



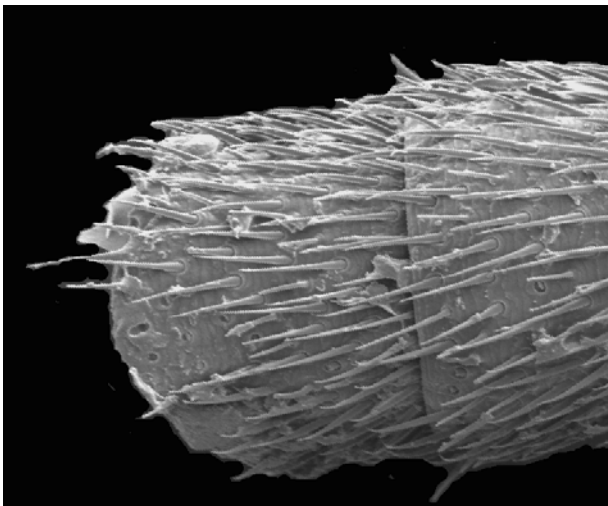
## Bau der Insektenantenne am Beispiel der Stabheuschrecke:

Der Kopf der Insekten trägt zwei **Fühler** oder **Antennen**. Alle Insektenantennen zeigen einen im Wesentlichen gleichen Grundaufbau. Abb 1 zeigt eine isolierte Antenne einer Stabheuschrecke.



Die **Antennen** dienen dem Tast- und dem Geruchssinn und bestehen aus mehreren Gliedern (Segmenten). Das am Kopf sitzende 1. Segment wird als **Schaft** oder **Scapus** bezeichnet. Es ist durch eine elastische Membran mit dem Kopf verbunden und kann durch vier Muskeln aktiv bewegt werden. Meist kleiner als der Schaft ist das 2. Antennensegment, das **Wendeglied** oder **Pedicellus** genannt wird. Es kann durch zwei Muskeln bewegt werden. Die übrigen Segmente werden als **Fühlergeißel** oder **Flagellum** zusammengefasst und können wegen des Fehlens von Muskeln nicht aktiv bewegt werden. Durch die ersten beiden Antennenglieder ergibt sich insgesamt eine sehr hohe Beweglichkeit der Insektenantennen.

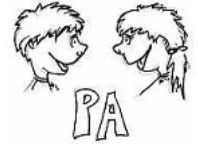
Die Antennen bilden zahlreiche **Riechhaare** aus, die auch **Sensillen** genannt werden (s. Abb. 2). In ihnen befinden sich die für die Duftdetektion notwendigen Rezeptoren.



**Abb. 2:** REM-Aufnahme der Antennenspitze. An den beiden terminalen Gliedern sind zahlreiche Riechhaare (Sensillen) zu erkennen.  
[RWTH Aachen, Inst. für Biologie II]

### Aufträge:

1. Fertigen Sie auf Grundlage der Abbildungen 1 und 2 eine Schemazeichnung einer Insektenantenne an, die Sie mit dem im Text **halbfett** gedruckten Namen beschriften.
2. Entnehmen Sie dem Terrarium eine Stabheuschrecke, setzen sie auf den Tisch und beobachten Sie insbesondere die Bewegungen der Antennen. Halten Sie Ihre Beobachtungen schriftlich fest.

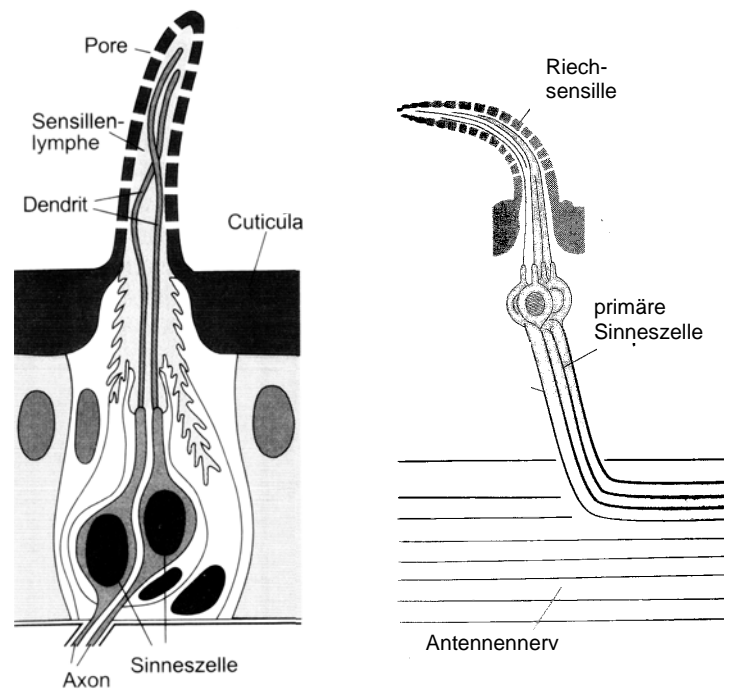


## Geruchssinn der Insekten:

Alle Tiere besitzen Sinneseinrichtungen, durch die sie in der Lage sind, chemische Stoffe wahrzunehmen und darauf zu reagieren. Die chemischen Sinne lassen sich unterteilen in Geschmacks- und Geruchssinn je nachdem, ob die chemischen Stoffe in Lösung oder gasförmig vorliegen. Gasförmige Stoffe, die als adäquate Reize wirken, werden auch als **Duftstoffe** bezeichnet.

Eine **Riechsensille** enthält die Dendriten **primäre Sinneszellen** (s. Abb. 3), die von einer wässrigen **Lympe** umspült werden, die auch eine große Anzahl Proteine verschiedener Funktionen enthält. Die Duftstoffe diffundieren durch Poren in das Innere der Sensille. Hier müssen sie an *odor binding proteins* (*OBP*, „Duftstoff bindende Trägerproteine“) gebunden werden, da Duftstoffe meist hydrophob sind und so nicht eigenständig durch die Lymphe diffundieren können. Jetzt können die Duftstoffe zu den Rezeptoren transportiert werden, die sich in der Sinneszellmembran befinden. Handelt es sich um einen adäquaten Reiz, ändert sich hierdurch das Rezeptorpotenzial, was wiederum am Axonhügel zur Ausbildung von Aktionspotentialen führt, die in Richtung des zentralen Nervensystems ZNS weitergeleitet werden.

In der Lymphe befindet sich außerdem eine große Anzahl von wasserlöslichen Proteinen, die dafür sorgen, dass die Duftmoleküle schnell wieder abgebaut werden und so die Reizzeit durch einen Duftstoff auf kurze Zeit begrenzt.



**Abb. 3:**

links: schematischer Aufbau einer Riechsensille

rechts: Anschluss an den Antennennerv

## Aufträge:

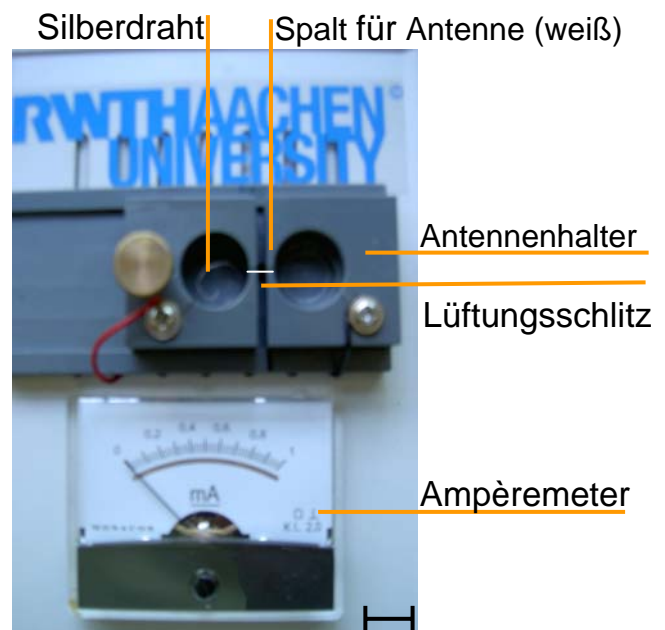
1. Lesen Sie die Information!
2. Welche Folgen erwarteten Sie, falls in der Lymphe keine Proteine vorhanden wären, die die Duftstoffe nach kurzer Zeit wieder abbauten?
3. Entnehmen Sie dem Terrarium eine Stabheuschrecke. Präsentieren Sie dem Tier verschiedene Duftstoffe (Wattestäbchen tränken). Lassen sich Verhaltensänderungen feststellen? Protokollieren Sie!



## Elektroantennogramm (EAG) - Versuchsaufbau

Um Elektroantennogramme aufnehmen zu können, stehen Versuchsaapparaturen bereit, mit deren Hilfe verschiedenen Duftstoffe an präparierte Antennenstücke herangeleitet werden können (s. Abb. 4). Die elektrischen Signale werden nach Verstärkung an einem Spulenmessgerät sichtbar gemacht. Die wesentlichen Bestandteile der Apparatur sind nachfolgend beschrieben.

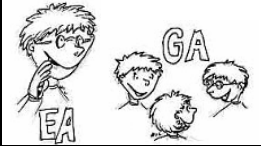
- ❖ **Antennenhalter:** Hier wird die präparierte Antenne eingelegt. Er besteht aus zwei Töpfchen, die aus hydrophobem, nicht leitendem Material hergestellt sind, in denen sich jeweils ein Elektrolyt befindet. In die eingesägten Spalte wird das Antennenstück eingelegt. Die Oberflächenspannung der wässrigen Lösung (Elektrolyt) verhindert deren Ausfließen. Im Gehäuse ist ein Computertastplattenlüfter so angebracht, dass er durch einen Spalt, der sich direkt unter dem Antennenhalter befindet, Luft ansaugt. Der verwendete Duftstoff wird so zielgerichtet an die Antenne herangeführt. Die Verstärkung ist regelbar. Der Verstärker sowie der Lüfter werden durch zwei 9V-Blockbatterien betrieben.
- ❖ **Ableitelektroden:** Über dünne Silberdrähte, die als Ableitelektroden dienen, wird der Strom zum Verstärker im Inneren des Kastens geleitet. Er sorgt dafür, dass die schwachen Signale messbar werden.
- ❖ **Ampèremeter:** Am Ampèremeter kann der durch die Antenne abgegebenen Signale (verstärkt) abgelesen werden. Da die Verstärkung variabel ist, handelt es sich um relative Werte.
- ❖ **Offset-Regelung:** Sie ermöglicht es, Rauschsignale aus der Umgebungsluft so auszugleichen, dass die Messung immer bei 0 mA beginnen kann.



**Abb. 4:** Versuchsaapparatur zur Aufnahme von Elektroantennogrammen

### Aufträge:

1. Lesen Sie die Information und machen sich mit der Versuchsaapparatur vertraut.



## Elektroantennogramm (EAG) - Präparation der Insektenantenne

Die Präparation der Stabheuschrecken kann ohne Betäubung stattfinden, da man die Tiere mit der Hand oder mit einer Federstahlpinzette fixieren kann. Es gibt keine Hinweise auf eine Schmerzempfindung der Tiere.

Die Stabheuschrecken werden nach Möglichkeit so präpariert, dass eine Antenne vollständig und die zweite Antenne etwa zur Hälfte am Kopf verbleibt, so dass die Tiere keinen Totalverlust ihrer Riechfähigkeit erleiden. Die Riechhaare sind auf der Fühlergeißel (dem Flagellum) etwa gleich verteilt. Nach dem Abtrennen eines Stücks des Flagellums schneidet man ein Stück der Antennenspitze ab, damit die Zellen direkt mit dem Elektrolyten in Verbindung treten können.

Man muss beachten, dass das präparierte Stück der Antenne nicht zu lang ist. Ein zu langes Stück stellt einen zu hohen Widerstand dar und behindert die Messung, da der Verstärker das Signal nicht ausreichend verstärken kann. Die Versuche wurden mit Antennenstücken der Länge 4 mm durchgeführt.

Das präparierte Teilstück wird in den Antennenhalter so eingelegt, dass beide Seiten in die Elektrolytflüssigkeit hineinreichen.

### Führen Sie die Präparation wie folgt durch:

1. Befüllen Sie die **Töpfchen** des Antennenhalters mit dem Elektrolyten („**Ringer-Lösung**“).
2. Halten Sie die **Stabheuschrecke** in einer Hand und **fixieren** Sie diese vorsichtig mit Daumen und Zeigefinger.
3. Biegen Sie eine Antenne vorsichtig ab und schneiden mit einer **spitzen Schere** etwa die **Hälfte** ab. Setzen Sie die Stabheuschrecke zurück in das Terrarium.
4. Nehmen Sie das abgeschnittene Antennenstück mit der **Federstahl-Pinzette** auf und schneiden Sie **von der Antennen-Spitze her** so viel ab, dass Sie ein ungefähr **4 mm** langes Stück erhalten.
5. Legen Sie das **Antennenstück** in den **Antennenhalter**.

- Aufträge:**
1. Lesen Sie die Information, bevor Sie mit der Präparation beginnen.
  2. Führen Sie die Präparation durch.



## Elektroantennogramm (EAG) - Messung

Für die Aufnahme der Elektroantennogramme (EAG) wird die in V1 beschriebene Versuchsanordnung benutzt. Die Präparation des Antennenstücks erfolgt nach V2.

### Führen Sie die Messungen wie folgt durch:

1. Schalten Sie das Messgerät ein und vergewissern Sie sich, dass der Lüfter läuft. Warten Sie eine kurze Zeit, bis der Lüfter seine Endgeschwindigkeit erreicht hat und das Ampèremeter einen stabilen Wert anzeigt.
2. Stellen Sie die **Verstärkung** so hoch ein, dass das **Ampèremeter** gerade noch mit Hilfe des eingebauten **Offset-Reglers auf Null** zurückgestellt werden kann. Dies garantiert, dass die Wirkung der vom Lüfter angesaugten Umgebungsluft keinen Einfluss auf die gemessenen Werte hat. **Behalten Sie für die weiteren Messungen diese Einstellungen bei!**
3. Halten Sie eine **Duftquelle** über das Antennenstück. Lösungen mit flüchtigen Stoffen exponieren Sie, indem Sie ein Wattestäbchen damit tränken. Der Duftstoff wird durch den Lüfter an dem Antennenstück vorbei angesaugt. Bemühen Sie sich, gleiche Abstände einzuhalten.
4. Das **Ampèremeter** gibt die Reaktion der Antenne auf den gegebenen Duftstoff in Form eines veränderten Stromwertes wieder. **Notieren Sie Duftstoff** und zugehörigen **Wert**.

### Aufträge:

1. Nehmen Sie die Elektroantennogramme für verschiedene Stoffe auf und protokollieren Sie möglichst genau.
2. Stellen Sie Ihre Ergebnisse in einem Balkendiagramm graphisch dar und werten den Versuch aus (Hausaufgabe ☺).