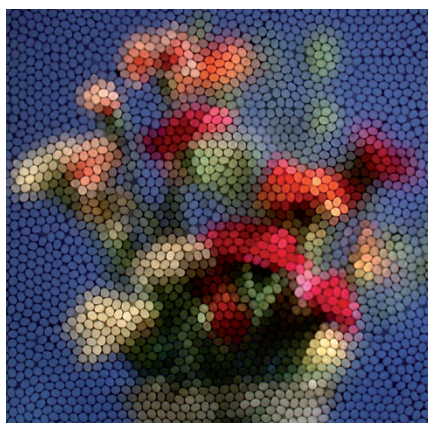
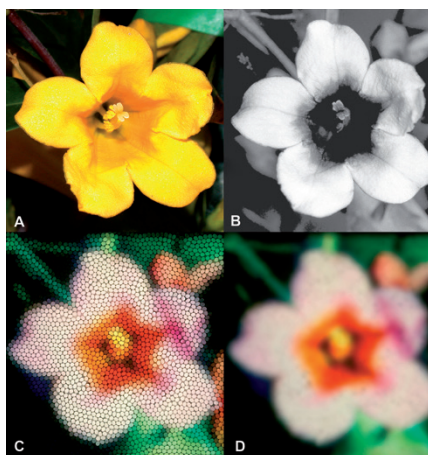


DURCH INSEKTENAUGEN

Der Traum eines jeden Entomologen: einmal wie eine Biene sehen. Doch auch andere wollen verstehen, wie das Sehvermögen funktioniert und welche Prozesse im Gehirn der Insekten ablaufen. Denn dieses Wissen könnte auch bei der Bestäubung im Gewächshaus helfen und die Evolution von Kamertechnologien vorantreiben.



So könnte ein Blumenstrauß für eine Biene aussehen.



- A | zeigt, wie wir Menschen eine Blume sehen.
- B | ist die gleiche Blume, fotografiert durch einen UV-Filter – denn Honigbienen können UV-Licht wahrnehmen.
- C | ist die Blume gesehen durch viele Strohhalme. So werden die Facettenaugen der Insekten nachgestellt.
- D | zeigt die per Computer übereinandergelegten Bilder in einem. So könnte die Blume für eine Biene aussehen.

Hat man tausende von Augen anstatt nur zwei, sieht die Welt ganz anders aus: Honigbienen und viele andere Insekten sehen durch Facettenaugen. Sie bestehen aus tausenden sogenannter Ommatidien. Jedes funktioniert wie ein eigenständiges einfaches Auge. Sie sind auf einer beinahe halbkugeligen Oberfläche auf dem Kopf angeordnet und zeigen so in leicht unterschiedliche Richtungen – und das ermöglicht einen großen Blickwinkel.

Das Bild, das die Insekten sehen, setzt sich aus den gesammelten Informationen aller Ommatidien zusammen: Die Welt durch Facettenaugen sieht nicht so scharf aus wie durch die Augen von Säugetieren. Allerdings können die Insekten dafür sehr schnelle Bewegungen wahrnehmen: Rasant fliegende Insekten wie die Honigbiene sehen bis zu 300 Bilder pro Sekunde – wir Menschen dagegen schaffen nur bis zu 65.

Die Honigbiene registriert sogar ultraviolette Licht, das für den Menschen

unsichtbar ist. Die Tiere nutzen diese Fähigkeit bei der Futtersuche. Denn spezielle Pigmente in Blumen absorbieren oder reflektieren das UV-Licht – so erscheint eine „Landebahn“, die die Biene direkt zum Nektar- und Pollenvorrat der Pflanze führt. Die Biene lernt, dass dunkle Flecken in der Mitte der Blüte oder Punkte anzeigen, wo der Nektar zu finden ist. Aber Honigbienen haben auch einen Schwachpunkt in Sachen Sehen: Sie können die Farbe Rot nicht wahrnehmen. Das Leberblümchen (*Hepatica nobilis*) etwa sieht für uns pink aus, aber blau für Hummeln.

Wie Bienen sehen und wie die Bilder in ihrem Gehirn verarbeitet werden, kann auch andere Forschungsgebiete beflügeln. Der australische Wissenschaftler Dr. Adrian Dyer, außerordentlicher Professor an der RMIT Universität in Melbourne, analysiert, wie Bienen lernen – und wie sie sogar menschliche Gesichter erkennen können. Dr. Dyer hat die „Bienenkamera“ entwickelt, um die Welt durch Insektenaugen zu

AUF EINEN BLICK

- // Honigbienen und andere Insekten sehen durch Facettenaugen.
- // Sie nehmen UV-Licht wahr, das ihnen hilft, nektar- und pollenreiche Blumen zu finden.
- // Die Erforschung, wie Bienen visuelle Eindrücke verarbeiten, könnte der Weiterentwicklung von Kameras und sogar Luftfahrzeugen helfen.



INTERVIEW



Dr. Adrian Dyer ist außerordentlicher Professor und Sehforscher an der RMIT Universität in Melbourne, Australien. Mit seiner Forschung will er verstehen, wie visuelle Systeme schwierige Aufgaben lernen.

Im Bienengehirn

Was fasziniert Sie an Bienen?

„Diese Insekten können mit ziemlich kleinen Gehirnen erstaunlich komplexe Probleme lösen. Einige Forschungsergebnisse der letzten zwölf Jahre deuten sogar darauf hin, dass Bienen Probleme auf einem Niveau lösen können, das den Systemen, die wir bei Säugetieren beobachten, nahe kommt.“

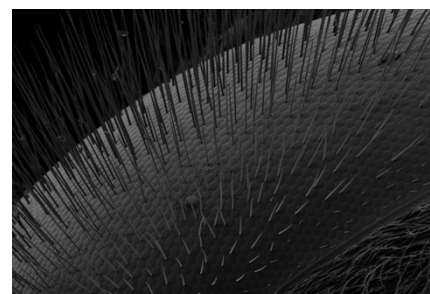
Wie kann die Technologie von Ihrer Forschung profitieren?

„Eine Sache, an der wir arbeiten: Fliegen in einer komplexen Umgebung, ohne gegen andere Objekte zu stoßen. Das Problem dabei ist die Geschwindigkeit: Die Informationen, die von Sensoren an der Vorderseite des Flugobjekts kommen, müssen von einem Computer verarbeitet werden – und dann wieder zu einem anderen System geleitet werden, um eine Kollision zu vermeiden. Bis das passiert ist, ist man schon abgestürzt. Für Insekten ist das kein Problem. Deshalb wollen wir analysieren, wie das Bienengehirn das schafft. Ein Ziel ist zum Beispiel, möglicherweise die Fähigkeiten unbemannter Flugdrohnen zu verbessern.“

betrachten. Dafür fotografiert er beispielsweise eine gelbe Blüte durch drei spezielle Farbfilter und legt die Bilder übereinander. So wandelt er das sichtbare Lichtspektrum von uns Menschen in die UV-Sicht von Honigbienen um. Dann verändert er den Kontrast und überführt das entstandene Bild in eine farbige Version, wie sie die Biene sehen würde – die ursprünglich gelbe Blume erscheint nun pink. Um die Facettenaugen zu simulieren, nutzt der Forscher eine einfache, aber effektive Methode: Er fotografiert das Bild der pinken Blüte durch einen Holzrahmen, der mit tausenden von Strohhalmen gefüllt ist. Das Ergebnis ist ein Mosaikbild. Mit einem Computer kombiniert der Wissenschaftler dann die Mosaikstückchen zu einem normalen Bild, das leicht verschwommen aussieht.

Dr. Dyer kann nicht nur wie eine Biene sehen. Er untersucht auch, wie Bienen visuelle Informationen in ihren Gehirnen verarbeiten. Das könnte der Weiterentwicklung der Gesichtserkennung in Kameras helfen: „Algorithmen zu entwickeln, die verlässlich Gesichter erkennen können, auch wenn sich der Blickwinkel ändert – das birgt viele Schwierigkeiten“, erklärt er. Erkenntnisse daraus, wie biologische Systeme mit diesen visuellen Herausforderungen umgehen, könnten auch Software-Entwicklern nutzen. Dr. Dyer: „Das winzige Insektengehirn ermöglicht vielleicht eine sehr effiziente Lösung, die einfacher zu entwickeln ist als mit dem Vorbild der erstaunlich komplexen Gehirne von Primaten.“

Rasant fliegende Insekten wie die Honigbiene sehen bis zu 300 Bilder pro Sekunde – wir Menschen dagegen schaffen nur bis zu 65.



Das Bild oben zeigt im Detail das Auge einer Honigbiene durch ein Elektronenmikroskop.

Auch Hummeln sehen ihre Welt durch Facettenaugen (unten).

