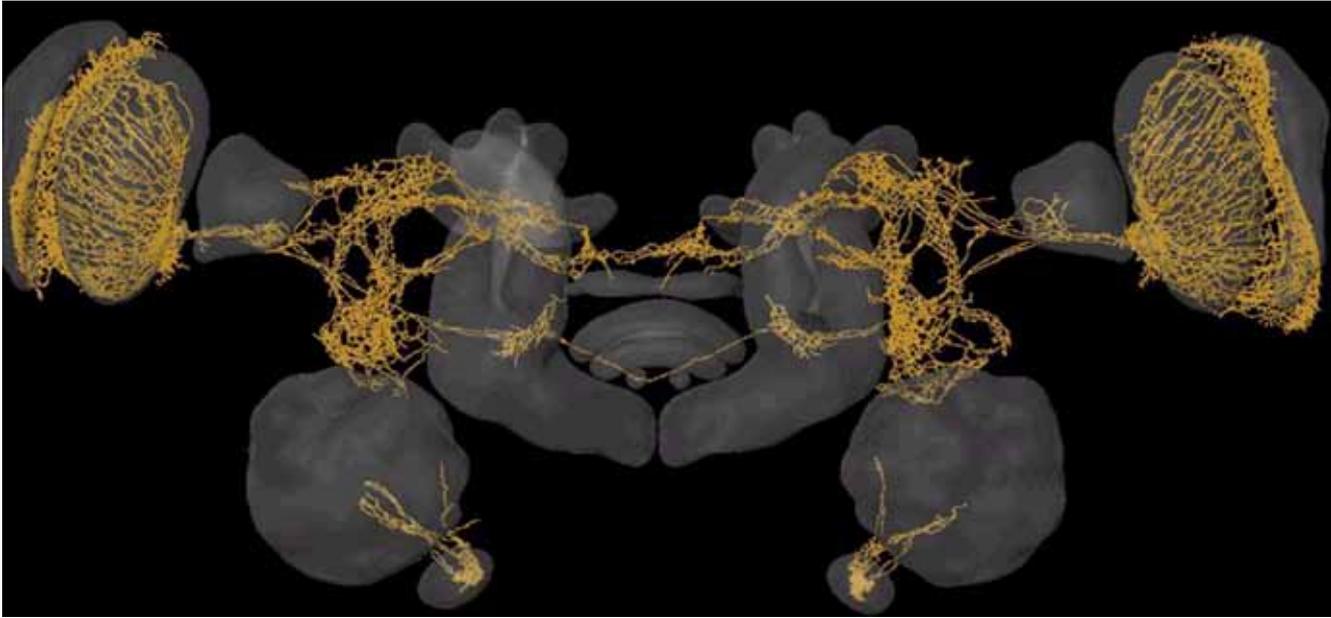


Wie funktioniert „das Riechen“ und wie entsteht „Zeit“ in einem Organismus?

Ein Duft kann oft eine Kette von Erinnerungen in uns auslösen, uns in Stimmungen und Gefühlen abtauchen lassen. Gerüche, die eng gekoppelt sind an Emotionen werden meist nicht bewusst wahrgenommen und beeinflussen unser Handeln doch sehr entscheidend. Kein anderer Sinn öffnet uns so Manipulationen von außen, die uns, unterschwellig gesteuert, handeln lassen. Aber wie funktioniert Riechen? Wie wird die Information über die vielfältigen chemischen Moleküle in unseren Geruchs-Rezeptor-Neuronen in elektrische Potentiale übersetzt, die dann das Gehirn interpretiert, vor allem gesteuert über unser Gefühlszentrum (das limbische System)? Mit diesen Fragen beschäftigt sich Frau Prof. Dr. Monika Stengl. Da die universalen Fragen der Informationskodierung von Gerüchen bei Menschen und Tieren von der Natur sehr ähnlich gelöst werden, hat sich Frau Stengl ein Model-System gesucht, bei dem sich diese Fragen leichter als beim Menschen oder anderen Wirbeltieren beantworten lassen. Sie forscht deshalb an den Geruchs-Rezeptoren des Schmetterlings *Manduca sexta*. Die Larven dieses Schmetterlings besitzen eine Vorliebe für Tabakpflanzen. Sie finden ihre Futterpflanzen, über deren charakteristisches Duftbouquet und verspeisen sie mit unersättlichem Vergnügen. Auch für die Fortpflanzung der Schmetterlinge ist Geruchs-Kodierung essentiell. Die Weibchen pulsieren ein artspezifisches Sex-Pheromon-Gemisch aus Körper-Drüsen in die Luft, um über Kilometer hinweg ihre Männchen zur Paarung anzulocken. „Pheromone“ nennt man artspezifische Gerüche, die eine Art „Geruchssprache“ zur Koordination der Physiologie und des Verhaltens darstellen. Mit Sex-Pheromonen melden Tiere, welcher Art und welchem Geschlecht sie angehören und ob sie paarungsbereit- oder paarungsunwillig sind. Auch wir Menschen benutzen Pheromone, was nicht nur die Verkaufserfolge der Parfümindustrie zeigen.

Frau Stengl erforscht, welche Signaltransduktions-Kaskaden in der Zellmembran der Geruchs-Rezeptor-Neurone (=Chemo-Sensoren) in den Antennen des Schmetterlings ausgelöst werden. Mit unterschiedlichsten Methoden, über molekulargenetischen Analysen, elektrophysiologischen Experimenten, bis zu Verhaltensanalysen versucht sie zu verstehen, wie einzelne Pheromon-Moleküle die elektrische Aktivität der Chemo-Sensoren steuern. Als international Erste gelang es ihr, Chemo-Sensoren von Insekten in primären Zellkulturen zu züchten, die in vitro riechen können. Noch immer ist die Geruchsinformationskodierung bei Insekten noch nicht richtig verstanden. Sie ist ein sehr kompetitives, sehr aktuelles Gebiet der Neurobiologie mit vielen relevanten Anwendungsbereichen für uns Menschen. Erst wenn es der Grundlagenforschung gelingt herauszufinden, wie das Riechen auf molekularer und neuronaler Ebene funktioniert, wird es möglich sein leistungsfähigere „künstliche Nasen“ herzustellen. Diese künstlichen Chemo-Sensoren ermöglichen es winzigste Mengen von für uns geruchslosen Gefahrenstoffen aufzuspüren, noch ehe gesundheitliche Gefährdungen beim Menschen auftreten können. Das wäre nicht nur für den Bergbau oder für die chemische Industrie von entscheidender Bedeutung.

Die Chemo-Sensoren des Schmetterlings haben noch eine andere sehr wichtige Aufgabe: Es sind kleine Uhren, die als „circadiane Oszillatoren“ die Tageszeit messen können. „Circadian“ kommt aus dem Lateinischen und bedeutet „etwa eine Tageslänge“. Circadiane Oszillatoren schwingen mit einer Dauer (Periodenlänge) von etwa 24 h. Im ganzen Körper von Mensch und Tier verteilt, gibt es viele verschiedene circadiane Uhren: nicht nur im Gehirn, sondern auch beispielsweise in der Leber, der Haut, in Fortpflanzungs- und Verdauungsorganen.



Drei-D-Model des Schabengehirns mit Rekonstruktion der PDF-Schrittmachneurone

Diese vielen inneren Uhren koppeln sich untereinander und werden über den Licht-Dunkel-Wechsel von Tag und Nacht mit den Rhythmen der Umwelt synchronisiert. Beim Jetlag und bei Schichtarbeiten spüren wir, wie schlecht es uns geht, wenn diese Synchronisation von Innen- und Außenwelt aus dem Takt gerät. Wir brauchen die circadianen Uhren, damit in unserem Körper ein Zeitgefüge entsteht, damit wir erst eine „Gegenwart“, eine „Vergangenheit“ und eine „Zukunft“ besitzen. Diese biologischen Uhren steuern den Ablauf aller physiologischen Prozesse in unserem Körper und entscheiden, wann wir schlafen und wann wir wach sind.

Frau Stengl möchte verstehen, wie eine circadiane Uhr aufgebaut ist, wie ihr Uhrwerk funktioniert und wie neuronale Uhren sich synchronisieren, um ein gemeinsames Zeitgefüge aufzubauen und um Gehirnfunktionen zu orchestrieren. Neben der Analyse der Chemo-Sensor-Uhren konzentriert sich ihre Forschung vor allem darauf, die Funktion bestimmter neuropeptiderger circadianer Oszillatoren,

nämlich der pigment-dispersing factor (PDF)-Neurone in der inneren Uhr der Madeira Schabe *Rhyarobia maderae* zu verstehen. Die Funktionen von PDF im Schrittmacherzentrum der Schabe entsprechen den Funktionen von VIP (vasoactive-intestinal peptide) im circadianen Schrittmacherzentrum des Menschen. Mit verschiedenen Messmethoden untersucht Frau Stengl welche Ionenkanäle die schnellen ultradianen und langsamen circadianen Schwingungen der elektrischen Aktivität der Neuropeptid-haltigen circadianen Oszillatoren aufbauen. Außerdem untersucht sie innerhalb von CINSAT in Zusammenarbeiten mit den Arbeitsgruppen Popov, Reithmaier und Herberg, welche Neuropeptid-abhängigen Signalkaskaden die Kopplung von circadianen Oszillatoren steuern, um ein Zeitgefüge in einem Organismus aufzubauen. Diese Grundlagenforschung an der Selbst-Organisation biologischer Oszillatoren kann neue Impulse z.B. zur Entwicklung von Homöostasesteuerung komplexer Maschinen liefern.

Prof. Dr. Monika Stengl

Prof. Dr. Monika Stengl studierte Biologie (Nebenfach Psychologie) an der Maximilians-Universität Würzburg. Ihre Diplomarbeit über „Intrazelluläre Analyse der Geruchsinformationsverarbeitung im Antennallobus von Insekten“ fertigte sie in der Arbeitsgruppe des angesehenen Prof. Dr. Martin Heisenberg in Würzburg an. Nachdem Sie erfolgreich Stipendien für ein Studium an einer amerikanischen Universität eingeworben hatte, wählte sie für Ihre Promotion (Ph.D.) das Labor des international angesehenen Harvard-Absolventen Prof. Dr. J.G. Hildebrand am Center of Insect Sciences in Tucson Arizona. Während ihrer Doktorarbeit wurde sie mit mehreren Stipendien ausgezeichnet, die ihr ermöglichten, in den renommiertesten Fortbildungszentren, den „Nobelpreisträger-Schmieden“ der USA in „Woods Hole“ und in „Cold Spring Harbor Laboratories“ ausgebildet zu werden. Frau Stengl erhielt für ihre Doktorarbeit den internationalen „Don Tucker Award“. Es war ihr als Erste gelungen, primäre Zellkulturen von Geruchsrezeptor-Neuronen zu entwickeln, die in vitro auf artspezifische Pheromone reagieren. Dadurch wurde erstmals ermöglicht, Geruchsinformations-Kodierung an einzelnen Insekten-Rezeptorzellen zu analysieren. Ihre bahnbrechenden Arbeiten in der Geruchsinformationsverarbeitung wurden 1994 mit dem internationalen „Takasago-Award“ ausgezeichnet. Nach Abschluss Ihrer Promotion (1990) und einem Postdoc am Center of Insect Sciences stellte sie einen DFG-Antrag um neben der Forschung an der Geruchsinformationsverarbeitung (Olfaktorik) Arbeiten in der circadianen Rhythmik zu beginnen. Sie kehrte selbstfinanziert über einen DFG-Antrag für Forschungsmittel und einem Forschungsstipendium nach Deutschland zurück, um in Konstanz mit den Arbeitsgruppen von Prof. Dr. Werner Rathmaier und Prof. Dr. Hubert Markel zusammenzuarbeiten. Von Konstanz ging es weiter als wissenschaftliche Mitarbeiterin an die Universität in Regensburg (bei Prof. Dr. Helmut Altner Habilitaton), dann als außerplanmäßige Professorin an die Universität Marburg, ehe sie 2007 an die Universität Kassel auf eine W3-Professur berufen wurde. Dort leitet sie seitdem die Tierphysiologie. Neben ihren wissenschaftlichen Arbeiten in der Olfaktorik und Biorhythmik war sie wissenschaftspolitisch tätig im Vorstand der Deutschen Zoologischen Gesellschaft (DZG) und ist noch Mitglied des Vorstandes der Neurowissenschaftlichen Gesellschaft (NWG) und Beiratsmitglied des Dachverbandes der biologischen-medizinischen Gesellschaft (VBio).

