



Bulletin 2/2005

- * Editorial**
- * Die einfachen Prinzipien von Albert Einstein**
- * Form und Funktion in der Natur**
- * Prämierung von Maturitätsarbeiten**
- * Interview mit Prof. Dr. Reinhard Stocker**

**Vortragsprogramm
Winter 2005/06**

Vorstand 2005

Präsidentin

Annemarie Schaffner, Im Wygarte 3, 5611 Anglikon 056 622 64 25

Vizepräsident

Gerold Brändli, Schanzmättelistr. 27, 5000 Aarau 062 824 19 07

Aktuar

vakant

Kassier

Lorenz Caroli, Kirchrain 4, 5113 Holderbank 062 893 43 30

Vortragsprogramm

Gerold Brändli, Schanzmättelistr. 27, 5000 Aarau 062 824 19 07

Betreuerin des Lesezirkels

Annemarie Holliger, Buchenweg 8, 5036 Oberentfelden 062 723 67 19

Beisitzer

Daniel Blanc, Juraweg 12, 5040 Schöffland 062 822 81 16

Rainer Foelix, Segesserweg 8, 5000 Aarau 062 824 52 40

Hans Moor, Burghalde 37, 5027 Herznach 062 878 18 08

Stefan Prochaska, Wallisweg 25, 5742 Kölliken 062 723 55 03

Peter Wyss, Rütliweg 3, 5000 Aarau 062 824 25 72

Mitglieder Stiftungsrat Naturama

Dr. Annemarie Schaffner, Dr. Hans Moor

Senatsmitglied SANW

Dr. Annemarie Schaffner, Ersatz: Dr. Gerold Brändli



Impressum

ANG-Bulletin 2/2005 9. Jahrgang

Auflage: 500 Ex.

Druck: Repro Rohr Aarau

Redaktion: R. Foelix / A. Rohner
Postfach 5001 Aarau
Tel: 062 832'72 00

Abonnement: Geht an alle ANG-Mitglieder und ist im Jahresbeitrag inbegriffen

Produktion: A. Rohner
arohner@naturama.ch

Internet: [Http://www.ang.ch](http://www.ang.ch)
rfoelix@naturama.ch

Redaktionsschluss Bulletin 1/2006: 28. Januar 2006

Editorial

Was machen wir, wenn der Herbst anfängt, ohne dass der Sommer statt gefunden hat? Wir trösten uns mit der Hoffnung auf wunderschöne, farbige, milde Herbsttage. Und wenn's damit nichts wird? Vielleicht erleben wir ja wieder einmal weisse Weihnachten. Und wenn auch das ins Wasser fällt? – Hoffnungen auf Schönes und Angenehmes erleichtern das Leben. Nur – warum sollen wir hoffen, wenn wir doch längst wissen, dass das Träumen und Sich-etwas-Vorstellen meist viel blumiger ausfällt als die Wirklichkeit? Ganz einfach, weil wir dann wenigstens die Vorfreude gehabt haben, die uns nichts und niemand nehmen kann. Ausserdem gibt es immer noch die sicheren Werte, über die wir selber entscheiden: Ein Kaminfeuer mit einem spannenden Buch – es können auch die Beiträge in unserem neuen Band „Natur im Aargau“ sein – und einem Glas Rotwein ist an einem Hudelabend doppelt schön, und meine Weihnachtschrömlis werden ganz bestimmt auch unter den trübsten meteorologischen Verhältnissen gebacken!

Auch die ANG möchte ein paar „Aufmunterli“ beisteuern: Im Vergleich mit den Nachrichten am Radio und im Fernsehen, die uns den ganzen Weltschmerz vor Augen führen, ist doch unser ANG-Bulletin immer eine entspannende Lektüre. Nehmen Sie sich eine halbe Stunde Zeit, lesen Sie über die wiederum höchst erfreuliche Prämierung der aargauischen Maturitätsarbeiten und erleben Sie Einstein – er darf in seinem annus mirabilis natürlich nicht fehlen – hautnah und verständlich im Artikel in diesem Bulletin und in drei Vorträgen der Alten Kanti Aarau, die von der ANG unterstützt werden. Freuen Sie sich auf die Eröffnung der Ausstellung „Form und Funktion“ im Naturama. Und stecken Sie im Interview die Nase in ein Gebiet, das (noch) wenig bekannt ist, uns aber bewusst oder unbewusst täglich beeinflusst: Der „Geruchsspezialist“ Reinhard Stocker gibt uns einen Vorgeschmack auf seinen Vortrag im nächsten Januar. Was wir sonst noch an Vorträgen bieten, finden Sie im Vortragsprogramm.

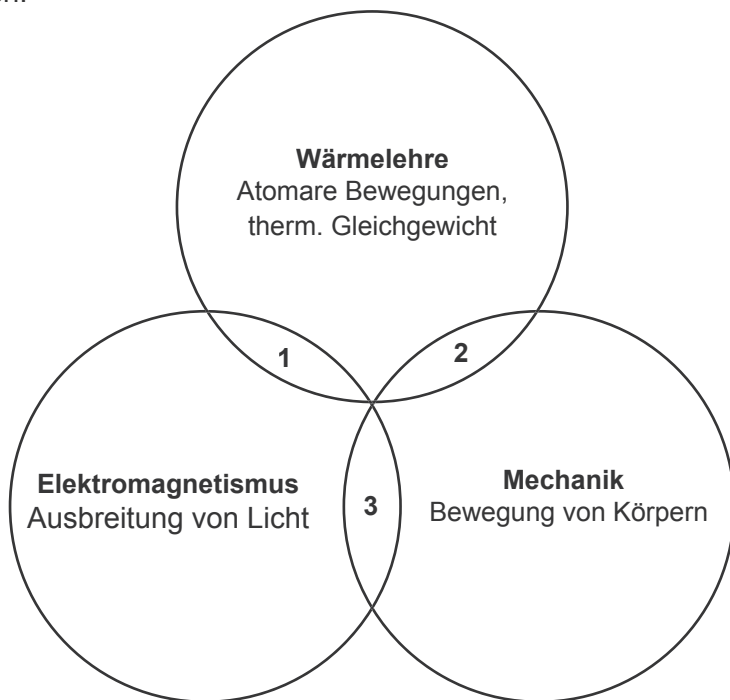
Ich wünsche Ihnen einen schönen Herbst und – wenn's niemand anderes tut – verwöhnen Sie sich selbst ein bisschen!

Annemarie Schaffner, Präsidentin

Die einfachen Prinzipien von Albert Einstein

Einstein zu verstehen, ist gar nicht so schwierig, wenn man sich auf seine Prinzipien konzentriert und alle Mathematik weglässt. Ich versuche in diesem Beitrag diesen Weg zu begehen und zu erklären, was er im «annus mirabilis» 1905 und in späteren Jahren Wesentliches gefunden hat.

Gemäss einem Bild von Jürgen Renn, Berlin, gelang es Einstein 1905 in drei Fällen je zwei Gebiete der Physik miteinander zu verbinden.



Im Segment 1 wandte er Erkenntnisse der Wärmelehre, die atomaren Bewegungen, auf das Strahlungsfeld in einer Kugel an und fand, dass das Licht gequantelt sein muss.

Im Segment 2 untersuchte er wie in Segment 1 die thermischen atomaren Bewegungen, fügte grössere, sichtbare Teilchen hinzu und erklärte die Brownsche Bewegung.

Im Segment 3 verband er die Ausbreitung von Licht mit der Bewegung von Körpern und entdeckte die Spezielle Relativitätstheorie.

Einstein suchte immer die einfachsten Erklärungen. Er war ein theoretischer Physiker, ging aber in vielen seiner Arbeiten von experimentellen Ergebnissen aus, erklärte sie auf neuartige Weise und gab abschliessend Hinweise, wie seine Theorien durch weitere Experimente bestätigt werden könnten. Er schrieb einmal: «Man wird an der einfachsten Annahme so lange festhalten, als nicht das Experiment zwingt, sie zu verlassen.»

Ich werde im Folgenden ganz einfache Erklärungen liefern, auch solche, die Einstein in seinen ersten historischen Arbeiten noch nicht gefunden hatte. Auch die verwendeten Begriffe sind modern und nicht historisch.

Lichtquantisierung (März 1905)

Einstein vergleicht zwei Hohlkugeln. Die eine ist mit Gas gefüllt. 1860 schufen James Clark Maxwell und Ludwig Boltzmann die kinetische Gastheorie, die Wärme als Bewegung der Atome oder Moleküle erklärt: je höher die Temperatur desto stärker die Bewegung. Die Summe der Bewegungsenergie aller Teilchen ergibt die Wärmeenergie. Obwohl das Gas aus fast unendlich vielen Teilchen besteht, ist diese Summe berechenbar. Anders ist das bei der zweiten Hohlkugel, die mit elektromagnetischen Wellen (Wärmestrahlen und Licht) gefüllt ist und zwar gemäss der Strahlungsformel von Max Planck. Elektromagnetische Wellen sind ein Kontinuum, räumlich ausgedehnt und beliebig unterteilbar. Somit enthält die Hohlkugel unendlich viele elektromagnetische Wellen. Einstein sieht in dieser Unendlichkeit ein Problem. Nur wenn jeder elektromagnetischen Welle ein bestimmtes Energiequantum entspricht, hat man eine abzählbare Menge von Wellen und kann die Energie aller Wellen addieren. Mit der Quantisierung der elektromagnetischen Wellen kann Einstein auch den Energieaustausch zwischen Strahlungsfeld und Materie erklären und zeigen, wie sie in ein thermisches Gleichgewicht kommen können.

Einsteins Arbeit über die Lichtquantisierung war der erste Schritt der Wissenschaft hin zur Quantenmechanik, zur Dualität von Welle und Teilchen.

Brownsche Bewegung (Mai 1905)

Man kannte schon lange die Brownsche Bewegung, die Beobachtung im Mikroskop, dass kleine Teilchen in Wasser Zitterbewegungen ausführen. Einstein beginnt wie bei der Lichtquantisierung mit der kinetischen Gastheorie von Maxwell und Boltzmann. Es gab ferner die Theorie über den osmotischen Druck, die das Verhalten von Salz in Wasser mit den Formeln für Gase beschrieb. Die Existenz von Atomen war damals noch umstritten, ebenso ihre Grösse und Anzahl pro Gramm.

Einstein zeigte, dass suspendierte Teilchen auch einen osmotischen Druck haben. Ferner beachtete er wie in all seinen Gedanken stets Symmetrien und Gleichgewichte: a) Ein Teilchen in einer Flüssigkeit kann sich nicht ungebremst bewegen, es wird durch die Viskosität der Flüssigkeit verlangsamt. b) Teilchen und Flüssigkeit gleichen ihre Temperaturen an. Mit diesen Prinzipien fand Einstein seine Theorie der Brownschen Bewegung. Er erklärte damit die (sichtbare) Brownsche Bewegung durch die (unsichtbare) Bewegung der Atome und half die Zweifler von der Existenz der Atome zu überzeugen.

Spezielle Relativitätstheorie (Juni 1905)

Man wusste damals, dass jede Messung der Lichtgeschwindigkeit c zum selben Resultat führt, unabhängig davon, ob der Messende in einem ruhenden oder bewegten System ist. Man kann überlegen: Wenn ein bewegter Beobachter einem ruhenden ein Lichtsignal sendet und beide an diesem Lichtstrahl dieselbe Geschwindigkeit c messen, so müssen sie entweder verschiedene Längenmassstäbe oder verschiedene Uhren haben. Oder es ist gar beides verschieden. Nimmt man nun ferner an (als zweite und letzte Bedingung), dass beide Beobachter in ihren Masssystemen die relative Geschwindigkeit v , bzw. $-v$, des anderen mit demselben Wert messen, so ergibt sich, dass beides der Längenmassstab und die Uhr verschieden sein müssen. Aus diesen

Überlegungen folgen direkt die Formeln der Speziellen Relativitätstheorie für die Längenkontraktion und die Zeitdilatation. Sie enthalten nur die Grössen c und v . Auch die abgeleitete Formel für die relativistische Massenzunahme enthält nur c und v . (Übrigens v kann eine beliebige Richtung haben. Die beiden Beobachter müssen sich nicht aufeinander zu oder voneinander weg bewegen.)

Allgemeine Relativitätstheorie (1915)

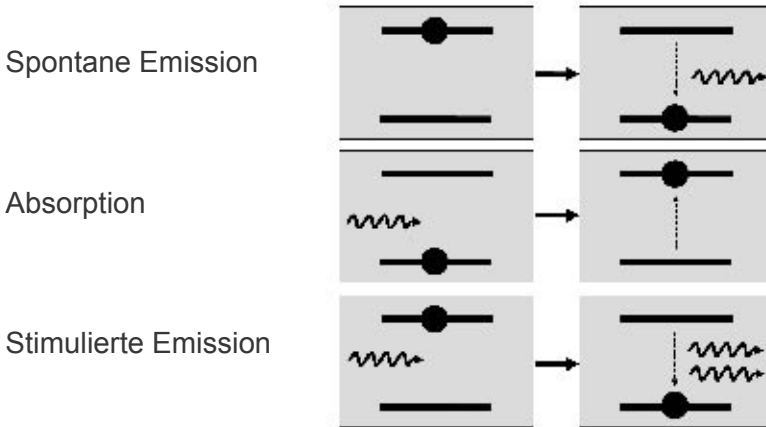
Es ist eine bekannte Erfahrung, dass schwere und träge Masse nicht voneinander zu unterscheiden sind. Die Raumfahrt liefert uns schöne Beispiele: Ein Satellit, der um die Erde kreist, möchte infolge seiner Trägheit geradeaus fliegen, das ergibt die Fliehkraft. Das Schwerefeld der Erde zieht den Satelliten nach unten, das ergibt die Zentripetalkraft. Auf einer Kreisbahn sind Fliehkraft (proportional zur trägen Masse) und Zentripetalkraft (proportional zur schweren Masse) einander gleich. Jeder Astronaut weiss, dass diese Gleichheit für alle Gegenstände an Bord gilt, für die Raumkapsel, für seinen Körper, für die Zahnbürste, für eine Seifenblase etc. Einstein sagte sich, wenn etwas nicht unterscheidbar ist, dann muss es dieselbe Ursache haben und suchte mehrere Jahre mit viel Mathematik die Lösung. Diese fand er mit der Allgemeinen Relativitätstheorie, in der Krümmung der vierdimensionalen Raumzeit. Im leeren Raum bewegen sich Körper auf Geraden, in der Nähe von Sternen - im gekrümmten Raum - auf geodätischen Linien. Die Satellitenkreisbahn um die Erde ist eine solche.

Einsteins Vorarbeiten zum Laser (1917)

Im «annus mirabilis» zeigte Einstein, dass das Licht zugleich Welle und Teilchen ist und eine Energie proportional zur Frequenz hat. Er benutzte zur Herleitung den Energieerhaltungssatz.

Nachdem Niels Bohr 1913 sein halbklassisches Atommodell vorgestellt hatte, verfeinerte Einstein 1917 seine Theorien des Lichts. Er ging wiederum vom thermischen Gleichgewicht zwischen der Lichtstrahlung in einem Hohlraum und einigen darin befindlichen Atomen aus, benutzte diesmal zur Beschreibung der Stossvorgänge auch den Impulserhaltungssatz. Er entdeckte, dass das Photon neben einem Energiequant auch einen Impuls haben muss.

Er führte neu die stimulierte Emission ein und zeigte mittels der Erhaltungssätze dass das stimulierende und das emittierte Photon den gleichen Impuls haben müssen, also gleichgerichtet sind.



Mit der Entdeckung und Beschreibung der stimulierten Emission legte Einstein den entscheidenden Grundstein für den Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation). Es fehlten damals noch die Idee und die technischen Möglichkeiten zur Anhäufung der Atome im angeregten Zustand, weshalb der erste Laser erst 1960 realisiert werden konnte.

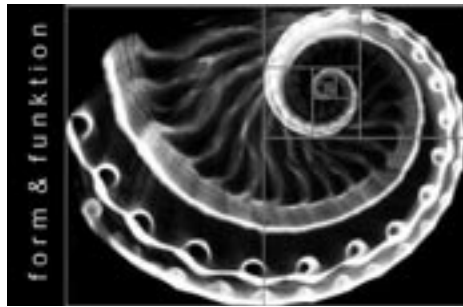
Allgemein

Einstein hatte einen umfassenden Überblick über den damaligen Stand der Physik und er hatte sehr klare Vorstellungen über den Aufbau der Natur und wie alles voneinander abhängig sein könnte. Er fand mit scheinbarer Leichtigkeit neue Zusammenhänge und hatte – wie schon erwähnt – stets den Blick auf geeignete Experimente, mit denen seine Theorien bestätigt werden könnten.

Gerold Brändli

Form und Funktion in der Natur

- eine Sonderausstellung im Naturama



Vor etwa 3 Jahren begann eine Kooperation des Naturamas mit dem Museum zu Allerheiligen in Schaffhausen: Der dortige naturwissenschaftliche Konservator Iwan Stössel hatte die Idee, eine Sonder-Ausstellung zum Thema «Form und Funktion» aufzubauen - und fand bei uns rasch ein offenes Ohr für eine Zusammenarbeit. Grundstock für diese Ausstellung bildeten vor allem die vielen aussergewöhnlichen Mikrofotografien von Bruno Erb (Erlinsbach), ergänzt mit entsprechenden elektronenmikroskopischen Bildern (Rainer Foelix, Aarau). Allein die Ästhetik dieser Mikrowelt wäre schon eine Ausstellung wert gewesen, doch bestand darüber hinaus auch der Anspruch, die komplexen Strukturen hinsichtlich ihrer Funktion zu erklären.

Um die Vielfalt dieser Struktureinigermassen übersichtlich zu machen, ordneten wir sämtliche Bilder relativ einfachen Kategorien zu : *Geraden - Kreise - Spiralen - Netzwerke*. Dabei war frappierend, wie gewisse Strukturen bei ganz unterschiedlichen Organismen sehr ähnlich aufgebaut sind. So finden sich radiale Speichenstrukturen sowohl in Pflanzen (Stängelquerschnitte) als auch bei Tieren , z.B. bei Seeigel-Stacheln (Abb. 2). Auch der Mensch hat - zumeist unabhängig vom Vorbild der Natur - ganz entsprechende Baupläne entwickelt, in der Technik etwa z. B. beim Speichenrad, in der Architektur etwa bei Säulen oder Kirchenfenstern. Funktional gesehen wird in allen Fällen eine hohe mechanische Festigkeit mit relativ wenig Baumaterial erreicht.

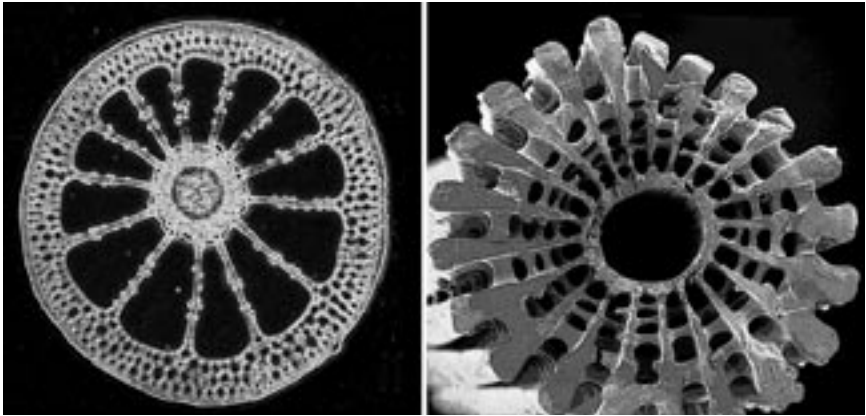


Abb. 2

Ein Paradebeispiel in der Natur sind die Wabenkonstruktionen von Bienen und Wespen - Mathematiker haben kürzlich in aufwendigen Berechnungen herausgefunden, dass die Bienenwaben bezüglich Raumnutzung und Materialaufwand einen Optimierungsgrad von 99% erreicht haben!

Spiralen treten sowohl im Mikro- und Makrobereich auf, als auch in ausgesprochenen Gross-Strukturen wie etwa Tiefdruckgebieten (Hurrikane!), oder in noch grösseren Dimensionen als Spiralnebel im Weltraum. Manche dieser Spiralstrukturen folgen streng mathematischen Gesetzen, wie etwa der sog. Logarithmischen Spirale bei der klassischen Nautilus-Schale oder auch bei der Seeohr-Schnecke (Abb.1). Dabei verhalten sich die Abmessungen der aufeinander folgenden Schalenumgänge im Goldenen Schnitt (0.61803398...). Solche von uns als «harmonisch» empfundene Teilungsverhältnisse finden sich übrigens auch in gewissen Körperproportionen des Menschen: Das bekannteste Beispiel betrifft die Lage des Nabels in Bezug auf die Körpergrösse, d.h. der Nabel teilt die Gesamtkörperhöhe im Goldenen Schnitt. Andere, weniger bekannte Beispiele beziehen sich auf die Lage der Augenbrauen

bezogen auf die Kopfhöhe, oder auf die Lage des Mundes zwischen Nasenspitze und Kinn (Abb.3).

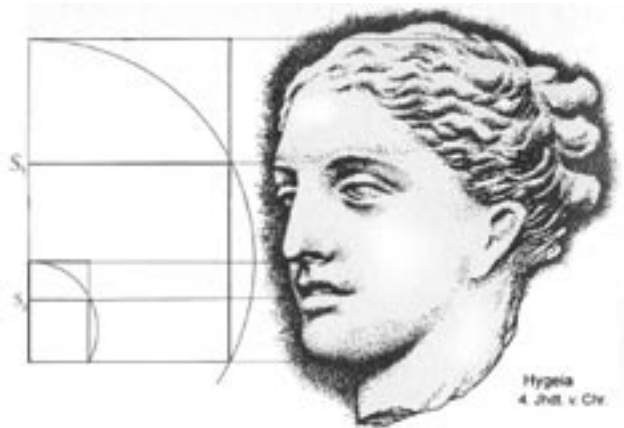


Abb. 3

Wer mehr zu dieser Thematik erfahren möchte, dem sei ein Besuch der Sonderausstellung «**form & funktion**» im Naturama wärmstens empfohlen.

Vernissage: 21. Okt. 2005, 19 Uhr

Dauer der Ausstellung bis 26. März 2006, - dazu ein reichhaltiges Rahmenprogramm mit Vorträgen und Kulturellen Veranstaltungen.

Dr. Rainer Foelix

Vorträge - Zusammenfassungen

Mittwoch, 19. Oktober 2005, 19.30 Uhr,

Aula, Alte Kantonsschule Aarau

Prof. Dr. Domenico Giulini, Universität Freiburg i. Br.

Relativitätstheorie – Geschichte einer Idee

Während dieses Jahres in Aarau kam mir die Frage: Wenn man einer Lichtwelle mit Lichtgeschwindigkeit nachläuft, so würde man ein zeitunabhängiges Wellenfeld vor sich haben. So etwas scheint es aber doch nicht zu geben. Dies war das erste kindliche Gedankenexperiment, das mit der Speziellen Relativitätstheorie zu tun hat. (A. Einstein)

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts sah sich die Physik mit experimentellen Resultaten konfrontiert, die einer befriedigenden theoretischen Interpretation nicht zugänglich waren. Prof. Giulini erläutert in seinem Vortrag, wie es A. Einstein durch eine Präzisierung des Zeitbegriffs gelang, die physikalischen Grundlagen derart zu modifizieren, dass Erfahrung und Theorie wieder im Einklang waren.

Mittwoch, 2. November 2005, 19.30 Uhr,

Aula, Alte Kantonsschule Aarau

Dr. Albrecht Fölsing, Hamburg

Relativitätstheorie – Kontroversen um eine Idee

Man wird zugeben müssen, dass Geschmack an Denkschwierigkeiten, die durch die Natur der Dinge nicht aufdiktiert sind, für widernatürlich gehalten werden darf. (P. Lenard)

Einige Konsequenzen aus Einsteins Relativitätstheorie verstossen gegen Erfahrung und gesunden Menschenverstand und sind intuitiv nur schwer fassbar. Es ist deshalb kaum verwunderlich, dass sich die Relativitätstheorie anfänglich starkem Widerstand ausgesetzt sah. Dr. Fölsing diskutiert Gegenargumente einiger namhafter Physiker und setzt deren ablehnende Haltung in einen historischen und weltanschaulichen Rahmen.

Mittwoch, 16. November 2005, 19.30 Uhr,

Aula, Alte Kantonsschule Aarau

Prof. Dr. Norbert Straumann, Universität Zürich

Weisse Zwerge, Neutronensterne und Schwarze Löcher

Ähnlich wie Einhörner und Gorgonen scheinen Schwarze Löcher eher in den Bereich von Mythos oder Science Fiction zu gehören als zur wirklichen Welt. Und doch fordern die Gesetze der modernen Physik ihre Existenz. Allein in unserer Milchstrasse könnte es Millionen Schwarzer Löcher geben. (Kip Thorne)

Prof. Straumann berichtet über die Endzustände der Sterne, ihre erstaunlichen physikalischen Eigenschaften und vielfältigen astronomischen Manifestationen. Die von der Allgemeinen Relativitätstheorie vorausgesagten Schwarzen Löcher stehen dabei im Vordergrund. Durch ihre extremen Verzerrungen von Raum und Zeit üben sie mächtige Wirkungen auf umgebende Materie und Strahlung aus.

Die ersten drei Vorträge sind von der Arbeitsgruppe *annus mirabilis* der Alten Kantonsschule organisiert und werden von der ANG finanziell unterstützt.

Donnerstag, 8. Dezember 2005, 20.00 Uhr,

Mühlbergsaal, Naturama, Aarau

Dr. Rainer Foelix, wissenschaftlicher Konservator Naturama

Form und Funktion – Einblick in den Mikrokosmos

Unter dem Mikroskop öffnet sich eine weitgehend unbekannte Welt. Dieser Mikrokosmos ist nicht nur wissenschaftlich interessant, sondern spricht uns auch ästhetisch an. Anhand vieler aussergewöhnlicher Bilder bringt uns der Referent die grundlegenden Gesetzmässigkeiten der Formen und Strukturen in diesem verborgenen Organismenreich näher – etwa die Proportionen verschiedener Spiralen oder den geheimnisvollen Goldenen Schnitt.

Vortrag im Rahmen der Sonderausstellung **Form & Funktion** des Naturam

Vortragsprogramm Winter 2005/2006

19. Oktober 2005 Mi	Titel: Relativitätstheorie – Geschichte einer Idee (Bem.1) Referent: Prof. Dr. Domenico Giulini, Uni Freiburg (D) Veranstalter: Alte Kantonsschule Aarau unterstützt durch ANG
2. November 2005	Titel: Relativitätstheorie – Kontroversen um eine Idee (Bem.1) Referent: Dr. Albrecht Fölsing, Hamburg Veranstalter: Alte Kantonsschule Aarau unterstützt durch ANG
16. November 2005 Mi	Titel: Weisse Zwerge, Neutronensterne und Schwarze Löcher (Bem.1) Referent: Prof. Dr. Norbert Straumann, Uni Zürich Veranstalter: Alte Kantonsschule Aarau unterstützt durch ANG
8. Dezember 2005 Do	Titel: Form & Funktion – Einblick in den Mikrokosmos (Bem.2) Referent: Dr. Rainer Foelix, wissenschaft. Konservator Naturama Veranstalter: Naturama Aaragu und ANG
18. Januar 2006 Mi	Titel: Wie funktioniert der Geruchssinn? - Neues aus der Forschung (Bem.3) Referent: Prof. Dr. Reinhard Stocker, Zoologe, Uni Fribourg (CH) Veranstalter: ANG
22. Februar 2006 Mi	Titel: Schöpfungsmythen verschiedener Kulturen im Vergleich zur Urknall-Theorie (Bem.3) Referent: Dr. ... (gestrichelter Name)

Referent:

Peter Grimm (mythologischer Teil),
Hans Roth (wissenschaftlicher Teil)

Veranstalter: ANG zusammen mit der Astronomischen Vereinigung AVA

8. März 2006

Titel: **Fischsaurier - vom lebenden Tier zum Fossil** (Bem.3)

Mi

Referent: Dr. Achim Reisdorf, Geologe, Uni Basel

Veranstalter: ANG

22. März 2006

Titel: **Überschwemmungsgefahr im aarg. Reusstal** (Bem.3)

Mi

Referent: Pascal Humbel, Armi - wurde von Schweizer Jugend forscht ausgezeichnet

Anschliessend GV der ANG

Bem.1: Die ANG unterstützt die drei Vorträge der Alten Kantonsschule Aarau zum Jubiläum von Einsteins annus mirabilis. Sie finden jeweils an einem Mittwoch um 19.30 Uhr in der Aula der Alten Kantonsschule statt und richten sich an ein Laienpublikum. Der Eintritt ist frei.

Bem.2: Vortrag im Rahmen der Sonderausstellung form & funktion des Naturama.

Donnerstag um 20.00 Uhr im Mühligersaal, Der Eintritt Gönner und ANG-Mitglieder frei.

Bem.3: Diese Vorträge finden jeweils an einem Mittwoch um 20.00 Uhr im Mühligersaal des Naturama Aargau statt. Ab 19.30 Uhr trifft man sich zu einem kleinen Trunk.
Der Eintritt ist frei.



Mittwoch, 18. Januar 2006, 20.00 Uhr,

Mühlbergsaal, Naturama, Aarau

Prof. Dr. Reinhard Stocker, Universität Freiburg i.Ü., Zool. Institut

Wie funktioniert der Geruchssinn? -

Neues aus der biologischen Forschung

Unser Geruchssinn wird derzeit von verschiedensten

Forschergruppen genauer untersucht und führte zu spektakulären Ergebnissen. Aber auch an vermeintlich "niederen" Tieren wie Fliegen oder Würmern hat man grundlegende Einsichten über den Geruchssinn gewonnen. Der Referent forscht selbst seit Jahren am Geruchssystem und wird hierzu einen umfassenden Überblick präsentieren.

Mittwoch, 22. Februar 2006, 20.00 Uhr,

Mühlbergsaal, Naturama, Aarau

Peter Grimm (mythologischer Teil) und

Hans Roth (wissenschaftlicher Teil), beide Mitglieder der AVA.

Schöpfungsmythen verschiedener Kulturen im Vergleich zur Urknall-Theorie

Die Referenten erläutern die Schöpfungsgeschichte von verschiedenen Kulturen und Völkern und zeigen die Zusammenhänge, aber auch die Widersprüche, zur wissenschaftlich anerkanntesten Entstehungstheorie des Universums auf.

Anlass zusammen mit der Astronomischen Vereinigung Aarau, AVA

Mittwoch, 8. März 2006, 20.00 Uhr,

Mühlbergsaal, Naturama, Aarau

Dr. Achim Reisdorf, Universität Basel, Geologisches Institut

Fischsaurier - vom lebenden Tier bis zum Fossil

Fischsaurier waren vollständig an das Leben im Wasser angepasste Reptilien, die ausschließlich im Meer lebten. Sie existierten bereits vor 250 Mio Jahren, sind aber wie die Landsaurier vor 60 Mio Jahren ausgestorben. Ihre oft einzigartige Fossilhaltung zeigt, dass sie in ihrer Gestalt den heutigen Delphinen verblüffend ähnlich waren.

Mittwoch, 22. März 2006, 20.00 Uhr,
Mühlbergsaal, Naturama, Aarau
Pascal Humbel, Arni

Überschwemmungsgefahr im aargauischen Reusstal

Die Arbeit des 20-jährigen Pascal Humbel ist Ende April im Verkehrshaus Luzern von Schweizer Jugend forscht mit "hervorragend", dem höchsten Prädikat, ausgezeichnet worden. Der junge Forscher untersuchte den Einfluss von sechs Schlüsselfaktoren auf Reusshochwasser: unter anderem wasserbauliche Massnahmen, Wetterlage in den Alpen und Einfluss anderer Gewässer.

Anschliessend Generalversammlung der ANG.

Für die Vorträge der ANG im Naturama trifft man sich jeweils um 19.30 Uhr zu einem kleinen Trunk.



am 10. Juni 2005 in Zofingen

Auch die 3. Auflage war ein gelungener Anlass! Gegenüber den Vorjahren haben die Organisatorinnen, die Stiftung Pro Argovia, die ANG und ab diesem Jahr die Historische Gesellschaft des Kantons Aargau HGA, wiederum kleine Verbesserungen angebracht: So wurden diesmal alle 26 eingereichten Arbeiten und nicht nur die von der Jury auserkorenen von Jurypräsident Robert Alberati den mit eingeladenen Eltern und Freunden kurz vorgestellt.



Abb 1: Gespannte Aufmerksamkeit bevor die Preisträger und Preisträgerinnen bekannt gegeben werden.

Unglaublich, was da alles untersucht und gekonnt bearbeitet worden war! Die obligatorische Maturitätsarbeit – im Aargau bis jetzt leider ohne Relevanz für das Bestehen der Matur – zeigt die vielseitigen Interessen der Jugendlichen: Da wurden Kinderbücher geschrieben und Sozialstudien gemacht, Getränkemixanlagen gebaut und die Vererbung der Fellfarbe in der Schweizer Warmblutpferdezucht untersucht, es wurde komponiert, interpretiert, gefilmt und gedichtet, die Nachwirkungen von „Lothar“ wurden zum Thema, das „Learning by doing“ bei Ameisen und die Geschichte der Burgruine Urgiz. Keine leichte Aufgabe für die Jury! Sie hat schliesslich die folgenden fünf

Arbeiten ausgewählt:

- Akzeptanz gegenüber Homosexuellen in der Schule.

Ivo Colombo, Neue KS Aarau

- Pakistan erlebt – eine Unterrichtseinheit.

Selina Lauener, KS Wettingen

- Improvisationsstile.

Patrick Baumli, KS Baden

- Njoschnep – Auf den verlorenen Meeren von Thalia.

Judith Anna Wehri, Alte KS Aarau

- Flügelmodelle für den Langsamflug.

Guido Hungerbühler, Damian Pang, KS Wohlen



Abb 2: Robert Alberati gratuliert den Preisträgern.

Gern gesehene Gäste an der Prämierungsfeier waren wie schon letztes Jahr Vertreter der Stiftung „Schweizer Jugend forscht“ SJf. Sie hatten aus allen Arbeiten einige ausgewählt und munterten nun die Autoren und Autorinnen auf, damit am SJf-Wettbewerb 2006 teilzunehmen. Das verlangt allerdings von den Jungen ein neuerliches Überarbeiten und Feilen und eine Präsentation, und es hat sich gezeigt, dass es nur wenige sind, die diese Arbeit nochmals auf sich nehmen. Dabei haben auch Arbeiten, die bei unserem Wettbewerb

nicht unter den ersten waren gute Chancen, bei SJf prämiert zu werden – so geschehen letztes Jahr. Ein Trost für diejenigen, die nicht berücksichtigt wurden: Es kommt eben auch auf den Blickwinkel und die Akzentsetzung einer Jury an und – es braucht immer auch eine Portion Glück!



Abb 3: Hans Senn vom Stiftungsrat SJf macht Werbung für „seinen“ Wettbewerb.

Als Biologielehrerin an der KS Wohlen bin ich natürlich stolz, dass erstmals eine Arbeit aus Wohlen den „Sprung aufs Podest“ geschafft hat und eine zweite nahe dran war! Etwas getrübt wurde die Freude wohl für die KS Zofingen: Es wäre ihr zu gönnen gewesen, dass auch sie zu den Preisträgern gehört hätte, denn die Feier fand im Forum Siegfried in Zofingen statt. Die Gastgeberin stellte nicht nur ihren schönen Saal zur Verfügung, sondern verwöhnte die ganze Schar gleich noch mit einem delikaten Imbiss. Herzlichen Dank!

Annemarie Schaffner



Interview

Prof. Dr. Reinhard Stocker, Uni Freiburg, im Gespräch mit Annemarie Schaffner, Präsidentin der ANG.



A.S. Sie sind Zoologe und arbeiten mit dem „Laborliebling“ *Drosophila*, der Taufliege, mit der wir unweigerlich Bekanntschaft machen, wenn wir einen angefaulten Pfirsich liegen lassen. Normalerweise denkt man bei *Drosophila* an Kreuzungsexperimente, und jeder Mittelschüler kennt Mutanten mit weissen oder braunen Augen, mit gelbem Körper oder gekrümmten Flügeln. Das interessiert Sie weniger?

R.St. Die Ergebnisse meiner Gruppe in Freiburg beruhen natürlich auch auf der Genetik. Wir befassen uns aber mit für blosse Augen nicht sichtbaren Merkmalen, nämlich mit dem Geruchssinn. Da ist die Spitzenforschung v.a. in den USA voll im Gang, und wir Freiburger versuchen mitzuhaltten! Es ist manchmal ziemlich hektisch, denn oft geht es um Wochen oder sogar Tage, wer als erste wieder neue Ergebnisse veröffentlicht.

A.S. Heisst das, dass diese Forschung ein junges und „umkämpftes“ Gebiet ist?

R.St. Der „Vater der Neurogenetik“, d.h. der Wissenschaft die die genetischen Grundlagen der Neurobiologie untersucht, ist Seymour Benzer vom California Institute of Technology in Pasadena, der seit den frühen 80er-Jahren bahnbrechende Arbeiten veröffentlicht hat. Er suchte gezielt nach Genen, die das Verhalten steuern – er beschritt also den Weg Gen -> Neuron -> Nervensystem -> Verhalten. Sein Mitarbeiter Ron Konopka hat als erster ein solches Gen gefunden: *Drosophila* hat wie alle Lebewesen einen Tag-Nacht-Rhythmus von 24 Stunden. Eine von Konopka's Einzelgenmutanten hatte einen

verkürzten Rhythmus von 19 Stunden, eine zweite einen solchen von 29 Stunden.

A.S. Wie sind Sie denn auf den Geschmack –pardon!– auf den Geruch gekommen?

R.St. Nach meinem Biologiestudium in Basel mit dem Hauptfach Zoologie und den Nebenfächern Botanik, Mikrobiologie und Chemie habe ich in meiner Dissertation untersucht, worin sich die beiden Kasten der Ameisen, Königin und Arbeiterin, neurobiologisch unterscheiden, d.h. wann während der Entwicklung die Weichen in die eine oder andere Richtung gestellt werden. Danach ging ich

an die University of Washington nach Seattle, ans Department of Zoology. Das war 1974/75, die Zeit von Benzer's Anfängen, und wir haben an diesem Institut begonnen, über den Geruchssinn zu arbeiten, ebenfalls mit dem Modellorganismus *Drosophila*. Nach meiner Rückkehr war ich noch zwei Jahre in Basel und habe dann 1978 in Freiburg mit einer eigenen Gruppe intensiver begonnen, Geruchsforschung zu betreiben. Wie könnte es anders sein – auch an *Drosophila*. Heute sind in meinem Labor zwei Postdocs, und wir betreuen zusammen eine Doktorandin und einen Doktoranden sowie zwei Diplomandinnen und einen Diplomanden.

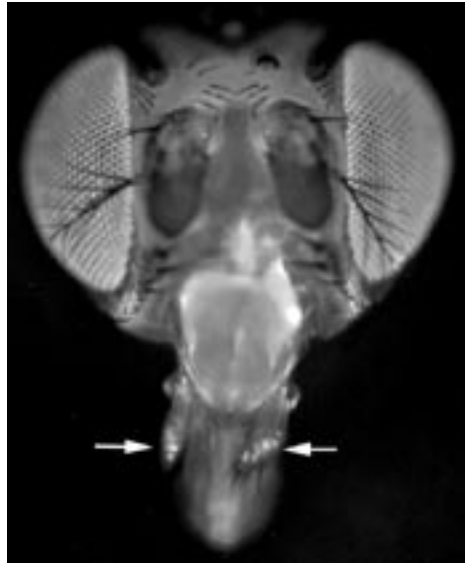


Abb. 1 Riechzellen (Pfeile) im Rüssel der Tauffliege

A.S. Das Gebiet scheint hoch eingeschätzt zu werden. Es gab doch kürzlich sogar einen Nobelpreis für die Geruchsforschung?

R.St. Ja, der Nobelpreis für Medizin ging 2004 an Linda Buck und Richard Axel von der Columbia University in New York. Linda Buck war Postdoc bei Axel, und die beiden haben in einer Arbeit von 1991 die olfaktorischen Rezeptorgene bei der Maus identifiziert, was zu einer eigentlichen Revolution in der Geruchsforschung geführt hat. Heute sind bei Säugetieren über 1000 Gene bekannt, die für die Rezeptoren der Geruchsstoffe zuständig sind. Diese Rezeptoren sitzen auf der Zellmembran der Geruchssinneszellen und reagieren mit den Geruchsmolekülen. Und ganz erstaunlich ist, dass die Nervenfasern aus den 10^6 - 10^7 Sinneszellen, die eine Maus hat, auf dem Weg ins primäre Geruchszentrum im Gehirn entsprechend ihren Rezeptoren gebündelt werden und im Geruchszentrum an einer bestimmten Stelle, einem von etwa 1000 sogenannten „Glomeruli“ endigen. Viele Erkenntnisse über den Geruchssinn – auch von Richard Axel's Gruppe – stammen aber nicht von der Maus, sondern von *Drosophila*.

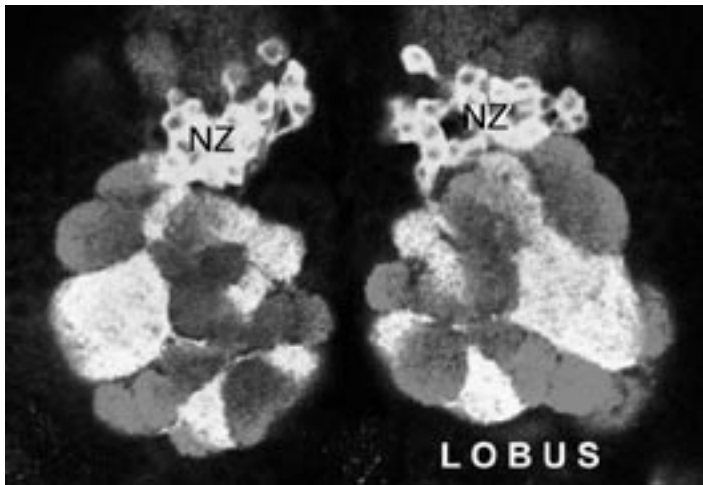


Abb 2: Geruchszentren (Lobus) mit markierten Nervenzellen (NZ) bei der Taufliège

Dies weil die Geruchssysteme der Säugetiere und Insekten erstaunlich ähnlich sind, wobei Insekten aber etwa tausendmal weniger Zellen besitzen. *Drosophila* spielt deshalb in der Geruchsforschung eine wichtige Rolle als einfaches, manipulierbares Modellsystem. So kann man bei der Fliege mit genetisch exprimierten Fluoreszenzfarbstoffen die Glomeruli am lebenden Tier sogar durch die Kopfkapsel hindurch sehen: Sie leuchten, wenn sie „ihren“ Duft verarbeiten!

A.S. Ist denn jeder Rezeptor genau für einen Duft zuständig?

R.St. Nicht ganz. Ein Rezeptor kann mehrere, meist chemisch verwandte Duftmoleküle erkennen. Die Maus nimmt also um einiges mehr Duftstoffe wahr, als den ca. 1000 Rezeptoren entsprechen würde.

A.S. Wie steht es eigentlich mit dem Menschen? Wir sind ja nicht gerade „Nasentiere“.

R.St. Das ist eine ganz spannende Sache. Mensch und Maus sind ja immerhin Säugetiere mit den ihnen gemeinsamen Merkmalen. Deshalb dient die Maus in der biologischen Forschung oft als Modell für den Menschen. Gerade beim Geruchssinn herrscht grosse Übereinstimmung: Der Mensch hat etwa gleich viele olfaktorische Rezeptorgene. Der Unterschied zur Maus ist aber, dass bei ihm

im Laufe der Evolution viel mehr dieser Gene zu Pseudogenen, also funktionsunfähig geworden sind. Die Maus hat über 900 funktionstüchtige Rezeptorgene, der Mensch nur noch etwa 300.

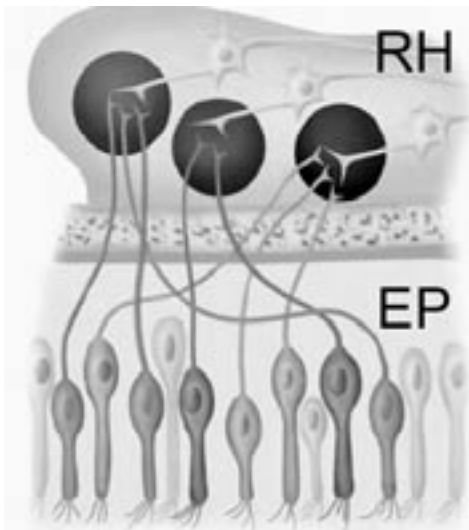


Abb 3: Riechepithel (EP) und Verknüpfung mit dem Riechhirn (RH) beim Menschen

A.S. Gibt es eine Erklärung dafür?

R.St. Wir Menschen sind im Laufe der Evolution zu „Augentieren“ geworden. Für die meisten Tiere hingegen ist der Geruchssinn lebenswichtig, für Partner- und Futtersuche und um Gefahren zu entrinnen. Bei den Seidenspinnern ist es auch der Sinn, der am weitesten trägt. Die Männchen dieser Schmetterlinge nehmen den Sexuallockstoff der Weibchen – ein sogenanntes „Pheromon“ – noch über mehrere Kilometer wahr. Trotzdem sind Tiere nicht einseitig vom Geruchssinn abhängig. Nehmen Sie das Paarungsspiel von *Drosophila*: Zuerst sehen die Partner sich und riechen ihren unterschiedlichen Duft, dann schwirrt das Männchen mit einem Flügel – es „singt“ –, was das Weibchen hört, und vor der Paarung wird das Weibchen an den Genitalien geleckt, also kommt noch der Geschmacksinn ins Spiel. Wie entscheidend aber der Geruch- und Geschmacksinn ist, zeigt die Tatsache, dass die Paarung auch im Dunkeln abläuft.

A.S. Wir alle haben schon von jemandem gesagt: „Ich kann ihn nicht riechen.“ Und doch war es selten ein bewusst wahrgenommener Geruch, der uns geleitet hat.

R.St. Pheromone sind mindestens in einem Fall auch beim Menschen nachgewiesen worden. Im Unterschied zu den Hormonen, die im Inneren des Körpers ihre Wirkung entfalten, verstehen wir darunter flüchtige Botenstoffe, die als Signale für andere Individuen derselben Art nach aussen abgegeben werden. Pheromone werden meist unbewusst wahrgenommen. Es gibt auch Vermutungen, dass ein Zusammenhang zwischen dem Geruch eines Menschen und seinem Immunsystem besteht. Gesichert ist, dass bei Gruppen von jungen Frauen, die in Wohngemeinschaft leben, der Zeitpunkt der Menstruation koordiniert wird, und dass diese Koordination über flüchtige Stoffe reguliert wird – eben Pheromone – die unbewusst durch die Nase wahrgenommen werden.

A.S. Stimmt es, dass die chemischen Sinne Geschmack und Geruch die entwicklungsgeschichtlich ältesten Sinne sind?

R.St. Das ist sicher, denn schon die ersten Einzeller im Wasser mussten ihre Umgebung analysieren. Wie hätten sie sonst „wissen“

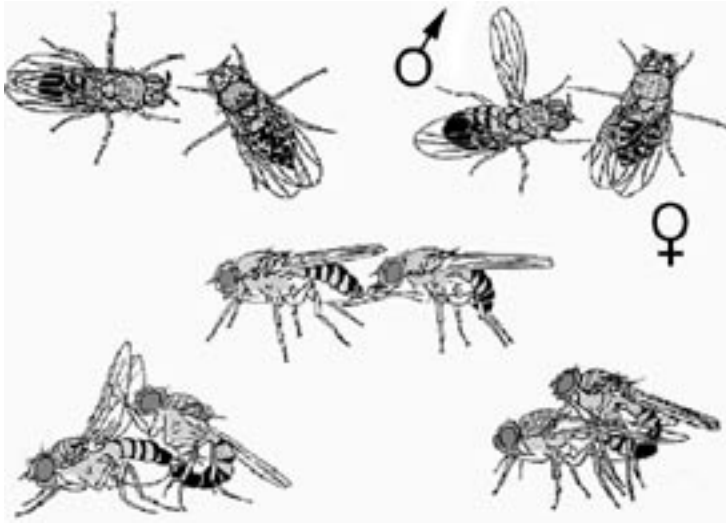


Abb 4: Das Balzverhalten der Taufliche wird geruchlich gesteuert.

können, wo es Futter gab oder wo sie Giftstoffen ausweichen mussten? Auch alle unsere Zellen benutzen einen chemischen Sinn zur Kommunikation. Ohne solche Prozesse könnte sich ein Organismus weder entwickeln noch überhaupt funktionieren. Eine Zelle muss auf Botenstoffe reagieren können. Dazu trägt sie auf ihrer Membran Rezeptoren, die zu bestimmten Molekülen, z.B. Hormonmolekülen passen. Sie sind die Schlüssel, die in den Zellen spezifische Reaktionen in Gang setzen. Ganz ähnlich beim Geschmack- und Geruchsinn. Diese beiden Sinne unterscheiden sich übrigens im wesentlichen nur durch die Art der wahrgenommenen Substanzen: Beim Geschmack sind es im Wasser gelöste Stoffe und beim Geruch flüchtige Moleküle.

Vielleicht ist gerade das hohe Alter des Geruchsinn und sein Erfolg – die Evolution ändert nicht ohne weiteres etwas, das sich bewährt hat –, ein Grund für die erstaunliche Übereinstimmung nicht nur zwischen Mensch und Maus, sondern auch zwischen weit entfernten systematischen Gruppen wie Insekten und Säuger: Höherentwicklung bedeutet nicht, dass das zugrunde liegende

System geändert wird, sondern in unserem Fall nur, dass es mehr Sinneszellen, mehr olfaktorische Rezeptorgene und damit mehr Rezeptoren und Glomeruli gibt.

A.S. Zurück zu Ihrer Arbeit in Freiburg. Sie werden vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützt; Ihre Forschungsgruppe ist demnach anerkannt. Wie schwierig ist es für Sie, bei der internationalen wissenschaftlichen Konkurrenz „am Ball zu bleiben“? Haben Sie eine Nische, in der andere weniger forschen?

R.St. Wir haben als erste den Geruchssinn von Drosophila-Larven untersucht. Da sind die Verhältnisse noch viel einfacher als bei Adulttieren. Larven besitzen nur 21 Geruchsinneszellen anstatt 1300 wie adulte Fliegen. Wir haben kürzlich gezeigt, dass jede dieser 21 Sinneszellen ihren eigenen Glomerulus im primären Geruchszentrum hat, und dass jeder der 21 Glomeruli durch eine einzige weiterführende Nervenzelle mit höheren Geruchszentren verbunden ist: Also ein „genial“ einfaches Geruchssystem, das aber immer noch die charakteristische Organisation des Säuger-Geruchssystems zeigt. Andere Forschungsgruppen sind uns hier allerdings auch schon auf den Fersen – gemütliches Forschen gibt es nicht mehr! –, zum Beispiel Leslie Vosshall von der Rockefeller University in New York. Sie war ebenfalls Postdoc bei Richard Axel und ist heute eine der führenden Forscherinnen auf diesem Gebiet. An der Rockefeller University wird Geruchsforschung parallel an Maus/Ratte und an Drosophila durchgeführt.

Dann wünsche ich Ihnen, dass Sie immer die Nase vorn haben! Sie werden am 18. Januar 2006 bei der ANG einen Vortrag über den Geruchssinn halten. Das Interview ist ein kleiner Vorgeschmack – oder Vorgeruch? – auf das, was uns erwartet.

Werden Sie ANG-Mitglied!

Die ANG ist eine der 30 kantonalen und regionalen naturwissenschaftlichen Gesellschaften unter dem Dach der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz in Bern.

Für Fr. 45.- als Einzelmitglied, resp. Fr. 70.- als Familienmitglied besuchen Sie unsere Vorträge, erhalten alle 3-5 Jahre den Band „Natur im Aargau“ und zweimal im Jahr unser ANG-Bulletin mit Aktuellem aus der ANG und den Naturwissenschaften.

Als ANG-Mitglied haben Sie freien Eintritt in die Dauerausstellung des Naturama Aargau, und für zusätzliche Fr. 20.-, resp. Fr. 40.- auch zu den Wechselausstellungen und weiteren Anlässen des Naturama.

Gute Gründe noch heute ANG-Mitglied zu werden!

Aarg. Naturforschende Gesellschaft, Postfach 2126, 5001 Aarau

Beitrittserklärung ANG

Der/die Unterzeichnete wünscht ANG-Mitglied zu werden.

Name / Vorname: _____

Adresse: _____

PLZ / Ort: _____

Datum: _____ Unterschrift: _____