

# Was ein Auto von einer Fliege lernen kann – Neue Technik für die Verkehrssicherheit

**Wir jagen und erschlagen sie: Stubenfliegen, Schmeißfliegen, Fruchtfliegen und alle Anverwandten, die ungebeten ihren Rüssel in unser Essen stecken. Wer allerdings an einem ruhigen Samstagnachmittag die Muße hat, einer Stubenfliege bei ihren akrobatischen Flugmanövern durchs Wohnzimmer zuzuschauen, wird staunen. Präzise surrt das Insekt im Raum herum, landet mit elegantem Schwung kopfüber an der Zimmerdecke und entwischt der Fliegenklatsche ein ums andere Mal.**

Fliegen erreichen Fluggeschwindigkeiten von bis zu zehn Stundenkilometern, vollführen bis zu sechs komplette Wendungen pro Sekunde und beschleunigen innerhalb einer zweihundertstel Sekunde von Null auf Höchstgeschwindigkeit.

„Da staunen selbst die Kollegen aus den Ingenieurwissenschaften, was mit einem Milligramm Gehirn und minimalem Energieeinsatz alles möglich ist“, schmunzelt Professor Alexander Borst vom Max-Planck-Institut für Neurobiologie in

*Fliegenaugen sind aus Tausenden von Einzelaugen zusammengesetzt.*



München. Er hat sich in einem Bernstein-Projekt mit Kollegen der Technischen Universität München zusammengetan. Gemeinsam wenden die Biologen und Ingenieure biologische Strategien auf technische Konzepte an. Das Ziel sind selbstfahrende Autos oder Überwachungskameras, die eigenständig zwischen Katze und Einbrecher unterscheiden können.

## Gehirn als Schlüssel

„Dabei wollen wir jedoch nicht das Fliegenauge kopieren“, sagt Professor Georg Färber von der TU München, „da verfügen wir über sehr gute Kameras, mit einer hervorragenden Bildaufnahmetechnik, die empfindlicher ist als das Fliegenauge. Oder auch Infrarotkameras, die im Dunkeln sehen können, und somit das Fliegenauge übertreffen.“ Die Wissenschaftler interessiert die Bildverarbeitung im Fliegenhirn. Wie schafft es das Insekt, sich im Raum zügig zu bewegen und dabei stehenden und bewegten Hindernissen präzise auszuweichen?

„Wir sprechen hier von einem optischen Flussfeld“, erklärt Alexander Borst. „Wenn wir uns im Raum bewegen, zieht die nicht bewegte Umgebung gleichmäßig an uns vorbei. Die Art der Bildverschiebung hängt davon ab, wie wir uns bewegen. Andere bewegte Objekte erkennen wir, weil sie den gleichmäßigen Fluss stören.“ Fliegen verfügen über so genannte Facettenaugen. Ihre Augen sind, je nach Art, aus mehreren Tausend winzigen Einzelaugen zusammengesetzt. Saust die Fliegenklatsche heran, so berechnet das Fliegenhirn die Informationen aus jeweils benachbarten Einzelaugen und zieht die Einzelbilder voneinander ab – übrig bleibt das herannahende Unheil.

Im Fliegenhirn geht es dabei sehr geordnet zu. Hier gibt es Nervenzellen, die nur auf Objekte reagieren, die sich horizontal bewegen, andere reagieren auf vertikal bewegte Objekte. Wiederum andere sind für die Bildverarbeitung von Rotations-Flussfeldern zuständig. Und manche Nervenzellen sprechen ausschließlich auf ein „Expansions“-Flussfeld an, so wie es bei der Annäherung an ein Hindernis auftritt.

## Kamera-Assistent

Ingenieure lernen von dieser Art der Bildverarbeitung. Wenn ihre Kameras Bewegungen erkennen sollen, werden benach-



barte Bildpunkte miteinander in Echtzeit verglichen und voneinander abgezogen. Das, was übrig bleibt, ist ein bewegtes Objekt. Auch die Richtung und Geschwindigkeit kann berechnet werden, wenn man (wie im Fliegenhirn) Richtungspräferenzen in das System einbaut. „Nun kann man dem Computer noch beibringen, die Objekte zu erkennen“, sagt Georg Färber. Menschen, Katzen, Rehe, Bälle, Kinder, Radfahrer und alles, was zum Beispiel im Straßenverkehr von Interesse ist. So ließe sich in Zukunft ein Kamerasystem für Autos konstruieren, das dem Fahrer assistiert. Ein paar zusätzliche Augen, die aufpassen, was rund ums Auto passiert. „Zudem muss der Rechner wissen, wie sich diese Objekte verhalten, um ein echtes Warnsystem zu entwickeln“, sagt Färber. Radfahrer fahren meist rechts vorbei und sind schneller als Kinder, Kinder sind unberechenbarer als Erwachsene, Rehe sind einfach plötzlich vor der Kühlerhaube – wie aus dem Nichts.

### Sprechende Autos

„Aber zudem können wir dem Auto etwas beibringen, was der Mensch auch mit den besten Augen und Ohren nicht kann – sich mit anderen Autos zu unterhalten“, betont Färber. Eine Kommunikation zwischen Autos meldet rechtzeitig das Stauende hinter einer Kurve, ein Kind, das versteckt zwischen zwei geparkten Autos steht, einen Krankenwagen, der sich weiter hinten noch ungehört und ungesehen durch die Gasse zwängt. Durch eine Interaktion „sehender und verstehender“ Autos könnten all diese Situationen besser und sicherer als bisher bewältigt werden.

Alle Autokonzerne arbeiten an solchen Fahrerassistenz-Systemen. Schon heute ist ein Fahrspur-Assistent erhältlich. Seine Kamera verfolgt den Seiten- und Mittelstreifen. Verlässt der Fahrer plötzlich die Spur – wegen eines Sekundenschlafs oder weil er zu intensiv mit der Beifahrerin flirtet – wird er

gewarnt. Ein Ton oder ein Rütteln am Fahrersitz meldet den Fahrfehler. „Denkbar wäre auch ein automatisches Gegensteuern, was aber rechtlich und sicherheitstechnisch noch umstritten ist“, gibt Färber zu bedenken. „Wer hat Schuld, wenn das System versagt oder durch ein unangemessenes Eingreifen einen Unfall verursacht?“, fragt der Ingenieur. „Wo ist die Grenze zwischen Sicherheit und Bevormundung des Fahrers?“, fügt er an. Autos verkaufen sich oft wegen ihres sportlichen Images. „Ein Auto das ständig von alleine bremsst, wenn man zu dicht auffährt, oder piept und nörgelt, wenn man zu zügig von A nach B rauscht – ist ein solches Auto zu verkaufen?“, merkt Färber an.

*Wird man auf einem Drehstuhl herumgewirbelt, und schließt die Augen, so weiss man trotzdem recht genau, um welchen Winkel man sich gedreht hat. Ganz anders verhält es sich beim gleichzeitigen Rückwärtszählen: Die Orientierung im Raum wird durch die Zusatzaufgabe sogar wie unmöglich.*



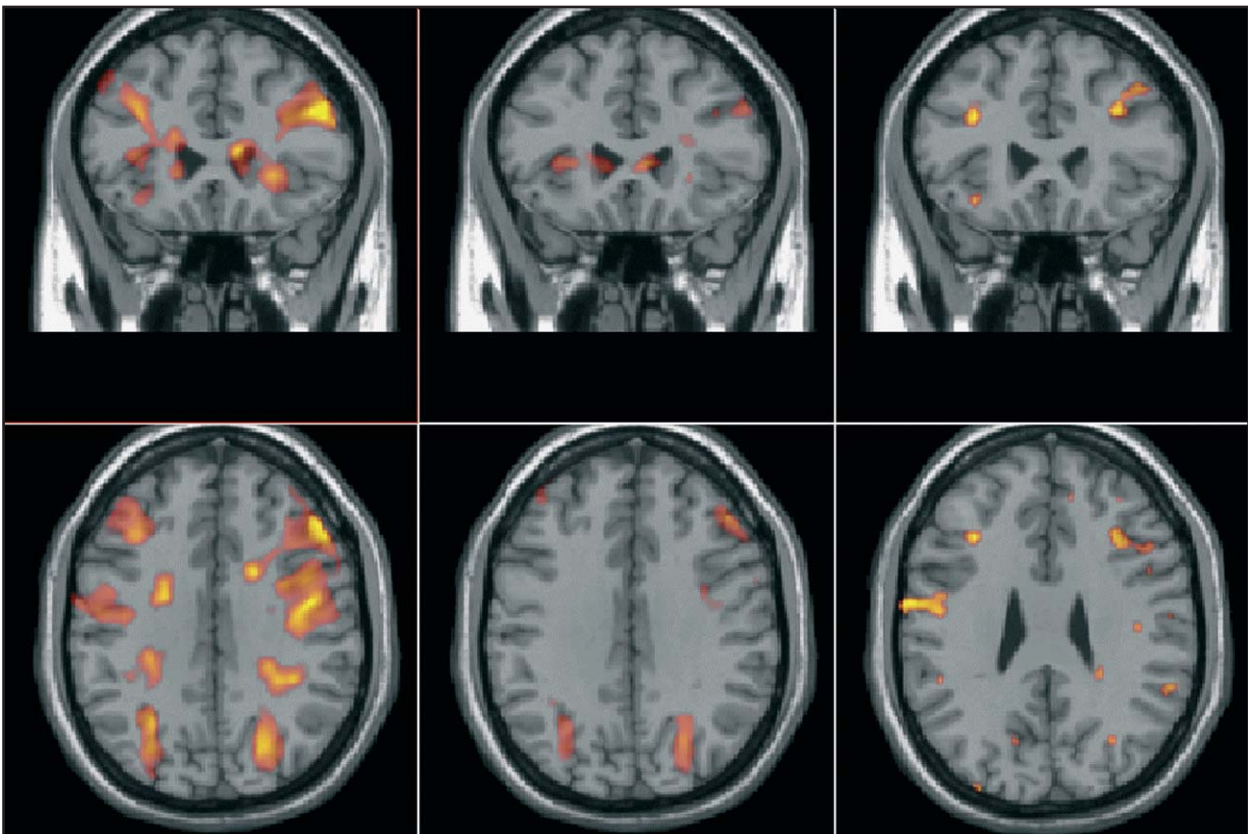
## Sinne versagen

Hilfreich ist sicher die Einsicht der Fahrer, dass sie – auch bei bestem Fahrverhalten – oftmals ihren Sinnen nicht trauen sollten. „Ein schwarzes Auto vor einem weißen Hintergrund scheint schneller zu fahren, als ein graues Auto vor grauem Hintergrund“, nennt Professor Borst als Beispiel für eine typische optische Täuschung. „Der Kontrast unserer Umgebung bestimmt unsere Einschätzung für Geschwindigkeiten wesentlich mit“, gibt er zu bedenken. „Studien weisen darauf hin, dass man deshalb im Nebel meist zu schnell fährt“, sagt Dr. Stefan Glasauer vom Bernstein Zentrum München. „In der Nebelsuppe hätten wir also ein Gefühl von Langsamkeit, weil die Kontraste fehlen und würden daher instinktiv schneller fahren.“

Stefan Glasauer ist Ingenieur und arbeitet mit seinem Team an der Frage, wie das Gehirn Raum und Zeit verarbeitet. Erste Ergebnisse zeigen, dass Raum- und Zeit-Empfindungen im Gehirn eng gekoppelt sein müssen. „Wieso vergeht die Zeit schneller und erscheint uns die Distanz kürzer, wenn wir auf dem Fahrweg von Zuhause zur Arbeit im Radio eine spannende Dokumentation hören?“, fragt Glasauer. Er ließ Testpersonen eine vorgegebene Distanz mit geschlossenen Augen gehen. Die meisten waren dabei recht treffsicher. Sollten die Probanden aber bei ihrem Lauf gleichzeitig rückwärts zählen, war ihr Raum-Zeit-Empfinden gestört – die Probanden liefen alle zu weit, da ihnen nun die zurückgelegte Strecke kürzer vorkam. Ähnlich verhielt es sich bei einer Drehung. Bei voller Konzentration konnten die Probanden sehr genau reproduzieren, um welchen Winkel sie zuvor auf einem Drehstuhl herumgewirbelt wurden. Bei einer Zusatzaufgabe scheiterten alle an der eigentlich einfachen Aufgabe.

## Wenn Denken leuchtet

„Die Frage ist, wieso und wo im Gehirn eine Zusatzaufgabe das Raum-Zeit-Empfinden stört“, sagt Glasauer. „Nimmt die Doppelaufgabe zuviel ‚Arbeitsspeicher‘ in Anspruch? Oder wird zuviel Aufmerksamkeit abgezogen?“ Aufschluss erwarten die Forscher von Untersuchungen, bei denen sie den Probanden beim Denken zuschauen. „Die funktionelle Magnet-



Die Magnet-Resonanz-Tomographie macht es möglich, das Gehirn beim Denken zu beobachten. Aktive Areale des Gehirns können lokalisiert und dargestellt werden. Die Bilder zeigen die Gehirnaktivierung eines Probanden, während er eine komplexe, starke Aufmerksamkeit erfordernde Aufgabe bearbeitet. Die obere Bilderreihe zeigt das Gehirn in einem Frontalschnitt (von vorne), die untere Bildreihe einen Horizontalschnitt (von oben). Aktivierungen sind farblich gekennzeichnet. Gelb steht für die höchste Aktivierung, das Gehirn selbst ist grau dargestellt.

Resonanz-Tomographie eröffnet uns die Möglichkeit zu erkennen, wo im Gehirn die Raum- und Zeit-Empfindungen gekoppelt sind und wie eine Zusatzaufgabe das Zusammenspiel durcheinander bringt“, gibt Glasauer einen Ausblick auf sein Forschungsprogramm.

#### fMRT

Die funktionelle Magnet-Resonanz-Tomographie (fMRT) arbeitet ohne Röntgenstrahlung und kommt ohne Kontrastmittel aus. Sie arbeitet mit Magnetfeldern und Radiofrequenzen und macht sichtbar, welche Hirnbereiche aktiv arbeiten. Die Wissenschaftler können mit der fMRT den Sauerstoffverbrauch im Gehirn beobachten. Wo viel Aktivierung stattfindet, wird mehr Sauerstoff verbraucht und dann als leuchtender Punkt auf dem Computerbildschirm angezeigt.