

## Pressemitteilung

Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Petra Giegerich

09.10.2024

<http://idw-online.de/de/news840960>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen  
Biologie  
überregional



JOHANNES GUTENBERG  
UNIVERSITÄT MAINZ

## Wie Fruchtfliegen bei wechselnden Lichtverhältnissen klar sehen

**Neuronale Schaltkreise und Mechanismen aufgedeckt, wie Kontraste bei sich schnell verändernden Lichtverhältnissen stabil gesehen werden**

Wenn sich Lichtverhältnisse schnell verändern, muss das Auge in Bruchteilen von Sekunden reagieren, um weiterhin gut zu sehen. Das ist zum Beispiel hilfreich oder sogar notwendig, wenn wir durch einen Wald fahren und aus dem Schatten von Bäumen ins Sonnenlicht steuern und dann wieder in den Schatten geraten. „In solchen Situationen reicht es nicht aus, dass die Photorezeptoren im Auge adaptieren, sondern es ist ein zusätzlicher Korrekturmechanismus notwendig“, sagt Prof. Dr. Marion Silies von der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU). Ihre Arbeitsgruppe hat in früheren Forschungen bereits gezeigt, dass es bei der Fruchtfliege *Drosophila melanogaster* einen Korrekturmechanismus gibt, der direkt hinter den Photorezeptoren einsetzt. Nun hat das Team um Silies die Algorithmen, Mechanismen und neuronalen Schaltkreise entschlüsselt, die es ermöglichen, bei sich schnell verändernden Lichtverhältnissen weiterhin stabil zu sehen. Die Arbeit wurde in *Nature Communications* veröffentlicht.

Abrupte Lichtveränderungen stellen Herausforderung dar

Ob wir uns selbst in unserer Umgebung bewegen oder ob wir mit unseren Augen einem Objekt folgen, das sich vom Licht in den Schatten bewegt: Unser Sehvermögen muss in vielen verschiedenen Situationen funktionieren. Das gilt für uns Menschen und ebenso für Tausende Tierarten, die sich stark visuell orientieren. Sogar in der unbelebten Welt stellen schnelle Lichtveränderungen eine Herausforderung für die Informationsverarbeitung dar, beispielsweise für kamerabasierte Navigationssysteme. Daher nutzen viele selbstfahrende Autos zusätzlich Radar- oder Lasertechnik, um den Kontrast zwischen einem Objekt und seinem Hintergrund korrekt zu erfassen. „Tieren gelingt dies ohne die entsprechende Technologie. Was können wir von Tieren lernen, wie visuelle Information bei sich schnell verändernden Lichtverhältnissen stabil verarbeitet wird?“, formuliert Marion Silies die Forschungsfrage.

Theoretische und experimentelle Arbeiten wurden kombiniert

Das Facettenauge von *Drosophila* besteht aus 800 Einzelaugen. Hinter den Photorezeptoren wird der Kontrast zwischen einem Objekt und dem Hintergrund ermittelt, allerdings entstehen hier Unterschiede in der Kontrastberechnung, wenn sich Lichtverhältnisse, also der Hintergrund, plötzlich verändern, wie zum Beispiel, wenn sich ein Objekt in den Schatten eines Baumes bewegt. Das hätte Konsequenzen für alle nachfolgenden Schritte der visuellen Verarbeitung und würde das Objekt unterschiedlich aussehen lassen. Mithilfe der Zwei-Photonen-Mikroskopie zeigt die Studie mit Erstautor Dr. Burak Gür, an welcher Stelle im visuellen System zum ersten Mal stabile Kontraste kodiert werden: Identifiziert wurden so neuronale Zelltypen, die zwei Synapsen hinter den Photorezeptoren sitzen.

Diese Zelltypen reagieren jedoch sehr lokal auf visuelle Information. Damit die Helligkeit des Hintergrunds korrekt in die Kontrastberechnung einbezogen werden kann, muss diese Information sozusagen über den Raum gebündelt werden, wie Berechnungen von Co-Autorin Dr. Luisa Ramirez anhand eines Computermodells zeigen. „Wir gingen also einerseits von einem theoretischen Ansatz aus, der zeigt, welcher Radius in Bildern von natürlichen Umgebungen optimal wäre,

um die Hintergrundhelligkeit über einen gewissen Raum hinweg zu erfassen, und suchten parallel dazu nach einer Zelle, die diese Funktion übernimmt“, so Marion Silies, die die Arbeitsgruppe Neuronale Schaltkreise am Institut für Entwicklungsbiologie und Neurobiologie (IDN) leitet.

Helligkeitsinformation wird vor Weitergabe gebündelt

Gefunden haben die Neurobiologen und Neurobiologinnen einen Zelltyp, der alle erforderlichen Kriterien erfüllt. Diese Zellen namens Dm12 bündeln Helligkeitssignale über einen gewissen Radius, was wiederum die Kontrastberechnung zwischen Objekt und Hintergrund bei schnell ändernden Lichtverhältnissen korrigiert. „Wir haben damit die Algorithmen, Schaltkreise und molekularen Mechanismen aufgedeckt, die Sehen stabil machen, auch wenn sich die Helligkeit abrupt ändert“, fasst Marion Silies zusammen. Die Wissenschaftlerin hat vor 15 Jahren mit den Forschungen am visuellen System von Fruchtfliegen begonnen und vermutet, dass die Helligkeitskorrektur bei Wirbeltieren bis hin zum Menschen auf ähnliche Weise verläuft, zumal die neuronalen Voraussetzungen vorhanden sind.

Die jetzt veröffentlichte Arbeit „Neural pathways and computations that achieve stable contrast processing tuned to natural scenes“ wurde unterstützt durch einen ERC Starting Grant von Marion Silies sowie aus Mitteln des Sonderforschungsbereichs 1080 „Molekulare und zelluläre Mechanismen der neuronalen Homöostase“ und der Forschungsgruppe 5289 „RobustCircuit“.

Bildmaterial:

[https://download.uni-mainz.de/presse/10\\_idn\\_visuelles\\_system\\_stabilitaet\\_01.jpg](https://download.uni-mainz.de/presse/10_idn_visuelles_system_stabilitaet_01.jpg)

In dem Schaltkreis wird Helligkeitsinformation der L3-Zelle (grün) durch Dm-Neurone (rot) gebündelt, um Signale von der L2-Zelle (blau) zu korrigieren. Die Tm9-Zelle (cyan) kombiniert diese Information und kann stabil Kontrast kodieren. Abb./©: Marion Silies / JGU

[https://download.uni-mainz.de/presse/10\\_idn\\_visuelles\\_system\\_stabilitaet\\_02.jpg](https://download.uni-mainz.de/presse/10_idn_visuelles_system_stabilitaet_02.jpg)

In Handy-Kameras wird das gesamte Bild durch einen Helligkeitswert korrigiert, weswegen im oberen Beispiel der Himmel überbelichtet und im unteren Beispiel der Grund unterbelichtet ist. Die Augen von Fliegen und Menschen können Kontrast stabil berechnen, auch wenn sich die Hintergrundhelligkeit verändert.

Foto/©: Marion Silies / JGU

Weiterführende Links:

<https://ncl-idn.biologie.uni-mainz.de/> - Arbeitsgruppe Neuronale Schaltkreise

<https://idn.biologie.uni-mainz.de/> - Institut für Entwicklungsbiologie und Neurobiologie (IDN)

<https://www.bio.uni-mainz.de/> - Fachbereich Biologie an der JGU

<https://robustcircuit.flygen.org/> - DFG-Forschungsgruppe 5289 „RobustCircuit – Von Impräzision zu Robustheit in der Assemblierung Neuronaler Schaltkreise“

<https://www.crc1080.com/> - SFB 1080 „Molekulare und zelluläre Mechanismen der neuronalen Homöostase“

Lesen Sie mehr:

<https://presse.uni-mainz.de/nervenzellen-im-visuellen-system-von-fliegen-sind-ueberraschend-heterogen-verschaltet/> - Pressemitteilung „Nervenzellen im visuellen System von Fliegen sind überraschend heterogen verschaltet“ (27.02.2024)

<https://presse.uni-mainz.de/deutsch-franzoesische-projektfoerderungen-in-der-biologie-bewilligt/> - Pressemitteilung „Deutsch-französische Projektförderungen in der Biologie bewilligt“ (19.12.2023)

<https://presse.uni-mainz.de/marion-silies-erhaelt-erc-consolidator-grant-fuer-die-erforschung-adaptiver-prozesse-des-sehens/> - Pressemitteilung „Marion Silies erhält ERC Consolidator Grant für die Erforschung adaptiver Prozesse des Sehens“ (24.03.2022)

<https://presse.uni-mainz.de/lokale-bewegungsdetektoren-in-der-fruchtfliege-nehmen-komplexe-muster-erzeugt-durch-eigenbewegung-wahr/> - Pressemitteilung „Lokale Bewegungsdetektoren in der Fruchtfliege nehmen komplexe Muster erzeugt durch Eigenbewegung wahr“ (20.01.2022)

<https://presse.uni-mainz.de/lichtempfindliche-lamina-neurone-helfen-dem-auge-von-fruchtfliegen-bei-rasch-einsetzender-dunkelheit/> - Pressemitteilung „Lichtempfindliche Lamina-Neurone helfen dem Auge von Fruchtfliegen bei rasch einsetzender Dunkelheit“ (30.01.2020)

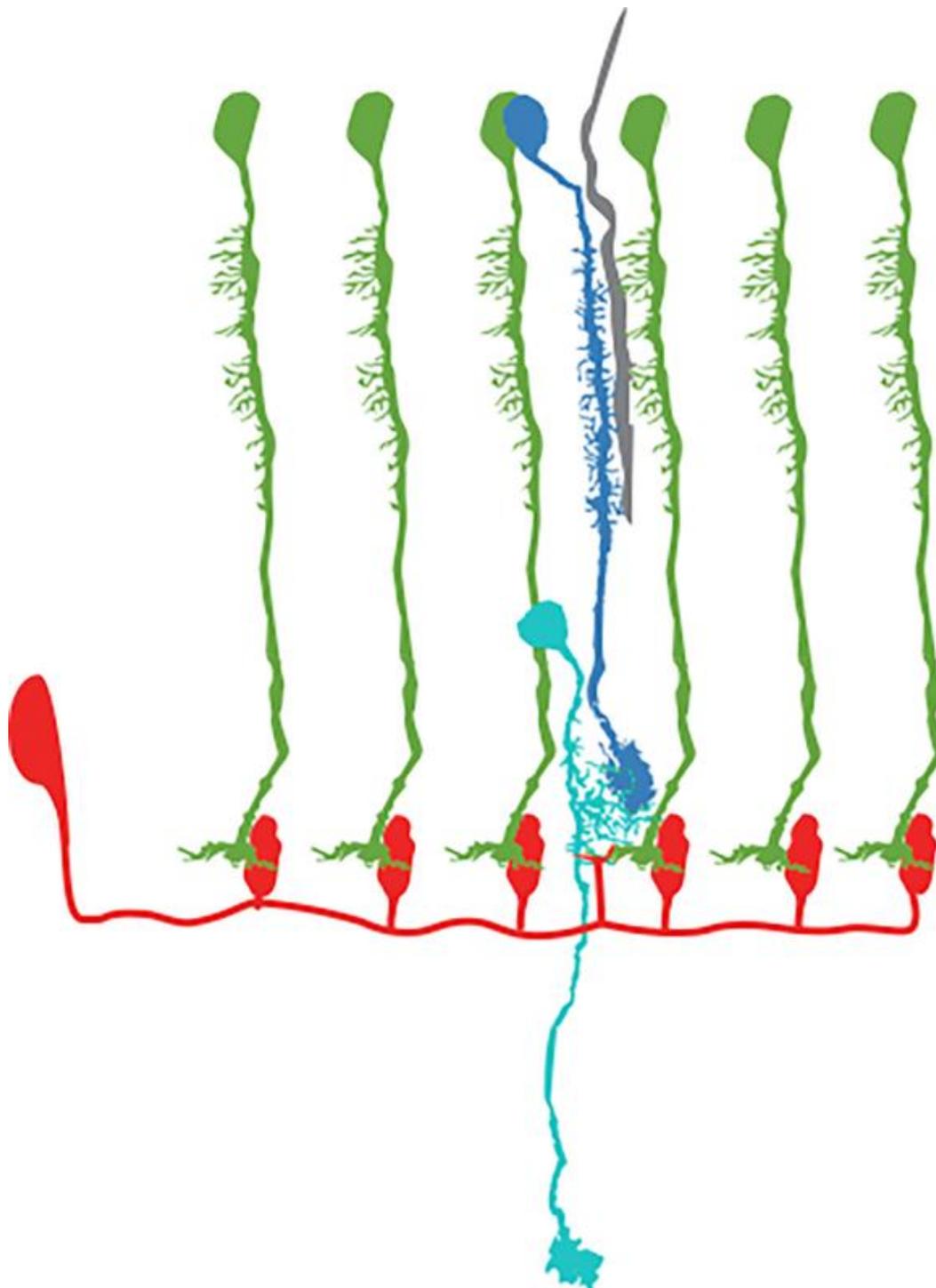
<https://www.magazin.uni-mainz.de/so-sehen-fliegen-und-menschen/> - JGU-Magazin-Beitrag „So sehen Fliegen und Menschen“ (14.01.2020)

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Prof. Dr. Marion Silies  
Institut für Entwicklungsbiologie und Neurobiologie (IDN)  
Johannes Gutenberg-Universität Mainz  
55099 Mainz  
Tel. +49 6131 39-28966  
E-Mail: [msilies@uni-mainz.de](mailto:msilies@uni-mainz.de)  
<https://idn.biologie.uni-mainz.de/prof-dr-marion-silies/>

Originalpublikation:

Burak Gür et al.  
Neural pathways and computations that achieve stable contrast processing tuned to natural scenes  
Nature Communications, 3. Oktober 2024  
DOI: 10.1038/s41467-024-52724-5  
<https://www.nature.com/articles/s41467-024-52724-5>



In dem Schaltkreis wird Helligkeitsinformation der L3-Zelle (grün) durch Dm-Neurone (rot) gebündelt, um Signale von der L2-Zelle (blau) zu korrigieren. Die Tm9-Zelle (cyan) kombiniert diese Information und kann stabil Kontrast kodieren.  
Abb./©: Marion Silies / JGU