

# Im Dunkeln sehen

Die Neuroinformatiker Patrick Lichtsteiner und Tobi Delbrück haben einen intelligenten optischen Sensor entwickelt, der Eigenschaften des Auges nachahmt. Damit lässt sich etwa der Verkehrsfluss besser regeln. Von Thomas Gull

Patrick Lichtsteiner sitzt vor seinem Laptop. Auf dem Bildschirm tauchen aus dem grauen Hintergrund die Umrisse von Autos auf. Sie kommen näher, werden grösser und verschwinden wieder. Was der junge Physiker vorführt, ist eine Anwendung von smart eye. Das smarte Auge ist ein «intelligenter optischer Sensor», der vom Austrian Institute of Technology (AIT) entwickelt wurde und nun für verschiedene Anwendungen

«Es kann einerseits sehr schnell auf sich zeitlich verändernde Reize reagieren und andererseits sehr langsam oder gar nicht auf stationäre Stimuli.» Die Reaktionsmuster sind mit bestimmten Zellen verbunden, die in verschiedenen Regionen der Retina angesiedelt sind. Die langsamen Zellen erlauben es uns, Farben und Formen zu sehen. Die schnellen ermöglichen, Hindernisse zu erkennen und zu umgehen, wenn wir gehen oder

---

*«Die Pixel der künstlichen Retina kommunizieren kontinuierlich Veränderungen – wie Neuronen im menschlichen Auge.»* Patrick Lichtsteiner, Neuroinformatiker

---

angeboten wird: zur Erfassung von Verkehrsdaten, Personenzählungen oder für die Steuerung und Überwachung von industriellen Produktionsprozessen.

Die innovative Technologie basiert auf dem von Patrick Lichtsteiner und Tobi Delbrück vom Institut für Neuroinformatik (INI) von Universität und ETH Zürich erfundenen Dynamic Vision Sensor (DVS). Der DVS ist ein elektronischer Sensor, der eine spezifische Eigenschaft des Auges nachmodelliert: das Bewegungssehen. «Unsere Inspiration ist die Biologie. In diesem Fall waren es die beim Sehen aktivierten neuronalen Schaltungen im Gehirn, die wir technologisch umgesetzt haben», erklärt Patrick Lichtsteiner.

## Die künstliche Retina

Die Entwicklung des DVS basiert auf einer einfachen und bestechenden Idee: Statt zu versuchen, sämtliche Eigenschaften des Auges zu imitieren und nachzubauen, haben sich Lichtsteiner und Delbrück auf eine Fähigkeit konzentriert. «Unser visuelles System hat zwei Möglichkeiten, um Informationen zu verarbeiten», erklärt Tobi Delbrück, Professor für Neuroinformatik am INI:

fahren. Um dies tun zu können, muss das menschliche Auge Kontraste registrieren. Diese Fähigkeit wird vom DVS imitiert.

Architektur und Funktion der künstlichen Retina orientieren sich sehr stark am natürlichen Auge, wie Patrick Lichtsteiner erklärt: «Wir haben in der Netzhaut sehr viele Photorezeptoren, die durch das Licht angeregt werden, das einfällt. Mit den Rezeptoren verbunden ist ein Netzwerk von Neuronen, das diese Informationen verarbeitet und dann ans Sehzentrum weitergibt.» Anders als eine Kamera macht das Auge deshalb nicht einzelne Bilder, Momentaufnahmen der Wirklichkeit, sondern produziert einen kontinuierlichen Strom von Impulsen. Diese Eigenschaft imitiert die Silikon-Retina, indem 16 384 Pixel die Veränderung der Helligkeit registrieren. Jeder Pixel ist so verschaltet, dass er diese Veränderungen mit einem Puls, einem so genannten «spike», an einen nachgeschalteten Computer weitergibt, sobald ein bestimmter Schwellenwert überschritten ist. «Die Pixel kommunizieren kontinuierlich Veränderungen, wie dies die Neuronen im menschlichen Auge auch tun», erklärt Patrick Lichtsteiner stolz.

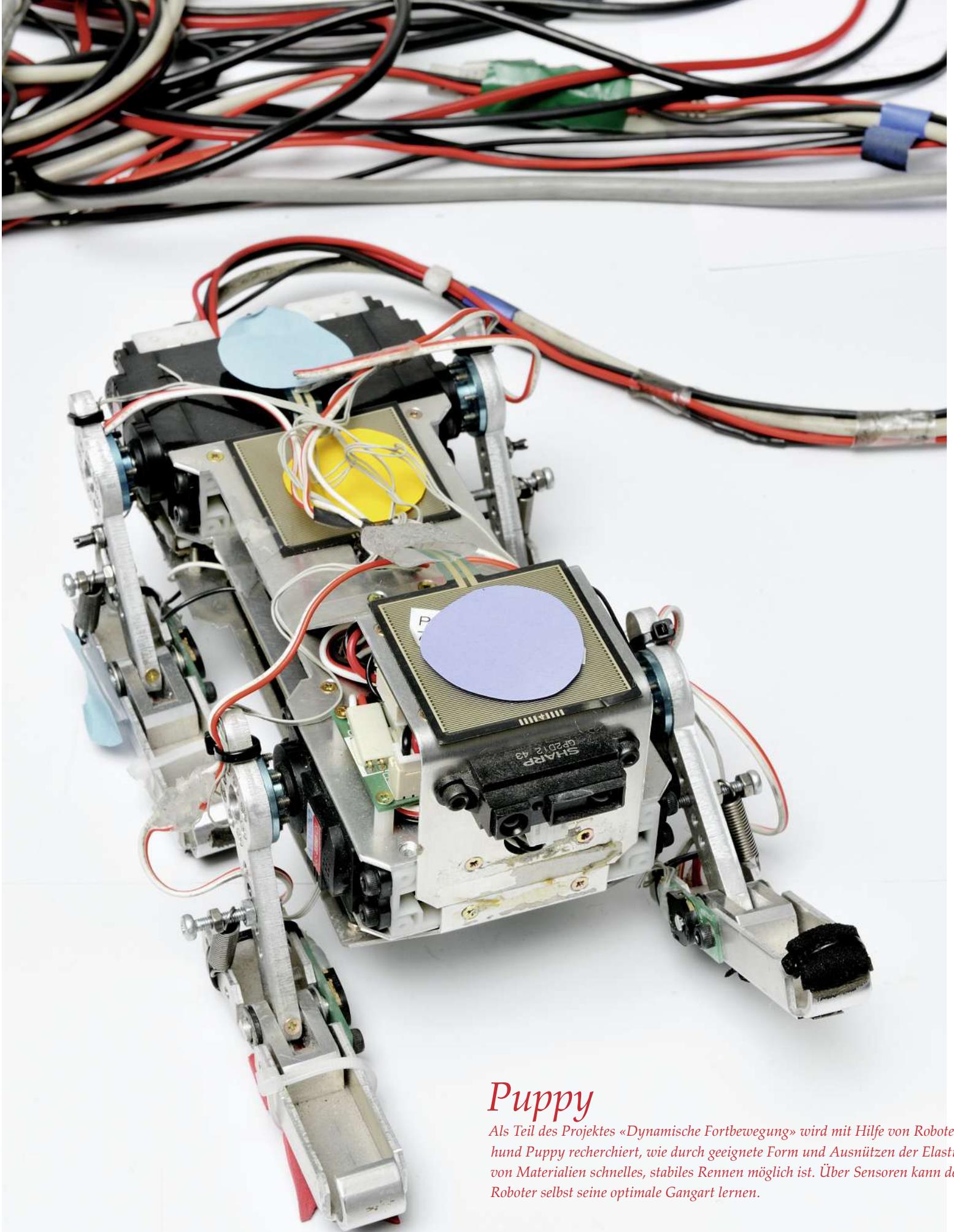
Dass die künstliche Retina nur Bewegungen registriert, hat viele Vorteile: Der Sensor ist schneller und kostengünstiger als herkömmliche Bildsensoren, die in regelmässigen Abständen für jeden Bildpunkt einen Messwert liefern. Damit reduziert sich die Datenmenge drastisch, was den Transport und die Verarbeitung vereinfacht. Ein weiteres Plus ist, dass die Pixel nicht auf die absolute Helligkeit, sondern auf die Veränderung der Kontraste reagieren. Deshalb funktioniert das System bei Sonnenlicht genauso gut wie bei Vollmond. «Was mich immer noch erstaunt, ist, wie wirkungsvoll dieser scheinbar primitive Sensor ist», schwärmt Tobi Delbrück.

Die eigentliche Erfindung von Lichtsteiner und Delbrück, die von der Universität Zürich patentiert wurde, ist die Schaltung des Pixels, die spezifische technische Modellierung des Bewegungssehens. Die grösste Herausforderung war dabei die Konstruktion der Pixel, wie Tobi Delbrück erklärt: «Die Vorläufer waren zu wenig empfindlich.» Diese Defizite konnten behoben werden, indem bewährte analoge Schaltungselemente mit neuronal inspirierten Schaltungen, so genannten «neuromorphic circuits», fusioniert wurden.

## Staus verhindern, Ampeln schalten

Mit der Lizenzvergabe an das AIT wird der DVS nun auch industriell ausgewertet. Das AIT hat die Retina aus Silikon für verschiedene praktische Anwendungen weiterentwickelt. Eine davon ist der «Universal Counting Sensor» (Ucos), der bei der Fussball-Europameisterschaft 08 in Wien eingesetzt wurde, um in der U-Bahn die Fahrgäste zu zählen und so den Zugang zum Perron zu regeln. Mit gutem Erfolg. Weitere viel versprechende Einsatzmöglichkeiten sind die Regelung des Verkehrsflusses, etwa um Staus zu verhindern, oder die Schaltung von Ampeln, indem viel einfacher und kostengünstiger als bisher erhoben werden kann, ob sich Autos der Ampel nähern.

**Kontakt:** Prof. Tobi Delbrück, tobi@ini.phys.ethz.ch, Dr. Patrick Lichtsteiner, patrick.lichtsteiner@espros.ch



## *Puppy*

*Als Teil des Projektes «Dynamische Fortbewegung» wird mit Hilfe von Roboterhund Puppy recherchiert, wie durch geeignete Form und Ausnützen der Elastizität von Materialien schnelles, stabiles Rennen möglich ist. Über Sensoren kann der Roboter selbst seine optimale Gangart lernen.*