

Virtual Reality in der Lehre

Darm als 3D-Modell: Insektenanatomie per VR-Brille

ANTON WINDFELDER
UNIVERSITÄT GIESSEN

DOI: 10.1007/s12268-023-1974-z
© Springer-Verlag GmbH 2023

■ Per Video oder 3D-Brille durch den Körper scrollen und virtuell die Anatomie entdecken – das ist dank moderner bildgebender Verfahren mittlerweile möglich: Unser Forschungsteam hat mittels Mikro-Computertomographie erstmals die Raupen des Tabakswärmers gescannt und eröffnet mit dreidimensionalen Modellen neue Einblicke in deren innere Anatomie. So konnten wir mehrere bisher unbekannte anatomische Strukturen im Darm der Insektenlarven, wie etwa einen Kropf und mehrere Blinddärme entdecken. Tabakswärmer (*Manduca sexta*) werden als Modellorganismen in der Erforschung von menschlichen Darmkrankheiten wie Morbus Crohn eingesetzt. Die Forschungsergebnisse fließen aber auch in die Lehre an der Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU) ein: Studierende können in Kursen nun per VR-Brille die Anatomie der Raupen erkunden.

Der Tabakswärmer ist eine amerikanische Nachtfalterart, deren bis zu acht Zentimeter lange Larven eine wichtige Rolle in der biomedizinischen Forschung spielen. Der Darm von Säugetieren und Insekten ist in vielen Bereichen miteinander vergleichbar. Dies gilt insbesondere für das angeborene Immunsystem. Unsere früheren Studien haben gezeigt, dass Erkenntnisse über die Darmentzündung bei *Manduca* auch wichtige Erkenntnisse für die Humanmedizin liefern.

Mittels Computertomographie können Entzündungen in der Darmwand mithilfe von Kontrastmitteln sichtbar gemacht und dadurch die Wirksamkeit von Medikamenten untersucht werden. Da der Darm von Insekten und Säugetieren viele Gemeinsamkeiten hat, können wir so neue Medikamente gegen chronische Darmerkrankungen erforschen. Die aktuelle Studie hilft dabei, diese Untersuchungen besser zu planen und die Ergebnisse zu quantifizieren.



▲ **Abb. 1:** Insektenanatomie per VR-Brille. Oben links: Die Gießener Biologen und Studienautoren Dr. Anton Windfelder (mittig) Dr. Jan Scherberich (links) sowie Informatiker und VR-Experte Viet Duc Vu (rechts) mit einer Tabakswärmerlarve auf dem VR-Headset. **Oben rechts:** Das Verdauungssystem einer kleinen, mittleren und großen *Manduca sexta*-Larve. **Mitte links:** Der Vorderdarm einer *Manduca*-Larve. **Mitte links:** Biologe und Studienautor Dr. Jan Scherberich trägt eine VR-Brille und hält eine Tabakswärmerlarve auf der Hand. **Unten:** Virtueller Flug durch den Darm der Tabakswärmerlarve: Erstautor Dr. Anton Windfelder und VR-Experte Viet Duc Vu demonstrieren ihre Modelle in der Virtual Reality. Foto: Fraunhofer IME/Kim Weigand.

Die Studie liefert aber auch Einblicke in die Struktur von Verdauungsorganen bei Insekten. Der Darm zieht sich in gerader Linie durch den Körper der Larven und zeigt ein hexagonales Faltenmuster, was insbesondere im Hinderdarm stark ausgeprägt ist und vermutlich mit der Wasserresorption zusammenhängt. Auf Grundlage der Daten war es zudem erstmals möglich, das Darmvolumen der Raupen zu berechnen. Mit 1,4 Millilitern entspricht es in etwa dem Darmvolumen einer Maus.

Die Forschungsergebnisse kommen aber auch den Studierenden der JLU zugute. Ich selbst unterrichte im Medizinstudium innovative Methoden der biomedizinischen Forschung anhand von alternativen Tiermodellen und lasse Studierende im Rahmen meiner Lehrveranstaltungen die dreidimensionalen Modelle der Raupen per VR-Brille erkunden. Für alle Interessierten sind animierte 3D-Videos zudem online verfügbar.

Virtual Reality oder künstliche Wirklichkeit ist eine Technologie, durch die Benutzerinnen und Benutzer mit virtuellen Objekten interagieren können. Mit dieser Technik ist es auch möglich, durch den Darm der Tabakswärmer zu scrollen. Dadurch kann die komplexe Anatomie leichter verstanden und erlernt werden. Vorher war dies nur durch stundenlange Präparation an fri-

schen Insekten möglich. Die neue Methode ist effizienter und ethischer.

Unsere Arbeitsgruppe plant nun die Implementierung von anderen Organismen für weitere Fachbereiche an der Uni Gießen. Wir denken hier natürlich zunächst an die Humananatomie für die Medizin – aber es sind auch schon Konzepte für die Biologie und Veterinärmedizin vorhanden. Für die Übertragung der Forschungsdaten in die virtuelle Realität arbeiten wir mit dem VR-Experten Viet Duc Vu und dem NWTmed-Team der JLU zusammen. NWTmed – kurz für (Natur)Wissenschaft und Technik in der Medizin – ist eine interdisziplinäre Lehr- und Lernplattform unter der Projektleitung von Dr. Johannes Lang und Dr. Holger Repp, die sich unter anderem für die Nutzung der virtuellen Realität in der naturwissenschaftlichen und medizinischen Lehre stark machen. Gemeinsam sind wir davon überzeugt, dass die virtuelle Realität ein Gamechanger für die Lehre ist und das anatomische Lernen revolutioniert.



Weiterführende Informationen

Windfelder AG, Steinbart J, Flögel U et al. (2023) A quantitative micro-tomographic gut atlas of

the lepidopteran model insect *Manduca sexta*. *iScience* 26: 106801



Videos

<https://youtu.be/6iYKfAQKd58>
https://youtube.com/playlist?list=PLtL43o_YX4J36My_U7ndmQg719PDbaOTIF



Korrespondenzadresse:

Dr. Anton Windfelder
 Labor für Experimentelle Radiologie
 Biomedizinisches Forschungszentrum Seltersberg
 Fachbereich 11 – Medizin
 Justus-Liebig-Universität Gießen
 Schubertstraße 81
 D-35392 Gießen
 Anton.G.Windfelder@radiol.med.uni-giessen.de

Institutsteil Bioressourcen
 Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und
 Angewandte Oekologie IME
 Ohlebergsweg 12
 D-35392 Gießen