



# „Menschliche Wahrnehmung wird erheblich gesteigert“

**SENSORFUSION:** Die Kombination von Daten unterschiedlicher Sensoren mit ergänzenden Informationen lässt Wissenschaftler wie

Wolfgang Koch von neuen Anwendungen träumen.

Der Abteilungsleiter „Sensordaten- und Informationsfusion“ am Fraunhofer

FKIE sieht Potenziale quer durch unterschiedliche Branchen.

VON TOBIAS MEYER

**VDI NACHRICHTEN: Was ist das Besondere an Sensorfusion? Mehrere Sensoren an einem Gerät gab es ja schon immer?**

**KOCH:** Da ist auch nichts besonders; jedes Lebewesen betreibt Datenfusion, indem es Eindrücke unterschiedlicher Sinnesorgane zu einem Lagebild verknüpft und dabei auch Gelerntes oder Mitgeteiltes nutzt. Das ist die Grundlage für adäquates Handeln. Wahrnehmen und Wirken gehören immer zusammen. Sensordatenfusion ist daher ein Zweig der Automatisierungstechnik, der sich genau das aneignet und entsprechende Maschinen bauen möchte, kognitive Technik sozusagen. Die menschliche Wahrnehmung wird so erheblich gesteigert.

**Geht das schon in Richtung KI?**

Exakt, die Algorithmen der KI sind Bausteine der Sensorfusion. Hier muss man aber vorsichtig sein, denn ein neuronales Netz mit Machine-Learning-Fähigkeit braucht verlässliche Daten, sonst lernt es ja das Verkehrte. Bedacht werden muss also, dass ein solches System über fehlerhafte – oder manipulierte – Sensorik getäuscht werden kann und falsche Entscheidungen trifft.

**Wie begegnet man dem?**

Es gibt prinzipiell zwei Varianten, modell- und datengetriebene Algorithmen der Sensorfusion: Die Ers-

teren arbeiten mit unsicheren Daten auf der Basis von Wahrscheinlichkeiten, die Unsicherheit kann man hier angeben. Die zweite Variante kommt zum Einsatz, wenn die Modellierung zu komplex ist, wir aber sehr viele Trainingsdaten haben. Kombiniert man beide Ansätze, können Systeme sicher werden.

**Je mehr Sensoren ich verknüpfe, desto sicherer wird das System also gegenüber Fehlern und Manipulation?**

So ist es, aber je mehr Datenströme ich habe, desto mehr Potenzial besteht, dass ein böswilliger Eindringling oder eine fehlerhafte Komponente aus Sensordatenfusion ganz schnell Datenkonfusion erzeugt. Richtig gefährlich wird es, wenn künstliche Intelligenz auf natürliche Dummheit trifft. Denn jede KI erzeugt Artefakte – Dinge also, die nur auf dem Rechner existieren, aber nicht in der Realität, ebenso hat sie blinde Flecken, sieht also Teile der Realität nicht. KI-Systeme brauchen einen natürlich-intelligenten Nutzer. Nur diese Kombination ist wirklich stark.

**Weil noch ein entsprechender Sensor fehlt?**

Ja, oder einfach weil Fehler gemacht werden. Denn der Nutzer muss sich immer bewusst sein, dass er es mit

einer Maschine zu tun hat und nicht mit „Jemandem“. Eine Maschine ist prinzipiell nicht intelligent, daher finde ich auch die Bezeichnung KI nicht passend, werde hier jetzt aber keine Grundsatzdiskussion anstoßen; der Begriff ist gesetzt. Das Problem ist die unterbewusste Erwartungshaltung, das System sei schließlich intelligent, also vertraue ich ihm blind. An die sogenannte „starke KI“, die selbstbewusst eigene Ideen entwickelt, glaube ich und auch viele meiner Kollegen nicht. Wenn die Nutzer das aber erwarten, werden sie irgendwann enttäuscht sein – obwohl die Technik prinzipiell sehr gut ist. Die „schwache KI“ aber hat ein gigantisches Potenzial.

**Sensorfusion ist ja kein brandneues Thema. Wo ging es in der letzten Zeit denn vorwärts?**

Im Prinzip ist Sensordatenfusion ja nur angewandte Mathematik. Der Trick ist lediglich, mathematisch präzise mit unpräziser Information umzugehen. Kontinuierliche Fortschritte gibt es dabei in der Schätzstatistik und Filtertheorie sowie der diskreten Mathematik. Da wird zugeordnet, welche Information zu welchem Objekt gehört. Wir setzen das praktisch um. Ein System muss beispielsweise entscheiden können, ob zwei unterschiedliche Sensoren an einem Fahrzeug das gleiche Ob-

jekt sehen, oder ob jeder ein anderes sieht.

### **Sie spielen damit auf das autonome Fahren an. Aber es gibt sicher noch mehr Beispiele.**

Ja, von der Drohne – egal ob militärisch oder zivil – bis zur Intensivstation gibt es diverse Anwendungsfälle für Sensorfusion. Im Krankenhaus muss ebenfalls ein Lagebild erstellt werden, hier heißt das ganz einfach: Wie geht es dem Patienten? Nach der Einschätzung handelt das System dann, etwa mit Medikation. Auch in der Logistik der Zukunft wird ja nicht mehr jede Lieferdrohne manuell mit dem Joystick geflogen, sondern die Detailentscheidungen im Flug werden von sensorfusionsbasierten Systemen getroffen.

### **Ihr Institut kann man als militärnah bezeichnen. Große Teile heute alltäglicher Technik wie GPS oder Radarsensoren im Auto stammen ursprünglich aus militärischen Entwicklungen. Wird die Sensorfusion ebenfalls stark aus dieser Richtung getrieben?**

Korrekt, das kommt aus dem Militärbereich. Es gibt sogar ein Geburtsjahr, ausgerechnet George Orwells Jahr 1984. Damals wurde das Data Fusion Model erstmals formuliert. Wie Computer, Internet und Drohnen kommt das nun immer stärker in die zivile Wirtschaft. Daher haben wir hier am **Fraunhofer** FKIE auch sehr viele zivile Projekte.

### **Welche Probleme haben Sie dabei aktuell noch zu lösen?**

Wir sehen sehr viel Potenzial in Algorithmen, die von der Quantenphysik inspiriert sind. Nehmen wir an, wir überwachen den Personenstrom am Bahnhof und wollen einen Bombenträger finden, detektierbar durch chemische Signaturen. Wenn er einen entsprechenden Sensor passiert und dieser Alarm schlägt, kann ich aber noch keine Person zweifelsfrei identifizieren, ich müsste den Bahnhof komplett evakuieren. Also tracke ich vorsorglich alle Personen, etwa im Zugangsbereich oder auf Rolltreppen.

Die Ethik fordert jedoch, dass wir dabei die Privatsphäre wahren. Daher behandeln wir alle so, wie Physiker Elementarteilchen behandeln. Denn zwei Elektronen sind prinzipiell nicht unterscheidbar, sie haben keine Identität. Wir verfolgen jeden einzelnen nur anhand seiner Position und Geschwindigkeit. Melden mehrere Sensoren – fusioniert und in unterschiedlicher Intensität – verdächtige „Chemie“, kann ich durch die Tracks die Bombe relativ sicher einer Person zuordnen, sie auf diesen begründeten Verdacht hin biometrisch identifizieren und zugreifen. Alle anderen bleiben davon unberührt. Das basiert auf Methoden der Quantenphysik.

### **Gibt es in der Richtung noch weitere Ansätze?**

Ja, denken Sie etwa an Fermionen. Diese können nicht zur gleichen

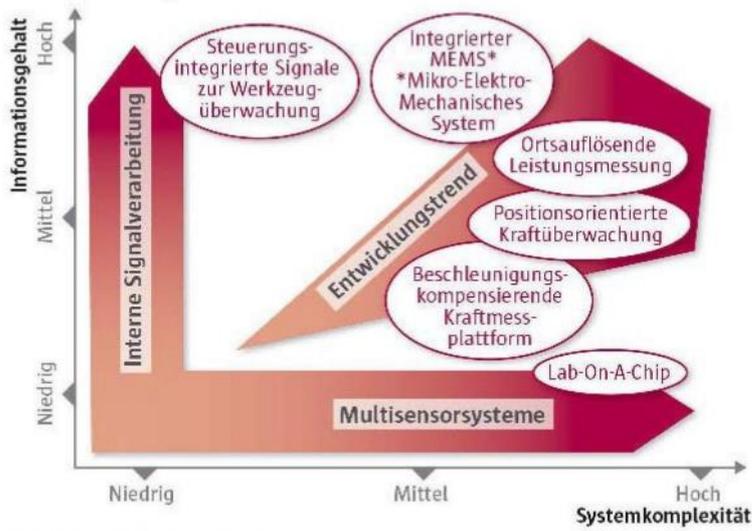
Zeit im gleichen Zustand sein. Überträgt man das auf zwei Flugzeuge, so dürfen diese nicht zur gleichen Zeit am gleichen Ort sein; das wünscht sich jeder Pilot und Passagier. Die Regeln für Bosonen dagegen könnte man mit Personengruppen gleichsetzen, die zu einer Gruppe verschmelzen und sich später auch wieder in einzelne Individuen aufteilen können. Das Stichwort wäre hier „Bose-Einstein-Kondensat“, falls man so sprechen möchte. Es werden künftig viele neue mathematische Ansätze für Sensorfusion aus der Quantenphysik kommen, denke ich. ciu

### **Wolfgang Koch**

- ist Abteilungsleiter „Sensordaten- und Informationsfusion“ am **Fraunhofer**-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE.
- Er studierte Physik und Mathematik an der RWTH Aachen.
- Das FKIE entwickelt Technologien und Prozesse mit dem Ziel, existenzbedrohende Risiken frühzeitig zu erkennen, zu minimieren und beherrschbar zu machen. Dabei engagiert sich das Institut nach eigener Aussage sowohl bei Führungs- und Aufklärungsprozessen im wehrtechnischen als auch im zivilen Sektor. tm



## Entwicklung in der Sensorik



Quelle: WZL der RWTH Aachen



**Wolfgang Koch:** vom Fraunhofer FKIE sieht noch viel Potenzial in Algorithmen, die von der Quantenphysik inspiriert sind

Foto: Fraunhofer FKIE

Grafik: VDI nachrichten 25/2019, Gudrun Schmidt

**Viel Raum für Innovation:** In der Sensorik gibt es zahlreiche Entwicklungsfelder. Diese sind einerseits geprägt vom Informationsgehalt und andererseits von der Vernetzung unterschiedlicher Technologien.



**Drohnen** sind prädestiniert für Sensorfusion. Hier ist eine Anwendung in der Landtechnik dargestellt, die Informationen aus vielen Quellen verwertet. Foto: Maciej Frołow/Getty Images