schlaganfall noch einige winzige Muskelaktivitäten. Die kann man nutzen: Man interpretiert zunächst das EEG und erkennt, dass die Patientin an eine Bewegung denkt. Gleichzeitig überwacht man die Muskeln – wird dabei eine Aktivität erkannt, weiß man, dass sie die Bewegung wirklich ausführen will.

Diese Kombination verschiedener Signale ist sehr wichtig, denn wenn ein Exoskelett plötzlich den Arm bewegt, ohne dass man es wirklich wollte, hat man das Gefühl, seine Handlungsfähigkeit verloren zu haben und dass das Exoskelett den Willen übernommen hat.

## **IN WELCHEN FÄLLEN MACHT ES DARÜBER HINAUS SINN, VERSCHIEDENE INTERAKTIONSMÖGLICHKEITEN ZU NUTZEN?**

**E. A. K.:** Nehmen Sie zum Beispiel die Spracherkennung. Oft ist die Umgebung dafür zu laut. In unseren Projekten arbeiten Kollegen an der Kombination von EEG und Sprache, um sicherzustellen, dass die gesprochene Sprache richtig erkannt wird. Gleichzeitig kann uns die Spracherkennung auch dabei helfen, das EEG besser zu interpretieren. In der Trainingsphase spricht man dann zum Beispiel aus: „Bitte hol den Hammer“. Gleichzeitig wird dabei das EEG gemessen. Und später denkt man das nur noch und der Roboter wird es anhand der Gehirnaktivität verstehen.

## **HAUPTZIEL IHRES PROJEKTS IST ES, DASS DIE MASCHINE DIE INTENTION DES MENSCHEN VORAUSAHNEN KANN. BEI WELCHEN APPLIKATIONEN MACHT DAS SINN?**

**E. A. K.:** Manchmal arbeitet man mit Menschen zusammen, die schon bevor man ihnen etwas sagt, wissen, was sie tun sollen. Das empfinden wir als besonders positiv. Gleiches gilt auch bei der Zusammenarbeit mit einer Maschine – es gibt Situationen, in denen es besser wäre, wenn das System meine Absicht kennen würde. Stellen Sie sich vor, Sie tragen ein Exoskelett und versuchen, irgendetwas über Kopf zu reparieren. Dann unterstützt das Exoskelett sie und hält den Arm aktiv hoch. Das ist erst mal gut. Aber dann ist man irgendwann fertig und will den Arm wieder senken. Die Sensoren erkennen das zwar, aber für einen Moment ►

muss man dennoch gegen das Exoskelett arbeiten. Wenn wir dagegen die Planung der Armbewegungen im Gehirn erkennen können, kann sich das System darauf vorbereiten und schneller reagieren. Das haben wir bereits in der Praxis mit Personen getestet. Sie konnten die Unterschiede wirklich spüren.

#### WIE GENAU FUNKTIONIERT DAS?

**E. A. K.:** Wir können in das Gehirn schauen und die Zeitspanne untersuchen, in der das Gehirn die Bewegung plant, bevor ein Signal an die Muskeln gesendet wird. Das kann bis zu 1,5 Sekunden dauern, manchmal sogar länger. Wir können in diese Vorbereitungsphase hineinschauen und erkennen, dass der Mensch sich bewegen will. Und das geht nur über die Gehirnsignale, nicht über Gesten, Muskelaktivität, Augenbewegungen oder Sprache.

*„Am besten wäre es, wenn man eine Schnittstelle nicht sehen, spüren und bemerken würde.“*

#### WIE WEIT SIND SIE DABEI IN IHREM FORSCHUNGS-PROJEKT AKTUELL?

**E. A. K.:** Im Rahmen des EXPECT-Projekts konzentrieren wir uns auf die Möglichkeiten, wie man auf multimodalen Daten trainieren kann, wie man sie nutzen kann. Zum Beispiel, um zwischen Signalen umzuschalten, wenn die Qualität eines Signals nachlässt. Es geht also nicht um den allgemeinen Ansatz, sondern eher darum, wie wir verschiedene Methoden einsetzen können, um uns an veränderte Signalqualitäten anzupassen. So können wir mit anderen Signalen trainieren, als wir später verwenden. Wenn zum Beispiel bei einem Patienten die Muskelaktivität am Anfang nicht zuverlässig ist, dann können wir zum Trainieren das EEG nutzen und später die Muskelaktivität und das Eye-Tracking verwenden, um die Leistung zu verbessern und zu steigern.

#### SIE NUTZEN UNTER ANDEREM GESTIK, SPRACHE, AUGENBEWEGUNGEN UND GEHIRNAKTIVITÄT – GIBT ES EINE TECHNOLOGIE, DIE IN ZUKUNFT BESONDERS DOMINIEREND SEIN WIRD?

**E. A. K.:** Das ist eine schwer zu beantwortende Frage. Es kommt ein bisschen darauf an, wie und was man kommunizieren möchte. Aber das BCI ist für die Zukunft besser geeignet als die anderen Systeme. Ich glaube aber vor allem, dass sich die Qualität der Schnittstellen so verändern wird, dass sie unsere Bedürfnisse

viel natürlicher erfüllen. Am besten wäre es, wenn man eine Schnittstelle nicht sehen, spüren und bemerken würde. Und ich glaube an multimodale Schnittstellen, denn so kommunizieren wir auch als Menschen – mit Sprache, Mimik und Gestik.

#### WELCHE ENTWICKLUNGEN IN DER HALBLEITERTECHNOLOGIE SIND DABEI FÜR SIE BESONDERS SPANNEND?

**E. A. K.:** An der Universität Duisburg-Essen haben wir eine Gruppe von Forschern und Ingenieuren, die sich mit der Terahertz-Technologie beschäftigen. Darüber lässt sich sehr gut die Umgebung erkennen. Man sieht eine Wand, ein Fenster und eine Ecke und kann sogar sagen, ob der Bereich aus Holz, Stein oder Kunststoff ist. Es gibt viele Ideen, wie diese Technologie genutzt werden kann, um Biosignale berührungslos zu messen. So kann man zum Beispiel über die Reflexion der Terahertz-Wellen die Bewegung der Muskeln messen. Und anhand dieser Bewegungen wissen wir, was die Hand und die Finger tun. Interessant ist auch der Einsatz von Graphen, um eine epidermale Elektronik zu realisieren, die unter Nutzung von Terahertz-Technologie passiv ohne Chip und Kabel am Körper funktioniert und die elektrische Aktivität in den Muskeln mit einer sehr hohen Auflösung misst. Das ist nicht nur für die Interaktion sehr interessant, sondern zum Beispiel auch, um Muskelkrankheiten zu verstehen.

#### FEHLT IHNEN BEI DEN HEUTE VERFÜGBAREN HALBLEITERLÖSUNGEN NOCH ETWAS FÜR IHRE PLATTFORM?

**E. A. K.:** Stellen Sie sich vor, Sie wollen eine Analyse der Gehirnaktivität für sehr komplizierte Fragen durchführen. Dafür braucht man eine große Menge an Daten und mächtige Machine Learning-Modelle. Das ist vor Ort vielleicht ziemlich schwierig zu realisieren. Aber die Forschung befasst sich bereits damit, diese großen KI-Modelle in kleine Embedded-Geräte zu bringen. Das ist auch für uns sehr wichtig. Denn wenn man mit seinem Exoskelett in der freien Natur herumläuft und kein Internet hat, dann ist man wirklich in Schwierigkeiten, wenn man sich auf eine KI-Verarbeitung verlässt, die in der Cloud läuft.

Um das KI-Modell jedoch in das System zu integrieren, brauchen wir sehr energieeffiziente Rechenleistungen. Dabei muss das Modell auch im Einsatz weiterhin lernen können. Denn stellen Sie sich vor, Sie haben einen Patienten, bei dem ein Signal mit der Zeit immer besser wird. Das sollte das Modell erkennen, sodass sich das System vielleicht mehr auf die Muskeln als auf das EEG verlässt.

#### WAS IST AUS IHRER SICHT WICHTIG BEIM DESIGN EINER OPTIMALEN MENSCH-MASCHINE-SCHNITTSTELLE?

**E. A. K.:** Das Wichtigste ist, dass man offen ist. Also nicht zu sagen, ich bin BCI-Forscher, also will ich das mit der Gehirnaktivität machen. Man sollte immer überlegen, was man tun will und wie der Mensch interagieren würde.

Als Zweites sollte man immer daran denken, dass wir über eine diverse Gesellschaft sprechen. Vielleicht ist die Mimik bei verschiedenen Nationalitäten unterschiedlich? Man sollte also bei der Entwicklung eines solchen Systems nicht nur die Technologie berücksichtigen, sondern auch das soziale Umfeld.

Für mich ist es auch sehr wichtig, mit den Personen zu sprechen, die das System später benutzen.

*„Ich glaube, dass es in Zukunft sehr schwer sein wird, von außen zu erkennen, ob wir mit einem anderen Menschen oder mit einer Maschine interagieren.“*



#### MASCHINEN, DIE DIE GEDANKEN DES MENSCHEN LESEN KÖNNEN – IST DAS DER ERSTE SCHRITT HIN ZU HOLLYWOODS DYSTOPIE, IN DER MASCHINEN DIE MACHT ÜBER MENSCHEN ERLANGEN?

**E. A. K.:** Im Moment sind wir noch nicht an dem Punkt, an dem wir wirklich komplett die Gedanken lesen können. Und um ehrlich zu sein, glaube ich auch nicht, dass die Gefahr darin besteht, dass die Maschine den Menschen kontrolliert. Ich sehe das Risiko eher darin, dass ein anderer Mensch Zugang zu dem Gehirn haben könnte.

Wir hatten zum Beispiel ein Projekt, bei dem wir einen EEG-basierten Ansatz entwickeln wollten, um eine hohe Arbeitsbelastung von Personen in einem Unternehmen zu erkennen, um zum Beispiel einen Burn-out zu verhindern.

Dabei muss man natürlich zum einen verhindern, dass jemand mit krimineller Energie die Daten in der Cloud abgreift. Aber selbst wenn diese Daten nur genutzt werden, um die Umgebung der Person in der Produktion zu optimieren, zum Beispiel um einen Roboter zu verlangsamen, dann kann das auf die Person zurückfallen. Weil der Arbeitgeber dann vielleicht sagt, ich stelle lieber jemanden Jüngeren ein, bei dem der Roboter schneller arbeiten kann.

Das Verständnis einer Person kann also auch dazu benutzt werden, die Situation zu verschlimmern oder Personen zu schaden. So können wir zum Beispiel Personen diskriminieren, weil wir herausfinden, dass sie bestimmte Dinge nicht erkennen oder ihre Aufmerksamkeit sehr gering ist. Das kann schon heute passieren, wenn man Zugang zum EEG der Person hat.

#### ZUM SCHLUSS EIN BLICK IN DIE ZUKUNFT – SIE DÜRFEN JETZT VISIONÄR WERDEN: WIE WERDEN WIR IN 25 JAHREN MIT MASCHINEN INTERAGIEREN?

**E. A. K.:** Ich erwarte, dass dann die Interaktion mit Maschinen sehr ähnlich ist wie die mit anderen Personen. Wir werden sehr natürlich mit Systemen interagieren und sprechen. Dazu erkennen die Systeme, was wir wollen. Dabei wird die multimodale Interaktion selbstverständlich sein. Ich glaube, dass es in Zukunft sehr schwer sein wird, von außen zu erkennen, ob wir mit einem anderen Menschen oder mit einer Maschine interagieren. **Q**



# ZAHLEN UND FAKTEN AUS DER WELT DER HMI

Bedienkonzepte sind so vielfältig wie die Geräte und Maschinen, mit denen der Mensch interagiert. Mit neuen Technologien können Mensch-Maschine-Schnittstellen immer intuitiver bedient werden – mit Lösungen, die die meisten Nutzer bereits von ihrem Smartphone kennen.

Roboter interagieren zunehmend mit Menschen

39.000

Cobots

wurden in 2021 installiert – das sind rund 50 Prozent mehr als in 2020.

Quelle: World Robotics 2022



> 326.000

Cobots

sollen in 2031 ausgeliefert werden.

Quelle: Yano Research Institute

Mobile Geräte führend bei der Bedienung des Smart Homes  
Diese Arten von Mensch-Maschine-Schnittstellen verwenden Nutzer für ihre Smart Home-Lösungen.

Multitouchscreens und Bildschirme

Haptische Technologien

Eye-Tracking oder smarte Brillen

%

89

84

64

33

34

5

4

Remote-Geräte (wie z. B. Smartphone oder Tablet)

Stimm-erkennung

Gesten-erkennung

Holographische Schnittstellen

Quelle: Jabil's 2023 Smart Home Technology Trends Survey

Milliardenmarkt Touchscreens

Der weltweite Markt für Touchscreens wird sich bis 2030 mehr als verdoppeln

Quelle: Spherical Insights & Consulting



Wussten Sie, dass ...

die ersten Computer mit grafischer Benutzeroberfläche Lisa (1983) und Macintosh (1984) hießen?

die erste Computermaus am 9. Dezember 1968 von dem Tüftler Douglas C. Engelbart präsentiert wurde?

sich Maurice Goldberg und William J. Newton 1917 den Kippschalter zum sicheren An- und Ausschalten von elektrischem Licht patentieren ließen?



# PASSION FOR TECHNOLOGY

Entdecken Sie in unserem Podcast „Passion for Technology“ die neuesten Technologietrends und was hinter den Fachbegriffen steckt, die uns alle bewegen. Lassen Sie sich von unseren Gästen und ihrer Leidenschaft für Technologie inspirieren.



[www.ebv.com/podcast](http://www.ebv.com/podcast)

## TECHNOLOGIE

**Human Machine Interfaces ermöglichen es, Maschinen, Prozesse oder Systeme zu überwachen und zu steuern. Das oberste Ziel des HMI-Designs ist es, eine intuitive und benutzerfreundliche Interaktion zu realisieren. Dazu stehen die unterschiedlichsten Technologien zur Verfügung, die sich anhand ihrer Interaktionsmechanismen, Anzeigetechnologien und Anwendungen in verschiedene Typen einteilen lassen. Jeder Typ von HMI-Technologie hat seine eigenen Vor- und Nachteile und eignet sich daher für bestimmte Anwendungsfälle und Branchen.**

# AUF KNOPFDRUCK

**Ohne klassische Bedienelemente wie Taster, Schalter oder Tastaturen kommt kaum eine Maschine oder ein Gerät aus. Sie sind daher nach wie vor die Basis der meisten Mensch-Maschine-Schnittstellen.**



**D**ie Mensch-Maschine-Schnittstelle ist genauso alt wie die erste Maschine, die der Mensch entwickelt hat – die Geschichte der Bedienelemente reicht damit zurück bis in die Antike. Angefangen hat dabei alles mit rein mechanischen Hebeln und Stellrädern. Mit der Elektrifizierung bestand dann erstmals die Möglichkeit, die Bedienung auch in einiger Entfernung von der Funktion oder Maschine zu realisieren – das bewirkte große Fortschritte bei der Sicherheit für die Bediener, aber auch die Option, sämtliche Funktionen oder mehrere Maschinen über einen zentralen Leitstand zu steuern. Dabei kamen – und kommen auch heute noch – eine Vielzahl unterschiedlicher Bauformen zum Einsatz: Mit Taster, Druckknopf, Wippschalter oder Kippschalter und -hebel können Bediener zwei sich gegenseitig ausschließende Optionen auslösen – zum

Beispiel „Ein/Aus“. Über Drehknöpfe und -schalter, Schieberegler oder Schiebeschalter können sogar verschiedene Optionen oder eine Funktion mit unterschiedlichen Werten gesteuert werden – beispielsweise das Dimmen der Beleuchtung.

**VORTEILE ELEKTROMECHANISCHER BEDIENELEMENTE**  
Obwohl Technologien wie Touchscreens oder Smartphones immer öfter als Mensch-Maschine-Schnittstelle zum Einsatz kommen – die klassischen elektromechanischen Bedienelemente haben nach wie vor ihre Berechtigung. So müssen sie zum Beispiel bei kritischen Funktionen beibehalten werden (Not-Aus). Aber auch unkritische Eingabeoperationen werden durch mechanische Interaktionselemente abgebildet. Encoder ermöglichen beispielsweise Drehdrückstellteilen die präzise Eingabe und Bestätigung

von Werten. Durch ein fühlbares Raster erhält der Nutzer zudem das benötigte haptische Feedback. Die steigende Industrieproduktion, höhere Sicherheitsanforderungen und der zunehmende Einsatz in Home-Automation- und Automotive-Lösungen sorgt zum Beispiel für ein solides Wachstum bei Pushbuttons (Drucktaster): Die Marktanalysten von Dataintel prognostizieren einen jährlichen Anstieg von acht Prozent im Zeitraum von 2022 bis 2030 allein für industrielle Anwendungen.

**FLEXIBILITÄT DURCH BUSSYSTEME**  
Klassisch wurden die einzelnen Bedienteile mit einer Eins-zu-Eins-Verdrahtung diskret mit dem entsprechenden Aktor verbunden. Das führte mit zunehmender Komplexität der Maschinen zu einem hohen Aufwand bei der Installation. Bei komplexen Bediensystemen mussten hier schnell armdicke Kabelbäume mit der Anlage verbunden werden. Heute sind auch Bedienelemente verfügbar, die über ein Bussystem mit den Aktoren kommunizieren. Das bedeutet, alle Schalter und Taster sind über nur eine Leitung verbunden. Das spart Platz sowie Gewicht und reduziert den Aufwand bei Wartung und Diagnose erheblich. In der Industrie wird zum Beispiel häufig IO-Link dafür eingesetzt, während im Automotive-Bereich eher der CAN-Bus zum Einsatz kommt. Neben dem deutlich geringeren Verkabelungsaufwand bieten diese smarten Bedienelemente auch den Vorteil, dass sie umprogrammiert werden können – wenn die Maschine beispielsweise erweitert wird, kann ein Schalter einer neuen Funktion zugewiesen werden. Zudem können die Schaltelemente individuell konfiguriert werden – etwa die Einstellung der Empfindlichkeit kapazitiver Taster oder der Kraft-Weg-Kennlinie. Integrierte Mikrocontroller ermöglichen darüber hinaus smarte Funktionen, beispielsweise die rechtzeitige Prognose eines Wartungsbedarfs durch Selbstdiagnose. Früher war – insbesondere im Bereich der Arbeitsmaschinen – häufig zu hören, dass Bediener über traditionelle, hydraulische Bedienelemente die Maschine besser fühlen können. Doch auch die heutigen elektronischen Systeme sind in der Lage, mit Hilfe von sogenannten „Force Feedback“-Lösungen dem Maschinenführer ein mechanisches Feedback zu seiner Arbeit zu liefern.

**DIE HMI DER GAMER**  
Mit dem Einzug der Computer in Maschinen und Anlagen trat auch die Tastatur ihren Siegeszug als Mensch-Maschine-Schnittstelle an. Dabei haben sich verschiedene Technologien etabliert, doch die mechanischen Tastaturen liegen aktuell im Trend und

setzen sich besonders bei Computerspielern durch: Sie verwenden kleine Schalter unter jeder Taste, um die entsprechenden Signale zu senden. Dadurch sind diese Tastaturen im Vergleich zu Membrantastaturen teurer, bieten jedoch eine verbesserte Leistung in Bezug auf Reaktionszeit und Taktilität, die für Profis und Gamer erforderlich sind. Ein weiterer Vorteil ist die längere Lebensdauer, sie beträgt mehr als 50 Millionen Anschläge, während membranbasierte Tastaturen nur rund 10 Millionen Anschläge überdauern. Zudem kann der Bediener bei mechanischen Gaming-Tastaturen die Bedienung der Tasten genau auf seine Bedürfnisse abstimmen.

**TASTATUREN FÜR DIE INDUSTRIE**  
Tastaturen kommen aber auch im industriellen Umfeld zum Einsatz. Hier zählen vor allem robuste Bauweise, einfache Bedienung und zuverlässige Funktion. Die Eingabeeinheit muss gegen Vibration und Stöße geschützt oder sogar explosionsresistent konstruiert werden. Sie sollte gegen Wasser, Staub, Schmutz, Öle und Chemikalien geschützt sein sowie Temperaturschwankungen aushalten können. Neben entsprechend gekapselten „klassischen“ Tastaturen kommen dabei auch Folientastaturen und Silikonschaltmatten zum Einsatz. Eingabetastaturen werden heute je nach Einsatzgebiet oftmals als Ergänzung zu Touchsystemen eingesetzt. Vor allem bei Geräten mit einer geringen Anzahl an Funktionen, die zugleich eine gute Sichtbarkeit erfordern und in einer konstanten Benutzerinteraktion sind, bleiben bewährte Eingabekomponenten wie Folientastaturen, Silikonschaltmatten und Drucktaster, die bevorzugte Wahl – auch in Hinblick auf die Kosten. Denn der finanzielle Aufwand für die Programmierung einer grafischen Benutzeroberfläche zwischen Mensch und Maschine ist ein nicht unerheblicher Faktor. Auch hier gilt: Oft ist nicht alles, was technisch möglich ist, auch wirtschaftlich. **T**

## Markt für mechanische Keyboards

1.463

Millionen US-Dollar in 2021



20,2

Prozent Durchschnittliche jährliche Wachstumsrate (2021 – 2028)

Quelle: Coherent Market Insights



## Pushbuttons nach wie vor in der Industrie gefragt

8

Prozent Durchschnittliche jährliche Wachstumsrate (2022 – 2030)

Quelle: Dataintel

Informieren Sie sich über HMI-Lösungen aus einer Hand, die wir zusammen mit unseren Partnern bieten.

tq@ebv.com

# GET IN TOUCH!

Vom Smartphone bis zur Werkzeugmaschine – die Bedienung von Geräten per Berührung ist heute zu einer Selbstverständlichkeit geworden. Je nach Anwendung kommen dabei unterschiedliche Technologien zum Einsatz.

**B**erührungsempfindliche Displays als Mensch-Maschine-Schnittstellen haben längst unseren Alltag erobert. Wer ein Smartphone nutzt, nutzt Touch-Technologie. In Einkaufszentren helfen Touchscreens, Informationen zu Produkten oder Ladengeschäften zu finden. Viele Funktionen in Autos werden über Touch-Displays gesteuert. In Fabriken ermöglichen Touchscreens den Mitarbeitern einen einfachen Zugriff auf Informationen und eine intuitive Bedienung auch komplexer Anlagen. Laut einer von Spherical Insights & Consulting veröffentlichten Analyse wird der globale Touchscreen-Display-Markt von 65,60 Milliarden US-Dollar im Jahr 2021 bis zum Jahr 2030 auf 163,10 Milliarden US-Dollar anwachsen. Ein Grund für die zunehmende Verbreitung von Touchdisplays ist sicherlich die im

Vergleich zu Maus oder Tastatur wesentlich intuitivere Bedienung grafischer User Interfaces. Mögliche Eingabeoptionen werden dem Benutzer vom System vorgegeben und können zudem je nach Aufgabe oder Nutzer auch variieren. Dadurch vereinfacht sich die Bedienung, was Zeit spart und Eingabefehler reduziert. Dabei kommen verschiedene Technologien zum Einsatz, um Berührungen zu erkennen – grundsätzlich kann man zwischen fünf wesentlichen Systemen unterscheiden.

#### **BEDIENUNG PER DRUCK**

Resistive Touchscreens reagieren auf Druck. Sie sind aus zwei transparenten leitfähigen Schichten aufgebaut, die durch eine Auflage voneinander getrennt sind. ▶



8

**Prozent**  
prognostiziertes jährliches  
Wachstum des Marktes für  
Touchscreens von 2022 bis 2030

Quelle: Spherical Insights & Consulting

## Vergleich von Touchscreen-Technologien

	 Resistiv	 SAW (Surface Acoustic Wave)	 Optische Bildgebung	 Projiziert-kapazitiv	 Infrarot
<b>Lichtdurchlässigkeit</b>					
<b>Genauigkeit</b>					
<b>Typische Display-Größe</b>	< 20"	< 20"	19 – 100"	< 32"	20 – 150"
<b>Multi-Touch</b>	Nicht typisch, aber bereits realisiert	Nicht typisch, aber bereits realisiert	Ja	Ja	Ja
<b>Eingabemethode</b>	Finger oder Stift	Finger oder Soft-Tip-Stift	Finger oder alles andere	Finger oder kapazitiver Stift	Finger oder dicker Stift
<b>Herausforderung</b>	Benötigt druckvolle Berührung, aber keine scharfen Gegenstände	Regen, Staub, Verunreinigungen	Staubkontamination, starke Lichtquelle > 500 Lux oder > 840 nm Wellenlänge	Keine Verwendung mit dicken Handschuhen möglich	Sonnenlicht, Verschmutzung, breiter Rahmen
<b>Anwendung</b>	Für Basic-Touch mit 1-Punkt-Geste	Für Basic-Touch mit 1-Punkt-Geste	Mittel- bis Großformat, Innenbereich	Für beste Benutzererfahrung	Große Größe, E-Whiteboard

 Sehr gut / ja

 Gut

 Variiert

 Okay

Quelle: ViewSonic, eigene Recherche

Unsere Experten unterstützen Sie bei der Integration einer Touch-Lösung in Ihr Produktdesign.

[tq@ebv.com](mailto:tq@ebv.com)

Sobald ein Benutzer den Bildschirm berührt, verformen sich die beiden Schichten und kommen miteinander in Kontakt – Strom fließt. Ein Controller erkennt die elektrische Spannungsdifferenz und kann daraus die Position der Eingabe bestimmen. Resistive Displays können mit Finger, Stift oder Handschuhen bedient werden. Zudem sind sie widerstandsfähig gegen Fremdkörper und Feuchtigkeit. Allerdings ist aufgrund der Folienschichten die Lichtdurchlässigkeit geringer als bei anderen Technologien, und die mechanische Verformung reduziert die Lebensdauer.

### REAKTION AUF KAPAZITÄTSVERÄNDERUNG

Eine deutlich längere Lebensdauer sowie eine höhere Brillanz bietet die projektiv-kapazitive Touch-Technologie (PCAP). Dabei werden mikrofeine Drähte in die Glasoberfläche des Bildschirms eingearbeitet. Sie stehen unter Spannung und erzeugen so ein kapazitives Feld. Wird ein leitfähiger Gegenstand – zum Beispiel ein Finger – auf die Oberfläche gelegt, verändert sich dieses Feld. Der Touchcontroller kann so die Berührung erkennen und auswerten. Die PCAP-Technologie bietet eine präzise Touch-Erkennung und schnelle Reaktionszeiten. Allerdings lässt sie sich nicht mit einem Handschuh bedienen und PCAP-Displays werden üblicherweise nur in einer Größe von bis zu 32 Zoll hergestellt.

### DETEKTION PER INFRAROT

Wesentlich größere Touchscreens – bis zu 150 Zoll – ermöglicht die Infrarot-Touch-Technologie. Dabei werden Infrarot-LEDs entlang des Rahmens des Displays angeordnet. Jede LED hat einen entsprechenden Fotosensor auf der gegenüberliegenden Seite. So entsteht ein Gitter aus unsichtbaren Infrarot-Lichtstrahlen. Durch Unterbrechung einzelner Lichtstrahlen – beispielsweise – durch einen Finger kann die Eingabe bestimmt werden. Infrarot-Touchpanels lassen sich daher auch mit Handschuhen bedienen, sie verfügen über eine gute Lichtdurchlässigkeit und sind relativ langlebig. Allerdings kann sich Blendlicht negativ auf die Benutzererfahrung auswirken.

### OPTISCHE BILDGEBUNG

Ebenfalls für große Bildschirme geeignet ist die optische Touchscreen-Technologie. Optische Sensoren registrieren eine Berührung, sobald die Sichtlinie durch einen beliebigen Gegenstand blockiert wird. Lichtdurchlässigkeit und Bildschärfe sind bei

dieser Lösung in der Regel gut, da auf dem Display selbst keine weiteren Schichten aufgebracht sind. Optische Touchscreens gelten als eine der einfachsten und kostengünstigsten Touch-Lösungen, allerdings ist die Auflösung der Berührungserkennung abhängig von der Zahl und Art der verbauten optischen Sensoren.


### BERÜHRUNGEN HÖREN

Ebenfalls zu den Touch-Lösungen gehört die SAW-Technologie (Surface Acoustic Wave). Dabei erzeugen piezoelektrische Sender auf der Oberfläche ein unsichtbares Raster aus Ultraschallwellen, die von Empfängern gesammelt werden. Durch Berührung werden diese Wellen teilweise unterbrochen und ermöglichen eine genaue Bestimmung der Position des Fingers. Die SAW-Technologie bietet eine hohe Kontrast- und Farbgenauigkeit, einen robusten Aufbau und ermöglicht eine IP-Zertifizierung.

### BERÜHRUNGEN VORAUSAHNEN

Neuere Entwicklungen erlauben es sogar, das angepeilte Ziel des Nutzers auf einem Touchscreen vorauszuahnen und den Bedienschnitt berührungslos auszuführen. Jaguar Land Rover und die Universität Cambridge entwickelten eine entsprechende Lösung mit der Bezeichnung „predictive touch“. Sie nutzt Künstliche Intelligenz und Sensoren, um früh das beabsichtigte Eingabeziel des Benutzers zu erkennen und so die Interaktion erheblich zu beschleunigen.

### BERÜHRUNGSEMPFINDLICHE OBERFLÄCHEN

Eine Erkennung von Berührungen ist nicht nur auf Displays machbar. Eine kapazitive Touchbedienung oder die Bedienung per Dehnungsmessstreifen kann auch unter dünnen Blechen eingesetzt werden. Derartige Lösungen sind insbesondere für Premium-Produkte, wie zum Beispiel im Hausgeräte-Sektor, sowie für hygiene-sensitive Bereiche wie im medizintechnischen Umfeld geeignet. 

# SICHERERE TOUCHSCREENS STÄRKEN DIE SECURITY IHRES POS-SYSTEMS

Als vertrautes und einfach zu bedienendes Element sind Touchscreen-Displays der für die Öffentlichkeit zugängliche Teil jedes modernen Zahlungssystems und PoS-Terminals (Point of Sale). Sie weisen jedoch auch Security-Schwachstellen auf. Sichere Hardware-/Softwaresysteme, die dem Payment Card Industry Data Security Standard (PCI DSS) entsprechen, sind für den Aufbau robuster, geschützter Zahlungsprodukte unerlässlich. Dieser Artikel befasst sich mit PoS-Zahlungssystemen, den Security-Risiken von Touchscreens und den Kriterien für eine PCI-Zertifizierung für Touchscreens.

## TOUCHSCREENS IN POS-TERMINALS

Die Verbraucher sind daran gewöhnt, Waren und Dienstleistungen mit Kreditkarten an PoS-Terminals zu bezahlen, die über kleine, kostengünstige Displays, physische Tasten, die den virtuellen Tasten auf dem Bildschirm zugeordnet sind, und mechanische Tastenfelder zur Eingabe von Kartennummern und PIN-Codes verfügen. Heute ersetzen größere Farb-Touchscreens die mechanischen Tasten und monochromen Displays der Vergangenheit. Touchscreens sind nicht nur attraktiver, sondern ermöglichen auch den Verzicht auf bewegliche Teile, was die Zuverlässigkeit erhöht. Ein weiterer Trend im Bereich der größeren Touchscreens ist die Zunahme der elektronischen Registrierkassen (ECR). Da es sich dabei nicht um ein sicheres Zahlungsgerät handelt, werden ECRs in der Regel mit einem PoS-Terminal kombiniert, um Zahlungen zu verarbeiten.

## POS-SECURITY UND PCI-KONFORMITÄT

Benutzerdaten wie die Primary Account Number (PAN), Kreditkartennummern und PIN haben höchste Sicherheitspriorität. Kartentransaktionen mit Magnetstreifen (Durchziehen) haben inhärente Sicherheitsprobleme; Methoden mit höherer Security

sind Dip (Chip und PIN) und Tap (Nahfeldkommunikation: NFC). Aber auch Touchscreens weisen Schwachstellen auf. Die Übertragung von Berührungsdaten und PINs ist anfällig für Abhör- und Man-in-the-Middle-Angriffe über Overlays und Underlays des Berührungssensors und sogar für Angriffe auf den Kommunikationsbus zwischen dem Touch-IC und der sicheren Host-MPU.

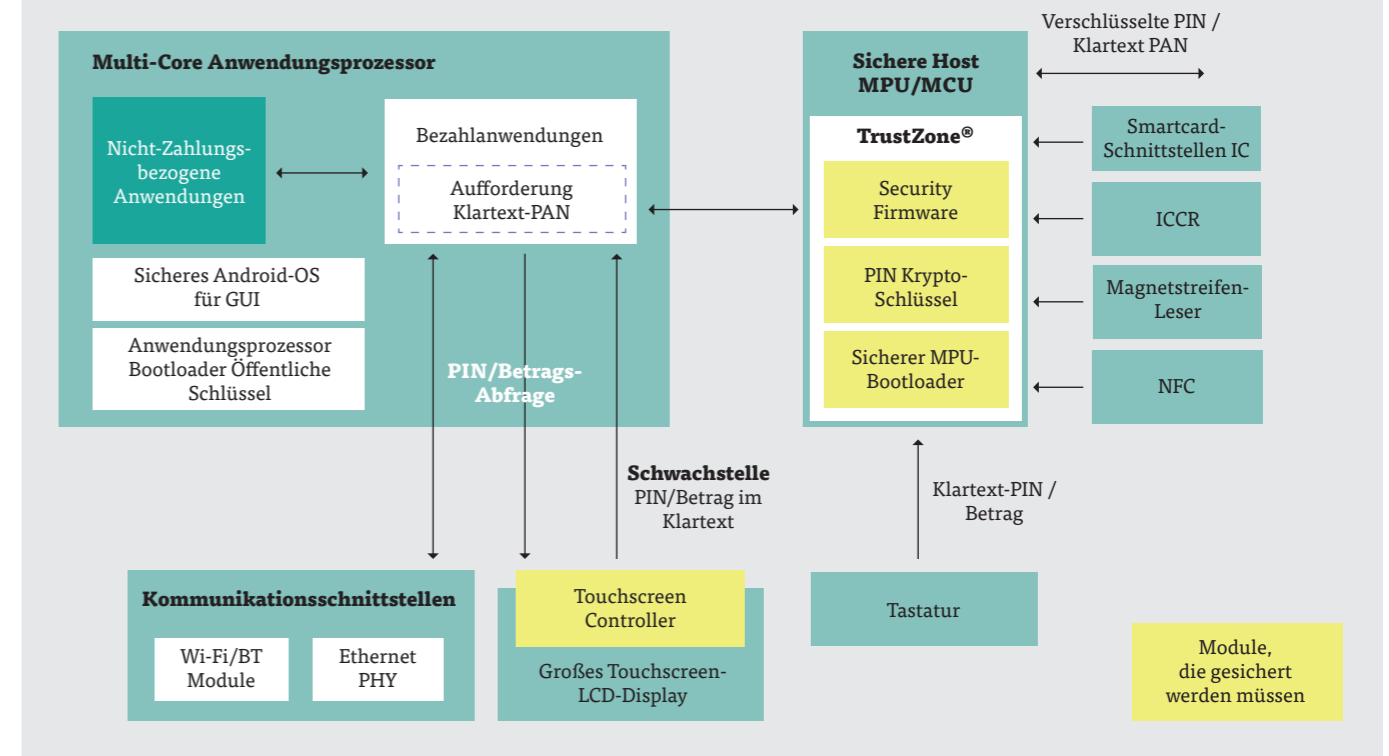
Die Firmware des Touch-Controllers kann gehackt werden, um Kartendaten auszulesen. Die Konfiguration des Touch-Controllers kann so verändert werden, dass selbst bei Systemen, die als sicher zertifiziert sind, Security-Lücken entstehen. Weitere Sicherheitsprobleme sind extreme Umgebungseräusche, aktive NFC-Störungen, extreme Emissionen und die Notwendigkeit, gegenüber Feuchtigkeit unempfindlich zu sein.

## PCI COMPLIANCE ALS LÖSUNG

Die großen Zahlungskartenhersteller haben das Payment Card Industry Security Standards Council (PCI SSC) gegründet. Dieser Ausschuss hat den PCI DSS entwickelt, um die Daten der Karteninhaber zu schützen. Zahlungsdienstleister und Akzeptanzstellen sind dafür verantwortlich, PCI-konforme Produkte zu entwickeln. Die Anforderungen an die PCI-Konformität können sich ändern, was sich auf das Design von Hardware, Software und Systemen auswirken kann.

Die meisten Anbieter von PoS-Terminals sind inzwischen mit den PCI-Datensicherheitsstandards konform. Wenn ein Zahlungssystem ein separates Zahlungsmodul verwendet, das nach dem PCI DSS für sichere Kartentransaktionen mit einem Kartenleser mit mechanischer Tastatur vorzertifiziert ist, übermittelt der Touchscreen keine sicheren Informationen über die Kommunikationsleitungen. Eine PCI PIN Transaction Security (PTS)-Zertifizierung des Touchscreens ist nur erforderlich, wenn der Touchscreen für die Eingabe von Kreditkarten- und/oder PIN-Code-Daten verwendet wird. Dazu muss die Kommunikationsschnittstelle des Touchscreens abgeschirmt oder die Daten der Berührungsmeldungen verschlüsselt werden.

## Zwei-Prozessor-Architektur für PoS-Systeme



## ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN DER PCI-ZERTIFIZIERUNG

Gemäß PCI-PTS gelten für PIN-Transaktionen folgende Anforderungen:

- » Das System muss im Falle einer physischen oder software-technischen Manipulation abgeschaltet werden.
- » Vertrauliche Benutzerdaten dürfen nur wenn nötig übertragen (immer verschlüsselt) und nur so lange wie nötig aufbewahrt werden.
- » Software-Updates oder Booten nur dann, wenn die Integrität der Software überprüft werden kann
- » Nur authentifizierte Benutzer können Software aktualisieren
- » Schlüssel in einem geschützten Bereich aufbewahren und Mechanismen zum geschützten Hochladen des Schlüssels schaffen
- » Das Gerät sollte Selbsttests durchführen und Anomalien melden

Die folgenden Funktionen könnten in Touch-Controller-Produkte auf Systemebene integriert werden:

- » 24-Stunden-Zeitplan für den Reboot
- » 15-minütiges Timeout bei manueller Tasteneingabe
- » PIN-Verschlüsselung mit Advanced Encryption Standard (AES) und ISO-Format 4
- » Strikte Verwendung von Verschlüsselungsschlüsseln für den jeweiligen Anwendungsfall mit einer Trennung zwischen Kunden- und Hersteller-Schlüsselhierarchien
- » PAN-Verschlüsselung
- » TR-34 Remote Key Loading (RKL) Protokoll

Ein PCI-Labor validiert das Touchscreen-Display, um zu prüfen, ob es die Sicherheitsanforderungen des PIN Transaction Security-Standards erfüllt. Diese Validierung umfasst folgende Tests:

- » Bewertung der Anfälligkeit der PIN-Eingabe für Hackerangriffe
- » Bewertung des Zugangs zu sensiblen Daten durch Manipulation und Überprüfung des Reaktionsmechanismus
- » Validierung der Techniken und Dokumentation der Schlüsselverwaltung in der Produktion.

## SCHNELL AUF DEN PUNKT GEBRACHT

Lösungen wie das maXTouch® Controller-Portfolio von Microchip können solche komplexen Systemanforderungen erfüllen. Das integrierte analoge Front-End und die proprietäre Firmware lassen sich für eine sichere, verschlüsselte Kommunikation für jede Endbenutzeranwendung konfigurieren. Ein engagiertes Support-Team, wie die Touch-Controller-Experten von Microchip Technology, kann die Kunden bei der Systementwicklung anleiten und sie bei der Software-/Treiberintegration, den Produkttests und der Fehlersuche unterstützen.



# STEUERUNG PER FINGERZEIG

**Gestensteuerung ist eine HMI, mit der Bewegungen des menschlichen Körpers erkannt und interpretiert werden, um mit Geräten ohne direkten Körperkontakt zu interagieren. Dank der natürlichen Form der Kommunikation findet diese Technologie in immer mehr Gebieten Einsatz.**

**D**aumen hoch, Winken, die ausgestreckte offene Hand als Stopp-Zeichen – Gesten sind eine natürliche Form der Kommunikation für den Menschen. Dank der großen Sprünge, die die Technologie in den letzten Jahren bei Sensorik und Künstlicher Intelligenz gemacht hat, ist es heute möglich, auch Maschinen und Geräte mit Gesten zu steuern.



Den Durchbruch hatte die Technologie mit der Einführung der Wii-Konsole von Nintendo im Jahr 2007 sowie der Kinect-Bewegungssteuerung von Microsoft in 2010. Beide Lösungen wurden für den Gaming-Markt entwickelt – und auch heute noch dominiert die Unterhaltungselektronik den Markt für Gestensteuerung. Laut den Marktanalysten von Grand View Research hatte das Segment im Jahr 2022 einen Umsatzanteil von 59,4 Prozent.

Doch auch andere Branchen entdecken die Bedienung von Geräten und Maschinen per Fingerzeig für sich: So haben beispielsweise die Automobilindustrie und das Gesundheitswesen die Gestenerkennung mit Nachdruck eingeführt. Denn die Technologie ermöglicht den Nutzern eine einfache, intuitive Interaktion mit Computern und anderen Geräten. Die Covid-19-Pandemie rückte die Gestensteuerung zusätzlich in den Fokus, kann die Bedienung so doch kontaktlos und damit hygienisch erfolgen.

## STEUERUNG ÜBER WEARABLES

Zur Erkennung der Bewegungen des Nutzers werden verschiedene Technologien eingesetzt. Eine Möglichkeit sind spezielle Wearables, also zum Beispiel Armbänder oder Ringe. Sie sind mit Bewegungssensoren ausgestattet, die die Drehrate oder die Beschleunigung des Handgelenks erfassen. Ein intelligenter Algorithmus erkennt, welche Geste ausgeführt wurde und erteilt dann den entsprechenden Befehl.

## KAMERABASIERTE LÖSUNGEN

Eine andere Lösung sind kamerabasierte Systeme. Grundsätzlich lassen sich bereits mit 2D-Kameras Bewegungen erfassen und deuten. Allerdings fällt es den dabei eingesetzten Algorithmen schwer, Bewegungen vor dem Bildschirm korrekt zu unterscheiden – es fehlt die präzise Erfassung der Distanz als dritte Dimension. Daher werden zunehmend 3D-Kameras oder Bildsensoren für die Gestensteuerung eingesetzt. Sie sind in den letzten Jahren immer preiswerter geworden und lassen sich aufgrund ihrer geringen Größe in nahezu jedes Gerät integrieren. Diese Systeme ergänzen die 2D-Bildern durch Tiefeninformationen, die meist durch die sogenannten Time-of-Flight-Technologie gewonnen werden. Dabei wird die Laufzeit eines von einem Gegenstand reflektierten Lichtimpulses gemessen und daraus die Entfernung zur Kamera bestimmt. Heutige Bildsensoren erkennen nicht nur grobe Bewegungen einer Hand, sondern sogar die Bewegungen jedes einzelnen Fingers.

## ERFASSUNG PER WÄRMEBILD

Allerdings benötigen kamerabasierte Systeme eine ausreichende Beleuchtung, um Gesten sicher zu erkennen. Dieses Problem haben Infrarotsensoren nicht: sie erfassen die vom menschlichen

Körper abgegebene Infrarotstrahlung (passive Sensoren) oder senden als aktive Sensoren selbst Infrarotstrahlung aus und erfassen die Reflexion. Über die entsprechenden Algorithmen analysieren sie dann die Muster und Bewegungen dieser Strahlung. Dabei können die Sensoren auch ein Tiefenbild generieren. So können verschiedene Gesten erkannt werden, je nach den vordefinierten Bewegungsmustern und Algorithmen. Dennoch sind auf Infrarotsensoren basierende Systeme eher für einfache Gesten geeignet. Da sie relativ kostengünstig sind, werden sie in vielen Industrie-, Consumer- und Automotive-Anwendungen eingesetzt.

## RADAR – ROBUST UND EXAKT

Unabhängig von den Lichtbedingungen, dazu noch resistent gegenüber Verschmutzungen und mit einem hohen Auflösungsvermögen erobert zudem zunehmend Radar das Feld der Gestensteuerung. Selbst die kleinsten Bewegungen

können von einem Radargerät erkannt werden – heutige Systeme bieten eine Auflösung von nur einem Millimeter. Radarsensoren messen in Echtzeit die Geschwindigkeit, Bewegungsrichtung, die Entfernung sowie die Winkellage, um Änderungen in der Position von Objekten festzustellen. So lassen sich auch Bewegungen von Personen oder bestimmte Bewegungsmuster verfolgen und abbilden. Und wer bei Radar an die großen rotierenden Antennen auf Schiffen denkt – die für die Gestenerkennung benötigten Radarsensoren passen auf einen Mikrochip.

## KI UND EDGE-COMPUTING

Gleich welche Technologie zur Gestensteuerung eingesetzt wird, eine Herausforderung bleibt, dass jeder Mensch eine andere Gestik besitzt, d. h. die Ausführung variiert. Das bedeutet, dass die Systeme zahlreiche Interpretationen einer Geste erkennen müssen.

Hier helfen Künstliche Intelligenz und Verfahren des Machine Learnings – mit Hilfe komplexer Signalauswertungen können Gesten eindeutig identifiziert und klassifiziert werden. Um die Sensordaten in Echtzeit verarbeiten zu können und so die für die Gerätebedienung notwendigen schnellen Reaktionszeiten zu erreichen, werden die Machine Learning-Algorithmen zunehmend lokal auf dem Chip, in der Nähe des Sensors selbst, ausgeführt – üblicherweise als „Edge“ bezeichnet. **TQ**

## Markt für Gestenerkennung in 2031

88,3

### Milliarden US-Dollar

Im Jahr 2021 hatte der Markt noch ein Volumen von 13,9 Milliarden US-Dollar. Dementsprechend beträgt das erwartete durchschnittliche Wachstum des Marktes pro Jahr 20,6 Prozent

Quelle: Allied Market Research

Finden Sie mit uns die passende Sensorlösung zur Realisierung einer Gestensteuerung.

tq@ebv.com

# MEGATREND SPRACHSTEUERUNG

**Die Qualität von Spracherkennungssystemen nimmt dank der Entwicklungen in KI, Halbleiter- und Mikrofontechnik kontinuierlich zu. Nicht nur im Bereich der Smart Homes werden Sprachassistenten immer populärer, sondern auch in anspruchsvolleren Anwendungen wie in Autos oder in der Industrie gewinnt die sprachgesteuerte Gerätekontrolle zunehmend an Bedeutung.**



## 200

**Millionen Geräte**  
umfasst der in 2023 prognostizierte  
Markt für Smart Speaker.

Quelle: Statista

**A**lexa, schalte das Licht im Wohnzimmer ein! ist nur einer der vielen Befehle, die intelligente Lautsprecher heute ausführen können. Smart Speaker mit ihren Spracherkennungssystemen sind bereits in vielen Haushalten die zentrale Schaltstelle für viele Smart Home-Funktionen – allein über Amazons Alexa können laut Statista über 60.000 verschiedene Smart Home-Geräte gesteuert werden.

## NUTZUNG VON SPRACHASSISTENTEN NIMMT ZU

Human Machine Interfaces, die über Sprache funktionieren, sind also längst keine Vision von Science-Fiction-Serien wie „Star Trek“ oder „Knight Rider“. Bei Letzterer führte der Held der Serie regelmäßig humorvolle Gespräche mit seinem Auto K.I.T.T. Tatsächlich hat zuletzt das Auto den größten Schritt beim Einsatz von sprachgesteuerten HMI gemacht: In Deutschland erteilt zum Beispiel laut dem Branchenverband Bitkom schon fast die Hälfte der Nutzer dem Pkw Sprachbefehle – sei es etwa, um das Navi auf Kurs zu bringen, eine Playlist zu starten oder sich Nachrichten vorlesen zu lassen. „Die Automobilhersteller haben die Sprachsteuerung in Fahrzeugen in den vergangenen Jahren massiv ausgebaut“, sagt Dr. Sebastian Klöß, Experte für Consumer Technology bei der Bitkom. „Sprachsteuerung vergrößert nicht nur den Komfort am Steuer, sondern macht das Fahren vor allem sicherer. Sprachassistenten werden sich als dominierender Weg etablieren, die Funktionen des Fahrzeugs unterwegs zu bedienen.“

## BESSER ALS DER MENSCH

Schon seit den 1950er-Jahren wird an Spracherkennungssystemen geforscht. Erste Systeme konnten aber gerade einmal eine einzige Stimme und ein knappes Dutzend Wörter identifizieren. Erst in den 2000er-Jahren war die Technologie so weit, dass virtuelle Assistenten wie Google Home oder Amazon Alexa möglich wurden. Seitdem haben sich HMI mit Sprachsteuerung erheblich verbessert – heutige Systeme erkennen Worte bereits besser als ein Mensch, sie erreichen eine „Word Error Rate“ zwischen drei und vier Prozent. Der Mensch versteht dagegen durchschnittlich rund fünf Prozent der Wörter nicht.

## STIEGENDE GENAUIGKEIT DANK KI

Die hohe Genauigkeit der Spracherkennung wurde vor allem durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz verbessert. Algorithmen des Maschinellen Lernens wie Deep Learning werden eingesetzt, um komplexe Sprachmuster zu erkennen, natürliche Sprache zu verstehen und zwischen verschiedenen Sprachen zu unterscheiden.

## SCHNELLE REAKTION DANK EDGE-PROCESSING

Doch neben der Genauigkeit ist auch die Geschwindigkeit, mit der die Sprache in computerlesbare Befehle umgesetzt wird, entscheidend – vor allem, wenn zeitkritische Funktionen gesteuert werden sollen. Da die zu verarbeitenden Datenmengen allerdings bei der Spracherkennung gewaltig sind, laufen die erforderlichen Algorithmen bei den meisten virtuellen Assistenten in der Cloud oder vielmehr in einem Rechenzentrum. Damit ist jedoch eine relativ hohe Latenz verbunden – also die Zeit zwischen dem Aussprechen des Kommandos bis zur Ausführung. Doch dank der

Informieren  
Sie sich über  
unsere Lösungen  
für Sprachsteuerungen  
in der Edge.

tq@ebv.com

immensen Fortschritte in der Halbleitertechnologie sind heute spezielle KI- und digitale Signalprozessoren verfügbar, mit denen Sprache direkt vor Ort verarbeitet werden kann – entsprechend gering sind die Reaktionszeiten, da die Daten nicht mehr in die Cloud geladen werden müssen. Dedizierte Audio Edge-Prozessoren erhöhen zusätzlich die Effizienz in sprachgesteuerten Geräten: Sie fungieren als energieeffizienter Wake-Up-Schalter, der den stromhungrigen Anwendungsprozessor erst einschaltet, wenn ein bestimmtes Schlüsselwort genannt wird. Er kann zudem die Aufgabe der Rauschunterdrückung übernehmen und den Hauptprozessor davon entlasten.

## IMMER LEISTUNGSFÄHIGERE MIKROFONE

Neben den digitalen Signalprozessoren ist die Mikrofontechnik entscheidend für die Genauigkeit der Spracherkennung. Mikrofon-Arrays ermöglichen zum Beispiel, dass sich das Spracherkennungssystem auf den Nutzer fokussiert und Hintergrundgeräusche ausblendet. Diese Beamforming genannte Technik wird bereits in intelligenten Lautsprechern wie Home Pod und Echo genutzt. Zum Einsatz kommen dabei zunehmend MEMS-Mikrofone – miniaturisierte mikroelektromechanische Systeme, die direkt auf elektronischen Platinen eingesetzt werden. Sie zeichnen sich durch einen hohen Signal-Rausch-Abstand, eine geringe Leistungsaufnahme und große Empfindlichkeit aus. Die Miniaturisierung ermöglicht es, mehrere Mikrofone auf kleinstem Raum zu kombinieren, was Voraussetzung ist für Beamforming, Rauschunterdrückung oder Windgeräuschfilterung.

## HÄNDE FREI IN DER PRODUKTION

Mit den Fortschritten in der Hardware und den Spracherkennungsalgorithmen erschließt sich die Sprachsteuerung inzwischen Einsatzgebiete, die vor wenigen Jahren noch unmöglich schienen. Zum Beispiel in einer industriellen Produktion, die von vielen lauten Nebengeräuschen geprägt ist. So hat das Fraunhofer IDMT in Oldenburg eine Lösung entwickelt, bei der Umgebungsgeräusche durch eine Kombination aus Richtmikrofonen und wirkungsvollem Noise Cancelling fast vollständig ausgeblendet werden. Marvin Norda, Projektleiter „Voice Controlled Production“ am Fraunhofer IDMT: „Unsere Technologie ermöglicht erstmals die robuste und gleichzeitig intuitive Steuerung von Maschinen in der Produktion durch Sprachbefehle. Für produzierende Unternehmen bedeutet das eine verbesserte Effizienz und sinkende Kosten.“ So haben zukünftig Maschinenbediener beide Hände frei. Sie können zum Beispiel ein Werkstück im Arbeitsbereich positionieren und einem Roboter gleichzeitig Anweisungen wie „Arm senken“ oder „Werkstück greifen“ geben. **TQ**





# VOM HERZSCHLAG BIS ZUR EMOTION



**Eine nicht nur in der Medizin relevante Form von Mensch-Maschine-Schnittstellen sind Systeme, die die Vitalparameter des Nutzers erfassen. Sie können eingesetzt werden, um die Gesundheit zu überwachen. Zudem können sie sicherstellen, dass ein Mensch fit genug ist, um eine Maschine wie zum Beispiel ein Auto richtig zu bedienen.**

**M**üde? Verärgert? Unaufmerksam? Oder gar krank? Der aktuelle Zustand eines Menschen kann erhebliche Auswirkungen auf die Nutzung und Bedienung von Maschinen haben – und auf die Sicherheit. Daher werden in immer mehr Einsatzbereichen Human Machine Interfaces mit Technologien zur Überwachung der Vitalparameter des Nutzers ausgerüstet. Die Schnittstellen dienen nicht unbedingt dazu, Steuerbefehle des Menschen zu empfangen und umzusetzen. Meist werden sie eingesetzt, um den Zustand des Nutzers zu kontrollieren und bei bestimmten Veränderungen der Vitalparameter eine Aktion auszulösen. Der Healthcare-Bereich ist sozusagen die natürliche Heimat derartiger HMI: Vom winzigen Pulsmesser, der an den Finger geklemmt wird, bis hin zur anspruchsvollen und hoch entwickelten Technologie der Künstlichen Intelligenz – überall ist die HMI-Technologie ein wesentlicher Bestandteil für die Beurteilung, Überwachung und Behandlung von Patienten. Üblicherweise haften dabei Sensoren verschiedener Geräte auf der Haut und messen Gehirnströme, Impedanz-, Bewegungs-, Blutsauerstoff-

und Temperaturdaten. Ein lokales Prozessorsystem kann auf Basis der so gewonnenen Daten individuelle Warnmeldungen für den Patienten erstellen und automatisch eine Pflegekraft alarmieren, wenn es ungewöhnliche Veränderungen im Zustand des Patienten erkennt.

### HERZAKTIVITÄTEN ERKENNEN

Mit dem Siegeszug von Smartphone und Smartwatch können viele dieser Parameter heute auch in hoher Qualität mobil erfasst werden. Dazu gehören zum Beispiel die Herzaktivitäten, wobei sich zwei Methoden durchgesetzt haben. Die einfachste ist das Ein-Kanal-EKG: Dabei werden zwei Elektroden zum Beispiel in eine Smartwatch integriert. Die Elektrode an der Rückseite des Gerätes hat Kontakt mit dem Trägerarm, die zweite Elektrode an der Oberseite der Uhr wird durch Berühren mit dem Finger der anderen Hand aktiviert. Im Automotive-Bereich werden sogenannte Multi-Touch-EKG eingesetzt. Dabei ist die EKG-Sensorik an verschiedenen Positionen wie Lenkrad, Schalthebel oder Armlehnen integriert. Das System erkennt automatisch, wel-



che Elektroden Kontakt mit dem Nutzer haben. So können EKG-Messungen unmerklich im Hintergrund erfolgen, und der Mensch verfügt dabei trotzdem über eine hohe Bewegungsfreiheit.

### VITALPARAMETER ÜBER LICHT ANALYSIEREN

Völlig anders funktioniert die sogenannte Photoplethysmographie (PPG), bei der die Herzfrequenz optisch mit Hilfe von Infrarotlicht gemessen wird. Dabei wird erfasst, wie viel vom System ausgestrahltes Licht von der Haut reflektiert wird. Diese Menge ist abhängig davon, wie viel Blut durch die oberflächlichen Kapillaren fließt. Da bei jedem Pulsschlag die Blutmenge in den Kapillaren zunimmt, wird in diesem Moment mehr Licht absorbiert und weniger reflektiert. Das System rechnet die reflektierte Lichtmenge in eine Pulswelle um. Über diese Pulswellenanalyse lässt sich dann die Herzfrequenz ermitteln. Werden zur Erfassung des Lichts RGB-Kameras eingesetzt, kann über die Analyse der Rot-, Grün- und Blauanteile in den PPG-Signalen außerdem die Atemfrequenz und die Sauerstoffsättigung berührungslos bestimmt werden. Jüngste Studien haben gezeigt, dass das Pulswellensignal auch mit einer Kamera, die einige Zentimeter bis Meter von der Haut entfernt ist, gemessen werden kann.

### RADARBASIERTE SENSOREN

Sogar durch die Kleidung hindurch und über einige Meter Entfernung hinweg können Sensoren auf

Basis von Radar Herz- und Atmungswerte erfassen. Dabei werden elektromagnetische Wellen mit einer Frequenz von zum Beispiel 60 Gigahertz genutzt, die vom Körper reflektiert werden. Anhand der zurückgeworfenen Strahlen erkennt der Sensor die durch die Pulswelle verursachte Vibration der Haut. Derartige Systeme werden bereits zur Überwachung des Fahrerzustands in LKWs, Zügen oder Flugzeugen eingesetzt.

### KAMERAS LESEN EMOTIONEN

Viele Möglichkeiten zur Überwachung von Vitalparametern bieten außerdem Kamerasysteme. Neben der Photoplethysmographie können sie auch den Bewusstseinszustand einer Person erkennen. Spezielle CMOS-Kameras – meist mit einer Auflösung von ein bis zwei Megapixeln – nehmen dazu je nach Modell 30 oder 60 Bilder pro Sekunde im Infrarot-Spektrum auf. Ein nachgeschaltetes System wertet sie aus und analysiert beispielsweise die Blickrichtung des Fahrers oder die Häufigkeit des Lidschlusses. Daraus können dann Rückschlüsse auf eine Ablenkung oder zunehmende Ermüdung des Menschen gezogen und falls nötig ein Alarm ausgelöst werden. Heutige Lösungen erkennen – auch dank KI – kleinste Veränderungen im Verhalten, Schläfrigkeit, negative Emotionen und den möglichen Einfluss von Alkohol oder Drogen. Letztendlich kann sich so ein System ein vollständiges Bild vom physischen und emotionalen Zustand eines Menschen machen. **TQ**

Nutzen Sie das Know-how und die Services unserer „Smart Sensing & Connectivity“-Experten.  
tq@ebv.com

# MIT DER KRAFT DER GEDANKEN

**Maschinen und Geräte allein über die Gedanken zu steuern – das ermöglichen Brain Computer Interfaces. Die Technologie findet zunehmend praktische Anwendungen außerhalb des Labors.**

Das menschliche Gehirn enthält etwa

86

Milliarden Neuronen, die über elektrische Impulse miteinander kommunizieren.

Quelle: Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e. V.

Der Markt für Brain Machine Interfaces wächst

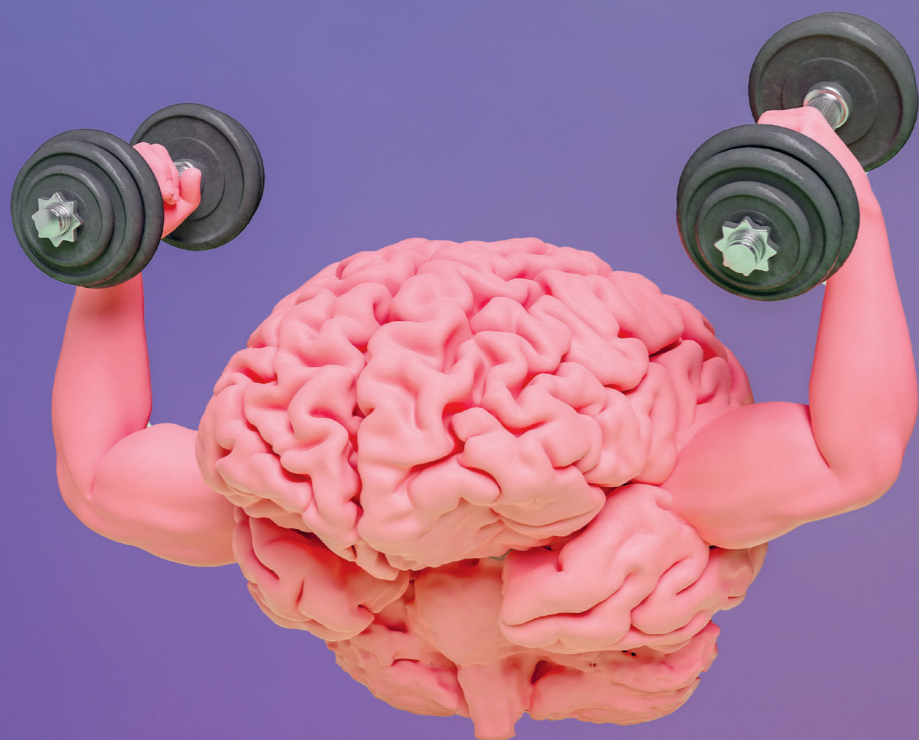
1,81

Milliarden US-Dollar in 2023

2,95

Milliarden US-Dollar in 2028

Quelle: Mordor Intelligence



Das menschliche Gehirn enthält etwa 86 Milliarden Neuronen. Sie kommunizieren über elektrische Impulse miteinander – und lösen so unter anderem Bewegungen der Muskeln aus. Wie elegant wäre es, wenn man sich den Umweg bisheriger Human Machine Interfaces vom Gehirn über die Muskeln bis zum Umlegen eines Schalters sparen und direkt mit den elektrischen Impulsen des Gehirns ein Gerät steuern würde? Tatsächlich machen das sogenannte Brain Computer Interfaces (BCI) oder Brain Machine Interfaces (BMI) möglich.

## GERÄTE WERDEN KLEINER UND PREISWERTER

Im Jahr 1925 zeichnete der deutsche Psychiater Hans Berger das erste menschliche Elektroenzephalogramm (EEG) auf. Seitdem hat sich die Technologie im Bereich der Gehirn-Computer-Schnittstellen und der Datenverarbeitung ständig verbessert. Seit mindestens zehn Jahren geht der Trend bei der EEG-Hardware dahin, die Geräte kleiner, drahtlos, tragbar und preiswerter zu machen. Bereits über relativ einfache Headsets können grundlegende Messungen der Gehirnströme erfolgen. Das ermöglicht auch immer mehr praktische Anwendungen außerhalb des Labors. Letztendlich könnten BCI nicht nur zur Steuerung von Neuroprothesen verwendet werden, sondern auch für alle computergestützten Geräte wie Smartphones, Tablets oder ein Smart Home. Zunehmend absehbar werden darüber hinaus immer weitere nicht-medizinische Use-Cases, die von der PC-Spieleindustrie hin zur simultanen Steuerung von Drohenschwärmen reichen. Die US-amerikanische Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) arbeitet sogar an einem fortschrittlichen Kommunikationssystem auf Basis von BCI – mit der „Silent Talk“ genannten Lösung sollen Soldaten und Militärpersonal Befehle über telepathische Kommunikation erteilen.

## MEDIZINISCHE ANWENDUNGEN DOMINIEREN NOCH

Noch ist aber der Medizinsektor der dominierende Markt für BCI. „Aktive und passive BCI werden bereits eingesetzt, um die Bewegungskontrolle bei Parkinson mit tiefer Hirnstimulation zu verbessern, epileptische Anfälle zu detektieren oder Hirnerkrankungen zu diagnostizieren. Der digitale und technische Fortschritt bietet ungeahnte neue Möglichkeiten und hat ein breites wissenschaftliches und wirtschaftliches Interesse geweckt“, schilderte Prof. Florian Mormann von der Deutschen Gesellschaft für Klinische Neurophysiologie und Funktionelle Bildgebung (DGKN).

So können BCI auch die Hirnaktivität in Steuersignale für externe Geräte wie Prothesen, Roboter oder Exoskelette übersetzen. Bidirektionale BCI erlauben es darüber hinaus, das Gehirn gezielt elektrisch anzuregen, beispielsweise um ein Tastempfinden beim Steuern einer Prothese zu simulieren.

„Die Medizintechnik hat in den letzten Jahren enorme Fortschritte gemacht“, so Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio, Leiter des Neuromuscular Physiology and Neural Interfacing Laboratory

Nutzen Sie leistungsstarke Prozessoren aus unserem Portfolio zur schnellen Analyse großer Datenmengen

tq@ebv.com

(N-squared Lab) an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU). „Allerdings gibt es noch viel Forschungs- und Entwicklungsbedarf im Bereich der Feinmotorik, um zum Beispiel die Bewegung einzelner Finger gelähmter Hände zu ermöglichen.“ Gemeinsam mit dem

Institut für Fabrikautomation und Produktionssystematik der FAU will das N-squared Lab eine Neuroorthese entwickeln, die die Handfunktion so weit wiederherstellt, dass die Patienten mehr als 90 Prozent der alltäglichen Aufgaben selbstständig erledigen können. „Unser Ziel ist es, die Finger und den Daumen der Hand unabhängig voneinander und mit hoher Kraft zu bewegen“, sagt Del Vecchio.

## GENAUIGKEIT STEIGERN

Grundsätzlich kann bei BCI zwischen invasiven – die Schnittstelle wird ins Gehirn implantiert –, teilinvasiven und nichtinvasiven Systemen unterteilt werden. Nichtinvasive BCI haben aktuell noch den weitaus größten Umsatzanteil, denn sie ersparen dem Patienten einen aufwendigen und risikobehafteten chirurgischen Eingriff am Gehirn. „Wir haben bereits ein nichtinvasives BCI-System entwickelt, das es Menschen mit hoher Querschnittslähmung ermöglicht, mit willkürlicher Veränderung ihrer Hirnströme, Alltagsgegenstände zu greifen“, berichtet Prof. Dr. Surjo R. Soekadar, Einstein-Professor für Klinische Neurotechnologie an der Charité, und fügt hinzu: „Trotz der beachtlichen Fortschritte ist es bislang jedoch nicht gelungen, komplexe Handbewegungen mit einem solchen nicht-invasiven System zu steuern.“ Doch genau das will das Team um Prof. Soekadar erreichen: Es erprobt derzeit den Einsatz von ultragenauen Sensoren, sogenannten Quantensensoren, die Hirnaktivität mit einer wesentlich höheren Genauigkeit an der Kopfoberfläche messen können als EEG oder andere nichtinvasive Methoden. Grundlage der Hightech-Sensoren sind gasförmige Atome, die als Magnetfeldsonden fungieren und die auf die elektrischen Hirnsignale reagieren.

## CHIP IM GEHIRN

Noch einmal deutlich mehr und genauer können implantierte BCI Gehirnimpulse erfassen. Tatsächlich testen bereits Unternehmen wie Synchron oder Neuralink entsprechende Implantate am Menschen. Elon Musk war 2016 Mitbegründer von Neuralink und hat versprochen, dass die Technologie „es Menschen mit Lähmungen ermöglichen wird, ein Smartphone mit ihrem Gedanken schneller zu bedienen als jemand, der die Daumen benutzt“. Letztendlich aber soll der implantierte Chip das menschliche Gehirn leistungsfähiger machen, bis hin zu einem Verschmelzen des Gehirns mit Künstlicher Intelligenz. Aus Sicht von Prof. Mormann ist das nach heutigem Stand noch reine Zukunftsmusik: „Neuroenhancement bedeutet gezielte und spezifische Beeinflussung von Hirnaktivität. Voraussetzung dafür ist ein detailliertes und mechanistisches Verständnis dieser Aktivität. Unser Wissen dazu ist bislang allerdings noch viel zu unvollständig und lückenhaft.“



# DAMIT DAS HMI NICHT ZUM HACKER MACHINE INTERFACE WIRD

**Die Mensch-Maschine-Schnittstelle ist unter dem Aspekt der Cybersecurity das am meisten gefährdete Element eines technischen Systems. Denn um eine Maschine bedienen zu können, hat das HMI Zugriff auf alle wesentlichen Anlagendaten. Wird das System gehackt, kann das verheerende Folgen haben: Das Bedienpersonal kann die Kontrolle über einen Prozess verlieren, wertvolle Daten können gestohlen oder Anlagen beschädigt oder zerstört werden, im Extremfall sind sogar Menschenleben in Gefahr.**

Wir helfen Ihnen,  
kosteneffizient  
und zuverlässig  
Sicherheitshard-  
ware in Ihre  
Lösungen zu  
integrieren

tq@ebv.com

**U**m einen unerlaubten Zugriff auf die Mensch-Maschine-Schnittstelle zu verhindern, empfiehlt sich ein Schutz in mehreren Schichten – natürlich immer in Abhängigkeit von dem Risiko, das die Bedienung eines Geräts oder einer Maschine durch einen Unbefugten verursachen würde. Erste Maßnahme bei fest installierten Bedienpunkten ist eine Zutrittskontrolle zu dem Raum, in dem die HMI sich befindet. Das beginnt mit einer abschließbaren Tür, zu der nur die berechtigten Personen einen Schlüssel haben und reicht bis zu komplexen Zutrittskontrollsystemen.

#### NETZWERKE ABSICHERN

Da viele HMI heute vernetzt sind, ist es zudem wichtig, dass die zugehörige Netzwerkinfrastruktur geschützt ist. Dazu gehören die Verkabelung der HMI mit dem Netzwerk sowie Maßnahmen wie IP-Adressierung, Router, Switches, WLAN-Zugangspunkte usw. Die Segmentierung des Netzes mithilfe von Firewalls ist eine zusätzliche Sicherheitsmaßnahme. Bei webbasierten Anwendungen sollte unter anderem die Kommunikation zwischen Browser und Server abgesichert sein, zum Beispiel mit HTTPS: Der Browser lädt ein serverseitiges Zertifikat und prüft es auf seine Vertrauenswürdigkeit und Gültigkeit. Anhand des Zertifikats werden die übertragenen Daten zwischen Webserver und Browser verschlüsselt. So lassen sich Prozessdaten und Benutzereingaben, die zwischen HMI-Browser und HMI-Webserver ausgetauscht werden, weder manipulieren noch ausspähen. Eine weitere sinnvolle Sicherheitsmaßnahme besteht darin, Systeme einzusetzen, die die Netzwerkaktivitäten überwachen und Eindringlinge erkennen und abwehren können.

#### SCHUTZ DES HOSTS UND DES BETRIEBSSYSTEMS

Auch das Betriebssystem der HMI selbst sowie deren Hardware wie Schnittstellen oder Laufwerke benötigen einen Schutz vor unerlaubtem Zugriff. Um die Angriffsfläche zu minimieren, sollten unnötige Ports und Systemdienste deaktiviert sowie ungenutzte Anwendungen entfernt werden. Die Sicherheitspatches des Betriebssystems und die Virenschutzdienste sollten auf dem neuesten Stand gehalten werden.

#### AUTHENTIFIZIERUNG DES BEDIENERS

Sicherzustellen, dass der Bediener einer HMI tatsächlich derjenige ist, der er vorgibt zu sein, ist eine elementare Grundlage für die Sicherheit. Wie wichtig eine sichere Authentifizierung ist, zeigt eine Studie von Trend Micro aus dem Jahr 2018: Demnach war fast die Hälfte der erfolgreichen Cyberangriffe auf HMI-Systeme auf unsichere Passwörter und eine unzureichende Verwaltung der Zugriffsrechte zurückzuführen.

Die Verwendung von Passwörtern, wie man es bereits von Smartphones oder PCs gewohnt ist, ist weit verbreitet und kommt bei den unterschiedlichsten Geräten zum Einsatz. Allerdings ist der Schutz nur so gut, wie das Passwort komplex ist. Leider ist es oft eine Frage der Arbeitseffizienz, dass viel zu einfache Passwörter verwendet werden: Welcher Bediener, der mehrere Stationen innerhalb einer Anlage bedient, mag oder kann schon jedes Mal ein 16-stelliges Passwort über die Bildschirmtastatur eingeben?

#### IDENTIFIKATION PER AUSWEIS

Ausweise mit integriertem RFID-Chips könnten hier sehr nützlich sein: Nähert sich der Bediener einem HMI an, sendet ►

### Multi-Faktor-Authentifizierung (MFA)

Durch die Kombination von zwei oder mehr Berechtigungsnachweisen für die Prüfung der Identität werden HMI effektiver abgesichert.



#### Wissen

Passwörter  
Sicherheitsfragen  
Einmalkennwort



#### Biometrie

Fingerabdruck  
Stimme  
Gesichtserkennung



#### Besitz

Tokens  
Sicherheitsschlüssel  
One-Time Password



#### Inhärenz

Tippverhalten  
Zugriffsort/-zeit  
Zugriffsmittel

Quelle: Identeco

der Funkchip die Identifikationsdaten kontaktlos an das Bedienterminal. Dies bietet sich vor allem in Bereichen an, wo das Tragen von Schutzkleidung, Handschuhen und Mundschutz aus hygienischen Gründen vorgeschrieben ist.

#### BIOMETRISCHE VERFAHREN

Noch eleganter sind biometrische Verfahren zur Prüfung der Zugriffsberechtigung, wie beispielsweise Fingerabdruck-Scanner, die in die HMI integriert sind. Damit ist sichergestellt, dass die entsprechende Person tatsächlich physisch anwesend ist und ein Hacker einen Befehl nicht virtuell eingeben kann.

Wenn eine HMI bereits mit einer Sprachsteuerung arbeitet, können diese Systeme auch herangezogen werden, um den Bediener zu identifizieren. Die Authentifizierung über die Sprache nutzt deren individuellen Eigenschaften: Jeder Mensch besitzt eine einzigartige Stimme mit einer Vielzahl von messbaren Merkmalen. Dieses Stimmprofil ist schwerer zu fälschen als ein Fingerabdruck. Nutzt eine HMI Kamerasysteme für eine

Gestensteuerung, liegt es nahe, damit auch eine Authentifizierung über eine Gesichtserkennung zu realisieren. Dabei werden die von der Kamera erfassten biometrischen Daten des Gesichts (beispielsweise Augenabstand, Stirnbreite) mit einem hinterlegten Datensatz abgeglichen. Moderne Systeme zur „Face Authentication“ lassen sich dabei auch nicht von dreidimensionalen Masken täuschen: Sie binden eine Echtheitsprüfung in den Authentifizierungsprozess ein, bei dem zum Beispiel die dreidimensionale Tiefe erfasst oder auch anhand eines reflektierten Infrarot-Lichtstrahls erkannt wird, ob es sich um echte Haut handelt.

Üblicherweise werden zur Authentifizierung verschiedene Faktoren herangezogen, also zum Beispiel Fingerabdruck plus Passwort. Ein derartiges Multifaktorensystem ist deutlich sicherer als nur ein herkömmliches Passwort zu verwenden. Zwar lässt sich im Rahmen der Cybersecurity niemals ein 100-prozentiger Schutz realisieren, aber durch die Kombination vieler Maßnahmen kann das Risiko für einen unerlaubten Zugriff auf eine HMI erheblich reduziert werden. **TQ**



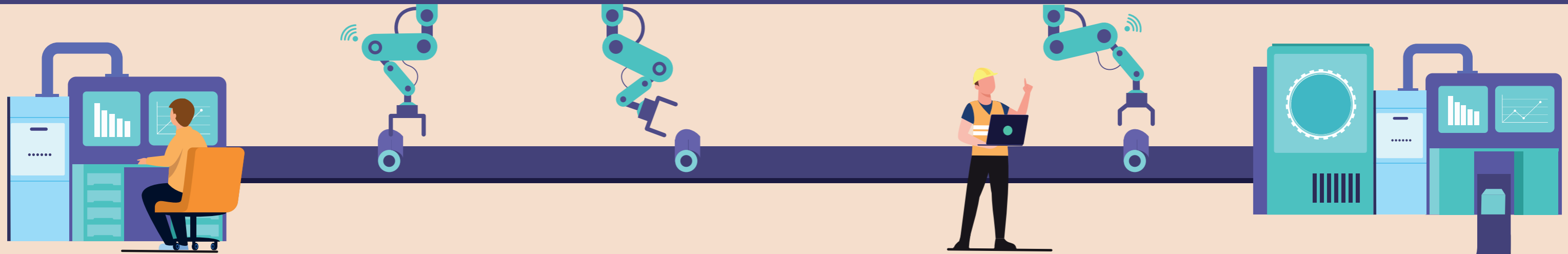
## EBOOK

# LEARN HOW TO OPTIMIZE MOTOR PERFORMANCE AND USE LESS POWER

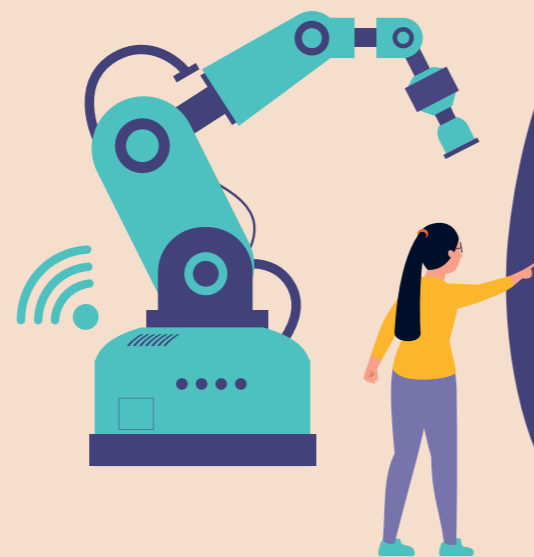
**AMD**  
together we advance\_

Download Now





# INTER- AKTION, ABER SICHER



Die DIN EN ISO 9241 ist eine umfangreiche Normenreihe zum Thema Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Darin werden ergonomische Anforderungen an unterschiedliche Bereiche wie zum Beispiel Software, Eingabegeräte und Arbeitsplätze festgelegt.

**Je enger Menschen und Maschine zusammenarbeiten, desto höher muss der Grad an Sicherheit sein. Die funktionale Sicherheit sollte daher bereits im Designprozess eines Human Machine Interfaces einen wichtigen Platz einnehmen.**

**Ü**berall da, wo ein Mensch mit einer Maschine interagiert, besteht bei einem Ausfall einer technischen Komponente theoretisch das Risiko einer Verletzung oder eines Sachschadens. Daher müssen Maschinen und Geräte „funktional sicher“ sein.

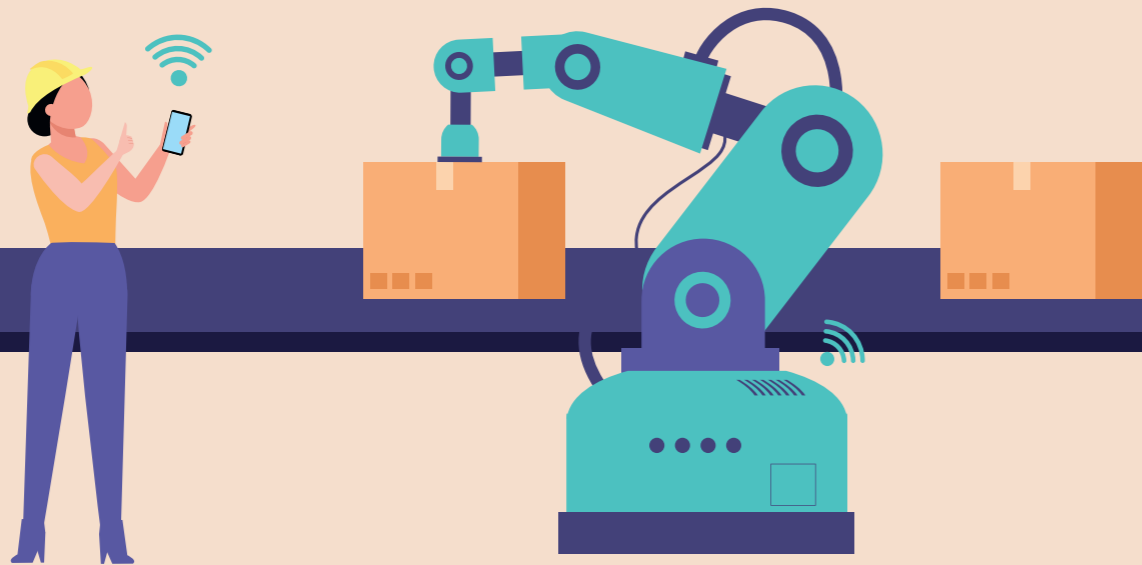
#### **SICHER AUCH IM FEHLERFALL**

Funktionale Sicherheit beschreibt die Fähigkeit eines technischen Systems beim Auftreten von Fehlern oder bei Hardwareausfällen, die ein nicht hinnehmbares Risiko für die Sicherheit des Menschen oder auch der Anlage selbst bedeuten, einen sichereren Zustand einzunehmen. Dies gilt natürlich auch für Human Machine Interfaces. Denn die häufigste Ursache von Arbeitsunfällen sind Bedienungsfehler, beispielsweise, weil der Bediener die von der Maschine gelieferten Informationen nicht verstanden oder nicht beachtet hat oder weil er schlichtweg eine falsche Eingabe gemacht hat. Auch die Gestaltung einer HMI spielt eine

wichtige Rolle: Eine schlecht designte Mensch-Maschine-Schnittstelle kann den Bediener zu unangemessenen Handlungen verleiten, zum Beispiel zur Nutzung von Abkürzungen oder zur Umgehung von Sicherheitseinrichtungen.

#### **DER MENSCH IM MITTELPUNKT**

Daher sollte beim Designprozess eines Human Machine Interfaces immer der Mensch im Mittelpunkt stehen. Dieser „Human-Centered Design-Prozess“ ist in der DIN EN ISO 9241-210 beschrieben – diese Norm ist eine gute Orientierungshilfe für alle, die ein HMI-Projekt managen. Die Gestaltung der Bedienabläufe, der Interaktions- und Kommunikationsmechanismen und die Strukturierung der Funktionen und darzustellenden Informationen haben einen wesentlichen Einfluss auf die Produktivität, die Vermeidung von Bedienfehlern und die Reduktion von Schulungs- und Serviceaufwand. ▶



#### AUCH TASTER MÜSSEN FUNKTIONAL SICHER SEIN

Selbst scheinbar einfache Bedienelemente wie kapazitive Taster müssen sicher sein. Zum Beispiel im Auto: Kapazitive HMI-Systeme werden zunehmend in wichtige Komponenten des Fahrzeugs integriert, bei denen eine zuverlässige Funktion – oder ein sicherer Betrieb – erforderlich ist. So erfordert zum Beispiel die Motor-Start/Stop-Taste in der Regel eine Sicherheitsintegritätsstufe bis zu ASIL B (Automotive Safety Integrity Level Risikoklassifizierungsschema, das durch die Norm ISO 26262 – Funktionale Sicherheit für Straßenfahrzeuge – definiert ist).

#### BESSER NACHFRAGEN

Da in sicherheitsrelevanten Anwendungen Fehleingaben, also auch unbeabsichtigt durch den Bediener, nie ganz ausgeschlossen werden können, müssen dort entsprechende Vorkehrungen wie Zwei-Tasten-Bedienung, Schlüsselschalter oder Sicherheitsabfragen in der Software getroffen werden. Dies gilt auch bei modernen HMI wie einer Sprachbedienung: Dort, wo die Auswirkungen einer fehlerhaften Eingabe zu Beschädigungen oder Verletzungen führen können, muss eine Sicherheitsabfrage vorgesehen werden. Diese kann verbal erfolgen, also mit der Frage „Sind Sie wirklich sicher?“, oder auf einer anderen Ebene, wie zum Beispiel einem manuell zu bedienenden Schalter.

#### PERSONENERKENNUNG GEWÄHRLEISTET SICHERHEIT

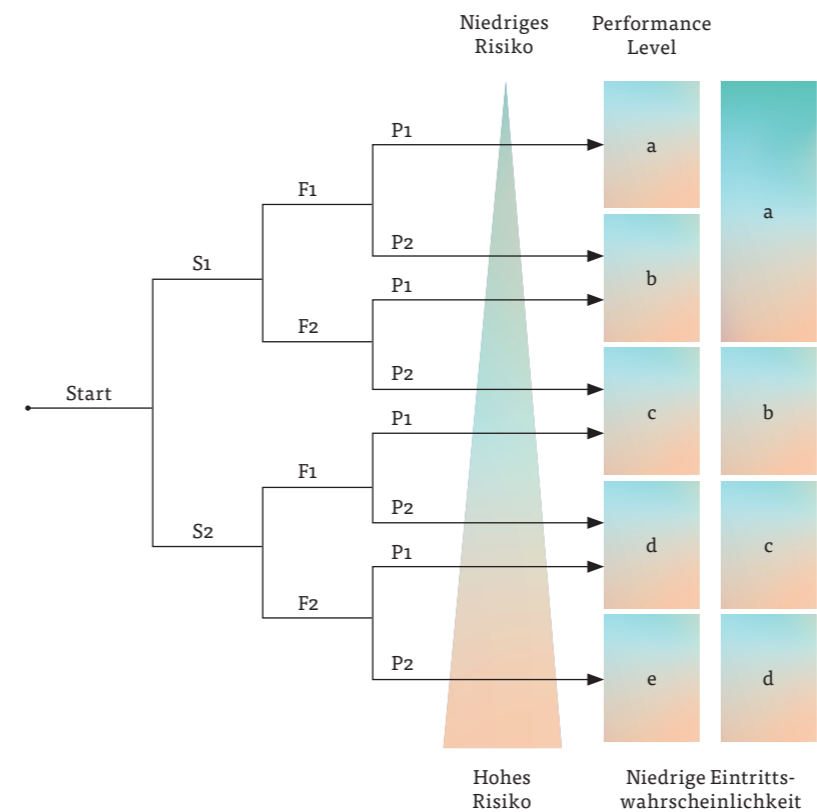
Wenn Mensch und Maschine eng zusammenarbeiten, sind Systeme zur automatischen Personenerkennung eine wichtige Voraussetzung für einen sicheren Betrieb. Mithilfe der verschiedensten Sensoren überwachen sie Gefahrenbereiche und ermitteln, ob sich Personen darin befinden. Je nach Überwachungsaufgabe

gibt es unterschiedliche Erkennungsverfahren. Zur Überwachung des gesamten Arbeitsbereichs bieten sich beispielsweise unterschiedliche Kamerasysteme wie 3D- oder Multikameras an. Für die Überwachung einzelner Teilbereiche eignet sich hingegen ein 2D-Laserscanner. Sensoren können nicht nur flächig eingesetzt werden, sondern auch direkt an der Maschine oder am Körper des Menschen angebracht werden. Maschinenzentrierte Sensoren wie Drucksensoren reagieren auf Berührung und bremsen die Maschine bei Kollision. Personenbezogene Sensoren wie Funksender hingegen tragen die Beschäftigten bei der Arbeit bei sich, um ihre Position zu bestimmen.

#### MENSCHEN UND ROBOTER ARBEITEN SICHER ZUSAMMEN

Insbesondere vor dem Hintergrund der zunehmenden Interaktion von Mensch und Roboter kommen Sensorsystemen und Messverfahren für eine automatische und sichere Personenerkennung eine besondere Bedeutung zu. Kollaborierende Roboter, sogenannte Cobots, können ohne Schutzzaun mit dem Menschen kooperieren, wobei die Sicherheit des Menschen jederzeit gegeben sein muss. Dies ermöglicht unter anderem die Leistungs- und Kraftbegrenzung: Sie sorgt dafür, dass bei einem Kontakt zwischen Personen und Roboter biomechanische Grenzwerte nicht überschritten werden (Kraft, Druck).

Eine andere mögliche Betriebsart von Cobots ist die Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung. Das erfordert Technologien zur frühzeitigen Detektion gefährdender Situationen (zum Beispiel Kollisionen) zwischen Mensch und Roboter. Die Überwachung kann unter anderem über Kamerasysteme erfolgen. Projektoren können dabei zudem dem Bediener den



#### Performance Level nach EN ISO 13849

Für den Maschinenbau erfolgt die Einstufung der Sicherheit häufig nach EN ISO 13849 in sogenannte „Performance Levels“. Der Performance Level ist in fünf Stufen („a“ bis „e“) unterteilt und stellt Anforderungen an die Zuverlässigkeit von Sicherheitsfunktionen. Welchen „Performance Level“ die einzelnen Sicherheitsfunktionen erfüllen müssen, hängt von der Bewertung der Gefahren in einer Risikobeurteilung ab.

relevanten Sicherheitsbereich auf den Fußboden projizieren. Eine Verletzung dieses Bereichs durch eine Unterbrechung der Projektionsstrahlen wird dann direkt von den umgebenden Kameras erkannt. Mit dieser Lösung lassen sich Sicherheitsbereiche dynamisch an die Arbeitssituation und Roboterkonfiguration anpassen.

#### LOKALISIERUNG FÜR FERNSTEUERUNG

Nicht nur in der Robotik, auch in vielen anderen Anwendungen sind Fernbedienungen nicht mehr wegzudenken. Sie bergen jedoch, beispielsweise durch unbeabsichtigtes Auslösen von Funktionen, nicht nur bei Medizingeräten nicht unerhebliche Risiken. Daher ist es erforderlich, dass kritische Bedienelemente nur dann betätigt werden können, wenn sich die Fernbedienung innerhalb eines bestimmten Bereichs befindet. Dafür ist eine exakte und störungsfeste Distanzmessung erforderlich – beispielsweise mittels Ultrabreitband-Technologie (UWB). Sie ermöglicht über die sogenannte Time of Flight (ToF) Methode Ortungen von Geräten auf einen halben Meter genau.

#### SICHERHEIT VON ANFANG AN

Es existiert eine Vielzahl von Lösungen, um die Interaktion von Mensch und Maschine sicher zu gestalten. Welcher Weg der richtige ist, hängt immer von der Applikation ab. Auf jeden Fall sollte die Sicherheit bereits im Design-Prozess einer HMI berücksichtigt werden – und immer auch verschiedene Sicherheitssysteme berücksichtigen. **TQ**

Fragen Sie unsere Experten nach speziellen MCUs, die den Functional Safety-Anforderungen entsprechen.

tq@ebv.com

# VIELE WEGE DER VERNETZUNG

**Um die Eingaben des Menschen an die Maschine – genauer an die Maschinensteuerung – weiterzugeben, werden die verschiedensten Kommunikationsstandards eingesetzt. Welcher Standard der richtige ist, hängt u.a. von der Branche, den zu übertragenden Daten und dem Übertragungsweg ab.**

**L**ange Zeit wurden die einzelnen Bedienelemente eines Human Machine Interfaces diskret, also mit jeweils einer eigenen Leitung, angeschlossen: Bei komplexen Bediensystemen entstanden so schnell armdicke Kabelbäume, die mit der Maschine verbunden werden mussten. Dieser Installationsaufwand kann durch Bussysteme erheblich reduziert werden – es ist nur noch ein Stecker und eine Leitung erforderlich.

## **JEDE BRANCHE HAT IHRE EIGENEN BUSSYSTEME**

Heute existiert eine große Anzahl von Bussystemen, da jede Branche und Applikation andere Anforderungen an die Datenübertragung hat, es unterschiedliche technische Lösungsmöglichkeiten gibt und letztendlich auch verschiedene Hersteller eigene Bussysteme auf den Markt gebracht haben. In industriellen Anwendungen haben sich Systeme wie Profibus, Modbus, CC-Link oder DeviceNet etabliert. Jede Branche nutzt jeweils spezifische Lösungen: In der Gebäudetechnik sind das zum Beispiel KNX, LON (Local Operating Network) oder BACnet (Building Automation and Control Network). Im Automotive-Bereich hat der CAN-Bus (Control Area Network) mit 37,8 Prozent laut Precedence Research den größten Umsatzanteil. Daneben werden heute weitere Bussysteme

wie Local Interconnect Network (LIN), Media-Oriented Systems Transport (MOST), FlexRay oder Ethernet verwendet. Jedes Bussystem hat dabei spezielle Anforderungen im Fokus: LIN zum Beispiel ermöglicht eine kostengünstige Integration von Sensoren und Aktoren in Fahrzeugnetzwerken, während FlexRay in sicherheitsrelevanten verteilten Regelungen eingesetzt werden kann.

## **ETHERNET GEWINNT AN ANTEILEN**

Im Moment gewinnt Ethernet branchenübergreifend an Bedeutung. Dieser Bus wurde bereits in der ersten Hälfte der 1970er-Jahre entwickelt und ist heute der Übertragungsstandard in der IT-Welt. Für industrielle Anwendungen wurde Ethernet so angepasst, dass das System schnell genug ist für die hohen Anforderungen in der industriellen Automatisierung. Zu diesen „Industrial Ethernet“-Protokollen zählt zum Beispiel Profinet, EtherCAT oder Ethernet IP. Wachstumstreiber bei Industrial-Ethernet-Systemen sind höhere Leistung, größere Datenmengen, bessere Echtzeiteigenschaften, die Integration von Safety-Protokollen sowie die Durchgängigkeit in die Büronetzwerke – und damit auch die einfachere Anbindung ans Internet der Dinge und an die Cloud. Um unter anderem auch sicherheitsrelevante

Aufgaben steuern zu können, wurde Ethernet weiterentwickelt: Mit TNS (Time Sensitive Networking) wurden eine Reihe von Standards zusammengefasst, die das Ethernet um Funktionen für die Echtzeitübertragung von Daten erweitert.

## **HERSTELLERÜBERGREIFENDE KOMMUNIKATION**

Bei der Integration einer HMI in komplexe Maschinen besteht allerdings das Problem, dass Geräte verschiedener Hersteller angeschlossen werden müssen. Eine Lösung bietet hier der Datenaustausch-Standard OPC-Unified Architecture (OPC-UA). Er wurde in enger Zusammenarbeit zwischen Herstellern, Anwendern, Forschungsinstituten und Konsortien entwickelt. OPC-UA schlägt die Brücke zwischen IP-basierter IT- und Produktionswelt.

## **FERNSTEUERUNG VON MASCHINEN PER FUNK**

Maschinen, Anlagen und Geräte über eine Funkfernsteuerung zu bedienen, hat viele Vorteile. Eine Funkfernbedienung ermöglicht die freie Wahl des Standortes während eines Prozesses oder einer Aktion. Typische Frequenzbänder für eine Funkfernsteuerung sind 433 MHz und 868 MHz. Das 433-MHz-Frequenzband bietet eine größere Reichweite, allerdings ist das Band aufgrund der hohen Auslastung anfälliger für Störungen als das 868-MHz-Band. Sehr weit verbreitet ist auch die Nutzung des 2,4-GHz-Frequenzbandes. Es ist weltweit frei verwendbar und das einzige Frequenzband, das in allen Ländern ohne Zusatzgenehmigung

genutzt werden darf. Der unproblematische Zugang macht die 2,4 GHz sehr populär und vor allem auch für den nicht professionellen Einsatz interessant. Modellbau, Drohnen oder WLAN-Router arbeiten oft auf dieser Frequenz. Voraussetzung für die Bedienung einer Maschine über eine Fernsteuerung sind stabile Funkverbindungen. Verschiedene Funksysteme verwenden daher LBT-/AFA-Technologien („Listen Before Talk“/„Adaptive Frequency Agility“). Dabei wird zunächst geprüft, ob ein Kanal frei ist. Ist dies der Fall, wird eine Verbindung mittels diesen Kanals aufgebaut. Ist dies nicht der Fall, wird der nächstfolgende Kanal überprüft und gegebenenfalls genutzt. So lassen sich auch Not-Stopp-Funktionen über Funk realisieren.

## **VOM CONSUMER SEGMENT IN DEN PROFIEINSATZ**

Vorreiter in puncto ergonomischer Bedienoberflächen waren Smartphones und Tablets. Ihre Bedienung ist für viele Menschen heute alltäglich – diesen Vorteil macht man sich zunutze und ermöglicht zunehmend die Steuerung professioneller Anwendungen per mobilem Endgerät. Die Verbindung erfolgt dabei je nach Einsatz über ein WLAN-Modem oder per Bluetooth. Aus dem Consumer-Bereich ist die USB-Schnittstelle bekannt. Sie wird heute auch in professionellen Anwendungen genutzt, um eine HMI an eine Steuerung oder Zusatzgeräte wie Maus, Tastatur, Signalleuchten oder Fingerabdruckscanner an das Bedienterminal anzuschließen. **T**

*Ethernet gewinnt  
branchenübergreifend  
als Kommunikations-  
standard an Bedeutung.*

Nutzen Sie  
unseren Anwendungs-  
Support, um passende  
Konnektivitäts-  
lösungen zu finden.

tq@ebv.com



# NATÜRLICHER INTERAGIEREN DANK KI

**Künstliche Intelligenz hat die Interaktion zwischen Mensch und Maschine wie kaum eine andere Technologie zuvor beeinflusst. Mit zunehmender Leistungsfähigkeit sind allerdings auch Regularien erforderlich, um ihre Entscheidungen transparent, nachvollziehbar und sicher zu machen.**

**J**ames Cameron hat mit seinem 1984 erschienenen Film „Terminator“ einen Klassiker geschaffen, der bis heute das Bild vieler Menschen von Künstlicher Intelligenz prägt. Im Kinofilm sollte im Jahr 1997 ein vom Militär entwickeltes Computersystem einen verheerenden Krieg gegen die Menschheit beginnen, um sich selber vor dem Abschalten zu schützen. Mittlerweile befinden wir uns nun schon in den 20er-Jahren des nächsten Jahrhunderts – und die in „Terminator“ und ähnlichen Filmen prophezeiten Horrorszenarien sind nicht eingetreten. Obwohl KI inzwischen in viele Bereiche des beruflichen und privaten Alltag Einzug gehalten hat und heute eine neue Ära der Mensch-Maschine-Zusammenarbeit ermöglicht: Chatbots antworten druckreif auf Fragen, Smart Home-Geräte werden per Sprache gesteuert, Cobots arbeiten Hand in Hand mit dem Menschen. KI-Systeme sind die Basis vieler innovativer Human Machine Interfaces wie Sprach- und Gestensteuerungen.

## VERSUCH EINER DEFINITION

Doch was genau versteht man eigentlich unter Künstlicher Intelligenz? Tatsächlich existiert weder in der Wissenschaft noch in der Praxis bisher eine allgemein anerkannte Definition. Der Entwurf des europäischen „AI-Act“ definiert Künstliche Intelligenz als „Software, die mit einer oder mehreren (...) Techniken (...) für eine gegebene Reihe von durch den Menschen definierten Zielen entwickelt wurde und die Ergebnisse wie Inhalte, Vorhersagen, Empfehlungen oder Entscheidungen erzeugt, die die Umgebungen beeinflussen, mit denen sie interagieren.“ Im Kern nutzt KI dabei Algorithmen und komplexe mathematische Modelle, um Daten zu analysieren und Muster zu erkennen. Ähnlich wie der Mensch soll die KI auch aus Erfahrung lernen, urteilen und selbstständig Probleme lösen – um Aufgaben immer besser ausführen zu können.

## MEHRERE TEILBEREICHE

Der Begriff „Künstliche Intelligenz“ umfasst mehrere Teilbereiche, darunter Maschinelles Lernen und Deep Learning. Beim Maschinellen Lernen (ML) erschließt sich das System selbstständig Zusammenhänge auf Basis von Beispieldaten. So können KI-Systeme eigenständig aus Daten lernen und Probleme lösen, ohne dass dies explizit in Form von Regeln programmiert wurde. Besonders gut eignet sich Maschinelles Lernen für die Erkennung sowie Generierung sogenannter „Muster“ aus vorliegenden Datensätzen – beispielsweise kann das System so erkennen, welche Geste eine Hand vollzieht. Deep Learning geht noch einen Schritt weiter, indem es weitere Aspekte des Lern- und Trainingsprozesses automatisiert. Deep Learning-Algorithmen

Fragen Sie unsere  
Experten aus dem  
Technologie-  
Segment „High-  
End Processing“  
nach KI-  
Prozessoren.

tq@ebv.com

können unstrukturierte Datensätze wie zum Beispiel Texte oder Bilder entschlüsseln, sodass viel weniger menschliches Eingreifen erforderlich ist.

## KI WIRD KREATIV

Dank ChatGPT sind aktuell die jüngsten technologischen Entwicklungen der KI in aller Munde – die sogenannte generative KI- und Foundation-Modelle. Sie sind in der Lage, Inhalte wie Software-Codes, Texte, Bilder oder Musik selbstständig zu erzeugen. Damit grenzt sich generative KI von „klassischer“ diskriminativer KI ab, die darauf ausgelegt ist, Input zu differenzieren und zu klassifizieren, aber keine neuen Inhalte erstellt. Im Vergleich zu früheren KI-Modellen sind generative Systeme besonders leistungsstark, da sie auf Basis einer sehr großen Datenmenge trainiert werden. Durch diese Breite und Menge an Informationen können Foundation-Modelle beispielsweise inzwischen Sprachen übersetzen und strukturiert Aufgaben abarbeiten. In Bezug auf HMI bieten sie unter anderem Vorteile bei der Sprachsteuerung: Die Konversation mit der Maschine ist natürlicher, Antworten können kontextabhängig gegeben werden. Zudem kann generative KI komplexe Befehle besser verarbeiten. Statt einfacher Aktionen können Benutzer detailliertere Anweisungen geben: Die KI kann diese interpretieren, notfalls Rückfragen stellen und adäquate Handlungen generieren.

## GESETZLICHE REGELUNG

Trotz aller Fortschritte – die Künstliche Intelligenz ist auch heute noch weitaus weniger ausgeklügelt als in den Hollywood-Blockbustern dargestellt. Dennoch sind Regularien erforderlich, damit die KI die richtigen Entscheidungen treffen kann. So ist eine KI nur so gut wie ihre Datenbasis, mit der sie trainiert wurde. Es gibt bereits mehrere Beispiele aus der Praxis, dass KI-Systeme eine gewisse „Voreingenommenheit“ (Bias) hatten, weil die Datenbasis nicht divers genug war. Wenn zum Beispiel ein Sprachmodell nur mit einem norddeutschen Dialekt trainiert wurde, hätte das spätere System Probleme, einen Süddeutschen zu verstehen. Um KI sicher und vertrauenswürdig zu machen, hat die Europäische Union eine gesetzliche Regelung auf den Weg gebracht, die

ihre Entwicklung und Nutzung reguliert: den AI-Act. Diese Verordnung, die voraussichtlich in 2026 in Kraft treten wird, soll dafür sorgen, dass die in der EU eingesetzten KI-Systeme sicher, transparent, nachvollziehbar, nicht diskriminierend und umweltfreundlich sind. KI-Systeme sollten von Menschen und nicht von der Automatisierung überwacht werden, um schädliche Ergebnisse zu verhindern. Damit sollte sichergestellt sein, dass der „Terminator“ auch in Zukunft reine Science-Fiction bleiben wird. **TQ**

## Boom der Edge KI-Prozessoren

14,54

Milliarden US-Dollar  
in 2022

54,38

Milliarden US-Dollar  
in 2029

Um KI-Funktionen in Mensch-Maschine-Schnittstellen zu realisieren, sind sogenannte Edge KI-Prozessoren wichtig – sie können die Daten direkt vor Ort auswerten und gewährleisten so eine schnelle Reaktion auf Befehle. Laut Maximize Market Research wird der Markt in den nächsten Jahren mit durchschnittlich 20,1 Prozent pro Jahr wachsen.





# ROBUSTE HMI FÜR RAUE UMGE- BUNGEN

**Klirrende Kälte, Staub, Nässe – Human Machine Interfaces müssen zum Teil extrem rauen Umgebungsbedingungen trotzen. Auch der Schutz vor Vandalismus und Hygieneanforderungen spielt in einigen Einsatzgebieten eine wichtige Rolle.**

**S**ei es im rauen Alltag einer Baumaschine, in der Lebensmittelproduktion oder als öffentliches Terminal in der City – Human Machine Interfaces sind oftmals extremen Umgebungsbedingungen ausgesetzt. Durch den Einsatz qualifizierter Materialien, entsprechend ausgelegter Konstruktionen und die Wahl geeigneter Bedientechnologien können HMI auch unter widrigsten Umständen zuverlässig arbeiten.

#### MECHANISCHE SCHALTER ERSETZEN

Herkömmliche mechanische Taster, die sich durch tatsächliche Berührungen bedienen lassen, sind zwar robuste Komponenten,

doch an mechanischen und beweglichen Elementen können sich leicht Keime oder Verschmutzungen festsetzen. Außerdem lassen sie sich nicht fugendicht in Anlagen einbauen – ein zusätzliches mögliches Einfallstor für Staub und Co. Eine widerstandsfähige und hygienische Alternative stellen kapazitive Taster dar. Sie lassen sich fugendicht in jede Anlage integrieren und verfügen über keine mechanischen Elemente, an denen sich Schmutzpartikel oder Keime festsetzen können. So sind versiegelte, glatte und leicht zu reinigende Bedienoberflächen möglich, die das Eindringen von Feuchtigkeit oder Staub verhindern. ▶

#### Fremdkörper – erste Ziffer

0	Kein Schutz
1	Schutz vor Objekten mit Durchmesser > 50 mm wie einer Hand
2	Schutz vor Objekten > 12 mm wie einem Finger
3	Schutz vor Objekten > 2,5 mm wie einem Kabel
4	Schutz vor Objekten > 1,0 mm wie einem Nagel oder Draht
5	Staubgeschützt – resistent gegen gelegentlichen Staubanfall
6	Staubdicht – kein Eintritt von Staub

#### Flüssigkeiten – zweite Ziffer

0	Kein Schutz
1	Schutz vor senkrecht fallendem Tropfwasser
2	Schutz vor Tropfwasser, wenn das Gehäuse bis zu 15° geneigt ist
3	Schutz vor Sprühwasser bei bis zu 60° Abweichung von der normalen Position
4	Schutz vor Spritzwasser aus allen Richtungen
5	Schutz vor Strahlwasser aus allen Richtungen
6	Wasserfest gegen starkes Strahlwasser
7	Schutz bei Untertauchen (bis zu 1m) für eine begrenzte Zeit
8	Schutz bei dauerhaftem Untertauchen (über 1m)
9	Schutz vor Hochdruck-Strahlwasser aus dem Nahbereich

#### Gut geschützt?

Der Grad des Schutzes, den ein Gehäuse für elektrische Geräte gegen Staub und andere Fremdkörper, zufällige Berührung und Wasser bietet, wird durch den IP-Code beschrieben. IP bedeutet hierbei „Ingress Protection“. Der Code wurde durch die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) in der Norm IEC 60529 definiert. Die erste Ziffer der IP-Klassifizierung gibt den Schutzgrad des Gehäuses eines elektrischen Gerätes gegenüber festen Fremdkörpern an (mit der höchsten Schutzart 6). Die zweite Ziffer der IP-Einstufung steht für die Beständigkeit des Gehäuses gegenüber Flüssigkeiten. Die Schutzarten für Flüssigkeiten reichen bis zur Ziffer 9.

**IP67**

Informieren Sie sich über unsere  
Lösungen und die unserer Partner  
rund um medienresistente HMI.

tq@ebv.com

Chemikalien sein. Touchpanels sollten die Schutzklasse IP67 erfüllen und über einen durchgängig geschlossenen Frontaufbau ohne Schmutzkanten verfügen. Das erleichtert die Reinigung, was beispielsweise in der Lebensmittelindustrie von großer Bedeutung ist. Die Robustheit gegenüber mechanischen Beanspruchungen kann durch die Auswahl gehärteter Gläser sichergestellt werden. In Verbindung mit einer rückseitig laminierten Verbundglasscheibe lassen sich zum Beispiel vandalensichere Touchpanels für öffentliche Anwendungen realisieren. Die kapazitive PCAP-Touch-Technologie erfüllt sowohl Anforderungen aus der Industrie wie auch aus dem Medizinbereich. So ist sie widerstandsfähig gegenüber Wasser und Salzwasser, elektromagnetischer Strahlung und Chemikalien. Darüber hinaus lässt sie sich auch mit Handschuhen bedienen und kann mit antimikrobiellen Oberflächen ausgerüstet werden.

#### KEIMREDUZIERENDE BESCHICHTUNGEN

Mit antimikrobiellen Beschichtungen sind HMI auch für besonders hohe Hygieneanforderungen gerüstet. Generell wird dabei zwischen aktiven und passiven Materialien unterschieden. Passive Beschichtungen verhindern die mikrobielle Besiedlung allein durch die Oberflächenstruktur. Durch den sogenannten Lotus-Effekt wird das Anhaften der Mikroorganismen an der Materialoberfläche unterbunden. Demgegenüber enthalten aktive antimikrobielle Materialien biozide Bestandteile, die Mikroorganismen an der Zellwand, im Stoffwechsel oder in der Erbsubstanz (Genom) angreifen. Um hohen Ansprüchen an die Hygiene gerecht zu werden, wird empfohlen, Schaltergriffe und Bedienoberflächen für Touchanwendungen mit Beschichtungen mit Log.-Reduktionswerten von 5,25 (Desinfektion) bis 6,05 (Sterilisation) zu versehen.

#### AUCH AUF DAS INNERE KOMMT ES AN

Vibrationen, extreme Temperaturen und Chemikalien wirken nicht nur auf die Oberfläche einer Mensch-Maschine-Schnittstelle. HMI-Baugruppen bestehen in der Regel aus einer Vielzahl von Schichten oder Bauteilen. Klebstoffe und Dichtungsmaterialien stellen sicher, dass thermische und elektrische Kontakte konstant verbunden bleiben, mögliche Schäden durch Überhitzung verhindert werden und HMI vor Kurzschlüssen, Eindringen von Verunreinigungen oder mechanischem Versagen durch Vibrationen geschützt sind. Bei rauen Umgebungsbedingungen müssen zum Beispiel Display-Layer-Bindungen eine angemessene Schälhaftung, Scherfestigkeit und Schlagfestigkeit aufweisen. Darüber hinaus sind Schwingungs- und Schockdämpfer sowie Dichtungen unverzichtbare Komponenten des HMI-Designs. Dünne und leichte Schäume absorbieren Vibrationen und Stöße sehr effektiv und sind gleichzeitig flexibel genug, um in vordefinierte Gehäuseabmessungen zu passen und Temperaturwechselschwellungen und -kontraktionen zu berücksichtigen.

All diese Materialien dürfen bei rauen Bedingungen nicht ihre Funktion verlieren, indem sie sich zum Beispiel bei extremen Temperaturen zusammenziehen, austrocknen oder ausgasen. Entsprechend sorgfältig sollte beim Design einer HMI für raue Umgebungsbedingungen auch auf die Materialien für Klebstoffe, Dichtungen und Co. geachtet werden. **T**

#### DICHTE TASTATUREN

Elastomertastaturen bieten ein angenehmes, fühlbares Feedback beim Drücken der Tasten durch eine Schicht von Schaltern darunter. Sie zeichnen sich durch eine hohe Witterungsbeständigkeit in rauen Umgebungen, Feuchtigkeits- und Chemikalienbeständigkeit aus. Elastomertastaturen werden eingesetzt, wenn dreidimensionale Tasten in Umgebungen mit hoher Feuchtigkeit benötigt werden, wie zum Beispiel in der Schifffahrt oder im Verteidigungsbereich.

Im Lebensmittel-, Labor- und Medizinsektor spielt die Folientastatur aufgrund einer geschlossenen Oberfläche, der Resistenz gegen Chemikalien und der Dichtheit gegenüber Flüssigkeiten und Staub eine wichtige Rolle. Die klassische Folientastatur besteht aus etwa acht Ebenen, wovon in der späteren Anwendung nur die oberste Ebene, die „Frontfolie“ zu sehen ist. Das eigentliche Schaltelement, die Schnappscheibe, ist zwischen den verschiedenen Ebenen platziert und somit gut gegen Staub und Feuchtigkeit geschützt. Integrierte Acryl-Inlays verhindern zudem eine Deformation der Schnappscheibe.

#### PFLEGELEICHTE TOUCHPANELS

In rauen Einsatzbereichen sollten Touchpanels mit kratzfesten und stoßunempfindlichen Oberflächen und Bedienteilen ausgerüstet sein. Sie müssen hohen Beanspruchungen durch Strahlwasser, Dampf und Schmutz standhalten und dicht gegen Schadgase sein. Die komplette Oberfläche des Eingabesystems muss resistent gegen Öl, Lösungsmittel und aggressive

# We create outstanding technology brands

Wie viel Herz braucht eine Idee, um zu berühren? Und wie viel Verstand, um zu überzeugen? Die auf Technologiethemen spezialisierte Fullservice-Agentur IndustryAgents kreiert und realisiert Marketing mit fundiertem Fachwissen und Liebe für exzellentes Design. Mit einem Team aus Fachredakteuren, Designern und Kreativen bringen wir Ihre Lösungen rund um Elektronik, Robotik, Smart Cities oder IoT in die Köpfe Ihrer Kunden.

[www.industryagents.de](http://www.industryagents.de)

# BESSERE BEDIENUNG DANK FEEDBACK

**Mit Feedback-Technologien können Human Machine Interfaces eine Rückmeldung an den Menschen geben. Die Anwendungsmöglichkeiten reichen von einer einfachen Bestätigung des empfangenen Befehls bis hin zur Übermittlung vielfältiger Informationen.**

**D**ie Interaktion zwischen Mensch und Maschine ist in der Regel nicht einseitig, sondern vielmehr eine Art von Kommunikation: Der Bediener gibt einen Befehl und erhält ein Feedback, ob der Befehl angekommen ist. Bei Kipphebeln ist das zum Beispiel die geänderte Position, bei Drucktastern oftmals ein gewisser Widerstand, der überwunden werden muss, teils gekoppelt mit einer Kontrollleuchte. Wichtig für Bediener vieler Maschinen ist auch ein direktes Feedback zur Kraft oder zum Drehwinkel, die durch das Bedienteil ausgelöst wird. Beispiel: Ein Baggerführer fühlt durch den Widerstand des Bedienhebels eines hydraulischen Systems, wie stark die Kraft ist, mit der die Schaufel ins Erdreich eindringt. Ähnliches gilt für Werkzeugmaschinen: Über mechanische Bedienteile übertragen sich Kraft und Schwingungen direkt auf die Hand und den Körper des Bedieners.

## MIT GEFÜHL BEDIENEN

Mit der Einführung elektronischer Steuerungen und Bedienelemente ist dieses haptische Feedback verlorengegangen. Doch

dank der Mikroelektronik lässt sich das Gefühl in modernen Human Machine Interfaces nachbilden. Ganz allgemein erfassen dazu Sensoren die Kraft, die der Mensch am Bedienteil aufbringt. Zusätzliche Sensoren messen, falls erforderlich, auch die Kraft oder den Winkel am ausführenden Teil – also am Werkzeug, an der Schaufel eines Baggers oder am Rad eines Autos. Mikro-Aktuatoren am Bedienteil können basierend auf diesen Messwerten dann zum Beispiel eine spürbare Gegenbewegung bewirken. Die dabei eingesetzten Technologien werden unter dem Begriff „Force Feedback“ zusammengefasst.

## GAMING-BEREICH WEGWEISEND

Bekannt sind derartige Systeme schon länger aus dem Gaming-Bereich, zum Beispiel bei Fahrsimulatoren: Ein Lenkrad mit Force Feedback-Technologie erzeugt Vibrationen und ahmt die Schwerkraft nach. High End-Systeme wählen sich dabei in die Physik und die Audio-Engine eines Spiels ein, um ein ultrarealistisches Erlebnis zu ermöglichen. Der Spieler fühlt in Echtzeit

## Markt für haptische Touchscreens wächst rasant

17,32

Milliarden US-Dollar  
in 2022

47

Milliarden US-Dollar  
in 2030

Quelle: Verified Market Research

das Dröhnen des Motors seines virtuellen Rennwagens, die Reifentraction, die Beschaffenheit des Geländes der Strecke und das Feedback des Lenkrads. Es fühlt sich also so an, als ob man hinter dem Steuer eines realen Wagens sitzt.

## FEEDBACK VOM AUTO

Force Feedback-Lösungen findet man aber nicht nur in virtuellen Fahrzeugen, sondern zunehmend auch in realen: Gerade im Kontext des hochautomatisierten Fahrens wird das klassische Lenkrad mit mechanischer Lenksäule durch mechatronische Aktuatorik ersetzt – dabei spricht man von Steer-by-Wire. Dank Force Feedback vermittelt das mechatronische Lenkrad aber genau das gleiche Feeling wie ein klassisches mechanisches. Darüber hinaus lassen sich Zusatzfunktionen realisieren – zum Beispiel ein Vibrieren des Lenkrads, wenn das Auto erkennt, dass der Fahrer müde wird.

Auch Pedale für Gas und Bremse werden mit Force Feedback ausgerüstet. Derartige aktive Gaspedale mit integriertem Aktor

Von MEMS bis Signalleuchte –  
informieren Sie sich über Feedback-  
Lösungen aus unserem Netzwerk.

tq@ebv.com

und frei programmierbaren haptischen Signalen können den Autofahrer zum Beispiel bei einem möglichst sparsamen Fahrstil unterstützen: In Abhängigkeit etwa des jeweils gewählten Fahrprogramms lässt sich unter anderem ein variabler Druckpunkt im Pedalweg erzeugen, der dem Fahrer die optimale Gaspedalstellung signalisiert.

## HAPTISCHE TOUCHSCREENS

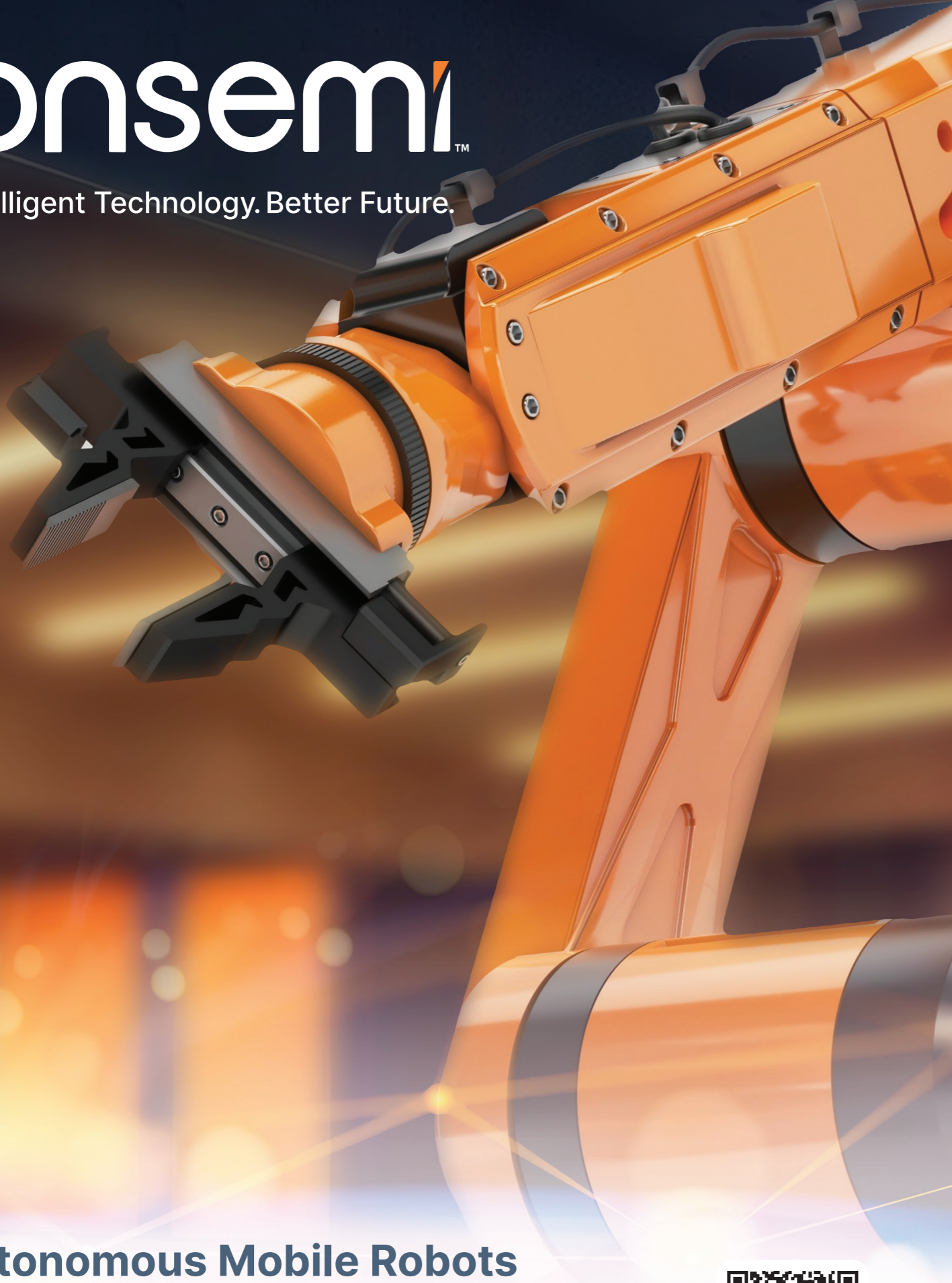
Selbst Touchscreens, die als HMI immer beliebter werden, lassen sich mit Feedback-Funktionen ausstatten. Werden Touchscreens durch Sensoren ergänzt, die den Druck des Fingers auf die Oberfläche messen, löst nicht bereits eine Berührung eine Aktion aus, sondern erst das Drücken der Taste. Den empfangenen Befehl kann das Display dann beispielsweise über eine Vibration quittieren. Sie wird unter anderem durch elektrostatische Aktuatoren verursacht. Diese Haptik-Technologie zeichnet sich durch einen Hub von bis zu 0,8 Millimeter aus, was ein tastenähnliches Feedback ermöglicht. Alternativ werden Piezo-Aktuatoren in das Display integriert. Diese Technologie liefert ein stärkeres und präzises Haptik-Event. Im Gegensatz zu elektrostatischen Aktuatoren ist die Auslenkung bei Piezo-Aktuatoren deutlich kleiner und bewegt sich in einem Bereich von bis zu 0,3 Millimeter.

## BERÜHRUNGSLÖS DEN TASTSINN ANSPRECHEN

Immer häufiger werden Bedienelemente allerdings vollständig berührungslos gesteuert, zum Beispiel durch Blicke, Handgesten oder Sprachsteuerung. Ein Feedback auf die Steuerung bekommen Nutzer bisher in Form von Displayanzeigen oder akustischen Signalen. Am Institut für Konstruktionstechnik und Technisches Design der Universität Stuttgart wird daran gearbeitet, auch dort ein haptisches Feedback zu ermöglichen. Dabei wird auf Ultraschallwellen gesetzt: Sie werden zum Beispiel als Kreise, Dreiecke oder sich bewegende Punkte auf die Handfläche projiziert und verursachen dort ein Kribbeln. Hat man die Sprache dieser Signale gelernt, hilft dies dabei, die Hand in die richtige Richtung und in der richtigen Geschwindigkeit zu bewegen. Feedback-Technologien sind ein wichtiger Bestandteil von Human Machine Interfaces. Sie verbessern das Nutzererlebnis und eröffnen neue Möglichkeiten in der Optimierung von sicheren und effizienten Arbeitsabläufen. **TQ**

# onsemi™

Intelligent Technology. Better Future.



## Autonomous Mobile Robots

onsemi offers solutions such as advanced Image Sensors, Position Sensors as well as Communications Solutions to develop robust AMRs.



Learn More

## APPLIKATIONEN

Human Machine Interfaces sind zu einem unverzichtbaren Bestandteil moderner Maschinen und Geräte geworden – sei es in industriellen Prozessen, der Medizintechnik, im Auto oder im Smart Home. Moderne HMI-Technologien haben zu erheblichen Fortschritten in Bezug auf Effizienz, Benutzerfreundlichkeit und allgemeiner Systemleistung geführt. Die Kombination von KI und HMI-Technologien verstärkt diese Vorteile noch weiter, indem sie intuitivere, kontextbezogene und personalisierte Interaktionen zwischen Mensch und Maschine ermöglicht.

# USER EXPERIENCE BEI MASCHINENBEDIENUNG RÜCKT IN DEN FOKUS

**Bediener von Werkzeugmaschinen müssen sich auf ihre Arbeit konzentrieren können. Bei der Entwicklung von Human Machine Interfaces in der Industrie rückt daher immer mehr eine intuitive, multimodale Bedienung in den Fokus. Klassische Bedienelemente werden durch virtuelle Schalter auf Touchscreens ersetzt, die zukünftig durch Gesten- und Spracherkennung ergänzt werden.**

**H**eutzutage erfordert die Bedienung komplexer CNC-Werkzeugmaschinen noch eine mehrjährige Ausbildung und solide technische Kenntnisse. Doch die Branche leidet zunehmend unter einem Mangel an entsprechend qualifizierten Fachkräften. Die Hersteller reagieren darauf, indem sie Maschinen entwickeln, die intuitiv zu bedienen sind. Aktuelle Werkzeugmaschinen sind in der Lage, durch integrierte Feedbacksysteme und der Anzeige von visuellen Handlungsaufforderungen die Bedienbarkeit so zu vereinfachen, dass auch wenig erfahrene Bediener in kurzer Zeit das Handling der Maschine verstehen.

## INTUITIVE BEDIENBEREICHEN

Ein Beispiel hierfür ist das Bedienkonzept „C.O.R.E.“ des Werkzeugmaschinenherstellers United Grinding, das in 2022 von der Jury der UX Design Awards für die User- und Customer Experience ausgezeichnet wurde. Kern des Human-Machine-Interface ist ein Multitouch-Display, das auf Tasten weitestgehend verzichtet. Selbsterklärende Icons vereinfachen die Navigation durch das Maschinenmenü und die Prozessschritte. Jeder Bediener kann sich seine Bedienoberfläche individuell konfigurieren. Über einen RFID-Chip mit hinterlegtem Rollenprofil identifiziert sich der Anwender und „seine“ Oberfläche wird automatisch aufgerufen. „Uns war es wichtig, dass die neue Bedienung alle Generationen von Nutzern anspricht“, erläutert Christoph Plüss, CTO der United Grinding Group. „Wir haben uns daher an den Bedienkonzepten orientiert, die heute in der Konsumelektronik weit verbreitet sind und mit denen praktisch jeder aus dem Alltag vertraut ist.“

## FERNBEDIENUNG PER SMARTPHONE

Dazu gehören mehr und mehr auch kabellose HMI-Lösungen, die über Wi-Fi und Bluetooth verbunden werden können. Sie bieten

ein Maximum an Bewegungsfreiheit und Flexibilität. Zunehmend wird auch darüber nachgedacht, bei der Maschinenbedienung auf Industrie-Hardware zu verzichten und stattdessen Standardgeräte aus dem Consumer-Bereich zu verwenden. Schon heute ist es üblich, dass Maschinendaten per App auf einem Smartphone oder Wearable abgerufen werden können. Allerdings ist eine wirkliche Bedienung der Maschine aktuell nur für die nicht zeitkritische Ablaufsteuerung realistisch, denn Consumer-Geräte verfügen nicht über die erforderliche Sicherheitsarchitektur, um die funktionale Sicherheit zu gewährleisten. Angesichts der Tatsache, dass Smartphones und Tablets vor allem durch ihre einfache Handhabung bestechen, könnte diese Technik aber durchaus die Automatisierung in naher Zukunft bestimmen.

## SPRACHGESTEUERTE BENUTZERSCHNITTSTELLEN

Vor allem als Ergänzung traditioneller grafischer Benutzeroberflächen werden zunehmend auch sprachgesteuerte Benutzeroberflächen in industrielle HMI-Konzepte eingebunden. Durch die steigende Genauigkeit und Leistungsfähigkeit der Technologie zur Verarbeitung natürlicher Sprache (NLP) können Maschinen damit komplexe Sprachbefehle verstehen und entsprechend reagieren. Das Unternehmen Voice Inter Connect bietet zum Beispiel eine Sprachsteuerung für Industrieanwendungen als fertiges Kit an. Echtzeitfähigkeit, KI-basierte semantische Analysen und Algorithmen für Beamforming und Noise-Cancelling sorgen für hohen Bedienkomfort und Audioqualität. Das System kann zudem akustisches Feedback in Form von Eingabeaufforderungen oder Text-to-Speech für die Sprachausgabe aufbereiten. Dank lokaler Sprachverarbeitung benötigt die Sprachsteuerung keine Internetverbindung und erfüllt damit hohe Ansprüche an Sicherheit und Datenschutz.



## ZUSTIMMUNG PER GESTE

Eine natürliche Ergänzung der Mensch-Maschine-Schnittstellen für Werkzeugmaschinen könnte auch eine Gestensteuerung sein. Doch „die Bedienung von Maschinen über Interfaces ist sehr visuell geprägt“, wie Prof. Dr.-Ing. Katrin Wolf, Leiterin der Forschungsgruppe „Human-Computer-Interaction“ an der Berliner Hochschule für Technik erläutert. Noch würden Handbewegungen kaum für die Interaktion genutzt. Eine Begründung hierfür: „Für die Menschen ist es unbequem, Gesten zu erlernen und anschließend korrekt auszuführen, ohne visuelles Feedback oder Unterstützung bei Fehlern zu erhalten.“ Im Forschungsprojekt WINK erforscht das Team um Prof. Wolf daher, wie sich Rückmeldungen über taktile Reize geben lassen. Dafür konstruieren die Wissenschaftler spezielle Armbänder für den Unterarm, die spürbare Signale an die Haut übertragen können. Die Forscher kooperieren dabei mit der Firma Trumpf. Der Werkzeugmaschinenhersteller will die Arbeit mit einem Lasercutter

effizienter machen. An einer Seite schieben die Bediener die Stahlplatten in die Industriemaschine, auf der anderen Seite kommen zugeschnittene Bauteile heraus. Dort überprüfen die Angestellten deren Qualität. Sind fehlerhafte Zuschnitte darunter, müssen sie auf die andere Seite der Maschine gehen und an einer Tastatur den Befund vermerken. Die Idee: Mit einer simplen Handbewegung, etwa in Form eines Hakens, der ein „OK“ symbolisiert, könnten die Mitarbeiter der Maschine Rückmeldung geben, ohne hin- und hergehen zu müssen. Zur Gestenerkennung kommt bei Trumpf ein Armband von Kinemic zum Einsatz. Es erkennt zweidimensionale Gesten anhand der Bewegung, gibt jedoch nur Ton sowie Vibration über einen verbauten Motor zurück. Das Team um Prof. Wolf will aber komplexere Vibrationsmuster realisieren und dazu mehr Motoren integrieren. Ein Prototyp existiert bereits. Dennoch: „Der Einsatz von Haptik für die Steuerung digitaler Geräte wird noch viele Jahre ein Forschungsfeld bleiben“, ist Prof. Katrin Wolf überzeugt. **TQ**

# HMI, DAS FENSTER ZUR SEELE DER TECHNIK, ÖFFNET SICH WEITER

**Mensch-Maschine-Schnittstellen (Human Machine Interfaces, HMI) werden zunehmend an neuen und unerwartenden Orten eingesetzt, was jedoch eine Reihe von Herausforderungen mit sich bringt. Wie können Unternehmen aufwendige Animationen und „intelligente“ Benutzeroberflächen (User Interfaces, UIs) auf den neuesten Embedded-Systemen erstellen und gleichzeitig die Kosten niedrig halten?**

Mensch-Maschine-Schnittstellen veranschaulichen, was „Information greifbar machen“ bedeutet. Indem sie Tasten durch Displays und grafische Darstellungen ersetzen, haben sie die Art und Weise verändert, wie Menschen mit Technologie interagieren. In den 90er-Jahren liefen HMI auf PCs und CRTs (Röhrenmonitoren), sodass Ingenieure dank Ethernet, GPUs und Windows von einer großen Flexibilität profitierten. Seitdem HMI jedoch nicht mehr nur auf PCs, sondern auf Embedded-Systemen und LCDs laufen, sind sie allgegenwärtig geworden. Viele Analysten bezeichnen das Smartphone als den „Kanarienvogel in der Kohlenmine“, der gezeigt hat, dass stromsparende Arm-Architekturen grafische Schnittstellen ausführen können. Außerdem haben Software- und Sensorinnovationen energieeffiziente Konzepte für batteriebetriebene Systeme ermöglicht. Diese neue Realität bringt jedoch auch besondere Herausforderungen mit sich.

## WAS SIND HMI UND WARUM SIND SIE SO WICHTIG?

Einfach ausgedrückt ist ein HMI eine Benutzeroberfläche, die die Steuerungs- und Überwachungsfunktionen eines Systems darstellt. Sie ist oft interaktiv dank eines Touchscreens oder Tasten und sehr verbreitet, da sie die Produktivität steigert, indem sie komplexe Systeme einfacher bedienbar und Daten leichter zugänglich macht. Da HMI heute auch auf Mikrocontrollern laufen, können sie überall eingesetzt werden. Folglich müssen die Ingenieure portierbare Schnittstellen entwickeln, die für unterschiedliche Bildschirmgrößen und Hardwarespezifikationen geeignet sind. Das bedeutet, dass man mit sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen zurechtkommen und gleichzeitig

die Kosten niedrig halten muss. Außerdem werden HMI immer komplexer, da die Entwickler Funktionen wie Over-the-Air-Updates und Maschinelles Lernen hinzufügen, die eine Benutzeroberfläche erfordern. Einfach ausgedrückt: HMI müssen mehr Aufgaben erfüllen und auf mehr Plattformen laufen, ohne dass die Kosten steigen.

## EINE LÖSUNG AN DER VERBINDUNG VON HARDWARE UND SOFTWARE

Um diese Herausforderung zu lösen, hat ST Bausteine wie den STM32MP13, den STM32MP2 und den STM32U599 auf den Markt gebracht, um nur drei zu nennen. Die ersten beiden Mikroprozessoren haben einen Cortex-A7 beziehungsweise Cortex-A35, was bedeutet, dass auf ihnen Embedded Linux und alle dazugehörigen grafischen Frameworks ausgeführt werden können. Sie gehören außerdem zu den preiswertesten Bauteilen ihrer Art, wobei der STM32MP13 weniger als vier Dollar kostet. Beide unterstützen zahlreiche Kommunikationsschnittstellen, wie zum Beispiel Gigabit Ethernet. Der STM32MP2 bietet sogar Kompatibilität für TSN (Time-Sensitive Networking), was bedeutet, dass Ingenieure HMI in Systeme mit strengen Anforderungen einbauen können, ohne ihre Stückliste zu sprengen. In ähnlicher Weise öffnet die STM32U599 MCU dank ihrer NeoChrom GPU die Türen zu HMI, die bisher auf Mikrocontrollern in dieser Preisklasse nicht möglich waren. Diese ST-Technologie bietet eine neue Hardware-Beschleunigung, die eine höhere Bildrate und flüssigere Animationen ermöglicht. Die Hersteller von Benutzeroberflächen demonstrieren nun ihre Produkte basierend auf unseren Bausteinen, die zeigen, wie HMI mit immer mehr Funktionen auf einer breiten Palette von MPUs und MCUs ausgeführt und dabei die Kosten niedrig gehalten werden können. HMI sind auch dank neuer Sensoren effizienter und komfortabler geworden. Der neue Thermo-Metalloxid-Halbleiter (TMOS) STHS34PF80 von ST beispielsweise verwendet einen Infrarotsensor mit einer Wellenlänge zwischen 5 µm und 20 µm. Er ermöglicht die Präsenzerkennung mit einem Bruchteil des Stromverbrauchs und der Kosten, die für einen herkömmlichen Sensor mit einem komplexeren VCSEL erforderlich wären. Dies erhöht die Gesamteffizienz erheblich und erlaubt den Einsatz von HMI auf immer mehr Systemen. ST arbeitet zwar mit zahlreichen Herstellern von Grafik-Frameworks zusammen, bietet aber auch TouchGFX an, ein kostenloses Framework, das alle in



STM32-Bauteilen integrierten Hardware-Funktionen nutzt. Das ermöglicht die Nutzung von Hardware-IPs einfach per Knopfdruck im TouchGFX Designer, was die Arbeitsabläufe erheblich optimiert.

## WAS KOMMT ALS NÄCHSTES?

Die zunehmende Anwendung von Maschinellem Lernen in Edge-Umgebungen führt dazu, dass Anwender intelligentere HMI mit modularen Schnittstellen und kontextbezogenen Applikationen erwarten. Aus diesem Grund verfügt der STM32MP2 über einen Neural Network Accelerator. ST ist sich der Tatsache bewusst, dass Entwicklungsteams frühzeitig auf Trends reagieren müssen, wenn sie der Zeit voraus sein wollen. Da immer mehr Anwender eine HMI bei Produkten erwarten, die bisher keine hatten, müssen Ingenieure Wege finden, sie in eine Vielfalt von Systemen zu integrieren. Deshalb bietet ST regelmäßig Webinare, Blogbeiträge, Dokumentationen und technische Demos an, um

zu verstehen, wie man mit den jeweiligen Anforderungen umgeht. Der Schlüssel zu den HMI-Innovationen von morgen liegt nicht nur in einem Produktportfolio, sondern auch in einer anderen Denkweise darüber, wie wir als Branche HMI entwickeln und wie sie unsere Beziehung zur Technologie im nächsten Jahrzehnt verbessern werden.

# BEHUTSAMES MIT EINANDER

**Kollaborierende Roboter arbeiten in unmittelbarer Nähe zu Menschen – sogar im Team. Die Interaktion zwischen Mensch und Maschine ist also sehr eng und direkt. Über eine Vielzahl an Sensoren nimmt der Roboter den Menschen wahr und passt seine Bewegungen an ihn an.**

**S**eit einigen Jahren drängt eine neue Generation an Robotern auf den Markt, die die Automatisierung von Abläufen bei gleichzeitig geringen Kosten und unkomplizierter Zusammenarbeit mit Menschen ermöglicht: die Cobots. Prof. Dr. Robert Grebner, Präsident der Technischen Hochschule Würzburg-Schweinfurt: „Cobots sind ein wichtiger nächster Schritt auf den Weg in die Automatisierung komplexer Bewegungsabläufe. Überall, wo körperlich anstrengende und monotone Arbeiten stattfinden, werden Cobots die Arbeit für den Menschen erleichtern, indem sie in Arbeitsprozesse integriert werden.“

Finden Sie mit  
uns passende  
Sensor- und  
Antriebslösungen  
zur Integration in  
Ihre Cobots.

tq@ebv.com



32

**Prozent Plus jedes Jahr**  
Der globale Markt für Cobots wächst von  
1,23 Milliarden US-Dollar in 2022 auf  
11,04 Milliarden US-Dollar in 2030

Quelle: Grand View Research

## Was ist ein Cobot?

Ein Cobot, oder kollaborativer Roboter, ist ein Roboter, der eine Reihe von Sicherheitsmerkmalen und Eigenschaften besitzt, die es ihm ermöglichen, nicht nur in der Nähe von Menschen zu arbeiten, sondern oft auch in Zusammenarbeit mit ihnen.

Kameras. Die Kombination von Reaktionszeiten (Lidar: 50 Millisekunden, Kamera: 10 Millisekunden) und Überwachungsbereichen (Lidar: größere Bereiche; Kamera: Nahfeld) erlaubt nun schnellere Bewegungen des Roboters. Zwar muss bei menschlicher Annäherung auch weiterhin das Tempo gedrosselt werden, aber deutlich weniger als bisher: Rund 25 Prozent schnellere Roboterbewegungen bedeuten einen erheblichen Effizienzgewinn.

## SENSOREN EFFIZIENT VERDRAHTEN

Die zahlreichen Systeme, die für die Sicherheit des Menschen sorgen, erfordern in traditionellen Roboterarchitekturen viele Kabelverbindungen für Sensoren und Aktoren. Deutlich reduzieren lässt sich der Verkabelungsaufwand durch den Einsatz der FSoE-Technologie, oder Fieldbus-Safety over EtherCAT. Fraunhofer IWU, NexCobot und Synapticon haben gemeinsam eine entsprechende Sicherheitsarchitektur entwickelt. Sie ist dezentral ausgelegt und ermöglicht ein sicheres Miteinander von Mensch und Roboter auch dann, wenn sich die Arbeitssituationen dynamisch verändern – bei deutlich reduziertem Verkabelungsaufwand. „Ein intelligentes Sicherheitssystem überwacht die relevanten Bereiche und passt die Robotersteuerung situativ an jede denkbare Interaktion zwischen Mensch und Roboter an“, betont Dr. Mohamad Bdiwi, Teamleiter Kollaborative Robotersysteme am Fraunhofer IWU. Ein weiterer Vorteil: Da die Sicherheit der Bewegungsabläufe direkt an der Antriebsachse überwacht wird, verstreicht deutlich weniger Reaktionszeit.

## HANDGEFÜHRTES TEACHING

Doch nicht nur bei der Zusammenarbeit unterscheiden sich Cobots von klassischen Industrierobotern in ihrer Interaktion mit dem Menschen, auch beim Programmieren. Denn auch ein Mensch, der kein Roboter-Experte ist, soll dem Cobot schnell und einfach eine neue Aufgabe „beibringen“ können. Zum einen wird dabei auf grafische Programmiersysteme oder auch Apps für Tablets oder Smartphones gesetzt, die keine spezifische Ausbildung voraussetzen. Vor allem aber lernt der Cobot die Ausführung bestimmter Aufgaben, indem der Mensch ihn buchstäblich an die Hand nimmt: Der Mitarbeiter führt manuell den Roboterarm durch das geforderte Bewegungsprofil. Über zusätzliche Bedienknöpfe „am Handgelenk“ werden die jeweiligen Positionen gespeichert – so muss nicht immer jede Position auf dem Handbedienpanel des Roboters bestätigt werden. Durch das sogenannte handgeführte Teaching ist der Cobot sehr schnell einsatzbereit – Mensch und Maschine arbeiten hier tatsächlich Hand in Hand. **T**

Um die Sicherheit des Menschen zu gewährleisten, sind quasi die gesamten Cobots eine einzige Mensch-Maschine-Schnittstelle. Denn nahezu jede ihrer Komponenten ist mit Sensorik ausgestattet, um Menschen zu erkennen. So ist es im Gegensatz zu klassischen Robotik-Anwendungen möglich, dass auf Schutzzäune oder ähnliches verzichtet werden kann.

## WAHRNEHMUNG DES UMFELDS

So überprüft eine sensible Kraftüberwachung kontinuierlich Drehmoment und Drehzahl der verschiedenen Antriebe. Stößt der Roboter auf ein Hindernis – was auch ein Mensch sein kann – wird sofort die Bewegung gestoppt oder sehr vorsichtig und behutsam weitergeführt. Weitere Sensoren ermöglichen die Wahrnehmung des Umfelds. Die Roboter können so ihre Arbeitsweise frühzeitig anpassen, wenn sich ein Mensch nähert. Beim schwedischen Beleuchtungshersteller Fagerhult Belysning arbeiten zum Beispiel drei Cobots von Motoman. Die Roboter mit jeweils zehn Kilogramm Tragkraft übernehmen unter anderem komplexe Montageschritte. Die Besonderheit: Die Cobots wechseln zwischen klassischem Industrieroboter-Modus mit voller Geschwindigkeit und einem sicheren kollaborativen Modus. Dazu erkennen Sicherheitsscanner, ob sich ein Mitarbeiter dem definierten Sicherheitsbereich nähert und bremsen dann auf ein ungefährliches Tempo herab.

## JE NÄHER, DESTO LANGSAMER

Das Sicherheitssystem „sBot Speed“ von Sick ermöglicht darüber hinaus eine adaptive Wahrnehmung des Umfelds: Durch die Koordination von Laserscanner und Sicherheitssteuerung wird der Roboter kontinuierlich verlangsamt, während sich eine Person weiter in den Arbeitsbereich des Roboters bewegt, bis er schließlich vollständig zum Stillstand kommt. Die Möglichkeit, die Betriebsbedingungen des Roboters automatisch an die Position von Personen im Umfeld anzupassen, schützt vor Unfallgefahren und verbessert gleichzeitig die Produktivität, denn Stillstandszeiten werden reduziert und Arbeitsabläufe optimiert.

## SMARTE SICHERHEITZONEN

Einen etwas anderen Ansatz verfolgt ein Forscherteam vom Fraunhofer IWU. Das Team teilte die Wahrnehmungsbereiche des Roboters neu ein – in smarte Zonen. Bei schnelleren Bewegungen „wächst“ eine solche Zone, um ein Kollisionsrisiko mit Menschen auszuschließen. Für die Umfelderkennung kommt dabei Lidar-Sensorik (Light Detection and Ranging), die über gepulstes Laserlicht Objekte erkennt und kategorisiert, ebenfalls zum Einsatz wie

# VOLLE KONTROLLE BEI OFF-ROAD-MASCHINEN

**Mobile Arbeitsmaschinen haben in den vergangenen Jahren vielfältige technische Weiterentwicklungen erfahren, um die Effizienz bei der Arbeit und die Sicherheit zu verbessern.**

**A**uch bei Land- und Baumaschinen rückt der Mensch immer weiter in den Mittelpunkt der Mensch-Maschine-Kommunikation. Das bedeutet, dass die Branche zunehmend herkömmliche Bedienkonzepte überdenken muss: „Die Baustelle der Zukunft ist ein stärker vernetzter Ort und die sogenannte Gamification wird eine wichtige Rolle spielen. Der demografische Wandel und die Vorlieben der Verbraucher drängen unsere Branche in Bereiche, die im Maschinensektor bisher unbekannt waren oder unzureichend genutzt wurden“, erklärt Vijayshekhar Nerva, Head of Innovation and Acceleration bei Doosan Bobcat EMEA.

## PER SMARTPHONE GESTEUERTER LADER

Anschaulich zeigt das die Fernsteuerung per Smartphone, die Bobcat entwickelt hat. Damit kann der Bediener seinen Komplettlader innerhalb von Sekunden fernsteuern, ohne sich um zusätzliche Geräte kümmern zu müssen. Per Smartphone kann die

Maschine in eine staubige oder potenziell unsichere Umgebung geschickt werden und erledigt dort ihre Arbeit, während der Bediener in sicherer Entfernung bleibt. Die Fernsteuerung kommuniziert über ein WLAN-Signal mit dem iOS-Gerät des Kunden und arbeitet in einer Reichweite von bis zu 100 Metern.

## BEDIENUNG PER TOUCH

Doch auch die Bedienelemente in der Fahrerkabine entwickeln sich weiter. Da Land- und Baumaschinen über immer komplexere Funktionen verfügen, finden auch im Off-Road-Sektor Touchscreens zunehmend Einsatz. Denn mit ihnen lässt sich eine Vielzahl von Informationen gezielt aufrufen und anzeigen. Mit speziellen Druckgussgehäusen und robusten Klebtechnologien halten Touchscreens auch den in diesem Bereich unvermeidbaren Schlägen und Vibrationen stand. Dabei bietet der integrierte PCAP-Touch optimale Voraussetzungen für eine komfortable Steuerung von Maschinenfunktionen. PCAP steht

für „Projected Capacitive Touch“. Bei dieser Technik wird eine Fenster- oder Glasoberfläche tastsensitiv ausgeführt, sodass die Benutzer agieren können, wie sie es von einem Tablet oder Smartphone mit Touchscreen gewöhnt sind.

## KOMMUNIKATION PER VIBRATION

Da der visuelle und akustische Sinneskanal des Maschinenführers im Arbeitsalltag eh schon stark gefordert ist, hat das Unternehmen elobau ein Vibrationsmodul für Joysticks entwickelt. Mithilfe bestimmter Vibrationsmuster lässt sich eine hochwertige taktile Rückmeldung erzeugen, die die Mensch-Maschine-Kommunikation effizienter gestaltet. Der Vibrationsmotor des Moduls wird von einem Elektronikmodul über den CAN-Bus angesteuert. Hersteller können über das CAN-Protokoll unterschiedliche Parameter wie Stärke, Dauer oder Anzahl der Vibrationen definieren. Diese Parameter erzeugen individuelle, auf die Anwendung angepasste und vor allem intuitive Vibrationseffekte. So lässt sich der zu transportierende Informationsgehalt deutlich erhöhen, verglichen mit einfachen punktuellen Klopfsignalen.

## ADAPTIVES KONZEPT

Mit der Vielzahl an Funktionen, die in heutigen Arbeitsmaschinen bedient werden müssen, wird die Bedienkonsole schnell unübersichtlich. Eine Lösung verspricht das Verbundprojekt aISA (adaptive Interfacesysteme im Ackerschlepper). Dabei wurde eine adaptive Armlehne entwickelt, die jeweils ausschließlich die Funktionen des aktuell verwendeten Anbaugeräts zur Verfügung stellt. Durch den Isobus kann sich die intelligente Bedienarmlehne adaptiv an jedes Anbaugerät anpassen, sobald dieses angekoppelt wird. Sie stellt dem Nutzer hinsichtlich Position, Verfügbarkeit, Visualisierung und Betriebsmodus jeweils eine optimale und ergonomische Schnittstelle zur Verfügung. Zu den Komponenten zählt unter anderem ein vielseitiger Joystick, der in Abhängigkeit von der benötigten Funktion vier unterschiedliche Positionen einnehmen kann, wobei er sich beispielsweise einfährt, wenn seine Funktion nicht erforderlich ist. Weitere

Bedienelemente werden über eine rotatorische Bedieneinheit zur Verfügung gestellt. Jede Position stellt sich entsprechend des angekoppelten Arbeitsgerätes ein und präsentiert lediglich die gerade notwendigen Funktionen.

## AUTOMATISIERTES BELASTUNGSMANAGEMENT

Bei der Arbeit mit Bau- und Landmaschinen gibt es typischerweise Phasen sowohl sehr hoher als auch relativ geringer Belastung. „Verschiedene Studien haben gezeigt, dass das Wohlbefinden der Menschen am höchsten ist, wenn ein mittleres Beanspruchungsniveau vorliegt“, berichtet Professor Marcus Geimer vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Eine Überbelastung führe dazu, dass der Fahrer sich nicht genügend auf die wichtigen Aspekte konzentrieren könne, Dinge übersieht und fehleranfälliger wird. Auf der anderen Seite ist auch eine Unterforderung – zum Beispiel durch eine vollständige Automatisierung – ein Problem. Die Langeweile, die dadurch entsteht, führe zu Müdigkeit und Konzentrationsverlust.

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Fahrerkabine 4.0“ wird am KIT deshalb eine „anpassungsfähige Mensch-Maschine-Schnittstelle“ für Landmaschinen entwickelt. Sie ist in der Lage, über Eye-Tracking das aktuelle Beanspruchungslevel der Fahrerinnen und Fahrer zu erkennen. Auch an einem Fitnessarmband, das mithilfe von Lichtsignalen den Puls ermittelt und so das Stresslevel messen kann, wird geforscht. Erkennt das System eine Überforderung, werden alle unwichtigen Informationen ausgeblendet. In Situationen der Unterforderung sollen dem Fahrer zusätzliche Aufgaben angeboten werden. „Sinnvolle Zusatzaufgaben für Phasen geringer Belastung kommen aus der Buchhaltung, dem Personal- oder Materialmanagement sowie dem privaten Aufgabenfeld“, erklärt Patrick Lehr vom Institutsteil „Mobile Arbeitsmaschinen“ am Institut für Fahrzeugsystemtechnik des KIT. Die Handlungsempfehlungen sollen künftig über eine auf Augmented Reality basierende Schnittstelle ins Sichtfeld des Fahrers projiziert werden, um die Kabine nicht mit Bedienelementen zu überladen. **T**





# WO MENSCH UND MASCHINE VERSCHMELZEN

**Prothesen und Exoskelette sind nichts anderes als Maschinen. Die aber sehr eng mit dem Menschen interagieren und daher besondere Anforderungen an die Schnittstelle stellen.**

**E**nger geht die Interaktion eigentlich nicht: „Wir arbeiten buchstäblich an der Schnittstelle von Mensch und Maschine“, erklärt Prof. Dr. Claudio Castellini, Professor für Medizinrobotik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU). Er und sein Team erforschen, wie Prothesen weiter verbessert und zuverlässiger gemacht werden können. „Prothesen für die oberen Gliedmaßen haben sich in den letzten Jahrzehnten technologisch stark weiterentwickelt.“ Ein Glas anheben, die Faust ballen, mit dem Zeigefinger eine Telefonnummer tippen – hochmoderne robotische Hände können mithilfe biomedizinischer Technologie bereits Erstaunliches bewerkstelligen. Als Human-Machine-Interface wird dabei etwa die Oberflächen-Elektromyographie eingesetzt: Hautelektroden erfassen am verbliebenen Armstumpf feinste Muskelregungen. Diese Biosignale werden konvertiert und als elektrische Impulse auf die Prothese übertragen. Die „Gezielte Muskelreinnervation“ (Targeted Muscle Reinnervation, TMR) ist dabei eine bewährte Behandlungsmethode. In einem chirurgischen Eingriff werden die Nerven im Stumpf, die zuvor den Arm und die Hand gesteuert haben, mit einer neuen Funktion versehen. Sie werden aus dem umliegenden Gewebe herausgelöst und passgenau an Muskeln in intakten Körperregionen angeschlossen. Dies ermöglicht dem Patienten, seine spätere Armprothese über „Gedankensignale“ zu steuern.

Stellt der Anwender sich vor, seinen Phantomarm zu bewegen, geben die Nerven die Signale an die neue Zielmuskulatur weiter, sodass diese angespannt wird. Dabei entstehen elektrische Signale im Millivoltbereich, die von Elektroden im Prothesenschaft gemessen werden. Ein Minicomputer analysiert die Signale und setzt diese in die beabsichtigte Bewegung um. Um mehrere Gelenke gleichzeitig zu bewegen, werden TMR-Armprothese mit bis zu sechs Elektroden ausgestattet. Dadurch kann der Anwender bis zu sechs Bewegungen durch unabhängige Muskelsignale steuern. „Der Träger oder die Trägerin steuert die Handprothese also selbstständig mit dem Armstumpf“, erklärt Prof. Castellini. „Durch Methoden der Mustererkennung und des interaktiven Maschinellen Lernens kann der Mensch der Prothese zudem seine individuellen Bedürfnisse beim Ausführen einer Geste oder einer Bewegung beibringen.“

## **BEWEGUNGSMUSTER ERKENNEN**

Die europaweit erste Prothesensteuerung mit Mustererkennung hat die Firma Ottobock auf den Markt gebracht. Sie misst mit acht Elektroden Bewegungsmuster der Muskeln im Unterarmstumpf und ordnet diese bestimmten Handbewegungen zu. Greift der Patient also nach einer Flasche Wasser, erkennt die Prothesensteuerung das zugehörige Bewegungsmuster und gibt der Prothese den Befehl, den jeweiligen Griff oder die Rotation auszuführen.



Das geschieht automatisch. Der Patient kann selbstständig mit einer App die Prothesensteuerung kontrollieren und die gemessenen Bewegungsmuster visualisieren. Dadurch kann der Patient trainieren, diese Muster unterbewusst noch gezielter abzurufen.

## **ABSICHTEN VORHERSEHEN**

Doch auch diese sehr fortschrittlich anmutenden robotischen Prothesen sind im Hinblick auf Komfort, Funktion und Kontrolle noch nicht ausgereift. Das EU-Horizont-Projekt „IntelliMan“ befasst sich deshalb damit, wie diese effektiver und zielgerichteter mit ihrer Umwelt interagieren können. Fokus dabei ist die sogenannte „Intent Detection“, (deutsch: Absichtserkennung). Prof. Castellini und sein Team entwickeln dazu die Erfassung und Analyse der menschlichen Biosignale weiter und entwerfen innovative Algorithmen des Maschinellen Lernens, um individuelle Bewegungsmuster einer Person auszumachen. „Wir nutzen die Möglichkeiten der Absichtserkennung zur Steuerung von assistiver und rehabilitativer Robotik“, erklärt der Wissenschaftler. „Dazu gehören am Körper tragbare Roboter wie Prothesen und Exoskelette, aber auch Roboterarme und Simulationen in der Virtual Reality.“

## **DIREKTE SCHNITTSTELLE MIT DEM GEHIRN**

Nicht nur Menschen, die Gliedmaße verloren haben, sondern auch denen, die beispielsweise aufgrund einer Rückenmarks-

verletzung, eines Schlaganfalls oder einer anderen Krankheit ihre Hände oder Beine nicht bewegen können, kann moderne Technik helfen. Sogenannte Brain Computer Interfaces (BCI) stellen dabei eine direkte Verbindung zwischen dem menschlichen Gehirn und technischen Systemen her und ermöglichen die Kontrolle eines Geräts allein mittels Hirnaktivität.

Einer der führenden Hersteller von implantierten Elektroden ist Blackrock Neurotech. Dessen Arrays erfassten bisher Daten aus dem Gehirn über 600 Kanäle. Jetzt hat der US-amerikanische Hersteller ein BCI vorgestellt, das mit mehr als 10.000 Kanälen arbeitet – was eine exponentielle Steigerung der Fähigkeiten ermöglicht. „Wenn unser bisheriges BCI Menschen mit nur sechshundert Kanälen helfen kann, sich zu bewegen und wieder zu fühlen, stelle man sich vor, was wir mit zehntausend oder mehr Kanälen erreichen können“, so Florian Solzbacher, Mitbegründer und Präsident von Blackrock Neurotech. Er plant, mithilfe des neuen BCI bis 2028 eine Sehprothese zu entwickeln. „Dies ist ein Vorgeschmack auf das, was in der Zukunft mit BCI möglich sein wird.“

Informieren Sie sich über unsere langjährigen Hersteller-Partner rund um Komponenten für Medizintechnik.

[tq@ebv.com](mailto:tq@ebv.com)

# AUTOS PASSEN AUF IHRE INSASSEN AUF



**Müdigkeit und Ablenkung des Fahrers sind häufige Unfallursachen. Daher beinhalten moderne Human Machine Interfaces im Automotive-Bereich Systeme, die den Zustand der Insassen überwachen. Sie sind fester Bestandteil der Prüfprotokolle von Euro NCAP, der neuen europäischen Allgemeinen Sicherheitsverordnung für Fahrzeuge und verschiedener anderer Vorschriften auf der ganzen Welt.**

**B**is zum Jahr 2030 will die EU die Zahl der Verkehrstoten und -verletzten halbieren. Ein ehrgeiziges Unterfangen, das von der Vorgabe hochmoderner Fahrzeugtechnologien bis hin zur Modernisierung der Infrastruktur alles umfasst. Doch ein Faktor spielt dabei eine besonders große Rolle: der Mensch. Mehr als 90 Prozent aller Unfälle werden durch menschliche Fehler verursacht. Neben Verstößen wie Geschwindigkeitsüberschreitungen und Fahren unter Alkoholeinfluss spielt es eine wichtige Rolle, ob der Fahrer müde oder abgelenkt ist. Laut der Europäischen Kommission sind 10 bis 20 Prozent der Unfälle und Beinaheunfälle auf Müdigkeit zurückzuführen.

#### **WARNSYSTEME VORGESCHRIEBEN**

Um dieses Problem anzugehen, hat die Europäische Kommission im August 2021 eine Verordnung veröffentlicht, die seit Juli 2022 den Einsatz von Systemen zur Müdigkeits- und Aufmerksamkeitswarnung (Driver Drowsiness and Attention Warning: DDAW) vorschreibt. Sie bewerten die Wachsamkeit des Fahrers, indem sie andere Fahrzeugsysteme wie die Lenkung und die Spurhaltung analysieren, und warnen den Fahrer bei Bedarf.

#### **DEN BLICK IM BLICK**

Sich ausschließlich auf die Daten anderer Fahrzeugsysteme zu verlassen, reicht jedoch nicht unbedingt aus, um den Zustand eines Fahrers zu beurteilen. Daher müssen in der EU ab Mitte 2024 Neufahrzeuge mit einem sogenannten ‚Advanced Driver Distraction Warning (ADDW) System‘ ausgerüstet sein. Die ADDW-Lösungen der ersten Generation stützten sich in erster Linie auf die Augenbewegungen des Fahrers: Eine Kamera mit CMOS-Bildsensor beobachtet dabei den Fahrer – mithilfe von unsichtbarem Infrarotlicht. „Das Infrarotlicht erzeugt eine Reflexion auf der Hornhaut des Auges, die von der Kamera eingefangen wird“, erläutert Martin Wittmann, Marketingleiter für den Bereich Sensorik bei OSRAM Opto Semiconductors. „Über die Verfolgung der Blickrichtung können wir sehen, ob der Fahrer den Blick auf die

Straße gerichtet hat. Die Größe der Pupille zeigt zudem an, wie wach der Fahrer ist. Schließlich können wir auch an den Bewegungen der Augenlider erkennen, wenn der Fahrer müde wird.“ Ist dies der Fall, warnt das System den Fahrer und lenkt seine Aufmerksamkeit wieder auf die Straße.

#### **AUCH DIE GESUNDHEIT WIRD ÜBERWACHT**

Müdigkeit oder mangelnde Aufmerksamkeit sind allerdings hochkomplexe Zustände, daher erfassen Lösungen der neuesten Generation neben der Augenbewegung weitere Parameter. So hat das Unternehmen Smart Eye in seine Fahrerüberwachungs-Software auch eine Erfassung der Vitaldaten integriert. ▶

#### **Fahrerüberwachung stößt noch auf Ablehnung**

Der Großteil der Fahrzeuglenkerinnen und -lenker steht einer elektronischen Überwachung der Fahrerin oder des Fahrers, dem sogenannten Driver Monitoring, zur Fahrerzustandserkennung noch skeptisch gegenüber. Das zumindest zeigt eine Studie des Versicherungsunternehmens Allianz. Danach stimmen lediglich 39 Prozent der Befragten einer Kamera- oder Infrarotabtastung von Augen, Gesicht oder Kopf zu, bei der die Technik anonymisiert nur Ablenkung erkennt. „Für das Driver Monitoring besteht noch Überzeugungsbedarf“, sagt Christoph Lauterwasser, Leiter des Allianz Zentrums für Technik. „Es soll dabei nicht um Bevormundung gehen, sondern um Unterstützung. Die neuesten Fahrzeug- und Verkehrstechniken ermöglichen es, Fahrerinnen und Fahrer bei Ablenkung zu warnen. Schon diese Rückmeldung kann zu einer positiven Verhaltensänderung beitragen. Das sollten wir nutzen, um den Straßenverkehr für uns alle sicherer zu machen.“

EBV Elektronik  
gibt Ihnen  
einen Überblick  
über die für Ihre  
DDAW-Lösungen  
optimalen  
Elektronikkom-  
ponenten.

tq@ebv.com

Mithilfe von KI-Methoden analysiert die neue Funktion mehrere physiologische Signale, um die Herz- und Atemfrequenz des Fahrers genau zu bestimmen. Smart Eye nutzt insbesondere die ‚Remote-Photoplethysmographie (rPPG)‘, eine berührungslose, kamerabasierte Methode, die Schwankungen der Lichtreflexion von der Haut misst und so eine Schätzung der Herzfrequenz ermöglicht. Eine weitere Methode ist die Mikrobewegungsanalyse, die es der Software ermöglicht, subtile Veränderungen der mit der Atmung oder dem Puls verbundenen Bewegungen zu erkennen, die für das menschliche Auge nicht erkennbar sind. „Durch die Integration der Erkennung von Herz- und Atemfrequenz in die Software des Fahrerüberwachungssystems bieten wir einen noch tieferen Einblick in den Zustand und die Gesundheit des Fahrers“, sagt Henrik Lind, Chief Research Officer bei Smart Eye. Das kann sich als lebensrettend erweisen, wenn beispielsweise ein Fahrer einen Herzinfarkt oder Krampfanfall erleidet.

#### RADAR, KAMERA UND KI KOMBINIERT

Eine noch genauere Erfassung des Fahrerzustands erlauben Multisensorsysteme, wie sie zum Beispiel die drei Unternehmen emotion3D, Chuhang Tech und SAT gemeinsam entwickeln wollen. Dabei leitet die Software zur „Menschenanalyse“ von emotion3D Informationen über den Fahrer aus Kamerabildern ab, während die Radarlösungen von Chuhang Tech die Vitalparameter des Fahrers analysieren. Diese beiden Messmethoden werden mit den Algorithmen zur Vorhersage des Einschlafens von SAT kombiniert. Wogong Zhang, CTO und Mitbegründer von Chuhang Tech: „Wir glauben, dass unsere gemeinsame Lösung, die Radartechnologie mit fortschrittlichen Bildgebungsalgorithmen kombiniert, die Müdigkeitserkennung revolutionieren wird.“

#### SICHERHEIT FÜR AUTOMATISIERTES FAHREN

Fahrerüberwachungssysteme werden vor allem im Hinblick auf die zunehmende Automatisierung des Fahrens immer wichtiger. Denn je autonomer ein Fahrzeug wird, umso besserer Sicherheitssysteme bedarf es – etwa um zu überwachen, ob ein Fahrer bereit ist, die Steuerung über das Auto in einer schwierigen Situation übernehmen zu können. „Gerade sehr gut und zuverlässig funktionierende Systeme insbesondere etwa in den Bereichen Abstandsregelung und Spurhalten verleiten aber viele Verkehrsteilnehmer dazu, sich auch anderen Aufgaben als dem Fahren zuzuwenden“, erklärte Jann Fehlauer, Geschäftsführer DEKRA Automobil, bei der Vorstellung des DEKRA Verkehrssicherheitsreports 2023. Mehrere schwere Unfälle seien schon die Folge einer solchen Fehleinschätzung gewesen. **T**

# 1,3

#### Millionen Menschen

sterben laut Schätzungen der Weltgesundheitsorganisation WHO jedes Jahr bei Verkehrsunfällen weltweit.

Bei Unfällen, in denen Ablenkung eine Rolle spielte, verletzten sich 2021 in Deutschland 8.233 Menschen, 117 starben, das sind knapp fünf Prozent aller Getöteten (2.562).

Quelle: Statistisches Bundesamt



Herzfrequenz  
75 Schläge  
pro Minute



Herzfrequenz-  
Variabilität  
125 Millisekunden



Atemfrequenz  
15 Schläge pro  
Minute

Laura, 34

Durch die Integration der Erkennung von Herz- und Atemfrequenz erhalten Fahrerüberwachungssysteme einen Einblick in den Zustand und die Gesundheit des Fahrers.

# DAS ZUHAUSE SMARTER STEUERN

**Smart Home-Anwendungen machen einen Großteil des Marktes für Human Machine Interfaces aus. Das Maß aller Dinge ist und bleibt dabei die Art und Weise der Interaktion, die heutige Smartphones bieten.**

Wie werden zukünftige Kunden mit Smart Home-Produkten interagieren?



Fragen Sie unsere Experten aus dem Marktsegment „Light, Home & Building“ nach HMI-Lösungen fürs Smart Home.

tq@ebv.com

**D**as Licht wird per App gesteuert, das smarte Thermostat schaltet die Heizung bei offenem Fenster automatisch ab, der Staubsaugerroboter startet per Sprachbefehl: Smart Home-Geräte sind längst etabliert, der Markt ein boomendes Milliardengeschäft. Die Analysten von Brainy Insights schätzen, dass der weltweite Smart Home-Markt von 90 Milliarden US-Dollar im Jahr 2022 auf 657,41 Milliarden US-Dollar im Jahr 2032 anwachsen wird. Damit ist dieser Markt ein wesentlicher Treiber für Human Machine Interfaces – denn HMI sind die entscheidende Komponente im intelligenten Zuhause, um Smart Home-Geräte nahtlos in das tägliche Leben der Bewohner einzubinden.

## HMI ALS ERFOLGSFAKTOR

Dabei steht die Weiterentwicklung der HMI und der damit verbundenen Funktionalitäten in engem Zusammenhang mit der wachsenden Nachfrage nach Smart Home-Geräten. In einer Umfrage, die der weltweit tätige Auftragsfertiger Jabil zusammen mit SIS International Research unter 200 Entscheidungsträgern für Smart Home-Lösungen und -Geräte durchführte, gaben 39 Prozent an, dass intuitive Mensch-Maschine-Schnittstellen der wichtigste Faktor für den Erfolg ihrer Smart Home-Lösung sind.

## MULTITOUCH UND BILDSCHIRME

In der Jabil-Umfrage gaben 84 Prozent der Befragten an, dass sie derzeit Multitouch- und Display-Bildschirme in ihrer Smart Home-Lösung verwenden – die zweithäufigste Antwort. Darüber hinaus erwarten 43 Prozent, dass ihre Kunden auch in Zukunft Displays zur Interaktion mit den Smart Home-Lösungen verwenden werden. Ein Studienteilnehmer hob dabei einen Vorteil besonders hervor: „Ein intuitives Touchscreen-Display, einfache Bedienelemente, die die Nutzung erleichtern, und ein durchdachtes Design sorgen dafür, dass [das Gerät] leicht zu reinigen und zu warten ist.“

## BEDIENUNG PER SPRACHBEFEHL

Sprachassistenten wie Google Home und Amazon Alexa haben die Bedienung von intelligenten Geräten im Zuhause revolutioniert. „Das Smart Home ist zum Haupteinsatzgebiet für die Sprachsteuerung von Geräten geworden“, sagte der damalige Präsident des Branchenverbandes Bitkom Achim Berg bereits 2022. Systeme wie Alexa oder Siri arbeiten über die Cloud – das sorgt immer wieder für Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes. Denn die Daten verlassen das Smart Home und könnten von Dritten genutzt werden. Tatsächlich gaben mehr als drei Viertel (76 Prozent) der Hersteller bei der Jabil-Umfrage an, dass sie HMI-Interaktionen wie zum Beispiel Sprachbefehle nutzen, um Daten über ihre Smart Home-Lösungen zu erfassen. Mehr Sicherheit bezüglich des Datenschutzes bieten Systeme, die die Sprachverarbeitung lokal durchführen: So verfügt die PEAKnx-Gebäudesteuerung über die Offline-Sprachsteuerung von ProKNX. Diese Funktion agiert autonom und benötigt keine Internetverbindung, um ihre Aufgaben zu erfüllen. Die gesprochenen Befehle werden

lediglich lokal verarbeitet und verlassen das Gebäude nicht. Eine Aufzeichnung findet ebenfalls nicht statt. So wird ganz nach dem Motto „What’s said at home, stays at home“ die Privatsphäre der Bewohner jederzeit gewahrt.

## HOLOGRAFIE IST KEINE SCIENCE-FICTION

Die COVID-19-Pandemie löste eine massive Nachfrage nach berührungslosen HMI aus, die eine Interaktivität wie ein Touchscreen ermöglichen, ohne dass die Gefahr einer Kontamination besteht. Eine der effektivsten Möglichkeiten, dies zu erreichen, sind holografische Projektionen. Entsprechende HMI erzeugen ein holografisches Bild eines Bedienelements, indem der Inhalt eines Displays durch eine spezielle holografische Platte gelenkt wird. Neben einer Winkelablenkung findet dort eine konvergente Bündelung der Strahlen statt, die ein frei im Raum schwebendes virtuelles Bild erzeugt. Unterhalb des virtuellen Bildes wird ein Infrarot-Touchsensor montiert. Dessen Strahlengang wird beim „Berühren“ des Bilds unterbrochen. Die Unterbrechung wird als Touch-Ereignis ausgewertet. Während Hersteller von öffentlichen Touchpoints bereits holografische HMI zur „keimfreien“ kontaktlosen Bedienung einsetzen, befinden sich Applikationen für den Smart Home-Bereich eher noch im Entwicklungsstadium – zum Beispiel für Kaffeemaschinen oder intelligente Fitnessgeräte. Immerhin verwenden bereits vier Prozent der Befragten in der Jabil-Umfrage Hologramme in ihren HMI-Lösungen.

## GESTENSTEUERUNG WENIG GEFRAGT

Wie bei den holografischen HMI hat COVID-19 die Nachfrage nach Lösungen mit Gestenerkennung deutlich steigen lassen. Etwas mehr als ein Drittel der Teilnehmer an der Jabil-Umfrage setzen derzeit diese Technologie für ihre HMI ein. Allerdings erwarten nur drei Prozent von ihnen, dass ihre Kunden auch zukünftig die Gestenerkennung zur Interaktion mit ihren Produkten nutzen. Dagegen könnten Gesichtserkennung und Eye-Tracking-Lösungen Marktanteile bei Smart Home-HMIs gewinnen. Mit derartigen Lösungen könnte unter anderem die Zugänglichkeit von Smart Home-Geräten für Menschen mit Bewegungs- oder Sprachbehinderungen verbessert werden – man könnte einfach auf ein Bedienfeld schauen, um die Raumtemperatur oder die Lautstärke des Fernsehers zu ändern, anstatt eine Fernbedienung zu benutzen oder einen Befehl auszusprechen.

## FERNSTEUERUNG AUF MODERNSTE WEISE

Wichtigste HMI im Smart Home ist allerdings das Smartphone: In Deutschland steuern laut Bitkom 85 Prozent ihre Smart Home-Anwendungen und -Geräte per Smartphone-App, 20 Prozent per Fernbedienung. In Zukunft werden zusätzlich Wearables zur Steuerung von Smart Home-Geräten eingesetzt, wie auch die in der Jabil-Studie befragten Hersteller erwarten. Wenn der Bewohner sein Zuhause betritt, können Geräte wie Smartwatches oder Fitnesstracker zukünftig beispielsweise ein Signal an das Smart Home-Netzwerk senden, um automatisch die Beleuchtung, Heizung oder den Fernseher zu aktivieren. **TQ**

# BESSER INFORMIERT IN DER SMART CITY

**Digitale Infostelen sind eine zunehmend wichtige Möglichkeit, Bürger und kommunale Verwaltungen miteinander zu vernetzen. Da sie in der Regel im Außenbereich installiert werden, kommt dem Schutz vor der Witterung und Vandalismus eine besondere Bedeutung zu.**

**V**ernetzte Infrastrukturen aus elektronischen und digitalen Technologien sollen das Leben in der Stadt positiv verändern. Energieeinsparungen, ein effizienterer Verkehrsfluss, mehr öffentliche Sicherheit und eine gesündere Umwelt sind nur einige der vielen Vorteile, die eine Smart City bieten kann.

## DIGITAL SIGNAGE ALS SCHNITTSTELLE

Die wichtigste Schnittstelle zwischen den Bürgern und der Smart City ist dabei sicherlich das Smartphone, über das sich der Mensch mit der Infrastruktur vernetzen und mithilfe entsprechender Apps Informationen abrufen, aber auch liefern kann. Doch darüber hinaus ist auch das sogenannte Digital Signage eine wichtige Ressource für Verwaltung, öffentlichen Nahverkehr und Bürger.

So bieten digitale Infostelen der Firma ST-Digital in Luzern interaktive Stadtpläne, ein vielfältiges Informationsangebot und zusätzlichen Werbecontent. Smart City Maps erleichtern Passanten und Touristen dank des integrierten Touchscreens die Orientierung in der Innenstadt. Wegbeschreibungen, Wetterprognosen oder eine umfangreiche Informationsauswahl zu Zielen in der Umgebung sind weitere Beispiele für das Angebot. Die Firma Inputech bietet sogar digitale Anzeige- und Eingabesysteme, die optional mit visuellen Sensoren erweitert werden können. Somit werden Eigenschaften, wie beispielsweise Alter, Größe und Geschlecht des Passanten, erkannt, und die auf dem Display gezeigte Information wird gruppenspezifisch abgestimmt.

## ROBUSTE SIGNAGE-LÖSUNG

Die Stadtverwaltung der Gemeinde Bussigny im Schweizer Kanton Waadt nutzt eine Digital Signage-Lösung für den Außenbereich, die es ihr ermöglicht, die Kommunikation mit den Bürgern an verschiedenen Standorten zu verbessern. Bei der Entwicklung standen die Verantwortlichen vor einigen Herausforderungen: Die Lösung für den Außenbereich sollte zum einen den Elementen standhalten, da sie das ganze Jahr über extremen Witterungsbedingungen ausgesetzt ist. Zum anderen sollte das System in einer öffentlichen Umgebung installiert werden und daher auch besonders stoßfest sein, um vor möglichen Schäden durch Vandalismus geschützt zu sein. Gefragt war eine Display-Lösung mit einem Stoßfestigkeitsgrad IK10 nach EN 62262. Eingesetzt wurden schließlich spezielle Outdoor Digital Menu Boards von Peerless-AV.

Die Smart City-Kioske des Herstellers verfügen über ein vollständig abgedichtetes, nach IP66 zertifiziertes Design. Das verhindert das Eindringen von Fremdkörpern wie Wasser, Staub, Feuchtigkeit und Insekten in das Display. Wichtig gerade für die Aufstellung in der Stadt ist zudem eine hohe Temperaturfestigkeit: Die Displays arbeiten auch bei Betriebstemperaturen zwischen -35 °C bis 60 °C. Sie können mit einem optionalen IR-Touch-Overlay erweitert werden, das bis zu zehn Berührungspunkte erkennen kann. Gehäuse aus Edelstahl, Aluminium und eine entsprechende Lackierung bieten eine hohe Beständigkeit gegen Korrosion und auch gegenüber Vandalismus. Zudem verfügt das Display über ein stoßfestes, gehärtetes Abdeckglas mit IK10-Einstufung.

## OBERFLÄCHEN SCHÜTZEN

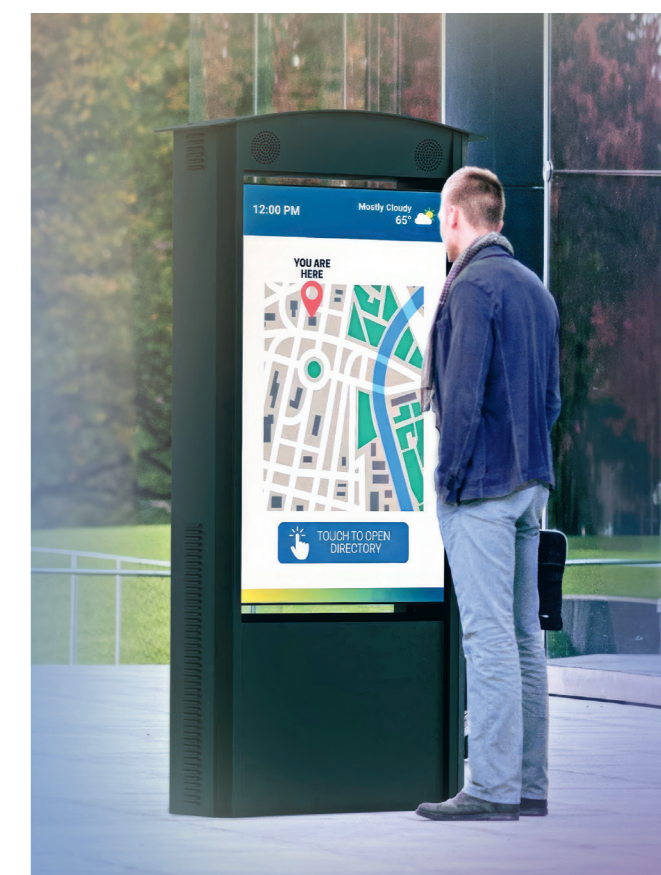
Sensible resistive sowie kapazitive Touchscreens, aber auch Frontfolien-Tastaturen sind die wichtigsten Human Machine Interfaces im öffentlichen Bereich. Die Oberflächen der Eingabegeräte müssen dabei gegen vielfältige Umgebungsbedingungen geschützt werden, wie etwa Hitze, UV- oder EMV-Strahlung. Auch sollte sie resistent gegen Vergilbung sein. Neben einer kratzfesten Displayoberfläche und einem Splitterschutz bei Bruch muss sie jedoch auch vor Vandalismus geschützt werden. Erreicht werden kann das durch das Laminieren der Oberflächen mit speziellen Folien. Die zum Einsatz kommenden Folien und Laminierverfahren sind abhängig von der gewünschten

Erkunden Sie  
EBVs breites  
Portfolio an  
Lösungen rund  
um die Smart  
City.

➤  
tq@ebv.com

Technologie (resistiv oder kapazitiv), der Oberfläche (Glas oder Kunststoff) sowie dem Einsatzbereich und den jeweiligen Umgebungsbedingungen. Touchscreens können zudem durch gehärtetes Schutzglas, was bis zu 10 Millimeter dick sein kann,

geschützt werden. Eine alternative Option besteht darin, Sicherheitsglas zu verwenden, das so konzipiert ist, dass es in kleine, abgerundete Stücke zerbricht, wenn es zerstört wird. Die Möglichkeiten intelligenter digitaler Schilder werden zurzeit erst noch erforscht. Sicher ist aber, dass sie es Städten ermöglichen, kontextbezogene und personalisierte Informationen für ihre Gemeinden bereitzustellen und so allen Beteiligten Vorteile bieten werden. **T**



## Die IK-Norm EN 62262

Die EN 62262 befasst sich mit der Widerstandsfähigkeit bzw. dem Stoßfestigkeitsgrad IK eines elektrischen Betriebsmittels gegen äußere mechanische Beanspruchung, insbesondere Schläge. Es gibt 12 Festigkeitsklassen, angefangen bei der niedrigsten Kategorie IK00 bis hin zur höchsten Klassifizierung IK11.

# EINTAUCHEN IN DIE SPIELWELT



Nutzen Sie unsere Technologie-  
übergreifendes Know-how für  
innovative Gaming-Elemente.

tq@ebv.com

**Immersiv – das ist der zentrale Begriff im Gaming-Bereich. Der Spieler will eintauchen in das Spiel, er will die virtuelle Welt möglichst real erleben. Die Branche bringt dazu immer neue Lösungen auf den Markt – vom Game-Controller bis zum Brain-Computer-Interface.**

**W**er schon einmal ganz in einem Spiel versunken ist, der hat erfahren, was der Begriff „immersiv“ meint. Er leitet sich vom lateinischen „immersio“ ab, was so viel wie Eintauchen bedeutet. Übertragen auf Computerspiele beschreibt dieser Begriff, inwiefern ein Spieler in seiner eigenen Wahrnehmung ein Teil der Spielwelt wird. Neben der reinen Optik, zum Beispiel durch eine Ego-Perspektive, ist dabei auch die Interaktion mit der virtuellen Welt ausschlaggebend.

#### **VERTRAUT SEIN MIT DIGITALER TECHNIK**

Die Branche nutzt dazu alle Möglichkeiten, die moderne Human Machine Interfaces bieten – und ist so zu einem spannenden Experimentierfeld für neue Technologien geworden. „Gaming ist längst mehr als reine Unterhaltung. Durch interaktive Spielerlebnisse werden Nutzerinnen und Nutzer auf spielerische Weise mit moderner Technologie vertraut gemacht. Während sie in virtuelle Welten eintauchen, lernen sie intuitiv den Umgang mit digitalen Schnittstellen, Menüführungen und Steuerungsmöglichkeiten“, sagt Dr. Sebastian Klöß, Bereichsleiter Consumer Technology beim Bitkom. Diese Vertrautheit junger Menschen mit komplexen Mensch-Maschine-Schnittstellen macht sich heute selbst das Militär zunutze und setzt HMI ein, die eher Gaming-Controllern ähneln als militärischer Ausrüstung – viele Systeme können junge Soldaten und Soldatinnen so ohne intensive Schulung nutzen.

#### **HAPTISCHES FEEDBACK IM CONTROLLER**

Um tatsächlich ein immersives Spielerlebnis zu erreichen, lassen sich die Hersteller immer wieder Neues einfallen. Das beginnt schon bei dem „einfachen“ Controller wie zum Beispiel der Playstation 5 von Sony: Sie macht durch haptisches Feedback in Form fein abstimmbarer Vibrationen das Spielgeschehen

spürbar. Adaptive Trigger ermöglichen die Anpassung der analogen Schultertasten. So erhalten bestimmte Tätigkeiten im Spiel mehr Nuancen: schießen, Gas geben, springen und mehr. Darüber hinaus hat das Unternehmen kürzlich ein neues Controller-Design patentieren lassen, das zeigt, wie die Zukunft aussehen könnte: Die Idee ist, einen elastischen Bereich zu integrieren, der seine Form und Temperatur ändern und auf verschiedene physische Eingaben wie Drücken oder Reiben reagieren kann. Dies würde neue Möglichkeiten der Immersion eröffnen. So könnte der Controller beispielsweise intensive Spielmomente durch Wärme verstärken.

#### **DOSIERTER DRUCK**

Nicht so visionär, dafür aber bereits Realität sind Tastaturen mit Force Sensor-Technologie. Sie kommen unter anderem bei speziellen Gaming-Laptops zum Einsatz. Hier werden üblicherweise die W-, A-, S- und D-Tasten durch eine Kraftfunktion ergänzt und ermöglichen Spielern eine viel intuitivere, physische Bedienung. „Stellen Sie sich vor, Sie fahren auf der örtlichen Autobahn und Ihr Gaspedal ist auf nur zwei Optionen beschränkt: ‚Aus‘ oder ‚Vollgas‘. Die physikalische Realität sieht vor, dass die Beschleunigung davon abhängt, wie stark Sie auf das Gaspedal drücken oder wie stark Sie das Lenkrad drehen. Das ist der Unterschied, den die intelligente taktile Wahrnehmung von Peratech ausmacht“, erklärt Jim Thomas, CCO von Peratech. Das Unternehmen rüstet zum Beispiel die Gaming-Laptops Lenovo Legion 7i und 7 mit entsprechenden Force-Tasten aus.

#### **KOPFBEWEGUNGEN ERFASSEN**

Das Lenovo-Spitzenmodell kann zudem die Kopfbewegung des Spielers erfassen. Die integrierte Software-Lösung von Tobii Horizon nutzt dazu die eingebaute Kamera des Laptops. ▶

„Dies ist erst der Anfang für die Neurotechnologie. Wir stehen an der Schwelle zu einer ethisch vertretbaren, nahtlosen Beziehung zwischen den Menschen und ihrer Technologie.“

Dr. Ramses Alcaide, CEO Neurable

Omni One von Virtuix. Dabei handelt es sich um ein omnidirektionales Laufband, das es den Spielern ermöglicht, in jeder Richtung durch Videospiele und andere virtuelle Umgebungen zu gehen oder zu laufen. Es wird derzeit mit einem Pico Neo 3 Pro-Headset mit 6DoF-Technologie (6 Degrees of Freedom) und zusätzlichen Handcontrollern zum Hand- und Gesten-tracking ausgeliefert.

#### MIT DEM AVATAR MITFÜHLEN

Wem das immer noch nicht reicht, der kann zukünftig mit seinen Figuren aus dem Spiel auch realistisch mitleiden. Der Spieleanbieter Ubisoft will für sein Game „Assasins's Creed Mirage“ zum Beispiel ein Shirt mit haptischem Feedback anbieten. Durch das Haptic Gamingsystem von OWO soll der Spieler Empfindungen am Körper erfahren, die mit den Aktionen in dem Spiel korrespondiert. „Dank der bahnbrechenden Technologien und der Expertise von OWO sind wir in der Lage, die Spieler auf innovative und verbesserte Weise in die Welt, die Geräusche und das Gefühl von Assassin's Creed Mirage eintauchen zu lassen“, so Fabian Salomon, Lead Producer bei Ubisoft Bordeaux. Die Empfindungen, die das Shirt vermitteln kann, reichen von starkem Wind oder freiem Fall bis hin zu Messerstichen. Das System lotet damit auch die Grenzen der Immersion aus.

#### NAHTLOSE INTERAKTION

Die Zukunft der VR-Controller geht jedoch noch darüber hinaus. Unternehmen wie Neurable arbeiten an Brain-Computer-Schnittstellen, mit denen Spieler virtuelle Umgebungen mit ihren Gedanken steuern können. Das Unternehmen, eine Ausgründung der University of Michigan, entwickelt neurotechnische Referenzdesigns, APIs und Funktionen, die auch außerhalb von Laborbedingungen funktionieren und in Alltagstechnologien integriert werden können. Neurable lizenziert seine Technologie für Kopfhörer, Ohrstöpsel und AR-Geräte. Dr. Ramses Alcaide, CEO bei Neurable, ist sich sicher: „Dies ist erst der Anfang für die Neurotechnologie. Wir stehen an der Schwelle zu einer ethisch vertretbaren, nahtlosen Beziehung zwischen den Menschen und ihrer Technologie.“ **T**

Die Spieler können so das Sichtfeld im Spiel mit ihren Kopfbewegungen steuern. Dreht ein Spieler seinen Kopf nach rechts, folgt die Kamera seinem Blick nach rechts. Das ist insbesondere bei Spielen hilfreich, in denen es wichtig ist, die Umgebung wahrzunehmen, wie bei Ego-Shootern oder Rennspielen.

#### VERSINKEN IN DER VIRTUELLEN REALITÄT

Richtig in ein Spiel eintauchen können Spieler durch die Technologien der Virtual Reality und Augmented Reality. Spezielle VR-Brillen lassen den Spieler in die künstlich erschaffene, virtuelle Welt versinken. Diese Headsets können Halterungen sein, in die ein Smartphone eingesetzt wird – wie etwa bei der Samsung Gear. Oder es handelt sich um sogenannte „Head Mounted Displays“, in die die gesamte Technik integriert ist, wie zum Beispiel die HoloLens von Microsoft. Bei beiden Ansätzen steht der Spieler im Mittelpunkt, sein virtueller Blick folgt seiner eigenen Bewegung. Mit ihrer immersiven und interaktiven Natur hat die Virtual Reality die Art und Weise, wie Spiele erlebt werden, revolutioniert. Doch so richtig „immersiv“ wird das VR-Erlebnis erst durch Eingabegeräte, die speziell dafür entwickelt wurden, die virtuelle Welt realer erscheinen zu lassen.

#### INTERAGIEREN MIT OBJEKTEN

Wie zum Beispiel der Oculus Touch: Diese Handheld-Geräte sind darauf ausgelegt, die Bewegungen der Hände in der virtuellen Welt nachzuahmen. Ausgestattet mit Sensoren, Tasten und Auslösern ermöglicht das System dem Spieler, mit Objekten zu interagieren und sich präzise und mühelos durch virtuelle Umgebungen zu bewegen. Der VR-Controller HTC Vive Wand verfügt zudem über haptisches Feedback – so kann der Spieler die virtuellen Objekte, mit denen er interagiert, sogar fühlen.

#### SPIEL MIT KÖRPERBEWEGUNGEN

Komplett realistisch wird das Spielerlebnis, wenn die Bewegungen des ganzen Körpers genutzt werden können, um die Figur durch die virtuelle Welt zu führen: Springen, Laufen, Knien – das alles erfassen Ganzkörper-Trackingsysteme wie

#### Die Demografie der Gamer



53

Prozent

der europäischen Bevölkerung im Alter zwischen 6 und 64 Jahren spielen Videospiele

126,5

Millionen Gamer

gibt es in Europa (Jahr 2022)

Let's play

32

Jahre

ist das Durchschnittsalter eines Videospieles in Europa



46,7

Prozent der europäischen Gamer sind Frauen



110.000

Menschen arbeiten in Europa in der Gaming-Industrie

Quelle: Video Games Europe

# PRODUKT PRÄSENTATION

## MENSCH-MASCHINE- SCHNITTSTELLE LÖSUNGEN VON AMS OSRAM

Die **ams OSRAM Gruppe** bietet ein umfassendes **Produkt- und Technologieportfolio für Sensorik, Beleuchtung und Visualisierung – von Hochleistungs-LEDs und Lasern bis hin zu analogen Mixed-Signal-ICs und Sensoren für Automobil-, Industrie-, Medizin- und spezielle Consumer-Anwendungen.**

### OSLON® P1616 HIGH POWER INFRARED EMITTER

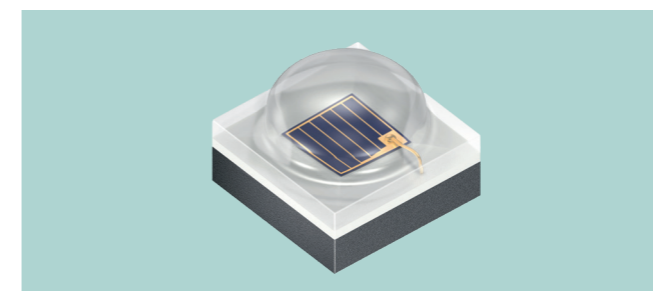
Die Oslon® P1616-Produktfamilie gehört zu den kleinsten IR-Hochleistungsgehäusen der Branche, die auf dem Markt erhältlich sind. Sie kombiniert eine sehr kompakte Gehäusegröße mit hoher IR-Leistung für platzkritische Anwendungsbereiche.

#### NEU VERFÜGBARE LINSENTYPEN:

- » 850 nm SFH4172 und 940 nm SFH4182S mit einem Halbwinkel von  $\pm 65^\circ$  zur Anpassung an das quadratische Sichtfeld von IR-Kameras.
- » 850 nm SFH 41747 und 940 nm SFH 41847S mit einem Abstrahlwinkel von  $100^\circ \times 140^\circ$  für das rechteckige Sichtfeld von IR-Kameras.

#### HAUPTMERKMALE

- » Sehr kompakter IR-Hochleistungsstrahler mit 1,6 x 1,6 mm Grundfläche
- » Homogene Ausleuchtung mit verschiedenen Linsentypen / FoI ( $120^\circ/100^\circ \times 140^\circ$ )
- » 750  $\mu\text{m}$  Stack und Non-Stack Chip
- » 850 nm und 940 nm verfügbar



### MIRA050 CMOS BILD-SENSOR

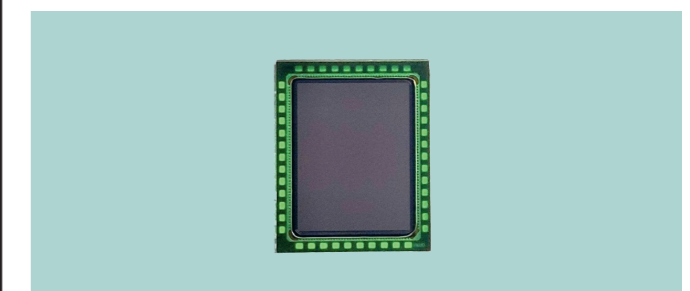
Mira050 ist ein 0,5 MPixel Near IR enhanced Bildsensor mit Global Shutter, der für 2D- und 3D-Machine-Vision-Anwendungen im Consumer- und Industrie-Bereich entwickelt wurde.

Die MIPI CSI-2-Schnittstelle ermöglicht die einfache Anbindung an eine Vielzahl von Prozessoren und FPGAs. Auf die On-Chip-Register kann über die Standard-I<sup>2</sup>C-Schnittstelle zugegriffen werden, was eine einfache Konfiguration ermöglicht.

Mira050 eignet sich besonders für 2D- und 3D-Anwendungen, darunter Active Stereo Vision, Structured Light Vision und AR/VR. Die hohe Empfindlichkeit im NIR-Bereich ermöglicht einen größeren Messbereich und eine Optimierung des Gesamtsystemstromverbrauchs.

#### HAUPTMERKMALE

- » Hohes Verhältnis von Pixelfläche zu Chipfläche
- » Hohe Bildrate
- » On-Chip-Energiemanagement
- » Hohe Empfindlichkeit und Quanteneffizienz im sichtbaren und NIR-Spektrum
- » On-Chip-Rauschunterdrückung
- » On-Chip-Korrektur von Pixelfehlern





# MICRON-SPEICHER FÜR DIE NÄCHSTE GENERATION VON HMI

**Dank IIoT und KI sind HMI-Systeme jetzt auch in der Lage, die Echtzeit-Interaktion zwischen Benutzern, Anlagensystemen und Big Data zu unterstützen. Arbeits- und Datenspeicher werden bei der Umsetzung dieser Lösungen eine entscheidende Rolle spielen.**

## DRAM & LPDRAM BIETEN LEISTUNG UND SKALIERBARKEIT FÜR MEHR RECHENLEISTUNG UND KI

Mensch-Maschine-Schnittstellen (HMI) sind mittlerweile nicht mehr nur ein einfacher Touchscreen mit gitterförmigem Sensorraster, festen Menükacheln oder begrenzter On-board-Rechenleistung. HMI der nächsten Generation ermöglichen anspruchsvollere Interaktionen – beispielsweise über intelligente Touchfunktionen, einen biometrischen Fingerabdruck, Gesichtserkennung und sogar Handgesten. Darüber hinaus müssen sie ein programmierbares Dashboard unterstützen, das hochauflösende Diagramme und Datenaktualisierungen in Echtzeit bietet. Diese Fähigkeiten erfordern einen leistungsstärkeren Speicher. Die branchenführenden DDR4- und DDR5-Speicher von Micron, die eine breite Palette von CPUs unterstützen, sowie LPDDR4 mit Datenübertragungsraten von bis zu 4266 Mbit/s und LPDDR5x mit bis zu 9600 Mbit/s für stromsparende Embedded-Lösungen, sind die ideale Kombination von Speichern für HMI mit höherer Rechenleistung.

### LPDDR5 HAUPTMERKMALE

- » Speicherdichte: 16 GB bis 128 GB – bietet eine höhere Dichte bei gleichem Platzbedarf
- » Configs: x16, x32, x64 – ermöglicht die Verwendung von weniger Komponenten zur Unterstützung eines „Wide“-Bus
- » Geringere Core- und IO-Leistung trägt zur Reduzierung des Stromverbrauchs bei
- » Datenraten: 6400 Mb/s (LPDDR5) / 8533 Mb/s (LPDDR5x) – bis zu 2-mal schneller als LPDDR4X



## E.MMC STORAGE ALS ROBUSTE LÖSUNG FÜR CODE UND DATEN

e.MMCs in HMIs ermöglichen die direkte Darstellung von Dashboards und Bildern. Sie bieten eine sichere Umgebung für Code und IP. Von Bildern mit höherer Auflösung bis hin zu umfassenderem Code – e.MMCs sind gemanagte NAND-Geräte, die immer komplexere ECC-Implementierungen und Datenverwaltungstechnologien unterstützen. e.MMC von Micron nutzen die neueste 3D-TLC-NAND-Technologie mit v5.1 MMC-Standards von 32 GB bis 256 GB.

### E.MMC HAUPTMERKMALE

- » Unterstützt zwei Spannungsbereiche: 1,7 ~ 1,95 V und 2,7 V ~ 3,6 V, für alle Produktvarianten
- » Blackbox Ultra-Endurance für die Automobilindustrie
- » 3 x IR TLC-Reflow: Verbesserte Refresh-Zeit nach dem Reflow (um ¾ reduziert)
- » Schutz der Benutzerdaten mit ECC und Bad Block Management

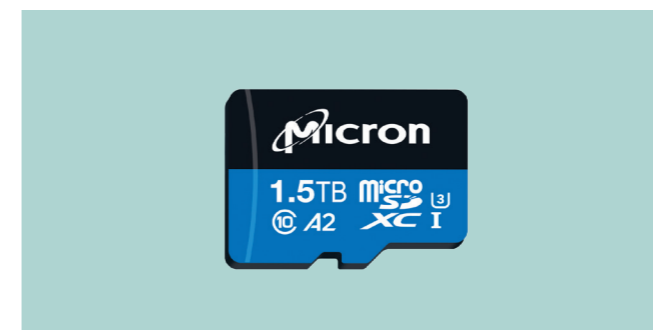


## HMI-DATENSPEICHERUNG ERFOR-DERT BRANCHENERPROBTE MICRO-SD UND SOLID STATE DRIVES

SSD und Micro-SD Datenspeicher sichern enorme Mengen an Echtzeit- und historischen Daten, die von verschiedenen Systemen generiert werden – nicht nur von Maschinen, sondern auch von multimodalen Quellen wie Videosystemen, mobilen Geräten und Tablets. Die i400 Micro-SD von Micron bietet einen Kapazitätsbereich von 64 GB bis 1,5 TB und wurde speziell für eine verbesserte Leistung bei der 24/7-Videoaufzeichnung ohne Bildverlust entwickelt. Darüber hinaus sind die industrietauglichen SSDs der Serie 2100 von Micron im m.2-Formfaktor und mit PCI Gen3 x4-Schnittstelle, 256-Bit-AES-Verschlüsselung und TCG Opal 2.0-Konformität die perfekte Lösung für Embedded Storage mit bis zu 1 TB Kapazität.

### MICRO-SD HAUPTMERKMALE

- » Hohe Kapazität: 64 GB bis 1,5 TB
- » Hervorragende Aufzeichnungsleistung
- » Industrielle Qualität
- » Intelligentes Management



# FACTORY AUTOMATION

Industrial Automation at the Tipping Point



ENERGY EFFICIENCY



FUNCTIONAL SAFETY



MOTION CONTROL



CYBERSECURITY



EDGE COMPUTING, AI  
AND BLOCKCHAIN



CONSISTENT  
COMMUNICATION



Rethink the Factory with the best Partners



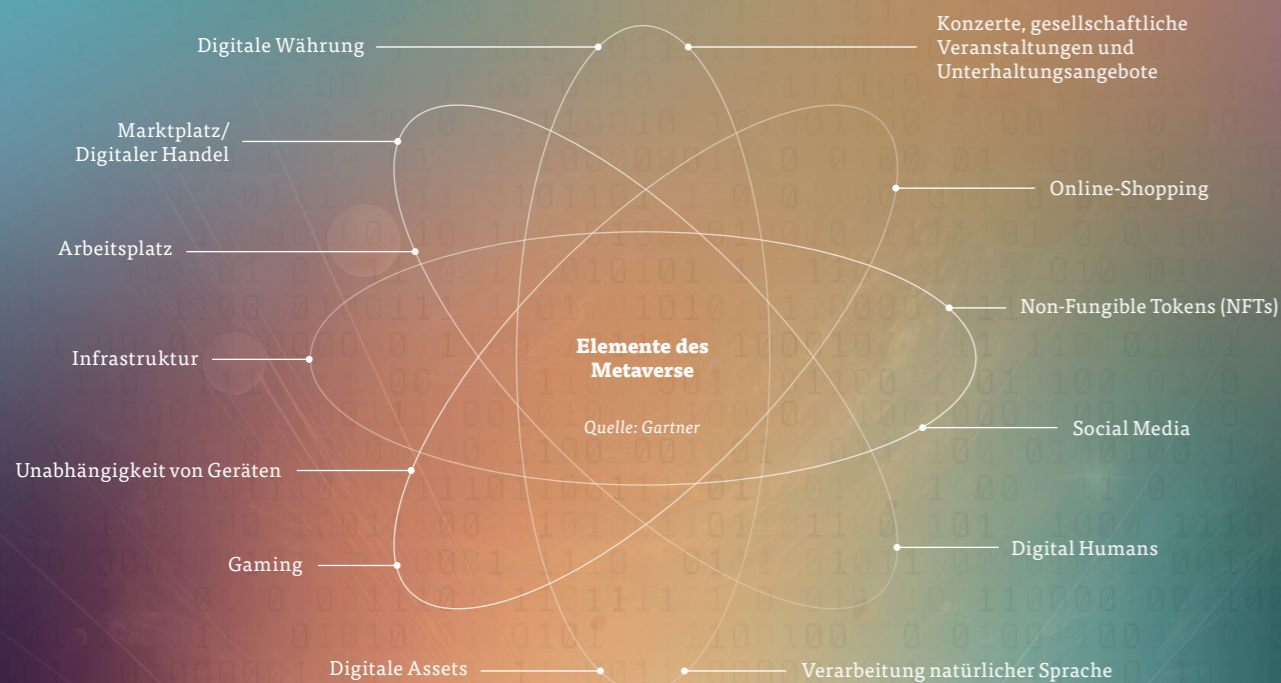
Learn more



## VISIONEN

Technologische Innovationen sollen die Fähigkeiten des Menschen erweitern – schon Anfang der 1960er-Jahre formulierte Douglas Engelbart seine Vision vom „Augmented Human Intellect“. Sein erster Schritt dahin war die Entwicklung grafischer Benutzeroberflächen und die Erfindung der Computermaus. Heute findet sich diese Idee wieder in der Augmented Reality – Human Machine Interfaces lassen den Menschen eintauchen in das Metaverse.

# EIN VÖLLIG NEUES UNIVERSUM



**Selten hat ein Begriff so schnell eine so große mediale Aufmerksamkeit erfahren wie das Metaverse. Im Wesentlichen geht es um das Erleben einer virtuellen Welt, die der Mensch nach seinen Vorstellungen gestalten kann. Eine Schlüsseltechnologie dabei werden innovative Human Machine Interfaces sein.**

**N**icht weniger als die Zukunft des Internets soll es sein – das Metaverse. Im Kern geht es um eine neue, komplexe virtuelle Welt, in der man als digitaler Zwilling oder Avatar lebt und künftig eventuell auch arbeitet und alltägliche Aktivitäten unternimmt. Dabei gibt es zahlreiche Verbindungen mit der realen Welt: So können im Metaverse mit realem Geld virtuelle Güter gekauft werden. Hinter Avataren verbergen sich reale Personen, hinter virtuellen Maschinen reale Anlagenparks im Sinne eines digitalen Zwillings. „Das Metaverse ist eine der spannendsten Visionen unserer Zeit“, sagt Dr. Bernhard Rohleder, Hauptgeschäftsführer des deutschen Branchenverbands Bitkom. Das Metaverse baut dabei auf Technologien auf, die bereits etabliert sind, wie zum Beispiel Augmented und Virtual Reality, Blockchain oder Künstliche Intelligenz. Die Verwendung von virtuellen dreidimensionalen Räumen, Objekten oder Personen zur Darstellung und Interaktion findet nicht nur in den Bereichen Unterhaltung, Marketing und eCommerce immer mehr Anwendung, sondern wird auch vermehrt in der Industrie-, Bildungs- und Dienstleistungsbranche erprobt und angewendet. Was den Nutzern von Computerspielen längst vertraut ist, wird aktuell als Potenzial in den verschiedensten Branchen entdeckt.

## REALITÄTSNAHE INTERAKTION

Ein zentraler Aspekt des Metaverse besteht in der potenziell realitätsnahen und simultanen Interaktion zwischen verschiedenen Nutzern sowie zwischen Nutzern und Maschinen. Die immensen Fortschritte bei der Hardware – sowohl auf der Ebene der Infrastruktur als auch der Human Machine Interfaces – waren Voraussetzung für die zunehmende Akzeptanz der neuen virtuellen Welt. Inzwischen drängen die großen Software-Unternehmen mit eigenen Hardware-Lösungen auf den Markt: Meta erwarb 2014 den VR-Headset-Entwickler Oculus und verkauft nun eigene Headsets unter dem Namen Quest 2. Apple hat in den letzten zehn Jahren mehrere Patente angemeldet und will eine eigene VR-Brille Anfang 2024 auf den Markt bringen. Aktuelle Systeme verwenden zusätzlich Controller, die durch Finger-, Hand- und Armbewegungen gezielte „Berührungen“ mit virtuellen Gegenständen ermöglichen. Auf der Infrastrukturseite verringern schnellere Glasfasernetze und die Einführung von 5G die Auswirkungen von Latenzzeiten und erhöhen die verfügbare Bandbreite.

## ZUSAMMENARBEIT IM VIRTUELLEN RAUM

Damit sind heute auch „ernsthafte“ Anwendungen zum Beispiel im industriellen Umfeld möglich. So hat zum Beispiel Igu, ein

Hersteller von Energieketten und Gleit- und Linearlagern aus Kunststoff, eine eigene virtuelle Welt geschaffen, in der Benutzer aus der ganzen Welt interagieren und an Projekten zusammenarbeiten, ohne dass eine physische Präsenz erforderlich ist. Mit Extended Reality-Technologien wie Virtual Reality und Augmented Reality lassen sich beispielsweise Automatisierungslösungen im virtuellen Raum planen, steuern und testen. „In der Zukunft werden wir sehen, wie die kollaborative Zusammenarbeit von Menschen im Metaverse und zum Beispiel die Steuerung von Robotern aus virtuellen Welten heraus die Art und Weise verändern, wie wir zusammenarbeiten“, sagt Marco Thull, Senior Marketing Activist bei Igu.

## DIE VIRTUELLE WELT ERTASTEN

In Zukunft könnte die virtuelle Welt dabei sogar im wahrsten Sinne des Wortes „begreifbar“ werden. Jürgen Steimle, Informatik-Professor der Universität des Saarlandes, möchte dies mittels hauchdünner elektronischer Folien erreichen, die wie Abziehtattoos auf den Körper aufgetragen werden können. Denn die meisten Anwendungen der erweiterten Realität haben eines gemeinsam: Sie sprechen nur oder hauptsächlich den Sehsinn an. „Der Tastsinn bleibt in der Regel außen vor, obwohl er ein ganz entscheidender Faktor dabei ist, wie wir unsere Welt wahrnehmen“, erklärt Jürgen Steimle, der die Forschungsgruppe zu Mensch-Computer-Interaktion an der Universität des Saarlandes leitet. Steimles Team hat dazu im Projekt „Tacttoo“ eine hauchdünne, nur 35 Mikrometer dicke elektronische Folie entwickelt, die auf die Haut aufgetragen wird und dort nur durch elektrische Reize, ganz ohne bewegliche Teile, den Tastsinn stimulieren kann. Weil die Folie so dünn ist, können Gegenstände noch wie zuvor wahrgenommen und ertastet werden. So können nicht nur – wie schon mit anderen Lösungen möglich – haptische Erfahrungen für rein digitale Objekte erzeugt werden, sondern es lassen sich auch reale Objekte um andere Sinneseindrücke erweitern. So könnte die Technik beispielweise beim Produktdesign zum Einsatz kommen: Mit Hilfe von Augmented Reality und eines physischen Prototyps könnte die Haptik verschiedener Materialien ausprobiert werden.

## STANDARDS FÜR OFFENES METAVERSE

Damit das Metaverse breite Anwendung finden kann, müssen die verschiedensten Technologien für die kollaborative räumliche Datenverarbeitung integriert werden, von interaktiven 3D-Grafiken über physische Simulationen bis hin zur Online-Wirtschaft. Das Potenzial des Metaverse wird sich daher erst erschließen, wenn es auf einer Grundlage offener Standards aufgebaut ist. Dazu hat sich in 2023 das Metaverse Standards Forum gegründet, ein gemeinnütziges Konsortium, das keine eigenen Standards entwickeln will, sondern die verschiedenen Interessensgruppen des Metaverse zusammenbringt, um einen Konsens bei den Interoperabilitätsanforderungen zu schaffen. „Interoperabilität ist der Schlüssel dazu, dass das Metaverse sein volles Potenzial jenseits von isolierten Spielen, Erlebnissen und Welten entfalten kann“, so Neil Trevett, Präsident der Khronos Group und erster Präsident des Metaverse Standards Forum. „Die beispiellose Beteiligung am Forum zeigt das starke Interesse der Branche an einer umfassenden Zusammenarbeit, die notwendig ist, um diese Vision zum Leben zu erwecken.“ **T**

# DER SCHLÜSSEL ZU ALLEM IST KI

**Karl Lehnhoff, Director  
Segment Industrial,  
Scientific & Medical bei  
EBV Elektronik, zu Trends  
im Bereich der Human  
Machine Interfaces**

**U**nser Alltag ist heute von Technik durchdrungen. Mit der Komplexität der Technologien, die uns täglich umgeben, nimmt auch der Bedarf an Mensch-Maschine-Schnittstellen zu, die eine möglichst positive User Experience bieten. Dabei werden die Interaktionsmöglichkeiten immer vielfältiger: Die Palette an HMI-Lösungen reicht vom Push-Button über Multi-Touch-Bildschirme bis hin zu Sprach- und Gestensteuerung. Diese Bandbreite ist etwas, das Karl Lehnhoff besonders fasziniert.

## **EIN LICHTSCHALTER, EINE COMPUTERMAUS, EIN NEUROIMPLANTAT ZUR STEUERUNG EINER PROTHESE – WAS DAVON IST FÜR SIE EINE MENSCH-MASCHINE-SCHNITTSTELLE?**

**Karl Lehnhoff:** Das ist leicht zu beantworten – alle. Schalter sind eine Basis-HMI. Aber auch andere Dinge wie eine Computermaus, sind ganz klar Mensch-Maschine-Schnittstellen. Natürlich gibt es daneben Hightechgeräte wie Brain Machine Interfaces. Sie stellen die aktuell fortschrittlichste Variante einer HMI dar.

„Die wichtigsten  
Aspekte eines HMI sind  
Zuverlässigkeit und  
Genauigkeit.“

## **WELCHE TECHNOLOGIEN ZUR MENSCH-MASCHINE-INTERAKTION SIND DENN AKTUELL BESONDERS GEFRAGT?**

**K. L.:** Fangen wir mit dem Klassiker an, den Schaltern. Wir benutzen sie überall. Und wir werden sie auch in Zukunft verwenden. Auf der anderen Seite benutzen wir immer mehr Touchscreens, angefangen beim Smartphone bis hin zum Auto. Zukünftig werden wir dabei mehr haptisches Feedback integrieren. Was sich zudem immer mehr durchsetzt, ist die Spracherkennung. Wir nutzen sie bereits mit Smartphones oder mit Alexa und Siri im Smart Home. Sie wird in Zukunft auch in anderen Anwendungen zum Einsatz kommen, zum Beispiel in der industriellen Produktion. Außerdem wird immer öfters die Gestensteuerung eingesetzt.

Zum Bereich der HMI gehören aber auch Lösungen zur biometrischen Authentifizierung. Gesichtserkennung bei Telefonen oder anderen Anwendungen, Fingerabdruckscanner oder Iris-Scanner. Was ich zudem spannend finde, sind Augmented und Virtual Reality. Auf der diesjährigen Hannover-Messe habe ich mir zum Beispiel eine Lösung angeschaut, bei der über Smart Glasses ein Roboter für den Logistikbereich gesteuert wird.

## **TOUCHSCREENS WERDEN AKTUELL FAST ÜBERALL VERWENDET – WO GEHT DIE ENTWICKLUNG HIN?**

**K. L.:** Touchscreens haben wir heute tatsächlich überall und sie werden kontinuierlich weiterentwickelt. Wir sehen bereits 3D-Touchscreens und die Möglichkeit, haptisches Feedback zu integrieren. In Zukunft werden Touchscreens zudem mit anderen HMI-Technologien wie Gestensteuerung kombiniert.



## **WIE KANN DENN HAPTISCHES FEEDBACK IN EINEN TOUCHSCREEN INTEGRIERT WERDEN?**

**K. L.:** Typischerweise wird heute ein Motor oder ein piezoelektrischer Aktor verwendet, der eine fühlbare Rückmeldung gibt. Es gibt auch Displays, die über taktile Rückkopplungsschichten verfügen. Sie „erzeugen“ Knöpfe unter dem Display, sodass man spüren kann, wenn man sie drückt. Feedback ist nicht nur bei Touchscreens relevant, sondern auch bei anderen Anwendungen, wo Knöpfe hinter Glas Feedback ermöglichen. Auch hier wird oft ein Motor verwendet, um eine mechanische Rückmeldung zu geben. Das ist sogar möglich, wenn der Bediener Handschuhe trägt – dann muss allerdings die Feedback-Kraft größer sein und vielleicht in einem Bereich von 1 oder 2G liegen, sonst spürt man das nicht durch den Handschuh.

## **WIRD HEUTE ÜBER HMI GESPROCHEN, KOMMT MAN AN KI KAUM VORBEI. NEBEN DEM EINSATZ BEI DER SPRACH- UND GESTENERKENNUNG – WELCHE ROLLE SPIELT KI BEI HMI?**

**K. L.:** Nicht immer erkennen wir es, aber wir nutzen heute schon eine Menge KI. Beim Smartphone, bei der Sprach- oder Gesichtserkennung. In der Bildverarbeitung wird sie oft eingesetzt. In Zukunft geht es zum Beispiel bei der Spracherkennung darum, das Sprachverständnis zu verbessern und mehr Wörter zu erkennen. KI wird auch bei Gehirn-Computer-Schnittstellen, bei Virtual und Augmented Reality oder für vorausschauende Analysen benötigt. Dabei wird auch das Maschinelle Lernen eine immer größere Rolle spielen. Denn damit kann das Gerät selbst weiter lernen, sich vielleicht selbst ein neues Wort beibringen. ►

Hören Sie das ausführliche Interview im EBV Elektronik-Podcast „Passion for Technology“



#### WAS BLEIBT DER SCHLÜSSEL ZU EINEM IDEALEN BENUTZERERLEBNIS?

**K. L.:** Einer der wichtigsten Punkte ist die Erkennungsgenauigkeit. Ich erlebe das jeden Tag bei meinem Auto – manche Wörter versteht es, manche nicht. Wir müssen also eine hohe Genauigkeit und Zuverlässigkeit haben. Hier kann KI helfen. Aber es gibt noch eine Menge andere Kriterien für eine gute HMI: Datenschutz, Feedback, der Umgang mit Fehlern. Aber die wichtigsten Punkte für mich sind Zuverlässigkeit und Genauigkeit.

#### BEI DER BANDBREITE AN TECHNOLOGIEN – WIE KANN EBV ELEKTRONIK BEI DER REALISIERUNG EINER HMI HELFEN?

**K. L.:** Wir sind einer der führenden Spezialisten für Halbleiter. Wir können also bei der Auswahl passender Technologie helfen. Auch beim Thema „Software“ können wir Kunden beraten. Dafür haben wir unsere Segmentstruktur mit den verschiedenen Markt- und Technologiesegmenten. Das spiegelt sich auch im Feld wider, mit unseren Field-Application-Engineers für Technologien und Systeme. Und auch bei der Produktion, beim Lieferkettenmanagement und all den anderen Dingen, die nötig sind, um ein Produkt auf den Markt zu bringen, können wir unterstützen.

#### ARBEITEN SIE DABEI AUCH MIT IHREN „SCHWESTER-UNTERNEHMEN“ AUS DEM AVNET-KONZERN ZUSAMMEN? WIE PROFITIERT DER KUNDE DAVON?

**K. L.:** Das tun wir, zum Beispiel liefert unsere Schwesterfirma Avnet Abacus Verbindungstechnik, passive Bauelemente und Elektromechanik. Damit können wir also die komplette Stückliste abdecken. Avnet Embedded bietet komplette Lösungen für Kundenanwendungen. Sie übernehmen die Entwicklung, auch die Produktion und können dabei in einer breiten Palette von Anwendungen arbeiten. Und dann haben wir noch unseren Software-Spezialisten Witekio, der die komplette Entwicklung von der unteren Software-Ebene bis hin zu Embedded Applikationen und Konnektivität abdeckt. Wir als EBV sind schließlich ein Full-Service-Partner. Damit hat der Kunde nur eine Anlaufstelle, über die er alle Informationen und den gesamten Service erhält.

#### WAS BEDEUTEN DIE AKTUELLEN ENTWICKLUNGEN IM BEREICH DER HMI AUS SICHT DER HALBLEITER-INDUSTRIE?

**K. L.:** Wir erkennen deutlich den Trend weg vom Mikrocontroller, hin zum Mikroprozessor. Das hat viel mit den zunehmenden Funktionalitäten des Touchscreens zu tun. Dieser Trend überträgt sich nun auch auf die anderen Anwendungen. Das Display selbst wird immer komplexer. Das kann mit Mikrocontrollern nicht mehr erfüllt werden. Also kommt es in Zukunft auf leistungsfähigere Mikroprozessoren an. Natürlich braucht man auch mehr Rechenleistung für die immer häufiger eingesetzte Künstliche Intelligenz. Und auch für den 3D-Touchscreen braucht man in Zukunft leistungsfähigere Prozessoren als in der Vergangenheit.

#### WELCHE ENTWICKLUNGEN IM BEREICH HMI FINDEN SIE AKTUELL BESONDERS SPANNEND – UND WARUM?

**K. L.:** Die Sprach- und Gestenerkennung, denn sie ermöglicht eine natürliche Interaktion wie mit einem Menschen. Sie ist in vielen Situationen hilfreich, beim Autofahren genauso wie in der Industrie. Der Schlüssel zu alledem wird aber die Künstliche Intelligenz sein.

#### WAS GLAUBEN SIE: WERDEN WIR IN ZUKUNFT MASCHINEN ALLEIN MIT UNSEREN GEDANKEN STEUERN KÖNNEN?

**K. L.:** Das ist schwer zu sagen. Aber aus medizinischer Sicht ist das ein sehr interessantes Gebiet. Ich hoffe, wir werden dadurch Menschen helfen können, besser mit ihren körperlichen Einschränkungen zu leben.

#### UND VERSTEHEN SIE DIE ÄNGSTE VIELER MENSCHEN, WENN SIE AN EINEN CHIP IN IHREM GEHIRN DENKEN?

**K. L.:** Auf der einen Seite verstehe ich die Ängste, aber ich glaube, das ist auch eine Frage der persönlichen Situation. Wer eingeschränkt ist und wem so ein Chip im täglichen Leben hilft, wird eher den Nutzen sehen. Menschen, die nicht darauf angewiesen sind, werden eher das Risiko sehen.

#### ZUM ABSCHLUSS: WAS FASZINIERT SIE BESONDERS AM THEMA HMI?

**K. L.:** Für mich ist das Faszinierende, dass das Feld so breit ist. Beginnend beim Ein-/Aus-Schalter über Touchscreens und Spracherkennung bis hin zum Brain-Computer-Interface. Und nach den HMI, die wir heute haben, wird wieder etwas Neues kommen. Wie es aussehen wird, weiß ich nicht. Aber Menschen investieren Zeit in Forschung und Entwicklung und versuchen, neue Wege zu gehen. Das gefällt mir. **TQ**

# NEUE IDEEN

**Start-ups auf der ganzen Welt arbeiten an innovativen Lösungen für eine immer natürlichere Interaktion mit Maschinen und Computern. Wir stellen exemplarisch für diesen Erfindergeist sechs spannende Unternehmen vor.**



#### KOGNITIVEN ZUSTAND ERKENNEN

Die von CorrActions entwickelte Deep-Tech-Gehirnüberwachung nutzt vorhandene Bewegungssensoren, zum Beispiel im Lenkrad, um den kognitiven Zustand von Fahrern und Passagieren zu erkennen. Dabei werden Mikrobewegungen analysiert, die auf eine Vielzahl von kognitiven Symptomen hinweisen, beispielsweise, wenn ein Fahrer betrunken oder übermüdet ist. Die vorhandene Hardware im Fahrzeug muss dazu nicht verändert werden.

[www.corractions.com](http://www.corractions.com)



#### LEICHTGEWICHTIGE AR-BRILLE

Das AR-Headset von Kura bietet eine 95-prozentige Linsentransparenz und ein 150-Grad-Sichtfeld in einem kompakten Formfaktor, der sich kaum noch von einer normalen Brille unterscheidet. Dank der hohen Transparenz ist ein natürlicher Augenkontakt möglich, der Benutzer kann auch andere Aufgaben erledigen, während er das Headset nutzt. Dabei dringt kein Licht nach vorn, sodass andere Personen die Darstellung nicht sehen können.

[www.kura.tech](http://www.kura.tech)



#### TRANSPARENTES DISPLAY

Die Transparenz des von United Screens entwickelten 55 Zoll großen OLED-Panels liegt bei rund 40 Prozent. Das ermöglicht es, ein Objekt im Hintergrund zur Inszenierung durchscheinen zu lassen. Ein Infrarot-Touch-Rahmen erfasst bis zu zehn gleichzeitige Touchpoints und lädt zur intuitiven Interaktion mit den gezeigten Inhalten ein. Das Display kann als Hingucker auf einem Event oder als Digital Signage eingesetzt werden.

[www.united-screens.tv](http://www.united-screens.tv)



#### DIE VIRTUELLE WELT ERTASTEN

HaptX hat Human Machine Interfaces in Form von Handschuhen entwickelt, die über Hunderte von mikrofluidischen Aktuatoren Berührungsempfindungen simulieren. Damit ist eine natürliche Interaktion und echte Berührungshaptik in der virtuellen Realität und Robotik möglich. In einer Multiplayer-Kollaboration können mehrere Benutzer in derselben virtuellen Umgebung arbeiten und dieselben Objekte ertasten.

[www.haptx.com](http://www.haptx.com)



#### BANDBREITE FÜRS GEHIRN

Paradromics bringt eine Gehirn-Computer-Schnittstelle mit hoher Datenrate auf den Markt. Die erste Anwendung des Interface ist ein BCI-fähiges Kommunikationshilfsmittel für schwer motorisch eingeschränkte Menschen. Kortikale Module zeichnen dabei Signale von mehr als 1.600 einzelnen Neuronen auf; ein kranialer Hub versorgt die kortikalen Module mit Strom und vervollständigt die Signalverarbeitung.

[www.paradromics.com](http://www.paradromics.com)



#### SPRACHBASIERTE HMI

Linguwerk hat eine Spracherkennung speziell für eine intuitive Mensch-Maschine-Kommunikation entwickelt. Die Lösung bindet neben Spracherkennung und Sprachausgabe auch eine Vielzahl anderer Ein- und Ausgabemodalitäten in das HMI-Verhalten der Maschine, des Gerätes oder des Assistenten ein. Mit einem individuell konfigurierbaren Wakeword kann das Sprachinterface berührungslos und verlässlich aktiviert werden.

[www.linguwerk.de](http://www.linguwerk.de)

# DER ERFINDER DER MAUS

**Seine zahlreichen technologischen Innovationen waren entscheidend für die Entwicklung des Personal Computings. Die Arbeit von Douglas Engelbart trug dazu bei, Computer für jedermann bedienbar zu machen.**



**D**ezember 1968: Ein bis dato unbekannter Wissenschaftler vom Stanford Research Institute trat vor eine schweigende Menge in San Francisco – und begann mit dem, was als „Mutter aller Präsentationen“ in die Geschichte einging: In seinem 90-minütigen Vortrag stellte er praktisch alles vor, was die moderne Computertechnik Jahre später ausmachen sollte: Videokonferenzen, Hyperlinks, vernetzte Zusammenarbeit, digitale Textbearbeitung – und etwas, das „Maus“ genannt wurde.

## DIE WELT VON MORGEN

Der Wissenschaftler, der dem staunenden Publikum das Potenzial der Zusammenarbeit mit Computern demonstrierte, war Douglas Engelbart. Kein Computer-Spezialist, sondern Ingenieur und passionierter Erfinder. „Damals dachten die meisten Menschen, dass Computer nur zum Rechnen da sind – große Gehirne zum Knacken von Zahlen. Das Konzept der interaktiven Datenverarbeitung war ihnen fremd“, erinnerte er sich Jahre später. „Es war für die Leute schwer zu verstehen, was wir in meinem Labor, dem Augmentation Research Center am SRI in Menlo Park, machten. Ich wollte also zeigen, welche Flexibilität ein Computer bieten kann: die Welt von morgen.“

## VISIONÄRER INGENIEUR

Engelbart (1925 – 2013) schloss 1942 die Highschool ab und studierte anschließend Elektrotechnik an der Oregon State University. Während des Zweiten Weltkriegs war er als Radartechniker tätig. Im Jahr 1948 erhielt er seinen Bachelor und arbeitete für das NACA Ames Laboratory (Vorläufer der NASA). Anschließend bewarb er sich für das Graduiertenprogramm in Elektrotechnik an der University of California, Berkeley, und promovierte 1955. Ein Jahr später verließ er die Universität, um für das Stanford Research Institute (SRI) zu arbeiten.

Am SRI erwarb Engelbart innerhalb von zwei Jahren ein Dutzend Patente und arbeitete an magnetischen Computerkomponenten, grundlegenden Phänomenen digitaler Geräte und dem Skalierungspotenzial der Miniaturisierung. Im Jahr 1962 veröffentlichte er sein visionäres Werk „Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework“. Darin skizzierte er seine Ideen für den Einsatz von Computern zur Ergänzung der menschlichen Intelligenz. Seine Motivation für seine Entwicklungen formulierte Douglas Engelbart einmal folgendermaßen: „Die Komplexität der Probleme, vor denen die Menschheit steht, wächst schneller als unsere Fähigkeit, sie zu lösen.“

## DIE MENSCHLICHEN FÄHIGKEITEN ERWEITERN

Engelbart wollte daher technologische Innovationen nutzen, um die Fähigkeiten des Menschen zu erweitern. Sein Ziel war es nicht, dass Menschen dank der Technik weniger zu tun haben,

sondern dass sie mithilfe der Technik mehr leisten können. Besonders im Computer sah er ein geeignetes Medium, um den Intellekt des Menschen zu unterstützen und so zu befähigen, auch hochkomplexe Probleme schneller zu lösen. Ein Beispiel für diese Erweiterung des menschlichen Intellekts ist die „X-Y Positionsanzeige für ein Anzeigesystem“, die eine direkte Manipulation von Elementen auf dem Bildschirm ermöglichte. „Ich habe 1961 angefangen, Notizen für die Maus zu machen. Zu dieser Zeit war ein Lichtstift das gebräuchlichste Gerät, um etwas auf dem Bildschirm zu zeigen. Dieser Stift wurde während des Krieges für Radargeräte entwickelt. Das war die Standardmethode zum Navigieren, aber ich fand sie nicht besonders gut.“ Wer auf den Begriff „Maus“ für das neuartige Bediengerät gekommen war, wusste Douglas Engelbart später nicht mehr. „Es sah halt irgendwie aus wie eine Maus: ein Kästchen, noch aus Holz gefertigt, mit einem Kabel an einem Ende. Oben ein roter Knopf zum Klicken und unten zwei Rädchen, die Bewegungsimpulse übertrugen.“

## TEIL EINES VIEL GRÖßEREN PROJEKTS

„Die Maus war nur ein winziger Teil eines viel größeren Projekts, das darauf abzielte, den menschlichen Intellekt zu verbessern“, so Engelbart. Denn dieses so rudimentär erscheinende Gerät erleichterte die Bedienung einer grafischen Benutzeroberfläche erheblich – auch das eine Entwicklung von Douglas Engelbart und seinem Team. Eine grafische Benutzeroberfläche (GUI) verwendet visuelle Elemente wie Fenster, Schaltflächen und

Menüs, über die der Nutzer mit der Software interagieren kann. Ursprünglich bestanden Computer nur aus Textblöcken und es waren umfangreiche Kenntnisse in der Programmierung und Computerschnittstellen erforderlich, um sie zu bedienen.

## GRUNDLAGE FÜR APPLES ERFOLG

Doch Engelbart war seiner Zeit wohl zu weit voraus, die Präsentation auf der Fall Joint Computer Conference und die Tragweite seiner Erfindungen gerieten schnell in Vergessenheit. Engelbart gelang es nicht, das SRI, Investoren oder andere potenzielle Geldgeber von seiner Vision zu überzeugen. Erst 1980 schloss er einen Lizenzvertrag mit den beiden Apple-Gründern Steve Jobs und Steve Wozniak über das Patent der Maus ab – 40.000 US-Dollar erhielt er dafür. Vier Jahre später stellte Apple den „Macintosh“ vor, der auf Ideen Engelbarts basiert: mit Maus und grafischer Benutzeroberfläche. Heute ist Engelbarts Vision eines Computers für jedermann längst Wirklichkeit geworden. Als er im Jahr 2013 stirbt, ehrt ihn Apple-Gründer Wozniak mit den Worten: „Alles, was wir in Computern haben, lässt sich auf sein Denken zurückführen. Für mich ist er ein Gott. Er wird für die Maus anerkannt, aber er hat wirklich eine Menge unglaublicher Dinge für Computerschnittstellen und Netzwerke getan.“ **T**

*„Alles, was wir in Computern haben, lässt sich auf sein Denken zurückführen. Für mich ist er ein Gott.“*

*Apple-Gründer Steve Wozniak*

# << GLOSSAR >>

## 6 DEGREES OF FREEDOM (6DOF)

Freiheitsgrade (Degree of Freedom, DoF) ist die Bezeichnung für die Anzahl der grundlegenden Möglichkeiten, mit denen sich ein festes Objekt durch einen 3D-Raum bewegen kann. Insgesamt gibt es sechs Freiheitsgrade. 6DoF bezieht sich auf die translatorische Bewegung entlang dieser Achsen, die im Allgemeinen als Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung, Aufwärts- oder Abwärtsbewegung oder Links- oder Rechtsbewegung verstanden werden.

## ADVANCED DRIVER DISTRACTION WARNING (ADDW)

System, das in der Lage ist, den Grad der visuellen Aufmerksamkeit des Fahrers gegenüber dem Verkehrsgeschehen zu erkennen und den Fahrer zu warnen, wenn er abgelenkt ist.

## AKTUATOR

Antriebstechnische Baueinheiten, die ein elektrisches Signal in mechanische Bewegungen bzw. Veränderungen physikalischer Größen wie Druck oder Temperatur umsetzen und damit aktiv in den gesteuerten Prozess eingreifen.

## AUGMENTED REALITY (AR)

Die erweiterte Realität ist eine Kombination aus wahrgenommener und vom Computer erzeugter Realität. Der Anwender erhält zusätzlich zu den realen Wahrnehmungen weitere Informationen.

## AVATAR

Ein Avatar ist eine computergenerierte 3D-Figur, die einen menschlichen Nutzer in der Online-Welt darstellt.

## BEAMFORMING

Prozess der Fokussierung eines Funksignals mittels intelligenter Mehr-Antennentechnik in eine bestimmte Richtung, wodurch eine bessere Signalstärke und -qualität erreicht wird.

## BLOCKCHAIN

Virtuelles Transaktionsbuch in einem Netzwerk aus Rechnern. Jede Veränderung wird erfasst und dezentral auf mehreren Rechnern verteilt und gespeichert. Dadurch bedarf es keiner zentralen Instanz mehr, wie einer Bank oder Behörde.

## BRAIN COMPUTER INTERFACES (BCI) AUCH BRAIN MACHINE INTERFACES (BMI)

Eine direkte Schnittstelle zwischen Gehirn und Maschine oder Computer, die die elektrische Aktivität des Gehirns mittels Elektroden aufzeichnet, analysiert und in Steuersignale transformiert.

## CONTROLLER AREA NETWORK (CAN)

Serielles Bussystem, ursprünglich entwickelt, um den Verkabelungsaufwand in Fahrzeugen zu reduzieren.

## CMOS (COMPLEMENTARY METAL OXIDE SEMICONDUCTOR)

Eine der wichtigsten integrierten Schaltkreisfamilien, auf der ein Großteil digitaler Logikschaltungen basiert.

## COMPUTERIZED NUMERICAL CONTROL (CNC)

Fertigungsverfahren, das die Steuerung, Bewegung und Präzision von Werkzeugmaschinen durch den Einsatz vorprogrammierter Computersoftware automatisiert.

## DEEP LEARNING

Teilbereich des Maschinellen Lernens, bei dem tiefe neuronale Netze eingesetzt werden. Während das Machine Learning mit linearen Algorithmen arbeitet, sind die Algorithmen des Deep Learning hierarchisch, mit steigender Komplexität, gegliedert.

## DIGITALER ZWILLING

Digitale Darstellung einer realen Einheit oder eines realen Systems. Die Implementierung eines digitalen Zwillings ist ein gekapseltes Softwareobjekt oder -modell, das ein eindeutiges physisches Objekt, einen Prozess, eine Organisation, eine Person oder eine andere Abstraktion widerspiegelt.

## DRIVER DROWSINESS AND ATTENTION WARNING (DDAW)

Ein fortschrittliches Fahrerassistenzsystem (ADAS), das die Augen- und Kopfbewegungen des Fahrers kontinuierlich überwacht, um Anzeichen von Ermüdung oder Ablenkung zu erkennen.

## EDGE COMPUTING

Form der Datenverarbeitung, die direkt oder nahe bei einer bestimmten Datenquelle stattfindet.

## ELEKTROKARDIOGRAMM (EKG)

Messung der elektrischen Herzströme, die den Herzschlag regeln, dargestellt als Kurve.

## FORCE FEEDBACK

Anwendung physischer Kraft als Reaktion auf Benutzereingaben.

# << GLOSSAR >>

## GRAFISCHE BENUTZEROBERFLÄCHE (GUI)

Eine Benutzeroberfläche, die Informationen grafisch darstellt, normalerweise mit verschiebbaren Fenstern, Schaltflächen und Symbolen.

## IK-CODE

Klassifiziert den Schutz gegen mechanische Krafteinwirkung, den Stoßfestigkeitsgrad.

## IMMERSIV

Begriff, der eine Art von Erlebnis oder Technologie beschreibt, die den Benutzer vollständig in eine virtuelle Welt eintauchen lässt.

## IO-LINK

Weltweit standardisierte IO-Technologie (IEC 61131-9), um mit Sensoren und auch Aktoren zu kommunizieren.

## IP-SCHUTZKLASSE

Der Grad des Schutzes, den ein Gehäuse für elektrische Geräte gegen Staub und andere Fremdkörper, zufällige Berührung und Wasser bietet, wird durch den IP-Code beschrieben. IP bedeutet hierbei „Ingress Protection“. Der Code wurde durch die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) in der Norm IEC 60529 definiert.

## LIDAR (LIGHT DETECTION AND RANGING)

Eine dem Radar verwandte Methode zur optischen Abstands- und Geschwindigkeitsmessung. Dazu werden Laserstrahlen ausgesendet. Sensoren detektieren das zurückgestreute Licht. Aus der Laufzeit des Lichts wird die Entfernung ermittelt.

## MACHINE LEARNING

Verfahren, durch die Computersysteme selbstständig Wissen aufnehmen und erweitern können, um ein gegebenes Problem besser lösen zu können als vorher. Das System extrahiert aus großen Datenmengen die wichtigsten Muster und Merkmale und kann auf deren Basis Vorhersagen treffen.

## NLP (NATURAL LANGUAGE PROCESSING)

Technologie, die sich mit der Verarbeitung der natürlichen Sprache befasst. Mit entsprechenden Algorithmen können Computer menschliche Sprache und deren inhaltliche Bedeutung verstehen und entsprechende Anweisungen ausführen.

## RADAR (RADIO DETECTION AND RANGING)

Erkennungs- und Ortungsverfahren auf der Basis elektromagnetischer Wellen im Radiofrequenzbereich.

## RFID (RADIO-FREQUENCY-IDENTIFICATION)

RFID ist eine Technologie für die berührungslose Datenübertragung auf Basis von Radiowellen. Herzstück der Technologie ist ein RFID-Transponder. Dieser winzige Computerchip mit Antenne wird auf verschiedenen Objekten angebracht und enthält einen Nummerncode. Gelesen wird der Zahlencode mit einem Lesegerät.

## RGB-KAMERA

Digitale Kamera, die Bilder aus den drei Primärfarben Rot, Grün, Blau zusammensetzt.

## SENSORFUSION

Die intelligente Zusammenführung und Verarbeitung aller für autonome Prozesse benötigten (Umfeld-) Sensordaten. Das Resultat aus der Sensorfusion ist in der Regel zuverlässiger und robuster als das Ergebnis aus der Interpretation der Messwerte einzelner Sensoren.

## TIME-OF-FLIGHT (TOF)

Messmethode, die die Zeit erfasst, die für die Zurücklegung einer Strecke benötigt wird, um die Entfernung, die Geschwindigkeit oder die Eigenschaften des Mediums zu bestimmen.

## USER EXPERIENCE (UX)

„Nutzererlebnis“ – umschreibt alle Wahrnehmungen und Emotionen eines Nutzers in Bezug auf ein Produkt oder eine Anwendung.

## VIRTUAL REALITY (VR)

Darstellung und Wahrnehmung einer durch Computer in Echtzeit generierten und interaktiven virtuellen Umgebung.



TQ jetzt kostenfrei bestellen!



The Quintessence widmet sich wechselnden Spezialthemen und beschreibt die Trends in der Industrie.

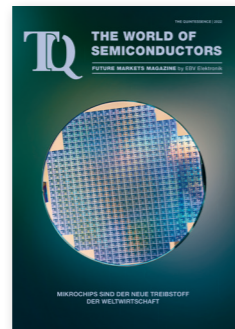
Gerne können sie diese Ausgaben kostenfrei nachbestellen und künftige Ausgaben abonnieren.

ebv.com/tq



PASSION FOR TECHNOLOGY

Menschen mit Leidenschaft für Technologie werden mehr gebraucht denn je. Sie liefern Antworten auf die Herausforderungen der Zukunft...



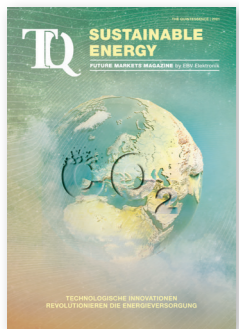
THE WORLD OF SEMICONDUCTORS

Diese Ausgabe beschäftigt sich mit der Halbleiter-Branche und wie die Versorgung mit Chips „resilienter“ erfolgen kann.



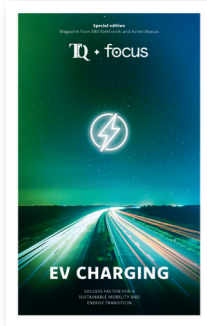
FUTURE MOBILITY

Die Welt der Mobilität ist im Umbruch. Elektrifizierung, Autonomie und Sharing Economy verändern sowohl Fahrzeuge als auch Nutzerverhalten...



SUSTAINABLE ENERGY

Der Umbau zu einer klimaneutralen Wirtschaft drängt. Doch der Energiesektor ist bereits auf dem Weg. Von der Erzeugung bis zum Verbrauch...



EV-CHARGING

Die Technik rund ums Laden von E-Autos ist komplex. Für eine effiziente Ladeinfrastruktur müssen Autohersteller, Ladeinfrastruktur und Energiesektor zusammenarbeiten...

HOLEN SIE SICH JETZT DIE TQ APP

TQ BY EBV

Für Smartphone und Tablet! Kostenloser Download im App oder Google Play Store.

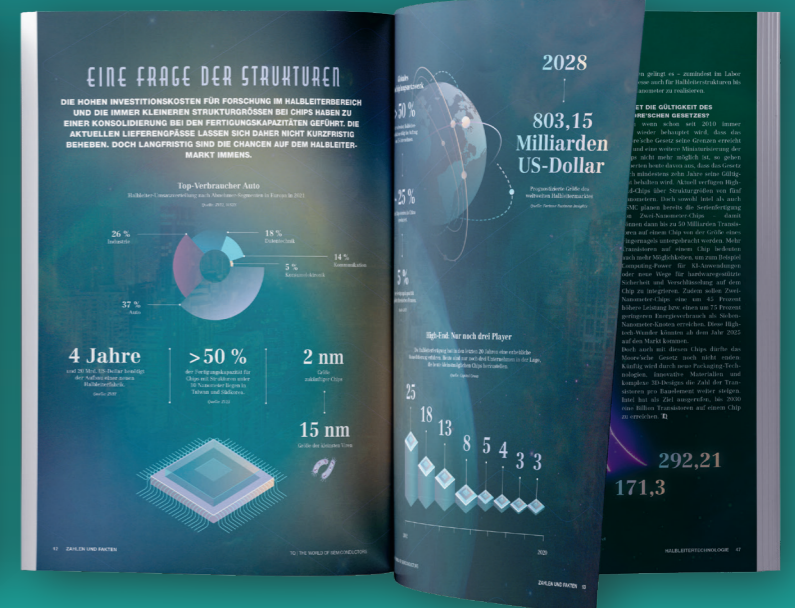
Direkt zur App



App Store



Google Play





# INFO POINT

## MESSEN & KONGRESSE:

Vehicle Displays & Interfaces Symposium, Detroit, USA  
[www.vehicledisplay.org](http://www.vehicledisplay.org)

World Usability Congress, Graz, Österreich  
[www.worldusabilitycongress.com](http://www.worldusabilitycongress.com)

PUSH UX, München, Deutschland  
[www.push-conference.com](http://www.push-conference.com)

Augmented Humans, Glasgow, Großbritannien  
[www.augmented-humans.org](http://www.augmented-humans.org)

International Conference on Human-Machine Interaction (ICHMI), Xi'an, China  
[www.ichmi.org](http://www.ichmi.org)

## VERBÄNDE & INITIATIVEN:

User Experience Professionals Association (UXPA), unterstützt Menschen, die die User Experience von Produkten und Dienstleistungen erforschen, gestalten und bewerten.  
[www.uxpa.org](http://www.uxpa.org)

German UPA e.V., Berufsverband der Deutschen Usability und User Experience Professionals  
[www.germanupa.de](http://www.germanupa.de)

ACM Special Interest Group on Computer-Human Interaction (SIGCHI), weltweit größte Vereinigung von Fachleuten für Mensch-Computer-Interaktion  
[www.sigchi.org](http://www.sigchi.org)

## BLOGS & ZEITSCHRIFTEN

Das ACM Interactions Magazin beschäftigt sich mit Human-Computer Interaction, Interaction Design (IX) und User Experience (UX).  
[interactions.acm.org](http://interactions.acm.org)

Advances in Human-Computer Interaction ist eine interdisziplinäre Zeitschrift, die theoretische und angewandte Arbeiten rund um interaktive Systeme veröffentlicht.  
[www.hindawi.com/journals/ahci/](http://www.hindawi.com/journals/ahci/)

## IMPRESSUM

### HERAUSGEBER:

EBV Elektronik GmbH & Co. KG  
Andra Hartstang (verantwortlich),  
Kathrina Marini  
Im Technologiepark 2-8, 85586 Poing  
Tel. +49 (0)8121 774-0, [www.ebv.com](http://www.ebv.com)

### KONZEPT & REALISATION:

IndustryAgents GmbH  
[www.industryagents.de](http://www.industryagents.de)  
Projektleitung: Eva von Einsiedel  
Projektkoordination: Stefan Kürzinger  
Redaktion: Olaf Meier  
Gestaltung: Charlotte Frechen, Martina Matovinovic,  
Lena Albert

### DRUCK:

Gotteswinter und FIBO Druck- und Verlags GmbH,  
München

### BILDNACHWEIS

S. 9: Fraunhofer IDMT; S. 10, 13: UDE/Frank Preuß; S. 10: freepik: raw-pixel; S. 30: freepik: pikisuperstar; S. 32: freepik: asolano; S. 38: Freepik: jcomp; S.48: freepik: wirestock; S. 55: United Grinding; S. 58: unsplash: thisisengineering; S. 60: Freepik: thanyakij-12, Unsplash: Dmitry Zub; S. 63: Ottobock; S. 64 – 67: iStockphoto: GlobalP, Vladimiroquai, Khosrork, Unsplash: Sally, Freepik: senivpetro; S. 68: iStockphoto: piranka; S. 70: Unsplash: Ethan Lin; S. 71: PeerlessAV; S. 72: iStockphoto: South\_agency; S. 75: Freepik: voysla;

Dieses Magazin wurde auf FSC® zertifiziertem Papier gedruckt. Mit der FSC®-Zertifizierung (Forest Stewardship Council®) wird garantiert, dass sämtlicher verwendeter Zellstoff aus verantwortungsvoller Forstwirtschaft stammt. Der FSC® setzt sich für eine umweltgerechte, sozial verträgliche und wirtschaftlich tragfähige Bewirtschaftung der Wälder ein und fördert die Vermarktung ökologisch und sozial korrekt produzierten Holzes.

Alle Angaben sind ohne Gewähr. Änderungen vorbehalten. Nachdruck, Vervielfältigung und Onlinestellung nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet. Alle Rechte vorbehalten. Stand: 03/2024



# MEET THE TEAM



**KARL LEHNHOFF**

ist Director Segment Industrial, Scientific & Medical bei EBV Elektronik. Er lieferte wichtigen Input zu Technologien und Anwendungen rund um Human Machine Interfaces.



**ANDRA HARTSTANG**

ist Director Marketing & Communications bei EBV Elektronik. Sie unterstützte das Team bei der konzeptionellen Ausrichtung der aktuellen Ausgabe.



**KATHRINA MARINI**

ist Senior Marketing Communications Specialist bei EBV Elektronik. Mit ihrem Kommunikations-Know-how begleitete sie die Umsetzung des Magazins.

*„Ich glaube, dass es in  
Zukunft sehr schwer sein  
wird, von außen zu erkennen,  
ob wir mit einem anderen  
Menschen oder mit einer  
Maschine interagieren.“*

*Prof. Dr. Elsa Andrea Kirchner,  
Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)*