



# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Manipulation der Geruchswahrnehmung*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



# Manipulation der Geruchswahrnehmung: Strategien im Kampf gegen Moskitos

von Dr. Christa Oebbecke



© Wikimedia Commons/Alvesgaspar – CC BY-SA 3.0

Lästige Stechmücken können Grillabende und Urlaubsvergnügen beeinträchtigen. In tropischen und subtropischen Ländern sind sie bei Urlaubern als Überträger von Krankheiten gefürchtet. Als chemische Schutz- und Abwehrmittel gegen die Plagegeister werden Repellents wie Autan® oder Nobite® auf die Haut aufgetragen oder als Imprägnierungsmittel für die Kleidung verwendet. Einer der Wirkstoffe darin ist DEET (N,N-diethyl-meta-toluamid).

# Manipulation der Geruchswahrnehmung: Strategien im Kampf gegen Moskitos

<b>Methodisch-didaktische Hinweise</b> .....	<b>1</b>
<b>Material</b> .....	<b>3</b>
M 1: Geruchswahrnehmung bei Insekten .....	3
M 2: Hemmung der CO <sub>2</sub> -Wahrnehmung bei Mücken .....	7
M 3: Einfluss von lang anhaltend wirkenden Aktivatoren unter Laborbedingungen .....	10
M 4: Einfluss von lang anhaltend wirkenden Aktivatoren unter Halbfreilandbedingungen .....	13
M 5: Der Einsatz von Autan® und Nobite® .....	15
<b>Lösungsvorschläge</b> .....	<b>19</b>
M 1: Geruchswahrnehmung bei Insekten .....	19
M 2: Hemmung der CO <sub>2</sub> -Wahrnehmung bei Mücken .....	20
M 3: Einfluss von lang anhaltend wirkenden Aktivatoren unter Laborbedingungen .....	21
M 4: Einfluss von lang anhaltend wirkenden Aktivatoren unter Halbfreilandbedingungen .....	25
M 5: Der Einsatz von Autan® und Nobite® .....	26

**Kompetenzprofil**

- Niveau: vertiefend
- Fachlicher Bezug: Sinnesphysiologie, Zellbiologie, Neurobiologie, Evolutionsbiologie
- Methode: Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit
- Basiskonzepte: Struktur und Funktion, Regelung und Steuerung, Information und Kommunikation, Variabilität, Verwandtschaft
- Erkenntnismethoden: beschreiben, vergleichen, Darstellungen verwenden
- Kommunikation: erklären, diskutieren, Materialien auswerten
- Reflexion: Anwendungen beurteilen, kritisch bewerten
- Inhalt in Stichworten: Dipteren, Antenne, Sensille, olfaktorisches Rezeptorneuron, G-Protein, Adenylatcyclase, cAMP, CO<sub>2</sub>-Rezeptorprotein, Duftstoff, DEET, Aktionspotenzial, Ableitung, missense-Mutation, Resistenz, Aminosäureaustausch

**Autorin:** Dr. Christa Oebbecke

**Literatur**

- Bäzler, U. (1977) „Sinnesorgane und Nervensysteme“ Metzler Verlag
- Getahun, M.; Olsson, S.; Lavista-Llanos, S.; Hansson, B.; Wicher, D. (2013) “Insect odorant response sensitivity is tuned by metabotropically autoregulated olfactory receptors” PLoS ONE 8(3), e58889 doi:10.1371/journal.pone.0058889
- Pellegrino, M.; Steinbach, N.; Stensmyr, M.; Hansson, B.; Vosshall, L. (2011) “A natural polymorphism alters odour and DEET sensitivity in an insect odorant receptor” Nature 478, S. 511–514
- Stancyk, N.; Brookfield, J.; Ignell, R.; Logan, J.; Field, L. (2010) “Behavioral insensitivity to DEET in *Aedes aegypti* is a genetically determined trait residing in changes in sensillum function” PNAS 107(19), S. 8575–8580; www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1001313107
- Turner, S.; Li, N.; Guda, T.; Githure, J.; Cardé, R.; Ray, A. (2011) “Ultra-prolonged activation of CO<sub>2</sub>-sensitive neurons disorients mosquitoes” Nature 474(7349), S. 87–91
- Weaver, J. (2010) “Mosquitoes inherit DEET resistance”  
www.nature.com/news/2010/100503/full/news.2010.216.html  
www.ice.mpg.de/ext/1017.html

**Abbildungsverzeichnis**

- Abb. 1 a: <http://ucanr.edu/blogs/bugsqad/index.cfm?tagname=Zain%20Syed>
- Abb. 1 b: stark verändert nach: Sachse, S; Krieger, J. (2011) „Der Geruchssinn der Insekten – Primärprozesse der Duftstofferkennung und Kodierung“ In: Neuroforum 3, S. 94
- Abb. 2a und 2b: stark verändert nach: www.ice.mpg.de/ext/1017.html
- Abb. 3, 4, 6 und 7 stark verändert nach: Turner et al. (2011) Figs. 1, 3, 4
- Abb. 8 und 9 stark verändert nach: Pellegrino et al. (2011) Figs. 1, 4

# Manipulation der Geruchswahrnehmung: Strategien im Kampf gegen Moskitos

## Methodisch-didaktische Hinweise

Lästige Stechmücken können Grillabende und Urlaubsvergnügen beeinträchtigen. In tropischen und subtropischen Ländern sind sie bei Urlaubern als Überträger von Krankheiten gefürchtet. Als chemische Schutz- und Abwehrmittel gegen die Plagegeister werden Repellents wie Autan® oder Nobite® auf die Haut aufgetragen oder als Imprägnierungsmittel für die Kleidung verwendet. Einer der Wirkstoffe darin ist DEET (N,N-diethyl-meta-toluamid).

In M 1 wird zunächst der Frage nachgegangen, wie Insekten, speziell Dipteren, Gerüche mit ihren Antennen wahrnehmen. Dabei liegt der Schwerpunkt auf zwei Transduktionsmechanismen, die je nach Duftkonzentration zur Erregung von sensorischen Neuronen führen. Dabei ist Aufgabe 1 zu den verschiedenen Sinneszelltypen als Reproduktion aus dem Unterricht gedacht. Sie kann aber auch entfallen.

In M 2 wird thematisiert, welche Duftstoffe der Säugetierwirte blutsaugende Moskitos anlocken und welche chemischen Substanzen die Sinneswahrnehmung der Dipteren stören. Die länger anhaltende Wirkungsweise der sehr flüchtigen „Störsubstanzen“ wurde durch Verhaltensexperimente im Windkanal und unter „Halbfreilandbedingungen“ getestet – diese Versuche werden in M 3 und 4 vorgestellt.

Gegen das seit 1946 zur Insektenabwehr eingesetzte DEET sind inzwischen einige Stämme von *Drosophila* und Moskitos, insbesondere in Brasilien, mehr oder weniger resistent. Bei *Drosophila* haben sich Genmutationen in Rezeptormolekülen der Sinneszellen als Ursache für die Insensitivität nachweisen lassen. M 5 stellt exemplarisch den physiologischen Zusammenhang her zwischen dem Polymorphismus im Gen für ein bestimmtes Rezeptormolekül, der elektrophysiologischen Codierung der Aktionspotenzialfrequenz und der Sensitivität bzw. Insensibilität gegenüber DEET. Ein Stammbaum verschiedener

*Drosophila*-Stämme weist auf die Evolution der DEET-Resistenz hin. Bei einem DEET-resistenten Moskito-Stamm liegt offensichtlich ein balancierter Polymorphismus vor.

Während Materialien 1–4 schwerpunktmäßig Sinnes- und Nervenphysiologie behandeln, enthält M 5 zusätzlich Aspekte zur Evolution. Damit ist das Material in seiner Gesamtheit zur Abiturvorbereitung geeignet, einzelne Materialien zur Erarbeitung im Unterricht.

### M 1 Geruchswahrnehmung bei Insekten

Fliegen und Mücken erkennen ihre Nahrungsquelle am Geruch. Fruchtfliegen (z. B. *Drosophila melanogaster*) finden z. B. mühelos aus großer Entfernung angefaultes Obst; auch die blutsaugenden Mosquito-Arten wie *Anopheles gambiae* (Überträger der Malaria) oder *Aedes aegypti* (Überträgerin des Gelbfiebers und Dengue-Fiebers) führt der Geruch zur Haut eines Wirtes.

Insekten verfügen über ein außerordentlich effizientes Geruchsvermögen. Während Menschen Hunderte von Millionen Duftmoleküle/ml Luft für eine Sinneswahrnehmung benötigen, reichen bei Insekten schon wenige Tausend Moleküle/ml aus, um eine Reaktion auszulösen und das Flugverhalten zu steuern.

Geruchsstoffe nehmen Insekten mit ihren paarigen Antennen (Abb. 1 a) auf, die mit feinen Sinneshaaren, sog. Sensillen, besetzt sind. In diese Sensillen münden die Dendriten von Rezeptorneuronen (ORNs = *olfactory receptor neurons*). Duftmoleküle gelangen durch Poren ins Innere der Sensillen zu den Dendriten, wo sie an die Rezeptormoleküle (ORs = *olfactory receptors*) in der Membran binden können (Abb. 2 a und 2 b). Über mindestens je zwei Nervenbündel gelangen die Informationen aus den Antennen ins Insektengehirn.

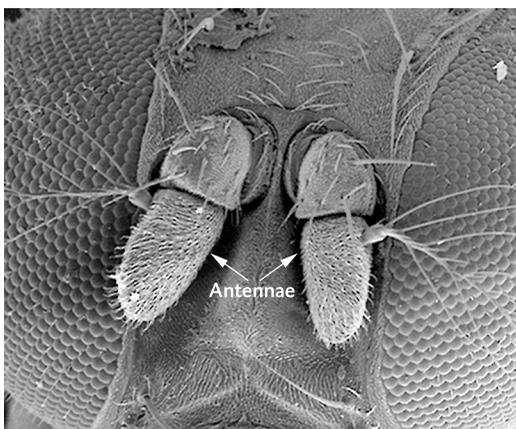


Abb. 1 a: Die Antennen von *Drosophila melanogaster* in einer elektronenmikroskopischen Aufnahme

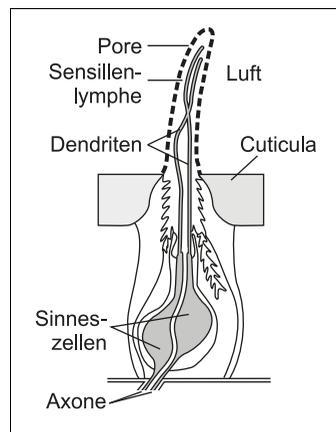


Abb. 1 b: Schematische Darstellung einer Sensille



# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Manipulation der Geruchswahrnehmung*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)

