

## Warum fliegen Motten in das Licht?

# Insekten: *Wie orientieren sie sich?*

Haben Sie sich schon einmal gefragt warum die Motten sprichwörtlich zum Licht fliegen? Oder tun sie dies etwa doch nicht? Ist Licht für Insekten etwa attraktiv, wie zum Beispiel ein Duftstoff, der dem Schädling mitteilt, dass es an der Duftquelle etwas zu fressen gibt, oder dass dort ein begattungswilliger Geschlechtspartner sitzt? Auf diese Fragen antwortet Dr. Gerhard Karg, Kaiserslautern.

Ausgenommen von wenigen Arten beispielsweise Glühwürmchen, wo „Licht“ wirklich Lockwirkung hat, weil es einen willigen Paarungspartner bedeutet, enthält Licht „generell“ keine Informationen, die ein Insekt anlocken. Trotzdem lassen sich mit Lichtfallen, insbesondere UV-Geräten ausgezeichnete diverse Insektenarten fangen und sie stellen ein perfektes Monitoring-Gerät zur Überwachung von Fliegenbefall dar. Wie kommt das?

Alle Tiere besitzen die Möglichkeit des Ortswechsels. Das gilt auch für die festsitzende Tiere wie Korallen, zumindest in einer Lebensphase. In der Regel besteht dieser Ortswechsel nicht nur in einer passiven Verdriftung, sondern in einer mehr oder weniger stark ausgeprägten aktiven Ortsveränderung verbunden mit der Festlegung eines bestimmten Kurses. Dies setzt ein Orientierungsvermögen der Tiere voraus.

## Ungerichtete und gerichtete Bewegungen

Dieses Orientierungsverhalten kann in verschiedene Gruppen eingeteilt werden. Unter Kinesen (Einzahl. Kinesis) versteht man die Orientierung von freilebenden Tieren, die dadurch zustande kommt, dass sich die Tiere zwar ungerichtet bewegen, aber dennoch in einem bestimmten Bereich ansammeln. Dies kann dadurch geschehen, dass die Aktivität der Tiere von äußeren Parametern, wie Temperatur oder Lichtintensität gesteuert wird das heißt, zu- oder abnimmt. Bei aquatischen Tieren kann die Aktivität auch vom pH-Wert des Mediums abhängen. Eine Orientierung kann auch dadurch stattfinden, dass die Tiere immer dann ihre Fortbewegung unterbrechen und in eine andere Richtung fortsetzen, wenn sie in einen weniger geeigneten/angenehmen Bereich kommen. Dies kann am besten an einem Beispiel erklärt werden.

Pantoffeltierchen (einzellige Wasserbewohner) sammeln sich in einem Wassertropfen mit einem Säuregradienten in einem Bereich an, der ihnen am besten zusagt. Ein Pantoffeltierchen, das von Außen in den Tropfen eindringt, durchschwimmt den Gradienten, wobei die Fortbewegung immer dann unterbrochen und in einer andere Richtung fortgesetzt wird, wenn es in einen weniger optimalen Bereich kommt.

Wenn die Tiere sich, im Unterschied zu Kinesen, gerichtet fortbewegen, nennt man diese Art des Orientierungsverhaltens Taxis (Mehrzahl: Taxien). Bei diesem Verhalten messen die Tiere ständig die Parameter in ihrer Umwelt, um sich dann zielgerichtet in Bezug auf die Reizquelle zu orientieren. Zum Beispiel bevorzugen bestimmte Tiere bestimmte Temperaturbereiche. Falls sie sich an einem Ort aufhalten, an dem es zu warm ist, bewegen Sie sich gezielt zu einem kälteren Ort. Ausrichtung oder Bewegung zu einer Reizquelle hin nennt man eine positive Taxis, direkt von der Reizquelle weg eine negative Taxis. Viele Insekten sind lichtscheu und bewegen sich von Licht weg (z.B. Schaben), die Tiere zeigen eine negative Phototaxis (Photon=Licht).

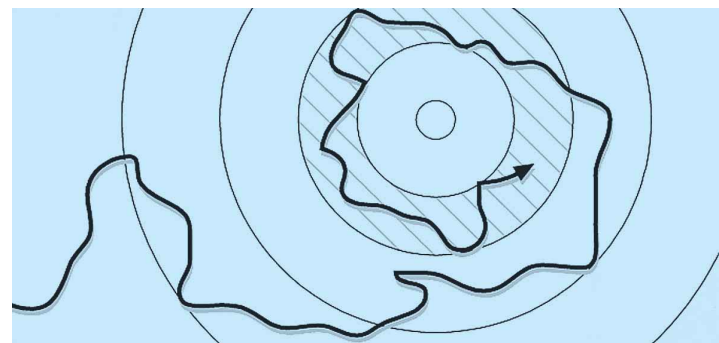


Abbildung 1: Weg eines Pantoffeltierchens in einem Säuregradienten. Die Kreise bezeichnen jeweils die Orte mit gleichem pH-Wert. Ein Pantoffeltierchen, das von Außen in den Tropfen eindringt, durchschwimmt den Gradienten, wobei die Fortbewegung immer dann unterbrochen und in einer andere Richtung fortgesetzt wird, wenn es in einen weniger optimalen Bereich kommt. Der schraffierte Bereich stellt den für das Tier optimalen Bereich dar.

## Sinnesorgane – unterschiedlich genutzt

Viele Tiere besitzen zwar die selben Sinnesorgane, aber oft dominiert die Information, die von einem dieser Sinnesorgane kommt. Dies bedeutet dass verschiedenen Insektenarten die gleichen Signale aus der Umwelt unterschiedlich stark wahrnehmen oder beachten. Manche Informationen können sogar völlig ignoriert werden. Andere Reize können gar nicht wahrgenommen werden, weil sie dafür keine Sinnesorgane entwickelt haben (auch der Mensch sieht keine

Röntgenstrahlung und hört keinen Ultraschall). Manche Insekten reagieren deutlicher auf Licht (zum Beispiel viele Fliegen), andere mehr auf Düfte zum Beispiel Lebensmittelmotten). Je nach dem welche Hauptkommunikationskanal verwendet wird (Licht: optisch, Geruch: olfaktorisch, ...) wird die Umwelt ganz verschiedenartig wahrgenommen und Sinneseindrücke unterschiedlich interpretiert. Nicht alle Insekten benutzen zum Beispiel Gerüche (zum Beispiel Pheromone) zur Kommunikation. Bei vielen spielt diese Art der Kommunikation keine Rolle.



## FLIEGENFÄNGER

**DBP 35 11 215** – für den erfolgreichen Einsatz in allen Bereichen

**E. H. P. Dr. Elkmann**  
Bökelstraße 58  
41063 Mönchengladbach  
Tel.: 0 21 61 / 20 80 94  
Fax: 0 21 61 / 18 19 16

## Fortbildung zum/zur Geprüften Schädlingsbekämpfer/in



1. Grundlehrgang (2 Wo)	01.-12.12.2003
2. Gesundheits- u. Vorratsschutz (2 Wo)	05.-16.01.2004
3. Pflanzenschutz (1 Wo)	26.-30.01.2004 + 16.-20.02.2004
4. Gefahrstofflehrgang (1 Wo)	09.-13.02.2004
5. Holz- u. Bautenschutz (2 Wo)	11.-22.10.2004

Für die Sachkunde „Gesundheits- und Vorratsschutz“ Lehrgänge 1+2+3+4  
Für die Sachkunde „Holz- und Bautenschutz“ Lehrgänge 1+4+5

**Alle Abschlüsse als IHK-Prüfung** 25./26.11.2003 + 06./07.04.2004

Info: **DEULA Rheinland GmbH Bildungszentrum**

Krefelder Weg 41; 47906 Kempen Tel. 02152-2057 70; Fax 2057-99  
email: [thelen@deula.de](mailto:thelen@deula.de) / <http://www.deula-kempen.de>

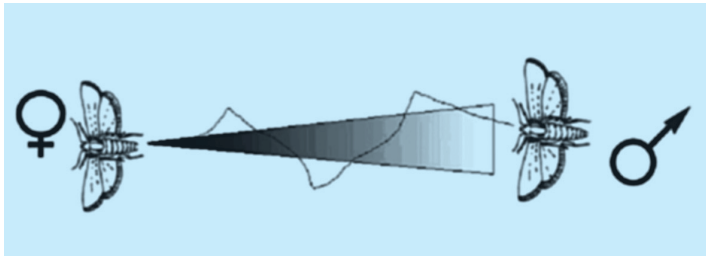


Abbildung 2: Eine weibliche Motte gibt ein Sexualpheromon ab, das sich mit dem Wind ausbreitet. Männliche Falter, die in den Duftkegel geraten, orientieren sich gegen den Wind (der das Pheromone mitbringt) und fliegen auf die Pheromonquelle zu (sei es ein Weibchen oder eine Pheromonfalle). Solange die Männchen Pheromon riechen fliegen sie gegen den Wind. Verlassen sie den Duftkegel kommt es zu einer Gegensteuerung, bis die Tier wieder Pheromone riechen, d.h. sich wieder innerhalb des Duftkegels befinden.

Nicht nur Licht kommt als Reizquelle in Frage, auch Düfte (= Chemikalien => Chemotaxis), Windrichtung (Anemotaxis), Temperaturgradienten und so weiter.

In vielen Fällen kommt es auf die Kombination verschiedener Reize an, deren Kombination es dem Tier erst ermöglichen sich zu orientieren. Als Beispiel sein genannt die Orientierung von männlichen Motten zu einer Pheromonquelle (Weibchen oder Pheromonköder). Sobald ein männliche Motte das freigesetzt Pheromon riecht, fliegt es los und zwar gegen die Windrichtung (denn von da kommt das Pheromone!)

Viele Insekten reagieren auf eine Lichtquelle nicht, indem sie entweder direkt darauf zufliegen/kriechen oder auf direktem Weg flüchten. Sondern Licht wird zur Orientierung benutzt, wobei die Insekten einen bestimmten Winkel zum einfallenden Licht einnehmen, der vom Einfallswinkel des Lichtes abweicht. Auch wir können mit Hil-

fe eines Kompasses einen Kurs bestimmen, der von direkt nach Norden oder direkt nach Süden abweicht. Trotzdem ist es dabei für uns entscheidend zu wissen wo Norden oder Süden ist. Eine Konstante (in diesem Fall das Magnetfeld der Erde) ist als Bezugsgröße Voraussetzung. So verwenden sehr viele Insekten Licht zur Orientierung und Kursbestimmung. Dabei wird das Licht, (normalerweise Sonnenlicht, beziehungsweise das vom Mond reflektierte Sonnenlicht bei nachtaktiven Insekten) genauer gesagt der Einfallswinkel von Licht als die konstante Bezugsgröße zur Orientierung verwendet. Die Tiere messen sozusagen den Winkel zwischen den einfallenden Lichtstrahlen und ihrer eigenen Bewegung und versuchen diesen konstant zu halten. Damit halten sie dann einen bestimmten Winkel zur Lichtquelle ein. (dieses Orientierungsverhalten wird als Photomenotaxis bezeichnet (Photon = Licht, Meno= bleiben).

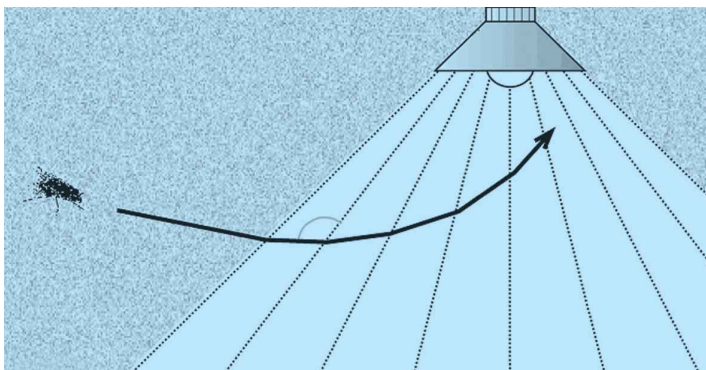


Abbildung 4: Weg eines Insekts, das sich am Einfallswinkel der Strahlen einer künstlichen Lichtquelle orientiert. Der Winkel der Lichtstrahlen ist nicht konstant, sondern sie von einer zentralen Quelle aus. An „jedem“ Lichtstrahl wird der vom Insekt gewünschte Winkel mit dem tatsächlichen Winkel verglichen und so der Kurs entsprechend geändert. In Abbildung a wird von Insekt ein Winkel < 90 Grad gewünscht. Je nach gewähltem Winkel wird sich das Insekt entweder mehr oder weniger spiralförmig an die Lichtquelle annähern (bei Winkeln < 90 Grad) oder aber auch spiralförmig von der Lichtquelle entfernen (bei Winkeln > 90 Grad). Nur die Insekten werden gefangen die sich mit einem Winkel < 90 Grad an der Lampe vorbeifliegen wollten. Der gewünschte Winkel kann von den Tieren jederzeit geändert werden.

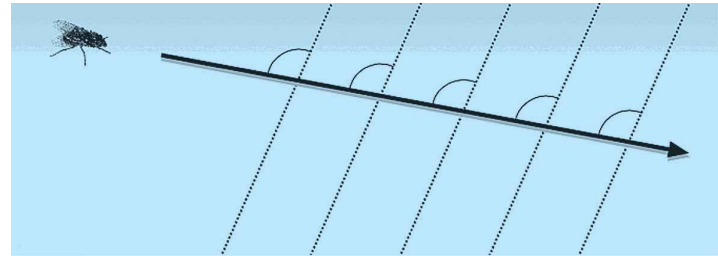


Abbildung 3: Weg eines Insekts, das sich an den parallelen Strahlen des Sonnenlichtes orientiert. Der Einfallswinkel des Sonnenlichtes ist konstant. An jedem „Lichtstrahl“ wird der von Insekt gewünschte Winkel mit dem tatsächlichen verglichen und so der Kurs konstant gehalten.

In der Abbildung wird von Insekt ein Winkel von > 90 Grad gewünscht und „eingestellt“. Der Winkel kann natürlich auch < 90 Grad betragen

Entscheidend für eine erfolgreiche Orientierung des Tieres ist dabei, dass die Lichtstrahlen, die von der Sonne (eventuell auch über den Umweg Mond) auf der Erde eintreffen, parallel sind. Wenn man die Größenunterschieden von Erde und Sonne betrachtet kann man auch davon ausgehen, dass das Sonnenlicht fast parallel bei uns ankommt und somit als Konstante geeignet ist. Dieses Verhalten wird auch als Sonnenkompassorientierung bezeichnet und spielt bei vielen Insekten zum Beispiel Bienen, Ameisen, Maikäfern eine große Rolle.

### Unter „natürlichen“ Bedingungen ist diese Methode phantastisch zur Orientierung geeignet.

Aber was passiert unter „unnatürlichen“ Bedingungen, wenn das Sonnenlicht (auch vom Mond reflektiert) plötzlich mit einer Straßenlaterne konkurriert? Auch von dort wird ja Licht abgestrahlt. Nur damit kann ein Insekt nicht rechnen und im Laufe der Evolution ist die Straßenlampe etwas so neues, dass für das Insekt keine Zeit war sich daran anzupassen.

Die kleinen Glühbirnen geben alles andere als paralleles Licht ab. Vielmehr strahlt eine solche Lampe Licht vom zentralen Hitzedraht in alle Richtungen ab. Was passiert mit einem Insekt, das von der Konstanz des Lichtwinkels ausgeht und sich daran orientiert?

### Die Frequenz des Lichtes ist von großer Bedeutung

Für die Effektivität einer Lichtquelle ist die Frequenz des eingesetzten Lichtes von größter Bedeutung. Als Licht wird ein kleiner

Bereich der elektromagnetischen Schwingungen bezeichnet die man sehen kann. Es setzt sich zusammen aus verschiedenen Wellenlängen. Als weiß empfundenen Licht setzt sich aus Licht aller Wellenlängen.

Nicht alle Tiere können die selben Wellenlängen optisch wahrnehmen (sehen), sondern die Frequenz variiert zwischen verschiedenen Arten. Für Insekten, z.B. Biene ist bekannt, dass sie auch noch Wellenlängen aus dem ultravioletten Bereich sehen könne, die für uns unsichtbar sind.

Aber auch wenn eine spezielle Frequenz wahrgenommen werden kann, sagt das noch nicht darüber aus, wie gut sie wahrgenommen wird. So ist für den Menschen (bei gleicher Stärke des einfallenden Lichtes aber unterschiedlicher Frequenz= Farbe) gelbes Licht am hellsten. Für andere Tiere ganz andere Wellenlängen. Die Empfindlichkeit hängt unter anderem davon ab, welches Sehpigment sich im entsprechenden Rezeptormolekül im Auge befindet.

### Zusammenfassung

Nicht alle Insekten lassen sich mit Hilfe von Lichtfallen gezielt fangen, sondern nur solche, die sich mit Hilfe von Licht orientieren. Für andere Insekten sind andere Sinneswahrnehmungen z.B. Geruch viel entscheidender.

Nicht alle Wellenlängen (Farben) werden von einem Insekten gleich gut wahrgenommen. Generell gilt, je höher die Leistung einer Lichtquelle in dem Frequenzbereich an dem sich ein Insekt orientiert (meist UV), desto höher ist die Reichweite, wenn es nicht konstruktionsbedingt zu einer Verminderung der Lichtausstrahlung kommt.